

IN NEDERLANDSCH-INDIË

Orgaan der Groep Ned.-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs,

Maandblad gewijd aan de Techniek en Wetenschap in Ned.-Indië,

waarin opgenomen

De Waterstaats-Ingenieur, opgericht in 1913

en

De Mijningenieur, opgericht in 1919.

Commissie van Toezicht:

jhr. ir. H. S. van Lennep,
ir. W. Holleman,
ir. F. M. Ch. Berkhout.

Commissie van Redactie:

Voorzitter: prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh;
Leden: ir. G. Meesters,
dr. ir. Tan Sin Hok.

Prijs per jaargang: f 20,—

Afzonderlijke nummers: f 2,—

Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Hoogeschoolweg 3, Bandoeng.

Adres voor administratie en abonnementen: Bragaweg 38, Bandoeng.

Adres voor advertenties: Firma G. Kolff & Co., Batavia-Centrum.

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: Beschouwingen over glas en zand in het algemeen alsmede de beteekenis van de Ned.-Indische kwartzanden voor de glasindustrie, door ir. F. J. H. Davis. — Bestendigheid van baksteenmuren tegen brand, door prof. ir. W. J. Th. Amons. — De spanningsverdeling in een gewrongen smalle rechthoekige doorsnede benaderd door een fictief zeepvliesexperiment, door Vr. — *Varia*: De waarschijnlijkheids-paradox van den Chevalier de Méré; Aluminiumdraad, dat niet meer voor het bloote oog zichtbaar is. — *Berichten van allerlei aard*: Octrooien; Adres der Vereeniging van Delftsche Ingenieurs aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal. — *Ontvangen geschriften*. — *Boekbespreking*. — *Personalia*. — *Kon. Instituut van Ingenieurs*: Bestuursmededeelingen.

Beschouwingen over glas en zand in het algemeen alsmede de beteekenis van de Ned.-Indische kwartzanden voor de glasindustrie

door

ir. F. J. H. DAVIS,

Nijverheidsconsulent bij de Afdeling Nijverheid van het Departement van Economische Zaken.

Korte inhoud.

Beschouwingen worden gewijd aan het begrip glas, de diverse handelsoorten van glas, de grond- en nevenstoffen in de glasindustrie, de huidige glasnijverheid op Java. Een overzicht van de tot heden aangetroffen glas-zanden op Sumatra, Java, Borneo en andere eilanden van den Indischen Archipel wordt gegeven, zoomede de beteekenis van deze zanden voor een glasindustrie in Ned.-Indië besproken.

Waar in Nederlandsch-Indië in den laatsten tijd weder stemmen opgaan betreffende de vestiging van een glasindustrie, is het niet van belang ontbloomd om enkele beschouwingen te wijden aan de hoofd-grondstof dier industrie — het zand — en het afgewerkte product — het glas. Overtuigd, dat dit onderwerp zich tot een uitvoeriger bespreking leent, zal dit overzicht, hetwelk een oriënteerend karakter draagt, zich slechts bepalen tot: het begrip glas, de diverse handelsoorten van glas, de grond- en nevenstoffen voor de fabricage van glas, de in Ned.-Indië aangetroffen kwartzanden en hunne beteekenis voor de glasindustrie.

Het begrip glas.

Sommige etymologen leiden het woord glas af van het latijnsche „glacies”, hetgeen „ijs” beteekent. Anderen voeren het woord glas terug tot het Saksisch woord „glisnian”, hetgeen „glanzen”, „schijnen” beteekent. Welke van deze afleidingen de juiste is, moet in het midden worden gelaten. Problematischer dan de afleiding van het woord is het begrip glas.

Direct moet toegegeven worden, dat een strenge definitie van glas nauwelijks te geven is. Uitgaande van de verschillende fasen van het fabricage-proces kan glas worden omschreven als een lichaam, dat

verkregen wordt door bij hooge temperatuur samen te smelten: kiezelzuur (soms boorzuur of fosforzuur), alkaliën (alkalische oxyden) en alkalische aarden of andere metaaloxiden.

Bij die hooge temperatuur, ca. 1300°C , is glas een vloeibaar aggregaat. Bij langzame afkoeling gaat glas van den dunvloeibaren toestand over in een taaien, plastischen toestand. In dezen toestand laat glas zich uitblazen, persen, vastkleven, uittrekken tot buizen, staven, breede lange platen en zelfs tot fijne draden.

Bij kamertemperatuur, na volledige stolling en afkoeling, bezit glas schijnbaar den vasten aggregaatstoestand, terwijl voorts de volgende eigenschappen aan den dag treden: amorf, glanzend, licht brekend, lichtverstrooiend, kleurloos of gekleurd, min of meer doorzichtig, in het algemeen tamelijk bestendig tegen water, alkali en zuren, hard, slijpbaar en polijstbaar, wisselend soortelijk gewicht, afhankelijk van de samenstelling.

Een scherp smelt- en stolpunt van de stof wordt bij het bovenomschreven proces niet waargenomen, terwijl bij de langzame afkoeling de mogelijkheid bestaat, dat de stof uitkristalliseert tot een werkelijk vast lichaam, als regel ondoorzichtig en in den vorm van z.g. sfaerolieten (samengegroeide bollen).

De definities van glas in diverse handboeken over glasfabricage beperken zich hoofdzakelijk tot de slotphase van het glaswordingsproces n.l. „een uit zijn smelt door afkoeling gevormde, doorgaans amorse, vaste, onbrandbare, anorganische stof”.

De karakteristieke elementen in deze begripsomschrijving zijn: „uit de smelt door afkoeling gevormd”, „amorf” en „anorganisch, onbrandbaar”.

Het chemisch moment bij een technische definitie van glas is nu uit het voorgaande af te leiden, n.l. glas is een gesmolten — door smelten bereid — silicaat (definitie van glas in engeren zin).

Het fysisch moment bij een technische begripsbepaling van glas is gecompliceerder. Daartoe dient het glaswordingsproces vanuit het standpunt der fase-evenwichten (in de z.g. droge silicaatchemie) te worden beschouwd. Een glascompositie is dan een heterogeen stelsel van stoffen. In dit stelsel, ook wel systeem genoemd, heeft men verschillende deelen met verschillende eigenschappen en samenstelling, die door grensvlakken van elkaar gescheiden zijn. Die verschillende deelen van het systeem noemt men fasen. Iedere fase is een homogeen stelsel. Het evenwicht in dit heterogeen stelsel van stoffen is een heterogeen fasenevenwicht, waarbij nog vermeld dient te worden dat het begrip fase niet samenvalt met aggregatie-toestand.

Onderzoekingen hebben tot de conclusie geleid, dat voor elke glascompositie een temperatuur bestaat waarboven kristallisatie (ontglazing) niet mogelijk is ¹⁾. Eventuele gevormde kristallen boven deze

temperatuur lossen in den smelt op. Deze temperatuur heet het smelt- of stolpunt of de z.g. liquidustemperatuur (T_1) in de fasenleer. Boven T_1 is glas vloeibaar, beneden T_1 is glas metastabiël t.o.v. de kristallijne fase. Vanaf T_1 tot aan kamertemperatuur is de niet-glasachtige toestand thermodynamisch de stabiele. Het glas volhardt echter in den metastabielen toestand, neemt het karakter aan van een onderkoelde vloeistof, uitsluitend als gevolg van zijn hooge viscositeit. De potentie tot uitkristallisatie is echter in het glas aanwezig. Dat glas tegelijkertijd eigenschappen bezit, welke karakteristiek zijn voor een vast lichaam doet aan het begrip onderkoelde vloeistof niets af.

Vanuit de fasenleer beschouwd is glas een onderkoelde vloeistof, een z.g. vaste oplossing. Het fysische moment bij de technische begripsbepaling van glas wordt derhalve: een glasachtige toestand, welke zich uit in: a) althans schijnbaar volledige homogeniteit, b) doorzichtigheid, c) vermogen tot kristallisatie.

Het chemisch en fysisch moment samenvattende wordt de definitie van glas: een door smelten bereid silicaat, verkeerende in een toestand van schijnbaar volledige homogeniteit, doorzichtigheid met de potentie tot uitkristallisatie.

Het aannemen van den glasachtigen toestand is niet alleen aan silicaten voorbehouden. Deze eigenschap bezitten o.m. glucose-oplossingen, sommige complexe sulfaten, arseenoxyde en antimoontrioxyde. Phosphaten, borax zijn welbekende glasvormers. Meta- en pyrophosphorzuren zijn zelfs waarschijnlijk alleen in den glastoestand bekend evenals boriumoxyde, dat nooit anders dan in den glastoestand verkregen wordt. Geen van genoemde glazen zijn als zoodanig voor de glasindustrie bruikbaar, aangezien zij te gemakkelijk door water worden ontleed. Homogene, doorzichtige kunstharsen verkeerden eveneens in den glastoestand, zijn zelfs in sommige gevallen als glassubstituut bruikbaar (bekertjes en kommen). Het wezenlijk verschil tusschen kunsthars en glas is hierin gelegen, dat het eerste brandbaar en van organischen oorsprong is.

Tusschen glas en keramiek bestaat het volgende essentiele verschil. De keramische industrie bedient zich van reeds in de natuur gevormde silicaten (klei en pijpaarde), welke bij hooge temperatuur ($\pm 990^{\circ}\text{C}$) hun uiterlijken vorm bestendig zien. De glasindustrie echter gaat uit van minerale grondstoffen, welke bij hooge temperatuur (1300°C) tot silicaten worden gevormd, terwijl de uiterlijke vorm eerst bij relatief lage temperatuur bestendig wordt. In dezen zin is glas dus een kunstmatig bereid silicaat.

In de natuur wordt natuurglas aangetroffen, t.w. peksteen, obsidiaan (vulkanisch glas of flesschensteen) en het z.g. cosmisch glas. Dit natuurglas is in tegenstelling met het kunstmatig bereide glas als regel ondoorzichtig. Wat het cosmische glas betreft, deze stof vormt voor de algemeene geologie nog altijd een probleem ²⁾. Naar de vindplaats wordt het cosmische glas onderscheiden in Moldaviëten, Billitonieten (glaskogels, welke in de afzettingen direct

1) Onderzoekingen omtrent het ternaire stelsel $\text{CaO-SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$ en binaire stelsel $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2$: G. W. Morey en N. L. Bowen, *J. Phys. Chem.* 28, 1167 (1924); F. C. Kracek, *Ibid.* 34, 1583 (1930). Ternaire stelsel: $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2\text{-CaO-SiO}_2$: Morey en Bowen, *J. Soc. Glass. Tech.* 9, 226 (1925); Morey, *J. Am. Ceram. Soc.* 13, 683 (1930).

2) *Z. Angew. Chemie* 21, 1926 (1909).

onder de ertslaag in Billiton werden aangetroffen), Australieten (van Zuid-Australië). Dergelijke glaskogels werden nog aangetroffen in het Moeriagebied op Java en te Pleihari in Z.O. Borneo. Vermeld zij tenslotte nog het glasachtige ca. 86% SiO_2 bevattende Boetoniet van het Moekito-gebied in Z.O. Celebes ³⁾.

De herkomst van dit groen en bruin gekleurde glas was sedert lang onbekend. Verbeek ⁴⁾ had aangetoond, dat de glaskogels van Billiton geen tinslakken waren. Evenmin zouden ze resten van prehistorische glasbedrijven zijn. Later ontdekte men op de „ieten” sporen van een vlucht door het lucht-ruim, identiek aan die, welke op de van cosmischen oorsprong zijnde tektieten worden aangetroffen. Men rekent de „ieten” thans algemeen tot de z.g. glasmeteorieten, behorende tot de groep der tektieten.

Uit het voorgaande blijkt, dat tusschen glas en slechts enkele andere in den glastoestand verkeerende lichamen relatief scherpe grenzen zijn te trekken. De leer der fasen-evenwichten leidt tot de conceptie van glas als een vloeistof, welke bij afkoeling voorbij het stolpunt niet kristalliseert. Bij deze afkoeling neemt de viscositeit toe totdat de vloeistof fysische eigenschappen verkrijgt eigen aan een stijve vaste stof.

Weinig meer is aan deze kennis betreffende de constitutie van glas met zekerheid toe te voegen. De kennis van de constitutie van glas is zelfs tot op heden nog weinig ontwikkeld. Verwondering behoeft dit niet te wekken, indien men in aanmerking neemt, dat de tot nu toe verrichte onderzoekingen betreffende de constitutie van waterige zoutoplossingen, slechts het wezen van de eenvoudigste waterige zoutoplossingen hebben doen kennen. Glas, als complexe oplossing met vele verbindingen van componenten welke gekarakteriseerd worden door een grooten dissociatiegraad in de vloeibare fase, terwijl daarboven deze fase eerst bij een temperatuur van ca. 1350°C tevoorschijn wordt geroepen, maakt het onderzoek naar de constitutie dier verbindingen gecompliceerder dan het constitutie-onderzoek van zout in water ⁵⁾.

Handelssorten van glas.

Uit zuiver kiezelzuur (kwarts) laat zich technisch het beste glas vervaardigen. De moeilijke smeltbaarheid van het kwarts maakt de fabricagekosten van het glas echter bijzonder hoog. Men voegt derhalve aan het kwarts andere oxyden toe, waardoor het smelt-punt en de viscositeit van het kiezelzuurglas verlaagd worden. De keuze dezer oxyden is afhankelijk van den aard en de kwaliteit van het te fabriceren glas.

Ter illustratie diene nog de volgende smeltpunten van enkele glassoorten: kwartsglas 1750°C, normaal kalksilicaatglas 1410°C, normaal loodsilicaatglas

1370°C, boraatglas 1130°C, zwaar loodsilicaatglas 1100°C, fosphaatglas 1000°C ⁶⁾.

De verschillende handelssorten, waarin glas op de markt verschijnt zijn te onderscheiden:

- a) naar de chemischen samenstelling,
- b) naar de wijze van fabricage resp. toepassing.

a. Indeeling naar de chemische samenstelling.

Chemisch is glas in hoofdzaak samengesteld uit 3 bestanddeelen, n.l. uit elke der drie volgende groepen minstens 1 verbinding:

- 1) zure oxyden: SiO_2 , B_2O_3 ;
- 2) eenwaardige metaaloxyden: Na_2O , K_2O , (Li_2O en Th_2O);
- 3) tweewaardige metaaloxyden: CaO , PbO , BaO , ZnO .

Op deze wijze bestaat glas uit kiezelzuur en minstens 2 basische oxyden, waarvan één, een alkali-oxyde en de andere een oxyde van de alkalische aarden of ander metaaloxyde.

Naar den aard der aanwezige metaaloxyden wordt onderscheid gemaakt in:

Natronkalk-glas.

Dit is het goedkoopste glas; hiertoe behoren: vensterglas, spiegelglas, flesschenglas, halfwit- en witglas.

Op de markt van glaswerk is deze groep de belangrijkste.

Kalikalk-glas.

Ook wel genoemd licht kristal of „Boheemsch glas” (oorsprong Bohemen). Hiertoe behoren o.m. glas-buizen voor laboratoriumdoeleinden.

(Kali) *Loodglas of kristal.*

Hiertoe behoort o.a. het flintglas. Kristal geeft bij aantikken met den vinger een sonoren klank in tegenstelling met andere, niet tot kristal, behorende glazen.

Fantasiecomposities.

Hiertoe behoren diverse soorten laboratorium-glaswerk, thermometerglas, lenzenglas, Jena- en Pyrexglas e.d. Als regel zijn deze glazen MgO -houdend.

Naar de aanwezige zuren in het glas onderscheidt men: *silicaat*-, *boraat*-, *borosilicaat*-, *fosfaat*- en *fluorglas*.

Bij geheele of gedeeltelijke vervanging van CaO door PbO , BaO , Al_2O_3 , ZnO of gekleurde oxyden als Fe_2O_3 , Co_2O_3 e.d. duidt men het glas ook aan met de namen: *lood*- (Eng. kristal, loodkristal), *bariat*-, *aluminium*-, *zinkglas* enz.

b. Indeeling naar de wijze van fabricage resp. toepassing.

Holglas: als regel is dit geblazen glas.
Vlakglas, te verdeelen in:

- a. *vensterglas*; niet geslepen en niet gepolijst;
- b. *spiegelglas*; geslepen en gepolijst.

6) Schulz, Das Glas, München 1923.

3) Dr. Ir. W. H. Hetzel. *De Ing. in Ned.-Indië* 5, 10, IV 151 (1938).

4) R. D. M. Verbeek. *Jaarboek Mijnw.* 1897, p. 235—272.

5) G. W. Morey, *Industrial & Engineering Chemistry*, Vol. 25, 742 (1933).

Gewalst glas, te verdeelen in:

- a. *spiegelglas*, gewalst en geslepen;
- b. *kathedraalglas*; gewalst en niet geslepen, gefigureerd;
- c. *draadglas*.

Getrokken glas: glazen buizen.

Geperst glas: glazen straatstenen, dakpannen.

Geperst en geblazen glas: de belangrijkste groep in deze indeeling.

Bouwmateriaalglas: vloer- en wandtegels.

Eertijds werden in de eenvoudigste glashut bovengenoemde glassoorten in één werkplaats vervaardigd. Langzamerhand voltrok zich het proces van afsplitsing en specialisatie.

Thans onderscheidt men in de glasindustrie de volgende, in elk opzicht van elkaar gescheiden fabricage-takken: vensterglasfabricage, spiegelglasfabricage, flesschenfabricage, fabricage van huishoudelijk glas en fabricage van optisch- en laboratoriumglas.

Grond- en nevenstoffen van de glasindustrie.

De zuiverheid van de grond- en nevenstoffen in het algemeen en die van het kwartzand in het bijzonder is bepalend voor de kleur — witheid, helderheid — van het glas. De boeman in de glasindustrie is het ijzeroxyduul (FeO), een sterk groen kleurend oxyde welke practisch in alle grondstoffen van de glasindustrie voorkomt. Ijzeroxyden kleuren het glas verschillend: ferro-oxyde (FeO) kleurt glas groen; ferri-oxyde kleurt glas geelachtig-bruin. Waar het smelten van glas hoofdzakelijk een reduceerend proces is, wordt het glas bij aanwezigheid van ijzeroxyden in de grondstoffen als regel groen gekleurd. Men kan ook zeggen, dat het FeO practisch de kwaliteit der grondstoffen bepaalt.

De glasindustrie prefereert derhalve zoo mogelijk ijzervrije grond- en nevenstoffen.

Tot *grondstoffen* van de glasindustrie worden gerekend:

Kwartzand	doel: invoering van SiO ₂ in het glas.
Gecalc. natrium-carbonaat	} „ „ „ Na ₂ O „ „ „
Gecalc. natrium-sulfaat	
Alkalihoudende mineralen (veldspaat, tras, phonoliet, pegmatiet)	
Potasch (K ₂ CO ₃ · 1½ aq)	
Kalksteen	} „ „ „ CaO „ „ „
Kalk	
Menie	„ „ „ PbO „ „ „

Nevenstoffen in de glasindustrie zijn:

- a) Z.g. smeltversnellers — borax, vloeispaat, kalisalpeter.
- b) Loutermiddelen — As₂O₃ (glaszeep), Sb₂O₃.

c) Ontkleuringsmiddelen — MnO₂ (bruinsteen); NiO₂ (zwart nikkeloxyde); Se (metallisch selen); Na₂SeO₃ (Naseleniet).

d) Kleuringsmiddelen — *groen* — Cr₂O₃, Na₂Cr₂O₇, U₂O₃;
blauw — CoO of CuO bij oxydeerenden smelt;
violet — MnO₂ of Ni;
bruingeel — C, Fe₂O₃ (+ MnO₂, oxydatiemiddel);
rood — Au, Cu (cupro);
zalmkleur — Se;
melkweit — SnO₂, ZrO₂, Ca₃P₂O₈, ZnO, complexe aluminium- en ijzerverbindingen bijv. kryoliet, Na₃AlF₆).

e) Speciale nevenstoffen voor „instrumentenglas” Al₂O₃, BaCO₃ (bariet), B₂O₃, ZnO, MgO, MgCO₃.

f) Scherven, dienende als „inleiders” van het smeltproces.

Van bovengenoemde grond- en nevenstoffen is kwartzand de basisgrondstof voor de glasfabricage. Slechts in beperkte mate kan het kiezelzuur door andere zure oxyden worden vervangen. Afhankelijk van de kwaliteit van het te vervaardigen glas worden aan de hoedanigheid van het kwartzand verschillende eischen gesteld.

Voor *fijn glaswerk en kristal*, gewoon *witglas en half kristal en wit industrieglas* moet het zand een SiO₂-gehalte van minstens 99% bezitten; dit percentage mag minder zijn, indien 1 à 2% Al₂O₃ aanwezig is. Het Fe₂O₃-gehalte voor kristal mag maximaal 0,007% bedragen, in het alleruiterste geval is 0,011 — 0,012% toelaatbaar. Voor wit glas (geen kristal), bijv. spiegelglas, moet het ijzeroxydegehalte in het zand minder dan 0,1% zijn. De zandkorrels moeten een gelijkmatige grootte, ongeveer ⅓ à ½ mm diameter bezitten.

Voor *halfwitglas-fabricage* kunnen de eischen aan het zand te stellen niet nauwkeurig aangegeven worden. Als regel moet het zand een gehalte aan SiO₂ van minimaal 90% bezitten. Het Fe₂O₃-gehalte mag 0,5% niet overschrijden. Eenige procenten Al₂O₃ en ook wat Na₂O en CaO zijn gewenscht. Korrelgrootte middelmatig ⅓ à ½ mm.

Voor *de fabricage van donker flesschenglas* is elk kwartzand, mits niet al te grof van korrel (± 1,5 mm maximum) te gebruiken. Zeer geschikt zijn soorten, waarin Al₂O₃, CaO en Na₂O in geringe hoeveelheden voorkomen bijv. pegmatietzanden, zeoliethoudende zanden, zwak glauconitische soorten. Ijzeroxyde in het zand is tot ± 6% toelaatbaar.

Voor Ned.-Indië moet aan het begrip „elk kwartzand” de volgende restrictie worden opgelegd.

Titaanijzer-zand van Java's Zuidkust is vanwege het titaanoxydegehalte onbruikbaar, eveneens het zand, hetwelk aangetroffen wordt op de kusten van de eilanden in de baai van Batavia. Dit zand bevat slechts 0,3% SiO_2 , het resterende bestaat voornamelijk uit vergruisd koraalsteen (CaCO_3).

Eveneens voor de glasfabricage onbruikbaar is sandien-zand ⁷⁾, o.m. aangetroffen in de omgeving van de halte Tendjo gelegen aan de spoorlijn Batavia — Rangkasbitong. De helderheid en glans van dit materiaal doen aan glas denken.

Het kiezelzuur komt in verschillende modificaties in de natuur voor; kristallijn zijn: *kwarts*, *tridymiet*, *cristobaliet* en *chalcedoon*, amorf zijn: opaal, kiezelguhr en vuursteen (flint).

Voor de glasfabricage komen in aanmerking: kwartsiet (een uit kristallijn kwarts gevormd gesteente), zand (door de natuur vermalen kwartsiet) en vuursteen. Deze materialen vormen de kiezelzuurbron van de glasfabricage. De meest rendabele verwerking geeft het zand, aangezien de andere genoemde stoffen vóór het gebruik vermalen moeten worden.

Theoretisch „ideaal zand” voor de glasfabricage bestaat voor 100% uit SiO_2 , met hoekige korrels, terwijl het zand voor 100% uit korrels van een diameter van 0,5 mm is samengesteld echter de fijnheidsgraad is. Dergelijk zand is nog nergens op de wereld aangetroffen geworden.

Practisch „ideaal zand” bestaat voor 99% uit kwarts met hoekige en/of subangulaire korrels, terwijl de fijnheidsgraad van het zand voor totaal 100% uit „medium” ($\varnothing = 0,25 - 0,5$ mm) en „fijn” (0,1 — 0,25 mm) bestaat.

Zand met minder dan 100% SiO_2 bevat bijmengselen afkomstig van het moedergesteente. Tot deze bijmengselen zijn te rekenen o.a. veldspaat, klei, glimmer, granaat, rutiel, magnetiet, kalk, muscoviet, stauroliet, ilmeniet, andalusiet enz. Nadeelig voor de fabricage van kristal en witglas zijn: zirkoon, ilmeniet (FeTiO_3) en rutiel (TiO_2) met zijn isomeren anataas en brookiet.

Zanden, welke als praktisch ideale glaszanden kunnen worden aangemerkt, zijn aangetroffen in Duitschland te Förrentrup, Herzogenrath, Hohenboka, Lippe; in Frankrijk te Fontainebleau, Maintenon, Nemours; in Engeland op het eiland Wight; in Nederland op de Heerlerheide. Deze zanden zijn alle van tertiairen oorsprong.

De gemiddelde chemische samenstelling alsmede de samenstelling van Fontainebleau-zand worden hieronder vermeld ⁸⁾.

7) Een waterhelder silicaat, monokliene veldspaat (glasachtige orthoklaas) met samenstelling $\pm 65\%$ SiO_2 , $\pm 18\%$ Al_2O_3 en 17% K_2O .

8) P. G. H. Boswell: British Resources of sands and rocks used in glassmaking. 1918. (Overzicht van de chemische en mechanische eigenschappen van ± 40 in Engeland en Ierland, 3 in Britsch-Indië en 10 in Europa en Amerika in de glasindustrie toegepaste glaszanden).

	Gemiddeld	Zand van Fontainebleau
SiO_2	99,50%	99,80 %
Fe_2O_3	0,006 — 0,02 %	0,006 „
CaO	afwezig — 0,02 „	sp.
MgO	afwezig — sporen	afwezig
Alkali-oxyden	0,05 %	—
Al_2O_3	0,02 — 0,15 %	0,13 %
TiO_2	0,05 %	—
Gloeiverlies	0,04 — 0,20 %	0,18 „

Ook zandsteen kan dikwijls het praedicaat praktisch ideaal glaszand dragen. In Pennsylvanië (West Virginië in Noord Amerika) komt in een nagenoeg onuitputtelijke hoeveelheid een witte zandsteen voor, welke na vermalen en wasschen een zeer zuiver zand oplevert. In de buurt van Berkeley Springs heeft deze zandsteen een samenstelling, welke nagenoeg identiek is aan het zand van Fontainebleau.

SiO_2	99,889 %
CaO	0,011 „
Fe_2O_3	0,006 „
Al_2O_3	0,094 „

Met het bloote oog beschouwd zijn deze praktisch ideale zanden helderwit van kleur. Onder de loupe zijn de waterheldere rhomboëdrische kwartskristallen duidelijk te onderscheiden. De korrels bezitten geen huidje van ilmeniet (gehydrateerd ijzeroxyde) of haematiet (Fe_2O_3). Slechts een gering aantal veldspaatkorrels, te herkennen aan het troebel uiterlijk, worden aangetroffen, corresponderende met een laag ijzergehalte van het zand. Onder het microscoop gebracht, met kruidnagelolie of Canadabalsem als medium, zijn de zandkorrels bijna onzichtbaar als gevolg van de gelijke brekingsindices van genoemde media en kwarts.

De korrels zijn verder meest sub-angulair (afgeronde hoeken).

De rationeele of mineralogische samenstelling van meergenoemde zanden wijst op praktisch 100% kwarts. De mechanische samenstelling (resultaten van de slibanalyse) wijzen uit, dat de zanden voor 97 — 99% bestaan uit korrelgrootten van grooter dan 0,25 tot kleiner dan 0,5 mm (medium) en overigens van grooter dan 0,1 tot kleiner dan 0,25 mm (fijn).

Uit bovenstaand cijfermateriaal laten zich normen afleiden voor de beoordeeling van andere, nieuw aangetroffen zanden.

In dit verband moge er op gewezen worden, dat bij keuring van zanden op geschiktheid voor fabricage van een bepaald soort glas (kristal, witglas e.d.), beoordeeling onder het microscoop en de uitkomsten van de chemische-, rationeele- en slibanalyse niet voor 100% uitsluitsel geven. De smeltproeven, in aanvulling van het analytisch onderzoek zijn van doorslaggevende betekenis. Niet genoeg kan hierop de nadruk worden gelegd.

In het volgende overzicht zijn de gemiddelde samenstellingen vermeld van in de glasindustrie toegepaste zanden voor de fabricage van de belangrijkste glaswerksoorten ⁹⁾.

9) Dralle-Keppeler: Die Glasfabrikation. Bd I en II, 2e Auflage.

Samenstelling zand	Analyse van zanden geschikt voor de fabricage van:			
	Spiegelglas	Vensterglas en wit holglas	Ordinair glas (halfwit)	Groen flesschenglas
SiO ₂ in %	98 — 99,5	91 — 99,5	88 — 98	75 — 95
Fe ₂ O ₃ „ „	0,02 — 0,2	0,17 — 0,9	sp. — 1,52	0,5 — 5
Al ₂ O ₃ „ „	0,04 — 0,9	0,3 — 4,88	0,6 — 6,5	4 — 15
CaO „ „	0,01 — 0,08	0,04 — 1,0	0,2 — 0,34	0,3 — 0,5
Na ₂ O + K ₂ O „ „	0,008 — 0,17	0,01 — 2	0,5 — 4	0,5 — 10
MgO „ „	0,005 — 0,08	0,02 — 0,36	sp. — 0,6	sp. — 0,6

De rationeele analyses der zanden geven ten aanzien van 3 voornaamste componenten de volgende variaties te zien:

kwarts	74 — 96 %
veldspaat	10,7 — 13,8 „
kaolien	4 — 15,3 „

De korrelgrootten der zanden varieeren van fijn tot grof (ca. 1,5 mm diameter).

Na voorgaande algemeen gehouden beschouwingen over glas en zand zullen we thans onzen blik wenden tot den Indischen Archipel.

Glas in Ned.-Indië.

Glasfabricage is aan de autochthone volken van den Indischen Archipel geheel vreemd. Hun oorspronkelijke nijverheid bepaalde zich tot spinnen, weven, batikken, vlechten, pottenbakken, smeden, hoorn-, been-, schildpad-, schelpen- en paarlemoerbewerking.

Aangenomen mag worden, dat vóór de komst van den Westerling in den Indischen Archipel, metalen, aarden, hoornen en beenen vloeistofhouders de plaats innamen van het huidige glaswerk.

In den tijd van de Oost-Indische Compagnie ontstond de behoefte aan glaswerk, welke in latere jaren geleidelijk toenam. In deze behoeften werd

geheel door de importen uit het buitenland voorzien, welke in de afgelopen 10 jaren onderscheiden kunnen worden in: goedkoop en bruikbaar glaswerk uit *Japan en China*, duurder en degelijk glaswerk uit *Europa en Amerika*.

In 1912 werd aan glaswerk in Ned.-Indië ingevoerd voor een waarde van $\pm 2,2$ miljoen gulden, in 1918 voor $\pm 2,4$ miljoen en in 1938 voor $\pm 5,7$ miljoen gulden.

Een analyse van den invoer van glaswerk in 1938 volgt hieronder.

In 1938 bedroeg de import van glaswerk in Ned.-Indië 29,5 miljoen kg ter waarde van $\pm 5,7$ miljoen gulden. Hiervan was de import in Java en Madoera $\pm 24,7$ miljoen kg, waarde $\pm 4,3$ miljoen gulden, tegen in de Buitengewesten $\pm 4,8$ miljoen kg, waarde $\pm 1,4$ miljoen gulden.

In de officieele gouvernementsstatistieken is het ingevoerde glaswerk onderverdeeld in 23 groepen.

Overzichtelijkheidshalve is deze indeeling, welke op utiliteitsoverwegingen is gebaseerd, in onderstaand overzicht gewijzigd in een groepeerings van het ingevoerde glaswerk naar de wijze van fabricage c.q. toepassing.

De benaming der artikelen volgens de officieele statistiek is behouden.

Invoer glaswerk in Ned.-Indië in 1938.

	Bijzondere hoeveelheid	Brutogewicht in 1000 kg	Waarde in 1000 gld.
I. Holglas.			
Waterglazen, ongekleurd, anders dan in stellen	383 274 dozijn	1 228	193,8
Drinkglazen, geen kristal	—	1 072	200,4
Flesschen, gewone al of niet met beugelsluiting ...	1 633 220 dozijn	12 940	900,6
Stopflesschen, gewone	96 107 dozijn	1 403	138,9
Vaat-, beker-, flesch- en andere holglaswerk	—	2 969	670,2
Gloeiperen, electrische, voor gewone verlichting	5 233 690 st.	298	1 496,1
idem voor andere doeleinden	17 197 056 st.	98	356,2
Totaal :	—	20 016	3 956,2
II. Vlakglas.			
Vensterglas, gewoon, geheel doorschijnend en ongekleurd, dikte 2,5 mm of minder en meer	786 263 m ²	5 893	490
Spiegelglas, blank	9 311 m ²	188	63
id. , verzilverd of verfoelied, niet omlijst	13 077 m ²	240	310,2
Droogplaten, lichtgevoelige platen voor fotografische doeleinden	81 484 dozijn	64	71,9
Totaal :	—	6 385	935,1
III. Gewalst glas e.d.			
Gekleurd of gebrand glas en kathedraalglas	48 249 m ²	523	63,1
Melkglas, matglas, ijsglas, gewapend glas, geribd glas en ander dergelijk glas	14 158 m ²	179	26,5
Totaal :	—	702	89,6

	Bijzondere hoeveelheid	Brutogewicht in 1000 kg	Waarde in 1000 gld.
IV. Geperst en geblazen glas.			
Lampkappen en ballons	—	176	86
Serviezen en serviesdeelen, luxe voorwerpen van glas, al of niet met metaal gemonteerd	—	769	220,8
Kristal en kristalwerk, al of niet met metaal ge- monteerd	—	9	9,4
Glas en glaswerk n.a.g.	—	103	52,4
Totaal :	—	1 057	368,6
V. Getrokken glas.			
Lampegglazen	831 634 dozijn	929	197,3
Totaal :	—	929	197,3
VI. Laboratoriumglas.			
Laboratoriumartikelen van glas	—	91	110,1
Totaal :	—	91	110,1
VII. Bouwmaterialenglas.			
Dakpannen van glas	139 641 st.	133	19,6
Muurtegels, bouwsteen, vloerplaten, buizen en stangen van glas	—	34	7,9
Totaal :	—	167	27,5

Recapituleerend:	Brutogewicht in kg	Waarde in gld.
Holglas	26 016 000	3 956 200
Vakglas	6 385 000	935 100
Gewalst glas	702 000	89 600
Geperst en geblazen glas	1 057 000	368 600
Getrokken glas	929 000	197 300
Laboratoriumglas	91 000	110 500
Bouwmaterialenglas	167 000	27 500
Totaal	29 347 000	5 684 800

Uit het bovenstaande blijkt, dat $\pm 68,5\%$ van het gewicht van den import door holglas wordt ingenomen. Volledigheidshalve dient te worden vermeld, dat eveneens tot holglaswerk gerekend kunnen worden: het glazen reservoir van petroleum hang- en muurlampen (lampoe templek). De invoer van deze lampen in Ned.-Indië bedroeg in 1938: 78 612 dozijn (615 618 kg) ter waarde van f 183 413,—.

Huidige glasnijverheid hier te lande.

Van 1916 af tot heden heeft het niet aan pogingen ontbroken in Ned.-Indië een glasbedrijf te vestigen. Om verschillende redenen hadden deze pogingen geen resultaat. In tegenstelling met het Europeesch initiatief (Hollandsch en Duitsch) boekte het Aziatisch initiatief (Japan en China) in 1929 wel resultaten. Het Indische kapitaal heeft zich eerst op het einde van 1938 voor een glasbedrijf geïnteresseerd. Het Inlandsche kapitaal heeft zich tot op heden van glasbedrijven afzijdig gehouden.

De huidige glasnijverheid op Java, welke door Chineesch en Japansch initiatief tot stand is gekomen, dateert van omstreeks 1929. De wijze waarop zij wordt uitgeoefend onderscheidt zich van die, welke in glasproducerende landen gebruikelijk is. Men gaat hier te lande n.l. niet uit van de oergrond-

stoffen, waarvan kwartszand, soda en kalk de voor- naamste zijn, doch neemt als uitgangsmateriaal glas in den vorm van breukglas (gelas pitja).

Het is daarom geen toeval, dat de glasnijverheid geconcentreerd is te Batavia en Soerabaia, de twee grootste invoerhavens van buitenlandsch glaswerk, waarvan ca. 20% hier gebroken aankomt. Deze hoeveelheid breukglas is het waarop de glasnijverheid hoofdzakelijk terugvalt.

Van een eigenlijke glasnijverheid kan ten rechte niet gesproken worden, de naam glasregeneratienijverheid sluit zich beter bij de werkelijkheid aan. Men geeft n.l. aan het breukglas door omsmelten en verblazen wederom bepaalde vormen.

De glaswerkingsnijverheid op Java telt momenteel 5 bedrijven, waarvan 3 te Batavia en 2 te Soerabaja.

Van de te Batavia aanwezige glasbedrijven staan: 1 onder Chineesche, 1 onder Europeesche en 1 onder Arabische leiding, te Soerabaja is één Chineesch en één Japansch glasbedrijf gevestigd.

De inheemsche glasbedrijven verschillen zeer van een modern glasbedrijf. De kapitaalsinvestatie in genoemde bedrijfjes varieert van f 1 500,— tot f 5 000,—. De productie bestaat uit eenvoudig glaswerk t.w. drinkglazen, lampegglazen, gewone flesschen, azijnflesschen, inkt- en lijmflesschen en stopflesschen, in totaal ca. 171 ton per maand (Batavia 64 ton en Soerabaia 107 ton) of rond 2 000 ton glaswerk per jaar, een waarde vertegenwoordigende van ca. f 400 000,—. Van de consumptie aan glaswerk in Ned.-Indië werd in 1938 naar schatting ca. 7% hier te lande gefabriceerd.

Het totale loonbestand van dezen nijverheidstak wordt per jaar op f 70 590,— getaxeerd. Het aantal arbeiders, dat op 560 wordt geschat, bestaat hoofdzakelijk uit Inlanders t.w. mannen voor het blaaswerk, vrouwen en jongens als hulp en voor de afwerking en verpakking van het glaswerk. De geroutineerde glasblazers, die aanvankelijk uit China of

Japan geïmporteerd werden, zijn thans ook Inlanders, die in het bedrijf zijn opgeleid.

Met uitzondering van de te Soerabaja gevestigde Japansche glasfabriek wordt al het glas in handwerk geblazen. De door enkele vooruitstrevende Batavia'sche glasbedrijven genomen proeven in de richting van machinale fabricage hebben geen succes gehad, aangezien de hiervoor gebruikte grondstof (glascherven) voor het beoogde doel te ongelijkmatig is samengesteld.

Afwerking en veredeling van het glas bestaat hoofdzakelijk uit nagloeien, versmelten en slijpen. Het decoreren door etsen of zandstralen blijft meestal achterwege.

De inrichting der glasfabrieken is zeer eenvoudig. Veelal bestaat de glasblazerij uit een groote ruimte waarin smelterij, blazerij en nabewerkingsapparaten zijn ondergebracht met daarnaast een kleinere pakopslagruimte en een kantoor.

De outillage der werkruimte bestaat als regel uit een eenvoudigen kroezenoven, ingericht voor het stoken met steenkool (direct vuur), een nagloeioven, een koeloven en slijpwerktuigen.

De onder Arabisch beheer staande fabriek bezit een door lichtgas verhitten wanoven, alsmede zelf geïmproviseerde halfautomatische versmelt- en afspringmachine's.

Het Japansche bedrijf te Soerabaja bezit een kroezenoven, gestookt met olieresidu, een continuen koeloven (tunneloven) en halfautomatische pers- en blaasmachines. Met uitzondering van de Japansche fabriek is de leiding der bedrijven meestal in handen van één of meer personen, die van de glastechniek zeer weinig afweten. Voor wat betreft de kwaliteit van het glaswerk is de eigenaar c.q. de beheerder van het bedrijf op de kundigheid der glasblazers aangewezen. Het gevolg daarvan is, dat deze laatste van hun uitzonderlijke, i.c. bevoorrechte, positie misbruik maken door het eischen van hoge loonen en hoge arbeidsvoorschotten, vrije dagen enz.

De eigenaar staat tegenover deze handelingen vrijwel machteloos. Gaandeweg zal deze ongewenste toestand echter verdwijnen, indien h.t.l. een voldoende aantal arbeiders zullen zijn opgeleid in het voor dit land nieuw vak van glasblazen. In ieder geval kan gezegd worden, dat de Inlander een voor de glasindustrie geschikte kracht is.

Over het algemeen is de kwaliteit van het geproduceerde glaswerk momenteel nog inferieur, vergeleken bij de importproducten.

Als gevolg van de zeer lage prijzen (ca. 30% beneden die van het overeenkomstige Japansche glaswerk) vindt het Indische product ondanks zijn slechte kwaliteit gereede afzet.

Behoudens een klein gedeelte, dat naar de Buiten- gewesten wordt geëxporteerd, wordt het glaswerk voornamelijk op Java afgezet.

De in de Java-glasnijverheid toegepaste grondstof zijn, zooals in het voorgaande reeds vermeld, glascherven. De prijs daarvan varieert, afhankelijk van de kleur van f 10,— tot f 15,— per ton. De te Soerabaja gevestigde Japansche glasfabriek verwerkt in den laatste tijd naast glascherven ook zand.

Dit laatste is in de naaste toekomst een gebie-

dende eisch, aangezien bij een groeiende productie niet genoeg scherven beschikbaar zullen zijn.

Aan voor de glasfabricage geschikt kwartszand ontbreekt het h.t.l. niet. Zulks moge uit het volgende blijken.

Zand in Ned.-Indië.

De in Ned.-Indië aangetroffen kwartszandafzettingen dateeren van eoceen en neogeen (tertiair). De zandsteenfacies zijn verreweg de meest verspreide. Ze bestaan volgens Verbeek uit zandsteen, welke gekenmerkt zijn door een zeer groot gehalte aan kwartskorrels ¹⁰⁾.

Het onderzoek naar voor de glasfabricage geschikte kwartszanden in Ned.-Indië dateert van 1918. In dit jaar verscheen een publicatie van ir. C. P. M. o m, toenmaals assistent aan het Laboratorium voor Agrogeologie en Grondonderzoek te Buitenzorg, betreffende de resultaten zijner onderzoekingen over kwartszand van Noord-Rembang en van Bangka ¹¹⁾.

Sindsdien zijn meerdere kwartszanden geschikt voor glasfabricage bekend geworden op Sumatra, Borneo en Java. Van de andere eilanden van den Indischen Archipel ontbreken tot heden concrete gegevens.

KWARTSZAND OP SUMATRA.

Kwartszand van Sumatra's Oostkust.

Naar aanleiding van de plannen van een zekeren Graetz om een glasfabriek op Sumatra's Oostkust te vestigen, werden omstreeks 1922 van regeeringswege enkele zanden van Sumatra's Oostkust op hunne bruikbaarheid onderzocht. De resultaten dezer onderzoekingen zijn in het volgende kort samengevat.

A. Masihi-zanden.

1. Zand, vindplaats op de onderneming Poelahan aan de Masihi-rivier (Asahan).

Opvallend grijs van kleur, betrekkelijk fijn met enkele stukken lipariet-puimsteen.

Uit dit zand werd een lichtgroen glas verkregen.

2. Zand, uit de Masihi-rivier nabij Air Batoe (Asahan), leemig en kleirijk, een weinig veroerd. Kleur van het verkregen glas halfwit.

3. Zand uit de Masihi bij de kruising met den weg Aer-Batoe — Bandar-Slamat. Dit zand bevat veel grove kwartskernen, ijzerconcreties, puimsteenkorrels, veldspaat (orthoklaas en plagioklaas), veel glimmer en weinig hoornblende.

Meergenoemde zanden (beter kwartszandsteen) komen niet in voldoende exploitabele hoeveelheden voor. De gemiddelde samenstelling van deze Masihi-zanden is:

10) Dr. L. M. Rutten. Voordrachten over de geologie van Ned.-Oost-Indië 1927.

11) Meded. v.h. Lab. Agrogeologie en Grondonderzoek No. 4, (1918). „Kaolien en Kwartszand”.

SiO ₂	72,84 %
Al ₂ O ₃	16,44 „
FeO	5,52 „
CaO	0,75 „
MgO	0,36 „
gloeiverlies	1,0 „
rest (door aftrek)	3,09 „

Door smelting van 100 dl. van dit zand met 30 dl. soda en 10 dl. kalksteen werd een donker groengekleurd glas verkregen van de samenstelling:

SiO ₂	64,83 %
Al ₂ O ₃	11,98 „
Fe	0,84 „
CaO	6,30 „
Na ₂ O	10,90 „
K ₂ O	4,60 „

B. Silau-zanden.

1. Zand uit de rivier Silau (Asahan), betrekkelijk fijn, veel puimsteenkorrels, weinig ijzerconcreties. Een groen glas werd verkregen.
2. Zand uit de rivier Piasa (Asahan), kalkzandsteen. Na smelten werd een lichtgroen glas verkregen.

Gemiddelde samenstelling van het Silau-zand:

SiO ₂	74,88 %
Al ₂ O ₃	14,92 „
FeO	2,88 „
CaO	0,73 „
MgO	0,57 „
gloeiverlies	0,44 „
rest (door aftrek)	5,58 „

C. Asahan-zanden.

1. Zand uit de Asahanrivier bij het Douanekantoor. Bevat puimsteenkorrels, ijzerconcreties en vrij veel glimmer. Een lichtgroen glas werd uit dit zand verkregen.

De verschillende monsters Asahanzand hadden de volgende samenstelling:

SiO ₂	73,68 %	79,67 %	80,02 %
Al ₂ O ₃	14,25 „	14,37 „	14,44 „
Fe ₂ O ₃	2,98 „	2,0 „	1,71 „
CaO	1,97 „	1,20 „	0,93 „
MgO	0,51 „	—	—
gloeiverlies	3,04 „	alkali 2,76 „	2,90 „

2. Zand, afkomstig uit de omgeving van het station Kisaran (Asahan), bijna uitsluitend kwarts met wat zandsteenkorrels, kalk-natronveldspaat en kaliveldspaat, weinig ijzerconcreties. Dit zand bezat de volgende samenstelling:

SiO ₂	82,1 %	K ₂ O	2,92 %
Al ₂ O ₃	11,4 „	Na ₂ O	0,87 „
CaO	1,8 „	TiO ₂	sp.
Fe ₂ O ₃	0,77 „	gloeiverlies	0,15 „
MgO	0,08 „		

Het uit dit zand verkregen glas is groen. De samenstelling van dit glas was: SiO₂ 62,03%; Al₂O₃ 6,41%; Fe 0,54%; CaO 6,65%; K₂O 3,68%; rest (niet bepaald) 20,69%.

D. Zand van Tandjong Tiram (S.O.K.).

1. Het zeezand van Tandjong Tiram bij Laboean Roekoe heeft een helderwit uiterlijk als gevolg van de reinigende werking van den golfslag. Chemisch was dit zand als volgt samengesteld:

SiO ₂	72,92 %
Al ₂ O ₃	14,73 „
FeO	0,31 „
CaO	2,81 „
MgO	0,65 „
Na ₂ O	1,59 „
K ₂ O	6,17 „
gloeiverlies	0,64 „

Microscopisch werd aangetoond een groote hoeveelheid sanidien en kwarts, weinig plagioklaas en amfibool.

De mineralogische samenstelling van het zand was:

veldspaat	± 61 %
amfibool	± 2 „
kwarts	37 „

Smelting van 100 dl. van dit zand met 30 dl. soda en 10 dl. kalksteen gaf een lichtgroen glas van de samenstelling:

SiO₂ 64,17%; Al₂O₃ 12,68%; Fe 0,38%; CaO 6,38%; Na₂O 11,43%; K₂O 4,61%.

Vatten wij bovengenoemde „zanden van Sumatra's Oostkust” samen.

De grootste fractie van de afzonderlijke zanden bleek een korrelgrootte van meer dan 1 mm te bezitten.

Het kiezelzuurgehalte van de zanden gaat in het algemeen 75% niet te boven, terwijl het Al₂O₃-gehalte gemiddeld ongeveer 15% is en het ijzergehalte ± 2%, uitgezonderd het witte zeezand van Tandjong Tiram met 0,24% Fe₂O₃.

Naast kwarts (SiO₂) bezitten de zanden een zeer belangrijk gehalte aan helder sanidien ¹²⁾ en/of ander veldspaat. Aan deze veldspaten is voornamelijk *het* *hooge aluminiumgehalte* toe te schrijven.

Een klein deel van het Al is afkomstig van de in de zanden aanwezige biotiet. Aan het voorkomen dezer glimmers is ook het relatief *hooge ijzergehalte* toe te schrijven.

Voorts bevatten de zanden nog een belangrijk percentage puimsteen. Zoowel veldspaat als biotiet ¹³⁾ zijn alkalirijke mineralen, zoodat deze zanden een betrekkelijk *hoog alkaligehalte* moeten bezitten.

Vanwege het *hooge veldspaatgehalte* kunnen de zanden beter veldspaatzanden dan kwartzanden genoemd worden.

De zanden bevatten nog voor een groot deel de bestanddeelen van het moedergesteente waaruit zij afkomstig zijn, t.w. lipariettuffen.

Ter vergelijking volge hieronder een analyse van lipariet ¹⁴⁾ en van het zand van Tandjong Tiram.

	Zand van Tg. Tiram.	Lipariet.
SiO ₂	72,92 %	75,39 %
Al ₂ O ₃	14,73 „	13,65 „
Fe ₂ O ₃	} 0,31 „	0,56 „
FeO		
CaO	2,14 „	0,51 „
MgO	0,65 „	0,15 „
Na ₂ O	1,59 „	1,84 „
K ₂ O	6,17 „	6,81 „

¹²⁾ Zuiver sanidien: 65% SiO₂, 17% K₂O en ruim 18% Al₂O₃.

¹³⁾ Alkaligehalte in biotiet kan van 5 tot 11% bedragen.

¹⁴⁾ Rosenbusch: Elemente der Gesteinslehre 1901, p. 275.

De Oostkustzanden zijn uit hoofde van hunne eigenschappen, welke in de smeltproeven bevestiging vonden, *ongeschikt* voor de fabricage van spiegelglas, instrumentenglas, kristal, halfkristal en vensterglas van normale samenstelling. *Ze kunnen hoogstens aangewend worden voor de fabricage van fleschenglas* voor zoover het hoge aluminiumgehalte hierbij geen bezwaar vormt. In hoeverre het Al-gehalte ongunstig is voor het glas moet in het midden worden gelaten. Een specialiteit als Prof. Seger acht het hoge Al-gehalte een voordeel voor de eigenschappen van glas. Andere glastecnici beschouwen het aluminium als beslist nadeelig.

Kwartszand van Bangka.

De onderzoekingen betreffende kwartszand van Bangka dateeren eveneens van omstreeks 1922. Een uitgebreid onderzoek als voor het zand van S.O.K. werd echter niet verricht.

Kwartszandafzettingen op Bangka worden aangetroffen bij *Koba*, aan het zeestrand bij *Soengeiliat* en bij *Toboali*. De kleur van het zand varieert van helderwit tot grijs. Het in de buurt van de tinmijnen aangetroffen zand is paarsgrauw gekleurd.

De korrelgrootte varieert vanaf 0,5 mm tot $\pm 1,5$ mm. De fijne witte zanden komen als regel van *Toboali* en *Koba*. Voor de behoefte van een glasfabriek zijn de aangetroffen hoeveelheden ruim voldoende.

Enkele analyses van monsters Bangkazand hadden de volgende samenstelling:

	Zeestrand Koba	Bangkazand	
SiO ₂	98,12 %	96,1 %	97,6 %
Al ₂ O ₃	0,62 „		
Fe ₂ O ₃	0,16 „	0,15 „	0,51 „
CaO	0,67 „		
gloeiverlies	0,57 „	0,8 „	0,8 „

Door smelting van 100 dl. van dit zand met 38 dl. soda en 18 dl. kalksteen werd een kleurloos glas verkregen met een samenstelling van SiO₂ 74,6%, Fe 0,29%, CaO 7,96%; Na₂O 11,01%; K₂O 2,93%.

Het Bangkazand is geschikt voor de fabricage van witglas, halfwitglas en flesschenglas. Voor kristal is het hoogstwaarschijnlijk nog te onzuiver.

Kwartszand van Billiton.

Analyse van monsters kwartszand afkomstig van zandplaten op het eiland Billiton gaf de volgende cijfers ¹⁵⁾:

SiO ₂	99,50 %	99,36 %
Al ₂ O ₃	0,27 „	0,27 „
Fe ₂ O ₃	0,15 „	0,15 „
CaO	spoor	—

In samenstelling komt dit zand het Deutsche Elbekwartszand nabij. Het door organische stof grauwegekleurde zand is door gloeien tot een helderwit product over te voeren. Smeltproeven zijn met dit zand niet genomen.

De beschikbare hoeveelheid van het Billitonzand is, voor zoover bekend, niet nagegaan geworden.

15) Ir. C. P. M o m: Kaolien en kwartszand, 1918.

Kwartszand van de kust van Benkoelen.

Monsters kwartszand, afkomstig van een niet nader aangeduide plaats aan de kust in de omgeving van Benkoelen hadden de volgende samenstelling:

SiO ₂	72,60 %	81,70 %
Fe ₂ O ₃	4,0 „	2,24 „
gloeiverlies	3,35 „	1,75 „

Smeltproeven met dit zand werden niet genomen. De beschikbare hoeveelheid is niet bekend.

Kwartszand van de benedenloop van de Toelang Bawangrivier in de Lamponsche Districten ¹⁶⁾.

Analyse van een monster van dit zand leverde tot resultaat:

SiO ₂	98,98 %
Fe ₂ O ₃	0,20 „
gloeiverlies	0,13 „
(Al ₂ O ₃ , CaO, MgO, Zr)	0,69 „

De kwartskorrels waren een weinig verontreinigd met zirkoon- en toermalijnkristallen. Op grond van bovengenoemde analyse zou het zand geschikt zijn voor de fabricage van witglas (geen kristal). Smeltproeven zijn er niet mee genomen. De beschikbare hoeveelheid is onbekend.

Samenvattend blijken op Sumatra veldspaatzanden, geschikt voor de fabricage van flesschen en halfwitglas voor te komen in de zuidelijke kuststreek van S.O.K. en aan de kust van Benkoelen, terwijl voor witglas geschikte zanden worden aangetroffen op Bangka, Billiton en aan de kust van het noord-oostelijk deel van de Lamponsche Districten.

Geëxploiteerd worden deze zanden momenteel niet.

KWARTSZANDEN OP JAVA.

Kwartszanden uit den Goenoeng Walat (tusschen Soekaboemi en Tjibodas) en verder bij Pondokleungsir (tusschen Tjisaat en Karangtengah), worden kortweg aangeduid met den naam *Tjibadak-zand*. Volgens de mededeelingen van M o m ¹⁷⁾ bestaat het geheele gebergte in deze streek uit eoceene zandsteen (dikke kwartszandsteenbanken) met afwisselende korrelgrootte, n.l. van fijn kwarts tot grove kiezelconglomeraten. De fijnkorrelige zandsteen zijn poreus en gemakkelijk fijn te stampen tot kwartszand, de grofkorrelige kiezels zijn zeer hard. Het zand is grauw tot bruin, al naar gelang het ijzergehalte van het oorspronkelijk gesteente. De winbare hoeveelheid bedraagt naar ruwe schatting $\pm 120\,000$ ton ¹⁸⁾.

De onderzochte monsters van deze kwartszandsteen hadden de volgende samenstelling.

SiO ₂	96,37 %	93,80 %
Al ₂ O ₃	0,71 „	4,18 „
Fe ₂ O ₃	0,25 „	0,11 „
CaO	0,58 „	—
MnO	—	9,005 „
MgO	sp.	0,34 „
K ₂ O	—	0,33 „
Na ₂ O	—	0,13 „
gloeiverlies	1,33 „	1,4 „

16) Inlicht. en Onderzoekingen v.d. Afd. Handelsmuseum v.h. Kol. Inst. te Amsterdam in het jaar 1926.

17) Ir. C. P. M o m. loc. cit.

18) Schatting door de Afdeling Geologisch-Technisch Onderzoekingen van den Dienst van den Mijnbouw.

Monsters met 89% SiO_2 en hooger Al_2O_3 -gehalte dan 4% werden eveneens aangetroffen.

Uit de verschillende analyses resulteerde als gemiddelde samenstelling:

SiO_2	ca. 89 %
Al_2O_3	„ 7 „
Fe_2O_3	„ 1 „
gloeiverlies	„ 3 „

Mineralogisch bestaat de kwartzsandsteen van Tjibadak uit:

Kwarts	86,94 %
Veldspaat	2,05 „
Kaolien	9,16 „
Vocht	0,31 „
Augiet, hoornblende e.d.	1,04 „

Exploitatie van het kwartzsandsteen van de G. Walat (niet voor glasfabricage doch voor de fabricage van cementtegels) geschiedt thans door de N.V. Cultuur-, Handel- en Exploitatie Mij. „Goenoeng Karang”, liggende $\pm$ 5 km ten zuiden van het station Tjibadak, aan den grooten weg naar Palaboean Ratoe.

Smeltproeven in 1935 ¹⁹⁾ met het Tjibadakzand genomen gaven tot resultaat, dat het zand geschikt werd bevonden voor de fabricage van halfwitglas alsmede voor flesschen. De kleur van het glas was groen tot lichtgroen.

De door berekening gevonden samenstelling van dit glas was: SiO_2 68,4%, Al_2O_3 0,18%, CaO 16,0%, MgO 0,37%, Na_2O 12,1%, K_2O 0,24%.

Toe ban kwartszand.

Met den naam *Toe ban-kwartszand* wordt bedoeld het complex van zandafzettingen (duinen) aan de kust van de residentie Rembang en wel dat deel, hetwelk zich vanaf de plaats Toe ban naar het Westen tot aan de plaats (desa) Bantjar uitstrekt. Het gebied ten oosten van Toe ban (oa. bij Palang en verder tot Patjitan) bestaat hoofdzakelijk uit kalizand (zand met fijne schelpresten).

De zandafzettingen ten westen van Toe ban zijn het eerst beschreven in 1918 door ir. C. P. M o m ²⁰⁾.

In 1926 werd naar aanleiding van een verzoek van de afdeeling Handelsmuseum van het Koloniaal Instituut te Amsterdam door den Dienst van den Mijnbouw (Afdeeling Geologisch-Technische Onderzoekingen) een geologisch-technisch onderzoek naar het Toe banzand ingesteld. Uit genoemde onderzoekingen zijn de volgende gegevens bekend geworden.

Voorkomen van het Toe ban-kwartszand. Het strand aan de Noordkust van Rembang vanaf Bantjar tot Djenoe bestaat uit kwartzsand, hetwelk zich in den vorm van strandwallen en duinen heeft afgezet. Het zand ten oosten van Toe ban o.a. te Palang bestaat uit met fijne schelpresten verontreinigd zand.

Bij Bantjar wordt het kwartzsand aangetroffen op strandgedeelten tusschen de uit koraalsteen opgebouwde, in zee vooruitstekende kapen. Naar het Oosten gaande komt het zand aan de kust bij Boemen en Gadon, westelijk van Tambakbojo in een smalle strook van lage duinen voor.

¹⁹⁾ Smeltproeven genomen op initiatief van de Indische Maatschappij voor Individuele Werkverschaffing te Bandoeng.

²⁰⁾ loc. cit.

Een breede duinenreeks met een maximum hoogte van 5 m wordt aangetroffen bij Sabantara, ten oosten van Tambakbojo.

Aangenomen mag worden, dat in deze omgeving vrijwel de geheele oppervlakte tusschen den verkeersweg en de kustlijn door duinzand van gemiddeld 3 m hoogte wordt ingenomen.

Oostelijker (voorbij het triangulatiepunt $\frac{Q2}{5}$) wordt

de breedte van de zandstrook minder. Voorbij Karangdowo wordt een zeer smalle, maar tamelijk hoge duinenreeks aangetroffen. Verderop wordt de zandstrook met eenige onderbrekingen weer breeder. De mogelijkheid is niet uitgesloten, dat eenige binnenwaarts gelegen heuvels bij Derma en Djatirogo onder de vrij dikke humuslaag, kwartzsand bevatten.

Bij het plaatsje Tasikhardjo is het geheele gebied tusschen den berijdbaren weg en de kust door duinzand ingenomen.

Dicht bij Oedjoeng Awar-awar houden de zandafzettingen op om plaats te maken voor een opgeheven koraalkalk-gebied, hetwelk zich tot de kampong Mlangwé uitstrekt.

Bij Mentaso vangen de zandafzettingen opnieuw aan. Zij zijn hier echter beperkt tot een smalle lage zandstrook langs het strand, welke zich uitstrekt tot voorbij Djenoe, waar de zandwal de ter plaatse aanwezige vischvijvers van de zee afsluit.

Oostelijk van Djenoe worden de zandafzettingen smaller en lager om ten slotte in de buurt van Toe ban geheel te verdwijnen.

Waargenomen werd, dat de korrelgrootte van het zand van West naar Oost afneemt. Hieruit is af te leiden, dat de bron van het zand ten westen van Bantjar moet liggen. Door de westmoessonwinden en zeestroomingen is dit zand langs de kust verplaatst en afgezet.

Op die plaatsen waar de sterke westenwind vat op het zand kreeg, dus waar de kust een meer N.O.-richting heeft, werd het zand tot een min of meer breede duinstrook opgewaaid. Op de plaatsen waar de kust meer evenwijdig aan de windrichting ligt, kan bovengenoemd verschijnsel niet plaats hebben, zoodat het zand voor een groot deel verder werd gevoerd, daarbij slechts een lage smalle strook zand op de kust achterlatende.

Tevens werd geconstateerd, dat met de afnemende korrelgrootte een bleeker worden (het zand bij Bantjar is bijv. geel) van het zand gepaard gaat. De oostelijkst gelegen zandafzettingen zijn dan ook het lichtst van kleur en zooals wij ook later zullen zien, het minst ijzerhoudend.

Hoeveelheid van het Toe ban-kwartszand. M o m geeft in zijn publicatie geen cijfers, doch uit zijn hieronder vermelde omschrijving van den omvang der zandcomplexen is af te leiden, dat het zand in belangrijke hoeveelheden voorkomt.

A. *Duin Djagatamoe bij de desa Tasikhardjo;*
 $\pm$ 600 m lang, gelegen vlak bij den grooten verkeersweg Rembang — Toe ban, 15 paal *) van Toe ban.

*) 1 Java-paal = 1,507 km.

B. Duin Modangan bij de desa Temadji; ± 1450 m lang, gelegen aan denzelfden verkeersweg op 16 paal van Toeban.

C. Duin Tambakkali bij de desa Sotjo; ± 1100 m lang, gelegen aan denzelfden verkeersweg op 18 paal van Toeban.

D. Duin bij de desa Tambakbojo; ± 4 paal lang, gelegen aan denzelfden verkeersweg op 20 paal van Toeban.

Het meergenoemde verslag van den Dienst van den Mijnbouw geeft ten aanzien van de beschikbare hoeveelheden zand concrete gegevens. De zandafzettingen bij Tasikhardjo werden oppervlakkig geschat op 600 (lengte) $\times 100$ (breedte) $\times 3$ (hoogte) = $180\,000\text{ m}^3$. Bij een soortelijk gewicht van $1,5$ voor droog zand ²¹⁾ is het gewicht van deze hoeveelheid 270 miljoen kg = $270\,000$ ton.

Bij Sabantara werd de hoeveelheid zand geschat op $2000 \times 150 \times 3 = 900\,000\text{ m}^3$, d.i. $1\,350$ miljoen kg = $1,35$ miljoen ton.

Voor Djenoe kon geen schatting worden gemaakt, omdat de dikte moeilijk getaxeerd kon worden. De hoeveelheid is echter aanzienlijk, gelet op de groote lengte waarop het zand langs de kust voorkomt.

Eigenschappen van het Toeban-kwartszand. De door M o m onderzochte Toeban-kwartszanden hadden de volgende chemische samenstelling.

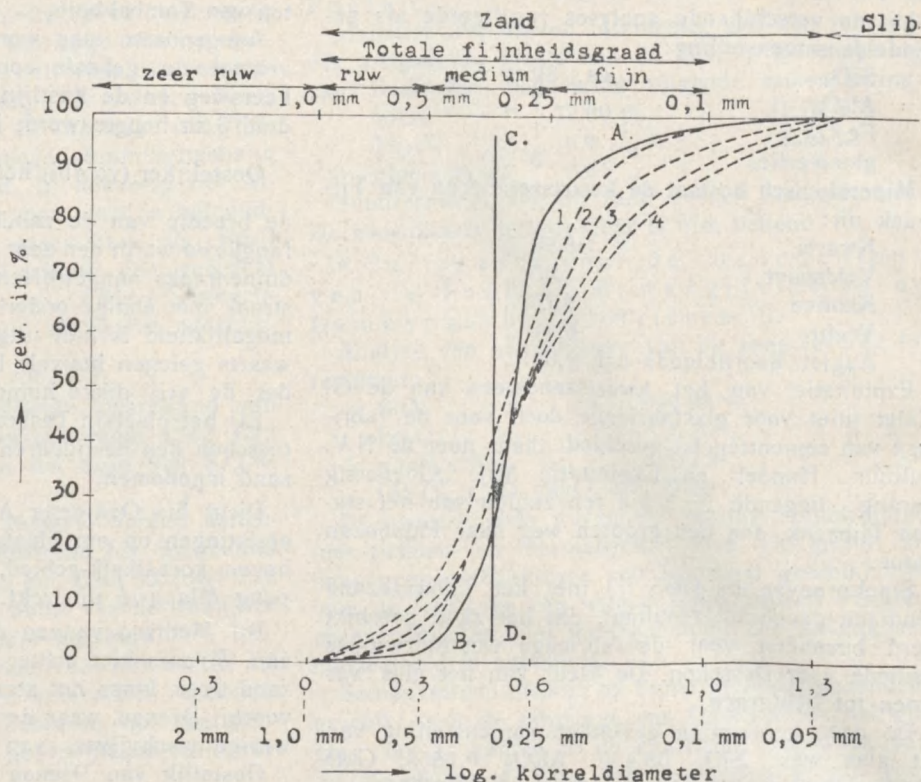
Herkomst van het zand	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	Gloeiverlies %
Duin Djagatamoe (desa Tasikhardjo)	93,72	1,95	0,59	2,33	1,56
Duin Modangan (desa Temadji)	93,92	1,65	0,67	2,11	1,98
Duin Tambakkali (desa Sotjo)	93,63	2,0	0,93	2,28	1,23
Duin bij desa Tambakbojo.	92,57	1,19	1,15	3,12	1,87

Het dichtst bij Toeban is het zand zooals de analyse aangeeft, het minst ijzerhoudend.

Het ontstaan van de zandafzettingen in aanmerking genomen, is het echter begrijpelijk dat de zware

21) Zand van Djenoe (droog) bezit een litergewicht van $1,46$ kg.

Slib-diagram



A — B = korrelcurve zand van Fontainebleau

C — D = korrelcurve van ideaal glaszand

1 }
2 } = korrelcurven van zand aan de kust van Tambakbojo tot Tasikhardjo.
3 }
4 }

ijzerhoudende korrels meer in het westelijkst gedeelte van de kuststrook zijn afgezet.

Uit bovenstaande analyses blijkt verder, dat de zanden nog wat klei (Al₂O₃) bevatten en van $\frac{1}{2}$ tot ruim 1% Fe₂O₃, voornamelijk in den vorm van wat fijn magneetijzerstof, korreltjes bruinijzererts en huidjes van ijzeroxide op de kwartskorrels.

Uit M o m's slibanalyses bleek, dat de zanden vrij fijn zijn. De korrelgrootte ligt voor $\pm 90\%$ in tusschen $0,65$ en $0,25$ mm. Onderling loopende de zanden wat de korrelgrootte betreft niet sterk uiteen. Gebruik makende van het cijfermateriaal van M o m's slibproeven is in het bovenstaande slibdiagram het Toebanzand vergeleken met ideaal glaszand en zand van Fontainebleau. Een duidelijk verschil valt daarbij waar te nemen.

Zanden van de duincomplexen bij Djenoe en Sabantara werden in 1926 in het laboratorium van het Koloniaal Instituut te Amsterdam onderzocht ²²⁾. Daarbij bleek, dat het zand van Sabantara, hetwelk oppervlakkig geel gekleurd was, een ijzergehalte had van $0,74\%$, en een gloeiverlies van $2,20\%$.

Door slibben (op een slibtafel) was het ijzergehalte slechts tot $\frac{1}{4}$ van het oorspronkelijke gehalte terug te brengen.

22) Inlichtingen en onderzoekingen van de Afdeling Handelsmuseum van het Kol. Instituut te Amsterdam in het jaar 1926.

Het grauwwitte zandmonster van *Djenoe* bevatte korreltjes donkere mineralen. Het ijzergehalte bedroeg 1,41%, het CaO-gehalte 21,7%.

Het voor kwartszand hooge kalkgehalte doet het *Djenoezand* onder de groep „kalkrijk kwartszand” vallen. De verlaging van het ijzergehalte door slibben was niet noemenswaard.

Smeltproeven met zanden van *Sabantara*, *Djenoe* en nog enkele andere zandvindplaatsen gelegen in het complex „Toebankwartzand” resulteerden in een donker tot lichtgroen glas; verkregen door samsmelting van 100 dl. zand, 30 dl. soda-ash en 20 dl. kalksteen. Dit mengsel liet zich bij $\pm 1200^{\circ}\text{C}$ goed smelten.

Uit het bovenstaande mag worden geconcludeerd, dat het Toebanzand voor de fabricage van z.g. halfwitglas geschikt is. Voor z.g. witglas en halfkristal en kristalglas komt het Toebanzand in het geheel niet in aanmerking.

Kwartzandafzettingen van geringer oppervlak dan te Toeban en te Tjibadak worden op Java nog aangetroffen in de residentie Bantam: aan de Zuidkust, het strand van Penjawaengan, in de Tji Oedjoeng bij Rangkasbitoe; in de residentie Batavia in de Tjisedane bij Tangerang; en in het oostelijk gedeelte van de residentie's Banjoemas en Soerakarta. Hoogstwaarschijnlijk zouden uit deze zanden slechts groen en halfwit glaswerk te vervaardigen zijn.

Zand van Madoera.

Aan het strand van Blega (Zuidkust van West-Madoera in de afdeeling Bangkalan) wordt, voor een glasbedrijf in voldoende hoeveelheid, kwartszand aangetroffen, hetwelk geschikt is voor de fabricage van halfwitglas en flesschenglas. Verder worden kwartzandafzettingen op Madoera aangetroffen in de heuvels op ± 2 km van de desa Mangaän (onderdistrict Blega) op ± 3 m gronddiepte, bij de desa Pagok op ± 1 uur van de desa Mangaän, bij de desa Boerne op ca. 7 km van Bangkalan, bij de desa Toendjoeng op 8 km van Bangkalan, bij de desa's Tambroe en Talang bij Pamekasan, bij de desa's Slapang, Pasansangan bij Soemenep en bij de desa Ketapang bij Bangkalan. Een analyse van een monster zand van Blega gaf het volgende resultaat:

SiO ₂	95,0 %
Al ₂ O ₃	3,51 „
CaO	0,71 „
Fe ₂ O ₃	0,29 „
gloeiverlies	1,17 „

Momenteel wordt dit zand, hoewel in geringe hoeveelheden, door het Japansche glasbedrijf te Soerabaja met succes voor de fabricage van holwitglaswerk toegepast.

Zand van Borneo.

In de opgeheven pleistoceen-kwartaire strandterrassen in de nabije en verdere omgeving van Balikpapan, Samarinda en Bandjermasin (aan den Oelinvweg tusschen Bandjermasin en Martapoera) komen talrijke ontsluitingen van kwartszand voor.

Het materiaal is in verschen toestand meestal iets grauw- of geelachtig en van gelijkmatige zuiverheid. Onder den invloed van de atmosphaeriliën krijgen deze kwartzanden een helderwit uiterlijk.

Waar dit zand vrijwel langs de geheele oostkust van Borneo voorkomt is de winbare hoeveelheid buitengewoon groot te noemen.

Een analyse van een monster zand van *Balikpapan* gaf tot resultaat 99,7% SiO₂, 0,09% Fe₂O₃, 0,17% Al₂O₃, derhalve een zeer zuiver zand, hetwelk voor de witglasfabricage zou kunnen worden toegepast. Tot dusver zijn met deze zanden geen smeltproeven genomen.

Op het eiland *Celebes* en de andere hier niet genoemde eilanden van den Indischen Archipel zijn tot heden geen kwartzandafzettingen bekend geworden.

Samenvattend kunnen wij besluiten met de mededeeling, dat de tot heden in Ned.-Indië bekend geworden kwartzanden, in de hoeveelheden en kwaliteit zooals zij op Bangka, bij Toeban en Tjibadak, op Madoera en in de omgeving van Balikpapan worden aangetroffen voor de fabricage van halfwitglas in aanmerking komen.

Het zand van Bangka en Balikpapan zou tevens voor de witglasfabricage in aanmerking kunnen komen.

Grootere verwachtingen mogen en kunnen ten aanzien van de genoemde zanden niet gekoesterd worden. Fabricage van kristal of halfkristal uit de thans in Ned.-Indië bekende kwartzanden moet derhalve als uitgesloten beschouwd worden.

Bestendigheid van baksteenmuren tegen brand

door

prof. ir. W. J. TH. AMONS,

Bandoeng.

Het vraagstuk van den weerstand van baksteenmetselwerk tegen brand en hiermede annex de vraag of muren, welke den brand hebben doorstaan, bij de herstelling van het gebouw mogen blijven staan, dan wel moeten worden afgebroken, kwam eenige maanden geleden aan de orde toen hier ter stede een

hevige brand had gewoed in een groote tapioca-fabriek.

De brand was ontstaan in een ruimte waar ettelijke fusten Solarolie waren opgeslagen. Het eene fust na het andere sprong uit elkander, zoodat de daarbij optredende groote vuurzuilen het complex in korten

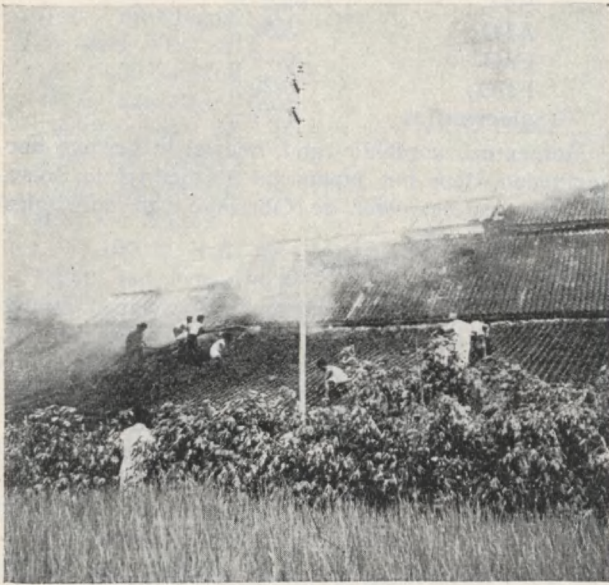


Foto 1. Blusschingswerk aan de brandende tapiocafabriek.

tijd in lichterlaaie zetten. Waar verder de tusschenmuren niet doorliepen tot het dak kon de brand niet worden gelocaliseerd, maar sloegen de vlammen over de tusschenmuren heen naar de dakspanten van de naastliggende ruimten, zoodat practisch de heele dakconstructie bezweek en de brandende houten balken aan den inhoud van de diverse lokalen groote verwoesting aanrichtten. Toen de brand na eenige uren was afgelopen, bleven van het geheele gebouw met inhoud, tapiocazakken en machinerieën (w.o. molens en drijfwerk) practisch niets meer over dan de vloer en de opgaande muren. De hierbij gevoegde foto's geven van den toestand een duidelijk beeld.

Bovenstaande vragen werden mij, in verband met den wederopbouw van het complex gesteld door de Gemeente Bandoeng, die niet zonder nader onderzoek last wilde geven tot slooping van de nog staande muren.

Een eenigszins gefundeerd materiaalonderzoek van door brand geteisterd baksteenmetselwerk heeft hier te lande nog niet plaats gehad, zoodat op de gestelde vragen in ieder geval geen antwoord, gebaseerd op ervaring, kon worden gegeven.

In de Vereenigde Staten van Amerika zijn op dit gebied eenige proeven genomen, waarvan de resultaten gepubliceerd zijn in het Bulletin No. 370 U.S. Geological Survey ¹⁾. Deze proeven zijn genomen op een tweetal monsters goede baksteen, één monster hydraulisch geperste steen en één monster kalkzandsteen. Deze steenen werden gedurende twee uren aan één zijde blootgesteld aan een temperatuur van 800 — 900° C en daarna met water uit de brandspuit bespoten. In het kort was het resultaat dezer proeven als volgt.

De hydraulisch geperste steen hield zich het beste; hiervan was slechts 18% gebarsten. Van de gewone

baksteen, welke kalksteenpitten bevatten, waren 60 — 70% gebarsten (voornamelijk door het bluschwater), terwijl de kalkzandsteen aan de vuurzijde over 10 — 20 mm diepte tot poeder waren uiteengevallen. De drukvastheid van alle vier steensoorten was na de proef globaal genomen echter even groot gebleven als in den oorspronkelijken toestand.

Nu zijn bovengenoemde proeven wel genomen onder maximale omstandigheden; dat bij een brand één bepaalde muur 2 uren lang wordt verhit komt in werkelijkheid nooit voor. De brand van de tapiocafabriek duurde wel twee uur in totaal, maar veilig kan worden aangenomen, dat op een bepaalde plaats de brand zeker niet langer dan 10 à 15 minuten heeft gewoed en verder dat de temperatuur van 800 — 900° C slechts op enkele plekken zal hebben geheerscht. Voorts zij nog opgemerkt dat alle opgaande muren, afgezien van de sterk gehavende pleisterlaag, er nog behoorlijk uitzagen en dat geen gebarsten steenen konden worden aangewezen.

Met de Gemeente Bandoeng werd toen overeen gekomen, dat een brok van de geteisterde muur ²⁾ ter nader onderzoek aan het Laboratorium voor Materiaalonderzoek zou worden ingezonden, tegelijk met een brokstuk van een muur, die in het geheel niet door den brand had geleden. Dit laatste werd noodig geacht om een juiste conclusie te kunnen trekken, aangezien een absolute beoordeelingsmaatstaf uit den aard der zaak ontbreekt. Bij deze proeven is nu het volgende gebleken.

Op het gezicht was de pleisterlaag van den geteisterden muur wat rose-achtiger gekleurd dan van den niet verhitten muur. Dit bleek inderdaad een gevolg te zijn geweest van de hogere temperatuur bij den brand; een korte verhitting van de normale pleisterlaag gaf n.l. na afkoeling dezelfde rose-achtige kleur, die zonder meer kan worden toegeschreven aan de



Foto 2. Gedeeltelijk interieur na den brand.

1) Ten deele ook opgenomen in Johnson's Materials of Construction.

2) Zie foto 4, aan den linkerrand van de poort.

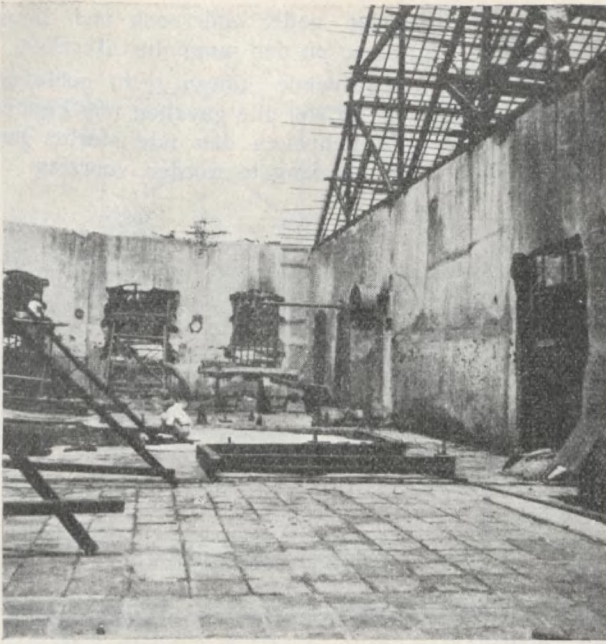


Foto 3. De uitgebrande tapiocafabriek.

geringe hoeveelheid ijzerverbindingen, welke steeds in mortels voorkomen.

Bevochtiging van de geteisterde pleisterlaag gaf nergens opspringende kalkkraters te zien, hetgeen er zeker op duidt, dat de temperatuur, mocht deze al tot 600—700° zijn geklommen, bij den brand zeker niet zóó lang gehandhaafd is dat een noemenswaardige ontleding van het calciumcarbonaat in de pleisterlaag kan hebben plaats gehad.

Daar het intusschen interessant blijft na te gaan, tot hoever de invloed van den brand in het pleisterwerk is doorgedrongen, werd op verschillende diepten van deze pleisterlaag materiaal afgekrabd en dit na verpoedering getitreerd met $\frac{1}{10}$ normaal zuur. Verwacht kan n.l. worden dat waar de temperatuur hoog is geweest (althans boven 450° C, de temperatuur waarbij de ontledingsdruk van CaCO_3 gelijk is aan den partiaaldruk van het CO_2 in de atmosfeer) een hooger titerwaarde zal worden gevonden dan op plaatsen, die minder hoog zijn verhit.

De volgende tabel geeft het aantal cm^3 per gram materiaal.

	Witkalklaag	Pleisterlaag direct onder de witkalklaag	Pleisterlaag direct tegen de baksteen
Door den brand verhitte pleisterlaag	5,4	0,2	0,1
De niet verhitte pleisterlaag (normaal pleisterlaag)	0,1	0,1	0,1

Uit deze tabel merken wij op:

1. dat de normale (niet verhitte) pleisterlaag over haar geheele dikte een constante waarde aan geeft, hetgeen den ouderdom van het gebouw

in acht genomen (± 25 jaar) geheel te verwachten is;

2. dat bij de verhitte pleisterlaag uiteraard de oppervlakte (d.i. de witkalklaag) het meest te lijden heeft gehad, doch dat naar binnen toe de toestand al zeer snel volkomen normaal is, zoo dat van een verandering van de samenstelling aan de binnenzijde van de pleisterlaag niets meer te constateeren valt.

Waar dus uit bovenbeschreven proeven gebleken is hoe oppervlakkig de invloed van den brand is geweest op de verandering in de pleisterlaag kon verder van een onderzoek van de voegspecie worden afgezien.

Tenslotte werd de mechanische toestand van het brokstuk van de muur beoordeeld aan een drukvastheidsbepaling. Hiervoor werd het brokstuk zoo groot mogelijk gehouden, terwijl bij de drukproef de drukvlakken vooraf zorgvuldig met gips werden gepleisterd, ten einde een gelijkmatigen druk over het drukvlak te waarborgen. Voor de drukvastheid werd daarop gevonden:

voor den niet verhitte muur: 18,3 kg/cm^2
 „ „ verhitte muur: 16,2 „

Gelet op de mogelijke spreiding in de vastheid van verschillende muurgedeelten, heeft het geconstateerde verschil in vastheid geen praktische betekenis. Overigens zijn deze cijfers, blijkens de ervaringen opgedaan in het Laboratorium van Materiaalonderzoek, zeer normaal.

In het algemeen zal men dus bij de beoordeeling van het al of niet sloopen van de na een brand overblijvende muren, het volgende als richtsnoer kunnen aannemen.



Foto 4. Een muur na den brand. Bij het pijltje de plaats waar het proefstuk werd genomen.

1. Men gaat na of de muren kromgetrokken zijn, dan wel aan de oppervlakte gebarsten steenen vertoonen. Dit zou wijzen op „kalkpitten”, die door het bluschwater zijn uitgezet.

Hoewel zulke muren in sommige gevallen wellicht nog zouden kunnen worden aangehouden,

zal men zonder nader onderzoek toch liever geen risico nemen en den muur dus afbreken.

2. Zijn de overblijvende muren recht gebleven, dan zullen deze in wel alle gevallen nog kunnen dienstdoen. Ze behoeven dan nog slechts van een nieuwe pleisterlaag te worden voorzien.

De spanningsverdeling in een gewrongen smalle rechthoekige doorsnede benaderd door een fictief zeepvliesexperiment.

Voor de schuifspanningscomponenten in de normale doorsnede van een gewrongen prismatische staaf gelden, zooals bekend is, de volgende vergelijkingen:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} &= 0 \\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} - \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} &= 2G\delta \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

Hierin zijn τ_x en τ_y de schuifspanningscomponenten resp. loodrecht op de X- en Y-as, G de glijdingsmodulus en δ de specifieke wringingshoek (verdraaiing van twee normale doorsneden ten opzichte van elkaar, per eenheid van lengte langs de staaf).

Stelt men in verband met de eerste der verg. (1):

$$\left. \begin{aligned} \tau_x &= -\frac{\partial F}{\partial x} \\ \tau_y &= \frac{\partial F}{\partial y} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

dan volgt uit de tweede der verg. (1), dat de functie F moet voldoen aan de voorwaardevergelijking:

$$\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} + 2G\delta = 0 \dots\dots\dots (3)$$

Men neme nu een vlakke plaat, waarin een opening is uitgesneden gelijkvormig aan de gewrongen doorsnede en spanne daarover een zeepvlies, dat door een zeer geringen overdruk p flauw gekromd wordt. Is de (constante) spankracht in het zeepvlies per lengte-eenheid = s en h de plaatselijke uitwijking van het vlies uit het vlak van de plaat, dan geldt de volgende vergelijking:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{p}{s} = 0 \dots\dots\dots (4)$$

Stelt men $F = \frac{2G\delta s}{p} \cdot h$ dan gaat verg. (3) in (4)

over, hetgeen verklaart hoe het mogelijk is om door opmeting van het vlies de functie F te bepalen en het wringingsvraagstuk tot oplossing te brengen ¹⁾.

1) Een eenvoudig demonstratietoestel, met behulp waarvan men de uitbuiging van het vlies door een geringen overdruk kan verkrijgen, is in fig. 1 weergegeven. Het zeepvlies wordt gespannen over de opening a-b in den bodem van den omgekeerden bak I en het geheel in den grooteren bak II geplaatst. Door in II wat water te gieten ontstaat in I een kleine overdruk, waardoor het vlies zal uitbuigen.

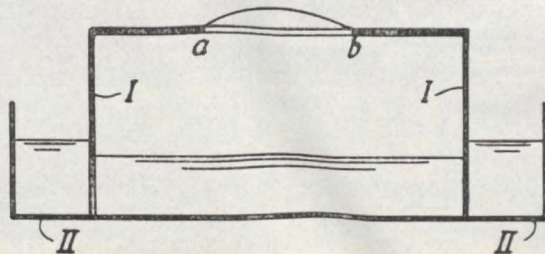


Fig. 1.

Zooals Prandtl het eerst heeft bewezen, geldt voor de flauw gekromde zeepvlies- of spannings-„heuvel” het volgende ²⁾:

1. De hoogtelijnen komen overeen met de schuifspanningslijnen.

2. De grootte der (totale) schuifspanning τ in een bepaald punt, is evenredig aan de plaatselijke helling γ van den heuvel. Men heeft nl.:

$$\tau = \frac{2G\delta s}{p} \cdot \gamma \dots\dots\dots (5)$$

3. Het stijfheidsmoment tegen wringing I_w is evenredig aan het volume V van den heuvel nl.:

$$I_w = \frac{4s}{p} \cdot V \dots\dots\dots (6)$$

Bedenkende dat $\delta = \frac{M_w}{G I_w}$, wanneer M_w het wringend moment is, volgt verder uit (5) en (6):

$$\tau = \frac{M_w}{2V} \cdot \gamma \dots\dots\dots (7)$$

Hiermede is de spanningsverdeling in de geheele doorsnede bekend evenals de stijfheid tegen wringing.

Wat de daadwerkelijke uitvoering van het boven beschreven experiment betreft voor verschillende doorsneden, moge in het bijzonder worden verwezen naar de verhandeling van Biezeno en Rademaker ³⁾.

2) Zie bijv. A. Föppl, Drang und Zwang, Berlin 1920, Band I blz. 86 e.v. of wel Vreedenburgh, Experimenteel spanningsonderzoek, T. H. Bandoeng 1928 blz. 12 e.v.

3) Biezeno en Rademaker, „Het experimenteel bepalen van de schuifspanningsverdeling in de dwarsdoorsnede van een gewrongen prismatische staaf”, De Ingenieur 1931 — No. 52 blz. W. 185. Zie ook: Griffith and Taylor, „The use of soap films in solving torsion problems”, Engineering 1917, blz. 652, 699.

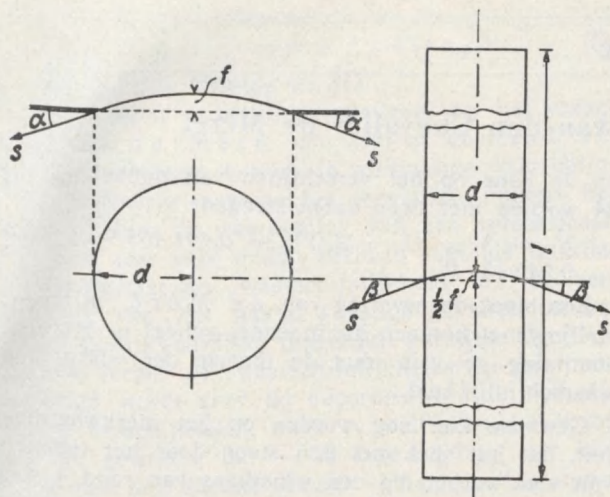


Fig. 2.

Men beschouwe thans een rechthoekige doorsnede, waarvan de lengte l zeer groot is ten opzichte van de breedte d . Verder ook een cirkelvormige doorsnede met een straal $= d$. Beide doorsnede-vormen denkt men zich in een zelfde vlakke plaat uitgesneden en over beide openingen een vlies gespannen van eenzelfde zeepoplossing onder denzelfden overdruk p . De spankracht s zal in beide vliezen dan ook dezelfde zijn, daar deze onafhankelijk is van den vorm van het vlies.

Gaat men den vorm van beide zeepvliesheuvels na, dan zal men gemakkelijk inzien, dat die boven de rechthoekige doorsnede — met verwaarlozing van kleine storingsgebieden bij de korte zijden — een segment van een cirkelvormigen cylinder zal zijn (cirkelvormig „tongewelf”) en die boven de cirkelvormige doorsnede een bolsegment.

Uit het evenwicht van het bolvormig vlies volgt voor den (zeer kleinen) hoek α (zie fig. 2):

$$2 \pi d \cdot s \cdot \alpha = \pi d^2 \cdot p$$

$$\alpha = \frac{p d}{2 s} \quad \dots \dots \dots (8)$$

terwijl beschouwing van het evenwicht van het cylindervormig vlies geeft:

$$2 s \cdot \beta = p \cdot d$$

$$\beta = \frac{p d}{2 s} \quad \dots \dots \dots (9)$$

De randhoeken zijn dus in dit geval bij beide vliezen dezelfde. Is de pijl van het bolsegment $= f$, dan is die van het tongewelf dus $\frac{1}{2}f$.

Daar beide vliezen zeer weinig gekromd zijn, kan men het volume V_c van het bolsegment berekenen met behulp van de inhoudsformule van de omwentelingsparaboloïde. Men vindt dan:

$$V_c = \frac{1}{2} \pi d^2 \cdot f \quad \dots \dots \dots (10)$$

Op dezelfde wijze kan men de dwarsdoorsnede van den cylinder vervangen door een parabolisch

segment, zoodat de inhoud V van het tongewelf wordt:

$$V = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} f \cdot l d = \frac{1}{3} l d f \quad \dots \dots \dots (11)$$

Daar volgens (6) de inhoud van beide zeepvliezen zich verhouden als de stijfheidsmomenten der doorsneden waarover ze gespannen zijn, heeft men, bedenkende dat het stijfheidsmoment van een cirkelvormige doorsnede bekend is n.l. $= I_p$:

$$I_w = \frac{V}{V_c} \cdot I_p$$

hetgeen met (10) en (11) geeft:

$$I_w = \frac{\frac{1}{3} f d l}{\frac{1}{2} \pi f d^2} \cdot \frac{1}{2} \pi d^4 = \frac{1}{3} l d^3 \quad \dots \dots \dots (12)$$

Verder is de maximale schuifspanning in de rechthoekige doorsnede, in verband met (7) en (9):

$$\tau_{\max} = \frac{M_w}{2 V} \cdot \beta = \frac{M_w}{2 V} \cdot \frac{p d}{2 s} \quad \dots \dots \dots (13)$$

En daar volgens (6) $\frac{2 s}{p} = \frac{I_w}{2 V}$ vindt men na substitutie in (13):

$$\tau_{\max} = \frac{M_w}{I_w} \cdot d \quad \dots \dots \dots (14)$$

Tot hetzelfde resultaat komt Timoshenko, die de membraanalogie op iets andere wijze heeft toegepast ⁴⁾ Strikt genomen gelden de formules (12)

en (14) natuurlijk alleen wanneer $\frac{l}{d}$ zeer groot

(theoretisch oneindig groot) is en slechts bij benadering voor smalle rechthoeken.

Heeft men te doen met een open doorsnede, welke uit een aantal smalle rechthoeken bestaat met verschillende lengten l en dikten d , zooals bijv. een I , C of U -profiel, dan is het zonder meer duidelijk, dat op grond van het boven beschreven fictief zeepvliesexperiment, bij benadering kan worden gesteld:

$$I_w = \frac{1}{3} \sum l d^3 \quad \dots \dots \dots (15)$$

welke formule het eerst door A. Föppl werd gegeven ⁵⁾.

Met dit stijfheidsmoment zal formule (14) dan ongeveer de maximale schuifspanning geven in den samenstellenden rechthoek met de dikte d .

Tenslotte moge worden opgemerkt, dat men de formules (12) en (14) natuurlijk ook kan verkrijgen, door in de nauwkeurige formules van de Saint-Venant $\frac{l}{d} = \infty$ te stellen.

V r.

4) Timoshenko-Lessells, Festigkeitslehre, Berlin 1928 blz. 42 e.v.

5) Bleich, Theorie und Berechnung der eisernen Brücken, Berlin 1924 blz. 289 e.v.

VARIA.

De waarschijnlijkheids-paradox van den Chevalier de Méré.

Tot een van de geliefkoosde geluksspelen uit de 17de eeuw behoorde het wedden op het verschijnen van de zes bij vier worpen met één dobbelsteen. Daarnaast ontstond echter nog de volgende variant, n.l. het wedden op het verschijnen van dubbel-zes, bij 24 worpen met twee dobbelstenen.

Beide spelen werden beschouwd dezelfde kans op winst te geven. Immers bij een worp met één dobbelsteen heeft men zes mogelijke gevallen, daarentegen met twee dobbelstenen 36. De kans om in één worp met twee steenen dubbel-zes te gooien is dus zes keer zoo klein als het gooien van een zes met één steen. De winstkansen zouden dus dezelfde zijn, wanneer men bij het twee-stenen spel zes keer zoo veel mocht gooien als bij het spel met één steen, aan welke voorwaarde ook was voldaan ($24 = 6 \times 4$).

Een hartstochtelijk speler uit dien tijd, Chevalier de Méré, had echter gemerkt, dat de ervaring niet in overeenstemming was met deze redeneering. Het was op den duur beslist voordeliger om te wedden op het verschijnen van de zes bij het spel met één steen dan op het verschijnen van dubbel-zes bij het twee-stenen spel. Daar hij hier niets van begreep, besloot hij het geval aan Blaise Pascal voor te leggen, onder mededeeling dat de rekenkunde niet altijd betrouwbaar was.

Het vraagstuk gaf aanleiding tot een briefwisseling tusschen Pascal (1623—1662) en Fermat (1601—1665) en zoo ontstond een der eerste wiskundige oplossingen van een typisch waarschijnlijkheidsprobleem.

Het bewijs dat het spel met één steen inderdaad een iets grootere winstkans geeft dan het spel met twee steenen, kan het eenvoudigst als volgt worden gegeven ¹⁾.

Men stelle de kans op het totstandkomen der verlangde gebeurtenis (d.i. hier het verschijnen van een zes c.q. dubbel-zes) bij één worp = p en de kans op het *niet* plaats hebben dier gebeurtenis (z.g. complementaire kans of tegenkans) = q . Volgens den regel der samengestelde waarschijnlijkheid is dan de kans op het *niet* tot stand komen der gebeurtenis bij s worpen (s -malige herhaling der gebeurtenis met de kans q) = q^s . Bedenkende dat $q = 1 - p$ vindt men dus voor de waarschijnlijkheid van het *wel* plaats hebben der gebeurtenis in s worpen:

$$P = 1 - (1 - p)^s \dots\dots\dots (1)$$

De waarschijnlijkheid voor het (minstens één keer) verschijnen van de zes bij vier worpen met één dobbelsteen wordt dus:

$$P_1 = 1 - (1 - \frac{1}{6})^4 = 0,517\,746\,9$$

1) Czuber, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Band I blz. 54. Zie ook von Mises, Vorlesungen aus dem Gebiete der angewandten Mathematik, Band I Wahrscheinlichkeitsrechnung, blz. 98 e.v.

en de kans op het verschijnen van dubbel-zes bij 24 worpen met twee dobbelstenen:

$$P_2 = 1 - (1 - \frac{1}{36})^{24} = 0,491\,403\,9 \text{ of rond } 0,499\,12 \cdot P_1.$$

Zoo bleek de ervaring van de Méré, in tegenstelling met hetgeen hij meende, geheel in overeenstemming te zijn met de theorie der wiskundige waarschijnlijkheid.

Gewezen kan nog worden op het merkwaardige feit, dat het spel met één steen door het toelaten van vier worpen op een winstkans van rond $\frac{1}{2}$ was gebaseerd. Ongetwijfeld had men hier langs zuiver empirischen weg gevonden, dat bij 3 c.q. 5 worpen de kans en tegenkans te veel uiteenliepen ²⁾.

Het probleem van de Méré kan ook teruggebracht worden tot het volgende bekende vraagstuk uit de waarschijnlijkheidsrekening.

Een gebeurtenis G heeft bij iedere proef de waarschijnlijkheid p , de tegengestelde gebeurtenis $\bar{G}$ de complementaire kans q . Wat is de kans dat G bij s herhalingen der proef zich *juist* m maal voordoet?

Deze kans wordt gegeven door de volgende formule ³⁾:

$$P_{m,s} = \frac{s!}{m! \cdot (s-m)!} \cdot p^m \cdot q^{s-m} \dots\dots\dots (2)$$

Volgens den regel der totale waarschijnlijkheid heeft men dus voor de kans dat G gedurende de s proefnemingen zich *minstens* m keer (d.i. dus m keer of meer) voordoet:

$$P_{\geq m,s} = P_{m,s} + P_{m+1,s} + \dots + P_{s,s} \dots (3)$$

Bij het vraagstuk van de Méré gaat het blijkbaar om de waarschijnlijkheid, dat de gebeurtenis bij s worpen minstens één keer plaats heeft, zoodat in (2) en (3) $m = 1$ moet worden gesteld. Men vindt dan:

$$P_{\geq 1,s} = p^s + s \cdot p^{s-1} \cdot q + \frac{s(s-1)}{2!} \cdot p^{s-2} \cdot q^2 + \dots + \frac{s(s-1)(s-2)}{3!} \cdot p^{s-3} \cdot q^3 + \dots + s \cdot p \cdot q^{s-1} \dots (4)$$

2) Bij 3 worpen is de kans op het verschijnen van de zes volgens (1) 0,421 296 3 en bij 5 worpen 0,598 122 4.

3) Verg. Perelaer, Regenal en waarschijnlijkheid, dit tijdschrift No. 2 — 1938 blz. II, 15 e.v. Overigens kan de juistheid der formule als volgt gemakkelijk worden ingezien. Hoe de m gebeurtenissen zich ook over de s proeven mogen verdeelen, ieder dezer rangschikkingen heeft de kans $p^m \cdot q^{s-m}$ (regel der samengestelde waarschijnlijkheid). Het aantal der mogelijke rangschikkingen is het aantal permutaties van s elementen waar-

onder zich m en $s-m$ gelijke bevinden d.i. $\frac{s!}{m! \cdot (s-m)!}$. De totale kans op het totstandkomen eener gunstige rangschikking bij de s proeven is derhalve $\frac{s!}{m! \cdot (s-m)!} \cdot p^m \cdot q^{s-m}$.

of iets anders geschreven:

$$P_{\geq 1,s} = (p + q)^s - q^s = 1 - (1-p)^s \dots\dots (5)$$

zijnde dezelfde formule als (1).

Boven werd er reeds op gewezen, dat het vraagstuk van de Méré een typisch voorbeeld was van een probleem waarop de wiskundige waarschijnlijkheidstheorie mag worden toegepast. Immers betreft het hier de waarneming van een verschijnsel, dat zich zeer vele malen herhaalt met als waarnemingsresultaat de „waarschijnlijkheid” d.i. de verhouding van het aantal gunstige gevallen tot het aantal (gelijkwaardige) mogelijke gevallen. Waar de laatste jaren de waarschijnlijkheidsrekening ook gebezigd wordt voor de beoordeeling van hydrologische verschijnselen, moet er wel nadrukkelijk op worden gewezen, dat — *in tegenstelling met hetgeen men nog dikwijls meent* — *het resultaat eener waarschijnlijkheidsrekening nimmer een aanwijzing kan geven omtrent het plaats hebben eener gebeurtenis in een enkel geval.*

Zoo is bij het willekeurig opwerpen van een geldstuk, de kans dat „kruis” dan wel „munt” verschijnt, voor beide gebeurtenissen even groot = $\frac{1}{2}$. Toch is het heel goed mogelijk, dat bij herhaald werpen, bijv. 5 keer achter elkaar „kruis” verschijnt. Alleen bij een zeer groot — theoretisch oneindig groot — aantal herhalingen zal men vinden, dat de helft van het aantal waarnemingen „kruis” heeft gegeven en de helft „munt”. Verder is de veel verbreide meening (het bijgeloof ⁴⁾), dat in evengenoemd geval bij den zesden worp de kans op „munt” grooter is geworden dan op „kruis” (omdat „munt” in langen tijd niet is verschenen) blijkbaar onjuist. Deze kans blijft bij iederen worp $\frac{1}{2}$, onafhankelijk van hetgeen tevoren werd waargenomen.

V r.

4) Sch u h, Kansrekening blz. 4.

Aluminiumdraad, dat niet meer met het bloote oog zichtbaar is.

Dat aluminium tot de weinige metalen behoort, welke uitermate dun gewalst of getrokken kunnen worden, weet iedereen. Aluminiumfoelies voor sigarettendoosjes bijv. hebben een dikte van slechts een tiende gedeelte van een millimeter. In de techniek worden soms nog heel wat dunnere lagen gebezigd. Nu worden echter aluminiumdraden op de markt gebracht, die in 't geheel niet meer met het bloote oog zichtbaar zijn, maar enkel met behulp van een bijzonder sterk microscoop! Op de tentoonstelling van het Engelsche Rijk te Glasgow was dit wonder der walstechniek in het Canadeesche paviljoen te zien. Indien men 600 stuks van deze fijne draden bijeenvoegt, wordt pas de dikte van een menschelijk haar bereikt. Van een hoeveelheid aluminium, welke slechts ca. zeshonderd gram weegt, kan een draad worden getrokken van de bedoelde fijnheid, welke voldoende ware om den geheelen omvang van den evenaar, zijnde 40 000 km, te omspannen. Een draad van deze lengte zou echter niet minder dan 101 mil-

lioen Engelsch pond sterling kosten of rond f 22,50 per meter! De kostenberekeningen dienaangaande hebben weliswaar voorshands nog geen wezenlijke betekenis. Het draad is slechts gemaakt met het oog op het zeer groote geleidende vermogen van aluminium voor electriciteit. Aluminiumdraad van de beschreven fijnheid, zooals tot dusver van geen ander „zacht” metaal (als tin, goud enz.) kon worden gemaakt, wordt een enkele maal reeds gebezigd bij de moderne geophysische werkwijze voor het vaststellen van de aanwezigheid van petroleum langs acoustischen weg.

Dr. James Rubinfeld.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Octrooien.

De ondervolgende octrooiaanvragen zijn 15 Maart 1939 o.m. openbaar gemaakt. Onder de aandacht van belanghebbenden wordt gebracht, dat aan den Octrooiraad te 's-Gravenhage te richten bezwaarschriften tegen de verleening van octrooi en verzoekschriften tot het verkrijgen van een recht als voor gebruiker of tot vermelding van een naam van den uitvinder in het octrooi, bij het Kantoor voor den Industrieelen Eigendom (Dept. van Justitie) te Batavia-C. kunnen worden ingediend, onder aanteekening, dat tegen de verleende octrooien niet anders kan worden opgekomen dan door een vordering tot nietigverklaring of opeisching bij de gewone rechters in Nederland.

De termijn voor het indienen van bezwaar- en/of verzoekschriften loopt voor de navolgende octrooien af op:

15 Juli 1939.

- No. 74815 Ned. kl. 39b 1e. Dunlop Rubber Company Limited, Londen: Werkwijze voor het bereiden van kunstmatige waterige dispersies van rubber of dergelijke stoffen onder gebruikmaking van schutcolloïden en/of dispergeermiddelen.
- No. 80318 Ned. kl. 39b 1a. United States Rubber Company, New York: Werkwijze voor het conserveren van latex.
- No. 82291 Ned. kl. 79c 1. Prof. Dr. J. Moser, Berlijn, en Dr. jur. J. Doms, Ratibor, Oberschlesien, Duitsland: Werkwijze voor het fermenteren van tabak.
- No. 82620 Ned. kl. 23b 7b. Edeleanu-Gesellschaft m.b.h. Berlijn-Schöneberg: Werkwijze voor het afscheiden van water uit het in Edeleanu-inrichtingen omlopende zwaveligzuur.
- No. 84403 Ned. kl. 5a 18. N. V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij, 's-Gravenhage: Inrichting voor het bepalen van de afwijking van een boorgat van de verticaal.
- No. 85657 Ned. kl. 45e 40. Werkspoor N. V., Amsterdam: Machine voor het scheiden van noten en vruchtvlies bij het verwerken van palmvruchten en dergelijke vruchten.
- No. 86053 Ned. kl. 79c 1. Prof. Dr. P. Lindner, Freiburg i. Br., Duitsland: Werkwijze voor het verbeteren van tabak.
- No. 80074 Ned. kl. 19a. A. N. Brogden, te Blackpool, Engeland: Railasch, waarbij de rail-einden in langrichting tot de halve dikte zijn verminderd en de einden der samenkomende rails elkaar overlappen.

- No. 81989 Ned. kl. 20f. Dr. Ing. H. Galluser, Genève: Inrichting ter regeling van den remdruk van een luchtdrukrem voor een snelrijdenden trein met meertrappige regeling van den toegen afvoer van druklucht naar de remcilinders, in afhankelijkheid van den remcilinderdruk en van de snelheid van den trein.
- No. 84371 Ned. kl. 45a. Werkspoor, N. V. Amsterdam: Draineerleiding met buizen, welke aan de bovenzijde van twee langsruggen zijn voorzien en draineerbuis en contrôleput hiervoor.
- No. 82243 Ned. kl. 61a. Auergesellschaft A.G., Berlijn: Oogglasmontuur voor een gasmasker of bril, voorzien van een helderzichtschild.
- No. 84586 Ned. kl. 61a. Auergesellschaft A.G., Berlijn: Kapvormig gasmasker.
- No. 84867 Ned. kl. 61a. Auergesellschaft A.G., Berlijn: Gasbeschermingsmasker met inrichting voor het opnemen van vloeibaar voedsel uit een flesch door den maskerwand heen.
- No. 80790 Ned. kl. 61a. Dr. O. H. Dräger, Lübeck: Met samengeperste zuurstof werkend toestel, in het bijzonder een ademhalingsbeschermingstoestel, voorzien van een in een kast met deksel aangebrachte inrichting voor het bevestigen van de zuurstofflesch.

Adres der Vereeniging van Delftsche Ingenieurs aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal.

Door het Bestuur der Vereeniging van Delftsche Ingenieurs werd het ondervolgend adres aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal ingediend.

's-Gravenhage, 25 April 1939.

Aan de

Tweede Kamer der Staten-Generaal.

Het Bestuur der Vereeniging van Delftsche Ingenieurs — van welke in 1853 opgerichte, te 's-Gravenhage gevestigde, vereeniging uitsluitend lid kunnen zijn ingenieurs in het bezit van het diploma verkregen aan de Technische Hoogeschool te Delft of haar voorgangster de Polytechnische School — heeft met belangstelling, maar ook met bekommernis, kennis genomen van het ontwerp van wet betreffende de Regeling van het Voorbereidend Hooger- en het Algemeen Vormend Middelbaar Onderwijs den 4 Maart 1939 onder No. 340 bij de Tweede Kamer der Staten-Generaal ingediend.

Deze bekommernis spruit voort uit de artikelen 29 en 73 van dit ontwerp.

Art. 29 bepaalt in het eerste lid aan welke voorwaarden moet worden voldaan om tot leeraar aan een openbare school, als bedoeld in dit wetsontwerp, benoemd te kunnen worden, waartoe behoort het bezit van een bewijs van bekwaamheid. Krachtens het derde lid van ditzelfde artikel geldt als vorenbedoeld bewijs van bekwaamheid het bezit van een getuigschrift van met goed gevolg afgelegd doctoraal examen.

Van een benoeming op gelijken voet met hen, die het doctoraal examen hebben afgelegd, zijn dus in den vervolge de ingenieurs uitgesloten.

In verband daarmee zegt art. 73 onder A, dat in de Hooger-onderwijswet art. 129 vervalt, welk arti-

kel bepaalt, dat hij, die hier te lande een ingenieursdiploma verkregen heeft, bevoegd is middelbaar onderwijs te geven in de technische wetenschappen, waarin hij examen heeft afgelegd.

Omtrent de redenen, die tot deze voor de ingenieurs zoo hoogst ongunstige wijziging hebben geleid, zegt de Memorie van Toelichting tot het onderhavige wetsontwerp, dat de Minister gemeend heeft geen onderwijsbevoegdheid voor ingenieurs te moeten voorstellen; zijns inziens verdient het aanbeveling de leeraarsbetrekkingen te reserveeren voor de doctorandi (en de actebezitters).

Onder mededeeling, dat de ingenieurs, die thans de bevoegdheid bezitten, deze zullen behouden, gaat de Minister voort, dat hij toekenning van bevoegdheid in de toekomst aan hen, wier opleiding strekte tot het bekleeden van functies buiten het onderwijs, thans onnoodig acht.

Deze motiveering is uiterst zwak. Juist is, dat de opleiding van ingenieurs voornamelijk strekt tot het bekleeden van functies buiten het onderwijs; de ingenieurs hebben deze omstandigheid echter gemeen met de doctorandi, wier opleiding in de meeste gevallen evenmin rechtstreeks op het geven van onderwijs is gericht. Hieraan kan dus geen motief worden ontleend de onderwijsbevoegdheid in den vervolge aan ingenieurs te onthouden.

De wijze, waarop het thans door ingenieurs gegeven onderwijs plaats vindt, staat in geen deele achter bij die, waarop zulks door anderen geschiedt. Dit onderwijs wordt dan ook door allen, die daaromtrent tot oordeelen bevoegd zijn, in gelijke mate gewaardeerd.

Het deelnemen van ingenieurs aan het vormend onderwijs op de hogere burgerscholen, welke o.m. voorbereiden voor het hooger en middelbaar technisch onderwijs, voor werkkringen in de techniek langs den weg der praktijk, voor de opleiding tot een militaire carrière, voor handel en administratie, levert vaak een aanvullend element van groote waarde tusschen de overige academisch opgeleide leeraren, een element, dat noode gemist kan worden.

Het algemeen belang eischt, dat de beste leerkrachten worden benoemd, die te krijgen zijn; hoe grooter het aantal bevoegden is, waaruit een keuze kan worden gedaan, hoe beter aan dezen eisch kan worden voldaan; door hierbij ingenieurs bij voorbaat uit te sluiten, wordt de keuze eenzijdig beperkt.

Het aantal ingenieurs, die een functie bij het middelbaar onderwijs hebben gezocht en verkregen is belangrijk; immers van ± 240 ingenieurs is bekend, dat zij, zoo hier te lande als in Ned.-Indië, bij het middelbaar onderwijs werkzaam zijn of geweest zijn. In werkelijkheid is dit aantal grooter, want lang niet van alle ingenieurs, die thans een anderen werkring vervullen, is bekend of zij vroeger onderwijs hebben gegeven.

Het genoemde aantal bewijst voldoende, dat, al moge hun opleiding dan al in de eerste plaats hebben gestrekt tot het bekleeden van functies buiten het onderwijs, zij niettemin voor het geven van onderwijs de noodige bekwaamheid bezitten en daarvoor

door velen — waartoe ook de Regeering zelve behoort — gaarne worden gezocht.

Den ingenieurs in den vervolge te verhinderen deze loopbaan te kiezen en hun daardoor den strijd om het bestaan zwaarder te maken in tijden, waarin het ook ingenieurs moeilijk valt aan den slag te komen, zou door krachtiger motieven moeten worden verdedigd, dan dat het voorkomt aanbeveling te verdienen de leeraarsbetrekkingen voor doctorandi te reserveeren.

De opmerking van de Memorie van Toelichting, dat ingenieurs, die naar een betrekking bij het onderwijs dingen, het bewijs van paedagogische voorbereiding niet zouden kunnen overleggen, moge juist zijn, doch evengoed als men ten aanzien hiervan voor de doctorandi een oplossing heeft gevonden, is het mogelijk voor de ingenieurs een regeling te treffen.

Dat de ingenieurs der Technische Hoogeschool, die hun functie bij het onderwijs steeds met eere hebben vervuld, niet meer op gelijke voorwaarden als de doctorandi der Universiteiten, bevoegd zouden zijn middelbaar onderwijs te geven, beteekent een door niets gemotiveerde grievende achteruitstelling en een ernstige benadeeling van hun vooruitzichten, die bovendien in strijd zouden zijn met het algemeen belang.

Op grond van het bovenstaande wendt het Bestuur der Vereeniging van Delftsche Ingenieurs zich in vol vertrouwen tot de Tweede Kamer der Staten-Generaal met het eerbiedig verzoek wel zoodanige maatregelen te willen treffen, als noodig zijn om tot wijziging van de gewraakte bepalingen van het in hoofde dezes genoemde ontwerp van wet te geraken.

Het Bestuur voornoemd:

J. A. Ringers,
Voorzitter.
J. L. Huijsinga,
Secretaris.

ONTVANGEN GESCHRIFTEN.

P. A. Jacquet:

The Electrolytic Polishing of Tin and its Application to Micrographic Examination.

Publicatie No. 90 van The International Tin Research and Development Council.

Electrolytisch polijsten van tin voor microscopisch onderzoek.

Het mechanisch polijsten van praeparaten van metalen ter bestudeering onder het microscoop moet zeer zorgvuldig geschieden, teneinde vormverandering der structuur te voorkomen. Bij zachte metalen, zooals tin, is dit echter tot nog toe practisch onmogelijk gebleken.

In deze publicatie wordt thans een methode beschreven, waarbij het gebruik van slijpmiddelen wordt vermeden. Een praeparaat met gegoten of ruw gezaagd oppervlak wordt als anode gebruikt in een geconcentreerd mengsel van perchloorzuur en azijnzuuranhydride of azijnzuur. De benodigde tijdsduur voor het verkrijgen van een goed polijstvlak varieert van 40 minuten bij een

ruw gezaagd oppervlak tot 3 à 4 minuten bij een gegoten praeparaat. Door na afloop een kortstondige electrolyse bij een lagere stroomdichtheid toe te passen, kunnen de kristallen meer of minder diep worden geëist.

Deze methoden hebben den schrijver in staat gesteld aan te toonen, dat door slijpen met fijn schuurlinnen, zooals bij mechanisch polijsten, tot een diepte van 0,25 mm een onechte structuur kan optreden. Deze nieuwe structuur bestaat voor een deel uit kleine kristallen, welke door omkristallisatie zijn ontstaan en gedeeltelijk uit naaldvormige figuren, welke het gevolg zijn van de koude bewerking. Een groot verschil werd waargenomen tusschen de structuren van gietelingen van tin van zeer hoge zuiverheid en die van zuiver handelstin. Een groot aantal microphoto's, welke in het verslag zijn gereproduceerd, geven de fijne details van de kristalstructuur uitmuntend weer.

R. Kerr, M. Sc., Ph. D.:

Anodic Films on Tin in Sodium Hydroxide Solutions.

Publicatie No. 91 van The International Tin Research and Development Council.

Filmen op tin-anoden.

Galvanisch vertinnen in alkalische baden vereischt het aanbrengen en het in stand houden van een laagje oxyden op de tin-anode, teneinde den neerslag glimmend en hard te doen zijn en het proces gunstig te doen verlopen. De samenstelling en de eigenschappen van anodische filmen, vervaardigd onder alle mogelijk omstandigheden, zijn onderzocht.

Anodische filmen, zooals gebruikt worden in het alkalische proces, hebben in het bad een groenachtig-gele kleur, welke daarbuiten, onder ontleding van de film, in oranje overgaat. Zij bestaan in hoofdzaak uit stanni- en stanno-oxyden en kunnen voor decoratieve doeleinden worden gekleurd, terwijl zij in alkaliën geheel oplosbaar zijn. Bruine filmen bevatten minder stanno-oxyde; deze kunnen niet worden gekleurd en zijn chemisch minder actief. Film van zwarte kleur bezitten een goed weerstandsvermogen tegen vochtige lucht en warm water en bieden ook mogelijkheden op decoratief gebied, n.l. bij toepassing op vertind blik en tinnen voorwerpen.

Exemplaren van bovengenoemde publicaties zijn voor belangstellenden op aanvraag kosteloos verkrijgbaar bij The International Tin Research and Development Council, Prinsessegracht 21, 's-Gravenhage.

BOEKBESPREKING.

Voordrachten van den vacante-leergang voor Verwarmingstechniek, georganiseerd door de Warmte-Stichting, 1938. 137 blz.

Uitgave van A. E. Kluwer, Deventer 1938.

De inhoud van dezen bundel bestaat uit de zeven volgende voordrachten:

1. *Het conserveeren van bederfelijke levensmiddelen door koeling*, door ir. G. Ferguson;
2. *Het inrichten van gekoelde ruimten*, door ir. G. Ferguson;
3. *De warmte-afgifte van warme oppervlakken, het beperken van deze en de constructie en werking van isolaties*, door drs. H. J. Hamaker;

4. *Over de verliezen en het drukverloop in ventilatieleidingen o.a. in verband met de juiste verdeling der toe of af te voeren lucht over reeksen van openingen*, door ir. A. Blok ;
5. *De ventilatie van de koestallen der nieuwe boerderijen in den Wieringermeerpolder*, door ir. L. L. Mulder ;
6. *Warmte-overdracht door straling en de temperatuurverdeling in en warmte-afgifte van vloeren en plafonds, voorzien van een verwarmd buizenet*, door dr. E. F. M. van der Held ;
7. *Het meten van temperaturen en de daarvoor onder verschillende omstandigheden meest geschikte instrumenten*, door ir. L. L. Mulder.

Bij de bespreking van deze uitgave in een Indisch technisch tijdschrift, is het wellicht goed te beginnen met de beantwoording der vraag in hoeverre de hierboven vermelde voordrachten van beteekenis zijn voor de techniek in Ned.-Indië. Zonder eenig voorbehoud en onder warme aanbeveling tot kennisname van de behandelde stof, kan gezegd worden dat de voordrachten I, II, III, IV en VII evengoed voor Indië hadden kunnen zijn geschreven, terwijl de voordrachten V en VI zooveel punten van aanraking hebben met Indische problemen van ventilatie en warmte-overdracht, dat ook deze aandacht verdienen van de bouwkundigen hier te lande.

In de voordrachten van ir. Ferguson worden het koelen van levensmiddelen en onmiddellijk daarbij aansluitend de daartoe dienende koelinstallaties, van de fundamentele beginselen der koelprocessen af tot aan de complete inrichting der koelruimten toe, in een uiterst fraaie logische opeenvolging besproken, waarbij de behandelde vraagstukken, zoowel van thermodynamische en mechanische, als van biologische zijde ten volle belicht worden.

Met betrekking tot den huizenbouw in Indië is de voordracht van drs. Hamaker van groote waarde; de fraaie eenvoudige voorbeelden van warmte- en lichtdoorgang, resp. overgang in diverse bouwmaterialen zullen zeker direct de aandacht boeien, zoowel van den middelbaar als van den academisch opgeleiden bouwkundige.

Hetzelfde geldt voor de voordrachten over ventilatie, van irs. Blok en Mulder, zij het dan ook dat de laatste zich op specifiek Hollandsch terrein beweegt. Toch is de laatste verhandeling niet van mindere beteekenis, want al mogen dan de klimaatsomstandigheden in Holland en Indië verschillend zijn, menschen en dieren blijven elkaar hier en ginds tot op zeer groote hoogte gelijk.

De voordracht van dr. van der Held over verwarmende oppervlakken is voor den Indischen bouwkundige uiterst leerzaam; men zou kunnen zeggen, dat hierin de geheimen der natuurlijke verwarming open en bloot prijsgegeven worden en de kennis daarvan is voor den architect, die daartegen op moet treden, stellig wel wat waard.

De bundel wordt besloten met een voordracht van ir. Mulder over het exacte meten van temperaturen, een bespreking, die den natuurwetenschappelijken waarnemer in de onderwerpelijke aangelegenheden — en vooral den beginnenden waarnemer — niet sterk genoeg kan worden aanbevolen.

C. P. M.

PERSONALIA.

Ir. W. Lammers, hoofdinger. bij 's Lands Waterstaat, ter besch. gest. v. d. Provincie Oost-Java en door het provinciaal bestuur werkz. gest. als hoofdinger., hoofd v. d. Prov. Waterstaat Oost-Java, is met ingang van 17 Mei 1939 op verzoek eervol uit 's Lands dienst ontslagen, onder dankbet. voor de goede diensten door hem gedur. vele jaren aan den Lande bewezen.

Prof. ir. J. H. G. Schepers, hoofd van de Triangulatiebrigade v. d. Topogr. Dienst is met ingang van 30 April 1939 op verzoek eervol uit 's Lands dienst ontslagen, onder dankbet. voor de goede diensten door hem gedur. vele jaren aan den Lande bewezen.

Ir. P. H. Poldervaart, adjunct-brigadehoofd bij de Triangulatiebrigade v. d. Topogr. Dienst, is benoemd tot brigadehoofd bij de Triang. brig. van genoemden dienst.

Irs. J. C. K. van Toorenburg en H. W. Pareau Dumont, hoofdingers. bij 's Lands Wat., ter besch. gesteld v. d. Provincie West-Java, resp. Oost-Java, is wegens 6-jar. dienst 8 md. verlof naar Europa verleend, ing. 3 Juli 1939 resp. 15 Juli 1939.

Irs. W. M. A. Pluim Mentz en R. Rooseno Soerjohadikoesoemo, t.w. ingrs. 2de kl. bij 's Lands Wat. zijn benoemd tot ingr. 2de kl. bij genoemden dienst en blijven toegevoegd a. d. Resident van Riouw en Onderh. resp. geplaatst bij het Dept. van V. en W.

Ir. H. J. de Roos, ambt. v. buitenl. verlof teruggek., is benoemd tot ingr. bij de S.S.

Mr. ir. E. Geldorp, adj.-inspect. op maandg. bij de S.S., is toegev. a. d. Chef der 4de afd. der Westerlijnen te Batavia.

Irs. L. R. Oldeman en A. P. Baljet, t.w. ingr. 2de kl., resp. ingr., b. d. S.S. zijn overgeplaatst: van de Expl. O.L. (Soerabaja) naar het Dienstond. Tractie, Materieel en Werkpl. (Werkpl. Lahat) en belast met de functie van Chef der Werkpl. Lahat, resp. van het Dienstond. Tractie, Materieel en Werkpl. (Werkpl. Lahat) naar de Expl. der O.L. (Djemmer) en belast met de functie van adjunct-chef der 3de Afdeling (Djemmer).

Ir. J. Wildschut, ingr. b. d. S.S., is wegens 6-jar. dienst 8 md. verlof naar Europa verleend, ing. 16 Februari 1940.

Irs. J. F. Bish en D. K. Sigmond, t.w. ingrs. 2de kl. bij de S.S., zijn benoemd tot ingr. 2de kl.

Jhr. ir. E. G. Elias, part. te Soerabaja, is tijd. bel. m. d. waarn. der betr. van ingr. 2de kl. (werktuigkundig en electrotechnisch) bij het Marine-Etablissement aldaar.

Ir. E. H. Blumer, ingr. b. d. B.P.M., is van Eur. verlof teruggekeerd te Pangkalan Brandan geplaatst.

Ir. W. J. Nijveld, idem, is overgepl. van Pangk. Brandan naar Argentinië.

Ir. J. C. d'Arnaud Gerken, idem, is van Pangk. Brandan met Eur. verlof vertrokken.

Dr. P. J. Pijpers, idem, is van Port Moresby (Papua) overgepl. naar Tjepoe.

Openbare promotie.

Ter verkrijging van den graad van Doctor in de Technische Wetenschap zal ir. W. J. van Blommestein op Dinsdag 30 Mei 1939 om 11 u. v.m. in de aula der Technische Hoogeschool te Bandoeng

in het openbaar een proefschrift verdedigen handelende over „Een nieuw pompsysteem in Ned.-Indië voor irrigatie en ontwatering”.

Na afloop der promotie receptie in het gebouw der hoogeschool.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS, Groep Nederlandsch-Indië.

BESTUURSMEEDEDELINGEN.

De in No. 3 van dezen jaargang voorgestelde nieuwe leden zijn aangenomen.

Aanvulling: Onder de in no. 4 van dezen jaargang opgenomen Bestuursmededeelingen op pag. I. 84 zijn de volgende woorden weggevallen:

Eventueele bezwaren tegen deze candidaatstelling worden vóór ultimo Mei a.s. ingewacht bij den Secretaris, Bragaweg 38, Bandoeng.

Erratum.

Op blz. I. 64 van no. 4 — 1939 van dit tijdschrift gelieve men in formule (4) voor $\mu_1 M_r$ te lezen: $\mu_r M_r$.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

IV. MIJNBOW EN GEOLOGIE.
„DE MIJNINGENIEUR”

INHOUD: On Polylepidina, Orbitocyclina and Lepidorbitoides, door dr. ir. Tan Sin Hok. — Economische mededeelingen. — Ontvangen geschriften. — Personalia.

On Polylepidina, Orbitocyclina and Lepidorbitoides

by

Dr. Ir. TAN SIN HOK,

Palaeontologist of the Geological Survey of the Netherlands Indies, Bandoeng.

(With 2 plates).

Summary.

The paper includes an explanation of the essentials of the chronologic-morphologic method of investigation carried out on larger *Foraminifera*, as well as an elaborated terminology of the important parts of the Lepidocyclinid juvenarium. Nepionic formulae are proposed so as to enable an exact record of the nepionic series (Chapter I).

Most of the known Polylepidines, Orbitocyclines, and Lepidorbitoids are treated. The reinvestigation of a number of them could be based on topotypes (Chapters IV and VIII).

The subgenus *Polylepidina* Vaughan 1924 is defined more precisely (Chapter VI). A number of Polylepidines are explained as compound (Chapter V). A new subgenus of *Lepidocyclina* viz. *Eolepidina* nom. nov. is proposed (subgenerotype *Eulinderina semiradiata* Barker & Grimsdale 1936) (Chapter VI). *Orbitocyclina* Vaughan 1929 and *Lepidorbitoides* Silvestri 1907 are different genera (Chapters IX and X).

There are no reliable morphological criteria for the discrimination of Orbitocyclines, and Lepidorbitoids from certain Lepidocyclines, as bioseries typical to one of the groups are lacking. These similarities can be explained as homomorphies (Nowikoff) or a result of iterative evolution (Chapter X).

The Ranikot (Paleocene) *Lepidoc. (Polylep.) punjabensis* L. M. Davies 1937, as well as the Cuban Lepidorbitoids are assigned to the genus *Orbitocyclina* Vaughan (Chapter IX).

Lepidorbitoides minor (Schlumb.) is less progressive than *Lepidorb. socialis* (Leym.) (Chapter IX).

The problem of the nepionic acceleration is investigated from the viewpoint of the number of buddings necessary for the completion of the juvenarium (Chapter X).

The present author advocates the adequacy of a natural classification for the purpose of Biostratigraphy. The bioseries give the framework of such a classification. The complication due to the coexistence of consecutive stages is discussed. An attempt is made to classify the species discussed according to the views put forward (Chapters IV, VI, VIII and IX).

Contents.

- | | |
|---|---|
| I. Introduction pp. 54—55. | C. With a quadriserial nepiont. |
| II. General remarks on juvenile features and terminology pp. 55—59. | α. Asymmetrical quadriserial: pp. 62—63. |
| III. The nepionic types of <i>Polylepidina</i> pp. 59—60. | (1) <i>Lepidoc. chiapasensis</i> Vaugh.; |
| IV. Enumeration of the species of <i>Polylepidina</i> . | (2) sp. Barker 1932; |
| A. With a reduced uniserial nepiont: pp. 60—61. | (3) <i>variabilis</i> L. Rutten; |
| (1) <i>Lepidoc. antillea</i> Cushm.; | (4) <i>zeijlmansi</i> Tan. |
| (2) <i>barkeri</i> Tan; | β. Symmetrical quadriserial. |
| (3) <i>barkeri</i> var. <i>subplana</i> Barker & Grimsdale; | a. Group of <i>Lepidoc. proteiformis</i> |
| (4) <i>gardnerae</i> Cole. | Vaugh.: pp. 63—64. |
| B. With a biserial nepiont: p. 62. | (1) <i>Lepidoc. proteiformis</i> Vaugh.; |
| (1) <i>Lepidoc. gardnerae</i> Cole; | (2) aff. <i>kugleri</i> s. Todd & Barker; |
| (2) <i>grimsdalei</i> Tan. | (3) <i>peruviana</i> (Cushm.); |
| | (4) aff. <i>sherwoodensis</i> s. Todd & Barker. |

- b. Group of *Lepidoc. adkinsi*
 Vaugh.: p. 64.
 (1) *Lepidoc. adkinsi* Vaugh.;
 (2) *maracaibensis* Hodson;
 (3) *zuliana* Hodson.
- D. Formae incertae sedis: p. 64.
 (1) *Lepidoc. discoidalis* Barker
 & Grimsdale;
 (2) *kinlossensis* Vaugh.
- E. Abnormalities determined as *Polylepidina* p. 65.
 (1) *Lepidoc. churugaritana* Hodson;
 (2) *mirandana* Hodson;
 (3) *vanslobbeni* M. G. Rutten
 & Vermunt;
 (4) *variabilis* L. Rutten.
- V. Discussion of the Polylepidines enumerated pp. 65—67.
- VI. Systematic evaluation of the nepionts under consideration pp. 67—69.
- VII. On *Lepidorbitoides* Silvestri 1907 and *Orbitocyclina* Vaughan 1926 ... pp. 69—70.
- VIII. Enumeration of species of *Orbitocyclina* and *Lepidorbitoides*.
- A. With a biserial nepiont or *Orbitocyclina* s.s.: pp. 70—73.
 (1) *Orbitoc. macgillavryi* (Thiaden);
 (2) *minima* (H. Douv.);
 (3) *nortoni* Vaugh.;
 (4) *palmeri* (Thiaden);
 (5) *planasi* (M. G. Rutten);
 (6) *punjabensis* (L. M. Davies);
 (7) *rutteni* (Thiaden);
 (8) *rutteni* var. *armata* (Thiaden);
 (9) *cubensis* (Palmer).
- B. With a quadriserial nepiont: p. 73.
 (1) *Orbitoc. punjabensis* (L. M. Davies).
- C. With adauxiliary chambers or *Lepidorbitoides* s.s.: pp. 73—74.
 (1) *Lepidorb. minor* (Schlumb.);
 (2) *socialis* (Leym.).
- IX. Discussion of the Orbitocyclines and Lepidorbitoids enumerated pp. 74—76.
- X. *Orbitocyclina*, *Lepidorbitoides* and *Polylepidina* contrasted with each other. pp. 76—78.
- XI. Remarks on nepionic acceleration pp. 78—80.
- XII. Literature cited pp. 80—81.
- XIII. Explanation of plates pp. 82—84.

I. Introduction.

The investigations of several larger *Foraminifera* viz. *Cycloclypeus* (1932), *Lepidocyclinids* (1935-1937), and *Miogypsinids* (1936-1937) carried out by the present author aim at a knowledge of their morphology, as well as the evolutionary history of the various characters which build up the morphology of the individual test. They differ from the usual researches on fossil *Foraminifera* in the intentional study of the series of the phylogenetic changes the various features have passed through before they came to their actual being, i.e. the "bioseries" in the features (Swinnerton 1930, p. 391) or "phyломорфогенезис".

As a matter of fact the study must start from populations of known and meanwhile of different relative age; the bioseries can then be determined with the least amount of hypothesis, for they can be read off from the sequence of populations if arranged chronologically. Additional evidence can be drawn from the ontogenetic stages developed by the microspheric generation which, as far as is known, appears to recapitulate some of the important events in the phylogenetic history.

These inquiries yield an insight into the natural course of the phylogeny, and consequently they enable an understanding of the mutual relations of the conventional systematic groups, as well as their elaboration, so as to attain a natural classification. In this respect it signifies the application of a chronologic morphologic method. This chronologic morphologic line of investigation represents a counterpart of the geographic method in modern Zoology; both being an amplification of

the typologic (or purely) morphologic method, affording some objective criteria for the use in systematics.

Besides, the researches will not fail to yield important results for the purposes of Biostratigraphy; the essential basis of the application of fossils as time-marks being exactly the fact of evolution. It is self-evident that consecutive stages of a bioseries will characterize populations of successive stratigraphical age. Moreover, they record the past geologic time without gaps, for the terms of the same bioseries represent a rational and continuous sequence. By means of this palaeontological calendar other forms can then be dated, independent of the stratigraphical observation. So the investigations are meanwhile a methodical search for index fossils.

It is obvious that the results cannot claim to be exact in the strict sense of the word, for the palaeontologist has not at his disposal experimental methods to establish the "phylogenetic purity" of the material with which he starts. There is, for example, no absolute warrant that the types included in the same lineage are really homologous and do not represent analogies only. *Orbitocyclina*, *Lepidorbitoides*, and certain types of *Lepidocyclina* may serve as an example of this kind of difficulty.

Stratigraphical palaeontology carried out along this line of investigation, if contrasted with the method which confines itself to a purely morphologic analysis of the faunae, is far more fascinating by its revealing some directing laws of organic life. It will, moreover, reach its goal much sooner as it is a systematic search for index fossils.

The value of phylomorphogenetic researches for Biostratigraphy is clearly recognized by Thalmann who states that to-day, mere recording of the fossil species in sediments is no longer the sole and only task of stratigraphical palaeontology, since a chronology based on phylogeny is far more essential. („Es geht heutzutage nicht mehr einzig und allein um eine Inventarisierung der Foraminiferen der Sedimente, sondern um eine unmittelbar stammesgeschichtlich orientierte Chronologie“ (1938, p. 336).

In 1935 and 1936 the present author came to the conclusion that the *Lepidocyclines* underwent definitely directed phylogenetic changes; they are subjected to orthogenesis similar to so many higher organisms. The arguments put forward were, however, far from complete; which is not surprising as the feature which most completely records the course of evolution — the so-called nepionic apparatus — was then new to Science.

With respect to *Orbitocyclina*, *Lepidorbitoides*, and *Orbitocyclina* additional investigations are possible now, due to the courtesy of the Trustees of the “Naturhistorische Museum” of Basel, of Dr. W. Storrs Cole of the Ohio State University, Lt. Col. L. Merson Davies (Edinburgh), and Prof. Dr. L. Rutten of the State University of Utrecht, who presented me with very important material. Prof. Rutten, moreover, kindly granted me access to some Cuban collections, when I was at Utrecht. To all of these gentlemen the present author feels greatly indebted.

The investigation is also carried out with the purpose of settling the systematic position of the Indian species *Lepidoc.* (*Polylep.*) *punjabensis* L. M.

Davies 1937. It will appear that this form is difficult to interpret, and that to this purpose the study of all the genera under consideration was needed.

Of following species I have first-hand knowledge:

1. *Lepidocyclina* (*Polylepidina*) *gardnerae* Cole 1929 (Don W. S. Cole).
Loc.: a. Cooper's Mill, 1½ miles south of Sabina-town, Texas. Type locality.
b. Gramberry Well 1. Depth 220-240'. Florida. Claiborne Middle Eocene. (Cole 1938).
2. *Lepidocyclina* (*Polylepidina*) *punjabensis* L. M. Davies 1937 (Don L. M. Davies).
a. Khairabad Limestone. Dhak Pass. Punjab Salt Range. Upper Ranikot.
b. Khairabad Limestone. Chamil. Punjab Salt Range. Upper Ranikot.
c. Patala Shale. Patala Nullah. Punjab Salt Range. Uppermost Ranikot. Type locality.
3. *Lepidocyclina* (*Polylepidina*) *zeijlmansi* Tan 1936a. Soengei Tjihian. Central Borneo. Type locality.
4. *Lepidorbitoides minor* Schlumberger (Don Rutten).
Maastricht. Netherlands. Type locality.
5. *Lepidorbitoides socialis* (Leymerie) (Don “Naturhistorisches Museum” Basel).
Gensac. Haute Garonne. SW France.
6. “*Lepidorbitoides*” *cubensis* (Palmer), *macgillavryi*, *Thiadens*, *palmeri* *Thiadens*, *planasi* M. G. Rutten, *rutteni* var. *armata* *Thiadens*.
Sancta Clara Province. Cuba. Type locality.

II. General remarks on juvenile features and terminology.

Initial apparatus. The first two innermost median chambers of the megaspheric generation of the *Lepidocyclinids* (see pl. I, fig. 1b) which together constitute the so-called initial apparatus, will be designated as the protoconch (= proloculus auctorum) and deutoconch respectively. The deutoconch originates from the protoconch, as may be inferred from all cases where the dividing wall between these chambers is convex, or where the deutoconch embraces the protoconch.

Initial stolons. The lumina of these initial chambers are connected with each other by the protoconchal-stolo.

The deutoconchal wall is pierced by deutoconchal-stolons; these connect the deutoconch with the chambers which surround it. There are types which develop one deuterostolo only; it then pierces one of the ends of the deutoconchal wall where it meets the protoconch. This side of the deutoconch is called the anterior one. In types with two deuterostolons the second stolo is determined in the other, viz. posterior end of the deutoconchal wall. These two stolons will be called the primary ones. In forms with more than two deuterostolons, the additional ones are developed in the deutoconchal wall between the two stolons just mentioned (pl. I, fig. 1b).

Nepionic chambers. Further growth results first in the formation of so-called auxiliary chambers which bud out from the deutoconch (pl. I, fig. 1b). There are two types of deutoconchal auxiliary chambers, viz. (a) primary auxiliary (= “Hauptauxiliarkammern”), and (b) adauxiliary chambers (= “Neben-auxiliarkammern”) ¹⁾. The primary auxiliary chambers develop on the external wall of the initial apparatus budding out from the primary deuterostolons, and therefore, overlap the dividing wall between the initial chambers. The anterior primary auxiliary chamber invariably occurs with all types of *Lepidocyclinids*; in the advanced *Lepidocyclines* both primary auxiliary chambers are determined. Adauxiliary chambers develop from the additional deuterostolons; they cover the external wall of the deutoconch. Adauxiliary chambers are common, for instance, in the more advanced *Lepidocyclinae* e.g. *Nephrolepidina* (pl. I, fig. 1), or *Trybliolepidina* (see Tan 1935b, plate, figs. 10, 11) as well as in *Lepidorbitoides* (pl. I, figs. 4-6).

1) There is still a third type viz. the protoconchal adauxiliary chamber. It is an adauxiliary chamber which is found on the protoconchal wall. This type is very exceptional. In former papers it is designated as “accessory auxiliary”.

A primary auxiliary chamber may give rise to one single series of post-auxiliary "nepionic" chambers (pl. II, fig. 6), or to two series (pl. I, e.g. fig. 1; pl. II, e.g. fig. 4). In the types to be considered in this paper the term "nepionic" denotes the chambers — inclusive of the auxiliary ones — found immediately on the external wall of the initial apparatus (for the exceptions and the general definition reference is made to the discussions below). "Nepionic" is a substitute for "peri-embryonic" (T a n 1935b).

The chambers of the same nepionic series are developed one after the other; they are the result of consecutive buddings. This is apparent from the fact that the frontal wall of each chamber overlaps that of the preceding one.

The series that start from a primary auxiliary chamber may be directed in a protoconchal or in a deutoconchal sense. If one single nepionic series is present its arrangement is invariably protoconchal. If a primary auxiliary chamber develops two series one is protoconchal and the other deutoconchal.

The adauxiliary chambers give usually rise to two nepionic series which coil in opposite directions (pl. I, fig. 1b; an exception is exemplified by pl. I, fig. 4).

Where two nepionic series turning in opposite directions meet each other a symmetric nepionic chamber is often determined; it overlaps the last chamber of either series, and also part of the wall of one of the initial chambers (pl. I, e.g. fig. 1b). In contrast with the symmetric chambers the other post-auxiliary nepionic chambers can be termed asymmetric.

In cases with two or more auxiliary chambers the non-auxiliary nepionic chambers can be called inter-auxiliary ones as they are found between the auxiliary chambers.

Auxiliary nepionic chambers differ from non-auxiliary ones in that the former have both ends of their frontal wall on the external wall of the initial apparatus, whereas the latter overlap part of the initial apparatus and at the same time part of a preceding nepionic chamber, or part of two neighbouring (nepionic) chambers belonging to different series. The latter statement refers to the symmetric nepionic chambers.

Symmetric nepionic chambers differ from the common median chambers — all of which are "symmetric" — in that the former overlap part of two adjacent (nepionic) chambers which belong to different nepionic series, and part of one of the initial chambers too. This latter is not the case with common median chambers which may overlap all kinds of chambers developed in the median plane, except for the initial ones. The less truncate (= open) the symmetric nepionic chambers are proximally, the more they approach a common median chamber (cf. pl. I, fig. 6).

Nepionic stolons. In the above statement the view that the chambers of the same nepionic series are the result of successive budding periods is based on the overlapping position of each chamber with respect to the preceding one(s). If stolons are preserved we have additional data to substantiate the mutual relation between the nepionic chambers just mentioned.

In most cases the nepionic chambers display two stolons in the median section; one in either end of their frontal wall. The stolon which is overlapped by the next following nepionic chamber, is called the anterior stolon in contrast with the posterior stolon which pierces the other end of the frontal wall of the nepionic chamber. This posterior stolon should not be confused with the anterior stolon of the next preceding nepionic chamber. The qualifications "posterior" and "anterior" need no explanation, if nepionic growth is taken as directed anteriorly in every case (see the arrows in pl. I, fig. 1b).

A posterior stolon may be lacking in the single auxiliary chamber and in some of the succeeding asymmetric nepionic ones in types which develop one nepionic series only.

In every budding period a new chamber is commonly developed in front of each stolon (or put generally: in front of each set of stolons acting as a single stolon; cf. pl. I, fig. 1b). In consequence, when the frontal wall of a chamber is pierced by a stolon in either end, new chambers normally bud out equally in front of both stolons, similar to the recent *Planorbulina mediterraneensis* d'Orb. investigated by L e C a l v e z 1938, p. 213.

Juvenarium. This type of budding implies that the nepionic chambers (may) represent but part of the total set developed in an early ontogenetic stage, to be designated as the juvenile stage. The juvenile stage can be defined as an ontogenetic period which "precedes the adult idiomorphology" (H e n b e s t 1934), which latter stage is determined by cyclical growth in the instances under consideration.

The necessity of such an intermediate stage is apparent in the many forms of which the initial apparatus possesses a restricted number of stolons, viz. confined to either end of the deutoconchal wall, where it meets the median plane of the protoconch (e.g. the specimens of pl. II), or where, besides, a small number of additional deutoconchal stolons are developed (pl. I, fig. 1). Under such circumstances cyclical growth cannot start immediately after the formation of the initial apparatus.

The total set of chambers developed in the juvenile stage, the initial chambers included, will be called the juvenarium (a term proposed by H e n b e s t 1934).

Infantile apparatus; nepiont. For the characterization of the several types of juvenaria it is superfluous to record the *complete* juvenile set of chambers; it is sufficient to consider part of them, viz. the initial apparatus, the number of primary auxiliary chambers, and that of the nepionic series. This part of the juvenarium constitutes the so-called infantile apparatus. The restriction is fully accounted for, as in the infantile apparatus all main features of the juvenarium are assembled. Starting from the former one can easily reconstruct the essentials of the complete juvenarium as the chambers omitted can be determined by taking into consideration that in every budding period a new chamber is developed in front of each stolon or each set of stolons acting as a single stolon. It is pointed out that the infantile apparatus is meant to denote the initial apparatus + the nepiont (or nepionic apparatus).

In the types to be considered in the present paper the infantile apparatus represents only a part of the juvenarium. The essential difference between infantile apparatus and juvenarium is found in the fact that, in the former, the juvenile chambers developed in front of the posterior stolo of the post-auxiliary nepionic chambers as well as the further juvenile ones which arise from these non-nepionic chambers are left out of consideration. It does not represent a natural ontogenetic unit, therefore, except for the cases where it is exactly the same as the juvenarium, viz. in the types which no longer develop asymmetric nepionic chambers, e.g. in certain Eulepidines and Trybliolepidines, see Tan 1935, figs. 2, 3 and 11²⁾.

As already stated the term "nepionic" is a substitute for "peri-embryonic" of 1935. This alteration was necessary, when nepionic chambers became known which appear to be no more peri-embryonic *sensu stricto*, e.g. in the Eulinderines of Barker & Grimsdale (1936), or the "*complanata*" type in certain Miogypsinids. "Nepionic" has, consequently, a wider meaning than "peri-embryonic"; moreover, it refers to cases in which not all "peri-embryonic" chambers are nepionic, as is illustrated by some uniserial variants of *Lep. (Polylep.) gardnerae* Cole (pl. II, Fig. 6; Cole 1938, pl. 10, fig. 4).

The term "nepionic" was originally (Tan 1932, p. 16) proposed to denote the post-initial chambers developed anteriorly to the neanic stage, i.e. the phase characterized by cyclical growth; or put otherwise (1935, p. 122), the post-initial set of chambers where the later cyclical growth is prepared.

According to this definition the "nepiont" is nothing but the juvenarium excluding the initial chambers, and "juvenarium" is synonymous with "infantile apparatus". The latter term would indeed be superfluous if the original meaning of "nepionic" were maintained strictly. This is not the case. In my discussions on the early stages of the Lepidocyclinids the designation "nepionic" in part refers to the *total* set of post-initial juvenile chambers, and in other instances to *part* of them. This double meaning has arisen through the fact that I stressed the set of juvenile chambers with which the juvenarium can be characterized in the most simple manner, and I did not care whether this so-called nepionic set is a natural unit or no. The departure from the original definition is found in all the instances where the nepiont does not represent a natural ontogenetic unit, i.e. if it is not identical with the complete series of post-initial juvenile chambers. This is the case in most of the Lepidocyclinids, and in all known Miogypsinids, whereas in *Cycloclypeus* it is just the reverse.

In my opinion it is necessary to have a separate designation for denoting this set of chambers, as in most cases, particularly in the Lepidocyclinids, the complete juvenarium is too complicated to work with. The non-nepionic juvenile chambers are, moreover, of little value for the understanding of the juvenarium; they only obscure the essentials of the juven-

arium (the camouflaging effect of the non-nepionic juvenile chambers is very well illustrated in pl. I, fig. 1a, which must be contrasted with fig. 1b). They can, therefore, better be neglected, and in doing so the exactness of the determinations is not in the least impaired. The set of post-initial juvenile chambers, except the ones which in the post-auxiliary budding periods are developed in front of the posterior stolo, and their offspring as well, constitutes the nepiont of the Lepidocyclinids and Miogypsinids. This set of chambers characterizes the post-initial juvenarium in the most simple manner.

Nepionic types. According to the number of auxiliary chambers, the following nepionic types are known in the groups under consideration viz.

- a) with one single primary auxiliary chamber (pl. II, figs. 2-6),
- b) with two primary auxiliary chambers (pl. II, fig. 1),
- c) with two primary auxiliary, and adauxiliary chambers as well (= multi-auxiliary) (pl. I, figs. 1, 4-6).

If one single primary auxiliary chamber is present, further growth gives rise to either one single series of post-auxiliary nepionic chambers (pl. II, fig. 6), or to two series (pl. II, e.g. fig. 5). Consequently the resulting nepionts are either uniserial (unispiral) or biserial. In the uniserial type the nepionic series may be longer than one convolution, e.g. in the Eulinderines (see Barker & Grimsdale, 1936, pl. 34, fig. 10). In the biserial types they represent but part of a convolution, e.g. pl. II, fig. 4.

If two primary auxiliary chambers are present, each of them seems to develop invariably two post-auxiliary nepionic sets; at least other arrangements are still unknown in the groups under discussion. This type thus displays four nepionic series; it is quadriserial (pl. II, fig. 1).

In the multi-auxiliary types each auxiliary chamber usually develops two nepionic series (pl. I, fig. 1b). They may be very short and be constituted of the symmetric nepionic chamber only (the nepionic series in the NW quadrant of the deuteroconch in pl. I, fig. 4). These symmetric chambers may even be lacking so that the frontal walls of neighbouring auxiliary chambers touch each other or even grow together (e.g. part of the deuteroconchal adauxiliary chambers of *Lepidorbitoides socialis*, see the "nepionic formulae" referring to specimens Nos. 2, 4, and 5 of this species on p. 73; and certain Eulepidines, see Tan 1935b, plate, figs. 2-4).

The above mentioned nepionts can be defined as follows:

- a. In uniserial types, e.g. *Eulinderina* Barker & Grimsdale, *Eolepidina* nom. nov. (see p. 69), and other uniserial Lepidocyclines the nepiont is represented by a series of juvenile chambers which are developed directly on the external wall of *ancestral stages*, starting from the deuteroconch, and coiling in a protoconchal sense. The series ends where it meets another series of chambers which coils in an opposite sense. The last nepionic chamber may be symmetric, i.e. overlapping two adjacent chambers of the next earlier budding and part of the external wall of the ancestral phase too.

2) In *Cycloclypeus* s. str. the infantile apparatus is identical with the juvenarium too.

- b. In the other *Lepidocyclines* the nepiont consists of chambers found immediately on the walls of the initial apparatus, and which overlap part of the initial wall too (this latter restriction refers to the fact that the last chamber of the nepionic series may be a symmetrical one which is *no longer* nepionic, as it does not overlap part of the initial wall). It may be identical with the complete juvenarium.

Nepionic formulae. The number and the kind of chambers in the various nepionic series can be easily recorded when so-called nepionic formulae are used. Let us give some examples, viz.

- a. *Lepidoc. gardnerae* of pl. II, fig. 6:
 $P + 4a + S$.
- b. *Lepidoc. gardnerae* of pl. II, fig. 5:
 $P + 4pa + S + 3da (+ P)$.
- c. *Orbitoc. ruttnei* of pl. II, fig. 4:
 $P + 3pa + 0S + 3da (+ P)$.
- d. *Orbitoc. punjabensis* of pl. II, fig. 1:
 $P_1 + 1pa + S + 1pa + P_2 + 1da + S + 1da (+ P_1)$.
- e. *Lepidoc. (Polylep.) zeijlmansi* (Tan 1936, pl. I, fig. 3b):
 $P_1 + 2pa + S + 1pa + P_2 + 1da + S + 2da + P_1$.
- f. *Lepidoc. isolepidinoides* of pl. I, fig. 1b.
 $P_1 + 2pa + S + 2pa + P_2 + 1da + S + 1da + Ad + 1da + S + 1da (+ P_1)$.
- g. *Lepidorb. socialis* of pl. I, fig. 6.
 $P_1 + 2pa + 0S + 2pa + P_2 + S + Ad + S + Ad + S + Ad + S + Ad + 1da + 0S + 1da + Ad + S (+ P_1)$, or abbreviated $= P_1 + 2pa + 0S + 2pa + P_2 + 5(S + Ad) + 1da + 0S + 1da + Ad + S (+ P_1)$.

In the formulae the following abbreviations are used:

- $P = P_1 = P_2$ = primary auxiliary chambers.
 Ad = adauxiliary chamber. (For the possibility to differentiate the arcuate from the low spatulate adauxiliary chambers, I would refer to the discussion of *Lepidorbitoides socialis* on p. 73).
 S = symmetric nepionic chamber.
 a = asymmetric auxiliary chamber.
 pa = protoconchal asymmetric nepionic chamber.
 da = deuterconchal asymmetric nepionic chambers.
 P , and a should be applied only in formulae referring to uniserial nepionts, and P in formulae of biserial nepionts.

If the primary auxiliary chambers are of different size P_1 is used for the larger one.

In the formulae the protoconchal series are always recorded first.

Number of buddings. The number of post-initial juvenile buddings is obviously the same as that of the chambers in the longest nepionic series. It will appear that the above nepionic formulae are of use for the establishment of this number, e.g. in *Lepidoc. isolepidinoides* of pl. I, fig. 1, the nepionic apparatus was completed in four buddings periods, as the longest nepionic row consists of ($P_1 + 2pa + S$), representing 4 consecutive buddings.

It appears that the number of buddings of the protoconchal series may be different from that of the deuterconchal series, e.g. in the same *Lepidoc. isolepidinoides*. Its deuterconchal series were finished in 3 budding periods, viz. ($P_2 + 1da + S$).

There are forms of which the various deuterconchal series themselves represent a different number of buddings, e.g. *Lepidorb. socialis* or *Lepidorb. minor*. The deuterconchal nepionic formula of the latter (pl. I, fig. 4) is: $P_1 + S + Ad + S + Ad + S + 1da + P_2$.

Finally the two protoconchal series may show similar differences, e.g. *Lepidoc. zeijlmansi* of Tan 1936, pl. I, fig. 3b.

It is pointed out that the determination of the number of budding periods may not be exact due to the circumstance that it is not always possible to determine whether a symmetric nepionic chamber is present or not. If this symmetric nepionic chamber is left out of consideration, the determination of the number of post-initial juvenile buddings will be exact in all instances. This neglect means, however, a slight departure from the definition of the term "juvenile", as symmetric nepionic chambers still belong to the phase in which cyclical growth is prepared (see pl. I, figs. 1a, b). It implies, moreover, that nepionts which still develop symmetric nepionic chambers, are not differentiated from those which no longer develop them. If future investigations should warrant such a unification the neglect of the symmetric nepionic chamber must be recommended, so as to further exact determinations. In the present state of knowledge, however, I prefer a differentiation, i.e. the symmetric nepionic chamber to represent the last nepionic budding period of every nepionic series.

It is pointed out that in *Cycloclypeus* the primary chamber comparable with a symmetric nepionic chamber in the *Lepidocyclines* — e.g. chamber C_1 in pl. III, fig. 6 of my paper 1932 — is not included in the nepionic stage.

Enumeration of terms. In the above terminology which differs in some respect from that used in my former papers, I have tried to give more exact definitions and to avoid the inadequate term "embryonic" which properly applied should be restricted to denoting a state when the new individual is still in the parent shell. In the literature of fossil foraminifera "embryonic" is used in several meanings, because a substantial embryologic base is lacking in most cases.

There are four terms available for the designation of certain important early median chambers, viz. a) initial apparatus, b) nepiont, c) infantile apparatus, and d) juvenarium. The initial chambers need a separate designation, as they represent a separate bioseries. The nepiont is important as it includes the essentials of the post-initial juvenarium. The designation infantile apparatus is necessary for denoting the total set of initial and nepionic chambers, whereas the term juvenarium is very appropriate for denoting a natural ontogenetic stage.

The following list enumerates the designations; if thought necessary it is contrasted with the terms applied by other authors, or in my former papers:

initial apparatus	= embryonic apparatus; nucleocoel.
protoconch	= proloculus, initial ch(amber).
deuteroconch	= second ch. of initial apparatus.
deuteroconchal aux(iliary) chs.	= primary + adaux. ch.
primary aux. ch.	= "Hauptauxiliarkammer".
adaux. ch.	= "Nebenauxk".
protoconchal aux. ch.	= "accessorische Auxk".
nepiont	= nepionic apparatus (i.e. exclusive of the initial apparatus).

nep(ionic) series,

spiral = peri-embryonal series, spiral.

asymmetric nep. ch.

symmetric nep. ch.

interaax. ch.

juvenile stage = nepionic stage (sensu Tan 1932) + initial stage.

juvenarium = juvenile apparatus (i.e. inclusive of the initial apparatus).

infantile apparatus = initial apparatus + nepiont.

For the designation of the shapes of the median chambers Galloway's terminology of 1928 (p. 50) has been adopted.

III. The nepionic types of Polylepidina.

The following nepionts ³⁾ have been established:

A. A reduced uniserial nepiont (pl. II, fig. 6). With one single primary auxiliary chamber developing one single nepionic series with a protoconchal sense of coiling. No adauxiliary or protoconchal auxiliary chambers. The general nepionic formula is $[P + a + (0-1) S]$. All of the nepionic chambers or part of them are distinctly larger than the surrounding median chambers. The specimens of *Lep. (Polylep.) gardnerae* of pl. II, fig. 6 and that of Cole's pl. 10, fig. 4 (1938), display a nepionic series which ends on the posterior side of the deuteroconch — opposite to the primary auxiliary chamber — where it meets a series of non-nepionic chambers which starts from the posterior stolo of the first post-auxiliary nepionic chamber. The latter series does not belong to the nepiont sensu stricto; notwithstanding that it is "peri-embryonal" and takes part of the juvenarium. The nepionic series may be longer in other specimens; it may even end on the posterior side of the primary auxiliary chamber, comparable with Cole's specimen of *Lep. (Polylep.) antillea* (1938, pl. 10, fig. 3). This variant does not fail in the population of Gramberry Well 1; it coexists with the other variant.

A similar nepiont has been established in *Lep. (Polylep.) chiapasensis* Barker & Grimsdale 1936 non Vaughan 1924 (Barker & Grimsdale 1936, pl. 35, fig. 8 = *Lep. barkeri* Tan nom. nov. 1936, p. 248), and its variety *subplana* as well (Barker & Grimsdale 1936, pl. 35, fig. 6; pl. 37, fig. 6). It has been named the reduced *Eulinderina* or the *barkeri*-type (Tan 1936, p. 248); another possible designation is "reduced uniserial". Instead of "uniserial" we can say "unispiral". It is similar to the *borneensis*-type in the Miogypsiniids.

B. A biserial nepiont (pl. II, fig. 5). With one single primary auxiliary chamber which develops both a protoconchal and a deuteroconchal nepionic series. No other auxiliary chambers are present. The

general nepionic formula is $[P + pa + (0-1) S + da (+ P)]$. Further examples: all sections of *Lep. (Polylep.) gardnerae* in Cole's paper 1938, pl. 9 (viz. figs. 2-5); "*Lep. (Polylep.) punjabensis* L. M. Davies 1937, pl. 7, fig. 14; text-fig. 3; and pl. II, figs. 2, 4 of the present paper.

The protoconchal series may consist of a slightly greater number of asymmetric chambers than the deuteroconchal series, but the same number may also be found. A smaller number is rather exceptional. In general the protoconchal nepionic chambers are larger than the deuteroconchal ones. The first nepionic chambers or all of them are distinctly larger than the surrounding median chambers.

The same nepiont is determined in *Orbitocyclina minima* (H. Douvillé) (see Vaughan 1929, pl. 22, figs. 2-5) and in other *Orbitocyclina*s, see Chapter VIII A. As in 1935, no *Lepidocyclina* was known to me displaying this nepionic arrangement, it was referred to as "*Orbitocyclina*" type, thereby I was of the opinion that *Orbitocyclina* belongs with *Lepidocyclina* to one and the same lineage. Another exact designation is "biserial nepiont".

It is noteworthy that biserial nepionts are also known in the Miogypsines, referred to as "*ecuadorensis*" or "*bifida* subtype a nepiont."

C. Quadriseserial nepionts (pl. II, fig. 1). With two primary auxiliary chambers each of which develops a protoconchal and a deuteroconchal nepionic series. Consequently in total four nepionic series are present. The general nepionic formula is $[P_1 + pa + (0-1) S + pa + P_2 + da + (0-1) S + da (+ P_1)]$. Deuteroconchal adauxiliary chambers are very exceptional. The nepionic chambers are larger than or of about the same size as the surrounding median chambers.

This nepiont is shown by e.g. *Lep. (Polylep.) proteiformis* Vaughan (Vaughan 1929, fig. 8; Cole 1938, pl. 10, fig. 9) and most likely by the subgenerotype of *Polylepidina*, viz. *Lep. (Polylep.) chiapasensis* Vaughan (Vaughan 1929, fig. 3; see my discussion 1935, p. 117). I have, therefore, called it the "*Polylepidina*" type.

3) In my paper of 1935 the reduced uniserial and biserial nepionts are not discussed, as they were unknown to me at that time.

In *Miogypsina* this nepiont is represented by the "indonesiensis" type. The designation "quadriseiral" is too indefinite, as it covers a number of types which can still be differentiated, viz.

1. An asymmetric quadriseiral nepiont, e.g. in *Lep. (Polylep.) zeijlmansi* Tan 1936, pl. 1, figs. 3, 4. This type is characterized by primary auxiliary chambers of unequal size. The larger primary auxiliary chamber develops larger asymmetric nepionic chambers than the other primary auxiliary chamber; as a rule the larger primary auxiliary chamber gives rise to a greater number of asymmetric chambers, but the same numbers may be determined too. There is a distinct difference in size between the first nepionic chambers and the median chambers. In this respect the nepiont is still very similar to the preceding biserial type.

A similar asymmetric nepiont is most probably exhibited by the generotype of *Polylepidina*, viz. *Lep. chiapasensis* Vaughan (1929, fig. 3; see my discussion 1935, p. 117).

2. A symmetric quadriseiral nepiont, e.g. *Lep. (Polylep.) proteiformis* Vaughan (1924, pl. 32; Vaughan 1929, fig. 8; Barker & Grimsdale 1936, pl. 36, fig. 5) an analysis of the nepiont of this specimen is included in my paper of 1936b, p. 258, footnote 5; Cole 1938, pl. 10, figs. 7-9). According to the figures quoted the auxiliary chambers are of similar size; they develop both protoconchal and deuteroconchal nepionic series; either pair is usually constituted of the same number of chambers. The nepionic chambers may be larger than the surrounding median chambers. This difference is far from constant. In the same population variants with nepionic chambers which are hardly larger than the median chambers may not fail (see the figures quoted from Cole).

It is to be remarked that according to Vaughan (1936) the median chambers of *Lep. (Polylep.) proteiformis* exhibit radial stolons, so that it may repre-

sent another subgenus viz. *Actinosiphon* Vaughan 1929. The presence of radial stolons does not seem to be constant, however. At least they cannot be expected to be present in the frontal wall of median chambers overlapped frontally by pointed arcuate chambers. And such chambers are frequent in the specimens figured by Vaughan 1924, figs. 3, 4; Cole 1938, pl. 10, fig. 9. The species will, therefore, be considered as a *Lepidocyclina* s.l. until more data are known.

3. A symmetric quadriseiral consisting of relatively small chambers i.e. not distinctly larger than the surrounding median chambers, e.g. *Lep. (Polylep.) adkinsi* Vaughan (1929, fig. 4). This type differs from the preceding one in the relatively smaller size of the nepionic chambers. It is a transition to the nepionts of the subgenus *Lepidocyclina* s. str. Accordingly the initial chambers become very similar to the "isolepidine" shape as well. It is to be noted that in species assigned to *Lepidocyclina* s. str. types are known which, with respect to the size of their nepionic chambers, are more similar to representatives of the preceding type (sub 2), e.g. *Lep. (Lep.) maracaibensis* Hodson (1926, pl. 6, fig. 2).

Remarks: Besides these forms displaying a single well definable nepiont several authors have also assigned to the *Polylepidines* megaspheric forms which are nothing but compound individuals ("Doppelschalen" or "Mehrfachschaalen" of Rumbler 1902), and which, therefore, show an aberrant centre. These compound forms showing the so-called "gigantism" will be further discussed below (Chapters IV E and V).

From the above remarks it will be clear that as is the case with the shape of the initial apparatus, there is no sharp line of demarcation between the quadriseiral nepionts of the *Polylepidines* and those of the subgenus *Lepidocyclina* s. str. It is not impossible, moreover, that the differences between the three quadriseiral types are gradual.

IV. Enumeration of the species of *Polylepidina*.

This chapter is devoted to a discussion of several *Lepidocyclines* which are assigned to *Polylepidina* or which according to the present author, may be included in it. This enumeration makes no pretension to being exhaustive. Several data are meanwhile

recorded which will be of use for the further consideration. The species are grouped according to their nepionts. "*Lep. (Polylep.) punjabensis*" will be treated in the chapter on the *Orbitocyclines* (VIII A).

A. WITH A REDUCED UNISERIAL NEPIONT.

1. *Lep. (Polylep.) antillea* Cushman (1919, p. 63, pl. 3, fig. 3; Cushman 1920, p. 78, pl. 35, figs. 4, 5; Vaughan 1924, p. 800, pl. 35, figs. 1-3; Vaughan 1929, p. 292, figs. 5-7; Cole 1938, pl. 10, fig. 3). The nepionic formula of Cole's specimen of pl. 10, fig. 3 is (P + 8a + S). Median chambers open arcuate. In the megaspheric generation more lateral chamberlets than with *Lep. Gardnerae* of Cooper's Mill or Gramberry Well 1, arranged in rather regular tiers or, put more exactly, in less irregular tiers. Roofs and floors of various thicknesses (see Cole 1938, pl. 10, fig. 1).

Cushman 1919 (p. 63) describes the test as evenly biconvex, lenticular; with strongly papillate centre; in 1920 (p. 78) "with very heavy and numerous pillars" (this statement possibly refers to the vertical section of the microspheric form of pl. 3, fig. 3). The megaspheric generation appears to possess strong pillars too (Cole 1938, p. 48).

2. *Lep. (Polylep.) barkeri* Tan 1936, p. 248 = *Lep. chiapasensis* Barker & Grimsdale non Vaughan p.p. (Barker & Grimsdale 1935, p. 240, pl. 33, figs. 3-5; pl. 32, fig. 14; pl. 33,

fig. 1; pl. 35, fig. 8, *non* fig. 7). The nepionic formula of Barker & Grimsdale's specimen of pl. 35, fig. 8 is: $(P + 6a + 0?S)$. Median chambers open arcuate. The megaspheric generation shows few lateral chambers, more or less irregularly distributed, partly provided with thick roofs and floors. In some specimens there is a decidedly scant development of lateral chambers.

Vaughan describes the test of *Lep. chiapasensis* s. str. as lenticular, and the sculpture consisting of small papillae. In contrast Barker & Grimsdale's specimens bear strong pillar-heads, they may even be termed pustulate. *Lep. barkeri* is very similar to the uniserial type of *Lep. gardnerae* Cole, if not identical.

3. *Lep. (Polylep.) barkeri* Tan var. *subplana* Barker & Grimsdale. (*Lep. chiapasensis* var. *subplana* Barker & Grimsdale 1936, pl. 31, figs. 1, 2; pl. 32, figs. 12, 13; pl. 33, fig. 8; pl. 35, fig. 6; pl. 37, fig. 7; Tan 1936, p. 248). The nepionic formula of Barker & Grimsdale's specimens of pl. 35, fig. 6; and pl. 37, fig. 6, is: $(P + 8a + S)$. The same type of median and lateral chambers, and sculpture as in *Lep. barkeri typicus*.

According to Barker & Grimsdale the (external) diameter of the protoconch varies from 0.10×0.13 mm to 0.2×0.25 mm.

4. *Lep. (Polylep.) gardnerae* Cole p.p. (Cole 1938, only pl. 10, fig. 4); pl. II, fig. 6 of this paper.

The populations I have available will first be described.

Loc. Gramberry Well 1. Florida.

Including Cole's specimen of 1938 (pl. 9, fig. 8), there are 14 median sections available for discussion, exhibiting two different nepionic types.

Reduced uniserial (pl. II, fig. 6): 3 specimens. The single nepionic series can be represented by the following formula: $(P + (4-5) a + S)$. It may be as short as that of Cole's specimen of pl. 10, fig. 4 (loc. Cooper's Mill), or longer and similar to Cole's specimen of *Lep. antillea* (pl. 10, fig. 3).

Biserial (pl. II, fig. 5): 11 specimens. The nepionic series are as follows: $[P + (3-6) pa + (0-1) S + (3-4) da (+ P)]$; in most cases $[P + 4pa + 1S + 4da (+ P)]$. In 4 specimens the protoconchal series contains more chambers than the deuteroconchal one, in 4 other cases the same number is found, and in 1 specimen a smaller number is determined (in the remaining 2 cases the number of the protoconchal chambers could not be determined).

Loc. Cooper's Mill, Texas.

Cole's specimens of 1929 (pl. 2, figs. 2) and 1938 (pl. 9, figs. 2, 4; pl. 10, fig. 4) included, 6 median sections can be discussed. Similarly with Gramberry Well 1 two nepionic types are present.

The *reduced uniserial type* is figured by Cole (pl. 10, fig. 4). Its nepionic formula is $(P + 6a + 0S)$. The further "peri-embryonic" chambers of that specimen are not nepionic in the sense used in this paper, though they still belong to the juvenarium.

The *biserial type* is shown by the other 4 specimens (Cole's specimen of 1929, pl. 1, fig. 5 is a possible representative of this type, but it is not considered here). The nepionic formula is as follows: $[P + (4-5) pa + (0-1) S + (2-5) da (+ P)]$. The symmetric chamber is absent in one case only.

So two types of nepionts coexist in the same locality, the biserial being the more frequent. This coexistence refers to two consecutive types of the nepionic bioseries.

In general the protoconchal nepionic chambers are slightly or even distinctly larger than the deuteroconchal ones. The first post-auxiliary nepionic chambers are the largest of the series, they may even be larger than the auxiliary chamber, and are invariably larger than the surrounding median chambers. The earliest nepionic chambers are usually of about the same size as the initial ones.

In most cases the deuteroconch is smaller than the protoconch; the dividing wall (which is not preserved in many cases) may be slightly convex or plane. The internal diameter of the protoconch varies from (0.13?) 0.19—0.29 mm (measured along an axis perpendicular to that across both chambers).

Except for the protoconchal stolon the stolons of the median plane have been observed. Median chambers are usually open arcuate.

Few lateral chambers, irregularly distributed, partly with thick roofs and floors. "In some specimens the lateral chambers may be missing" (Cole 1929)⁴. The vertical section of the specimen from Escambia County, Alabama (Cole 1938, pl. 10, fig. 5) exhibits more lateral chamberlets than the specimens of Gramberry Well 1, that I have available (see pl. I, fig. 2). In this respect the Alabaman form is more similar to *Lep. antillea* Cushman (Cole 1938, pl. 10, fig. 4).

The test is plano- to flat biconvex and pustulate, though specimens with smaller pillars are not wanting.

Vaughan is of the opinion that *Lep. gardnerae* is a synonym of *Lep. antillea* (1932, p. 97). In contrast Cole (1938, p. 47) states that in axial section the differences "are of a magnitude which warrants specific distinction." The distinction based on the development of lateral chambers and the pillars is rather unsafe, in my opinion; and the very rapid expansion of the median layer holds good only for the microspheric generation of *Lep. antillea* — so far known —; with the megaspheric *Lep. antillea* there is a similar regular increase as in *Lep. gardnerae* (cf. Cole 1938, pl. 10, figs. 1 and 5). I am, therefore, inclined to agree with Vaughan, at least for the matter of the uniserial type. The differences are, without doubt, too slight and too inconstant.

It is pointed out that *Lep. barkeri* Tan may be a synonym of the uniserial *Lep. gardnerae*.

4) This statement is not repeated in Cole's paper 1938, p. 47, when the species is compared with *Lep. (Polylep.) antillea*. The eventual specimens without lateral chambers would represent an *Eulinderina*.

B. WITH A BISERIAL NEPIONT.

1. *Lep. (Polylep.) gardnerae* Cole p.p. (1936, only pl. 9, figs. 2-4, and pl. II, fig. 5 of the present paper).
2. *Lep. (Polylep.) grimsdalei* Tan 1936 (p. 248) = *Lep. chiapasensis* Barker & Grimsdale 1936, p.p. (pl. 35, fig. 7; non fig. 8).

The nepionic formula of the specimen quoted is: $[P + 4pa + S + 3da (+ P)]$.

For further data see *Lep. gardnerae* and *Lep. barkeri* respectively in the preceding paragraph A.

C. WITH A QUADRISERIAL NEPIONT.

In chapter III it has been stated that this type can be further differentiated. The species will,

therefore, be grouped according to the nepionic details recorded.

 α . WITH AN ASYMMETRIC QUADRISERIAL NEPIONT.

1. *Lep. (Polylep.) chiapasensis* Vaughan 1924 (p. 808, pl. 30, figs. 1-3; Vaughan 1929, fig. 3; non Barker & Grimsdale 1936).

In my paper of 1935 (p. 117) the only section known of a toptype enabling a rather certain analysis, has been described (refers to Vaughan's figure of 1929a, fig. 3). It probably represents a present type displaying the following nepionic formula: $[P_1 + xpa + ?S + xpa + P_2 + 1da + S + 2da (+ P_1)]$. This result does not imply that the population displays this type exclusively.

The nepiont consists of chambers which are distinctly larger than the surrounding median chambers. The protoconch may be smaller than or of the same size as the deuteroconch. An "isolepidine" appearance is not recorded by Vaughan.

Median chambers usually open (= truncated) arcuate. I have no first-hand knowledge of the development of the lateral chambers, but according to Vaughan (1924, p. 808) they are not greatly developed, being irregular in size and shape, the floors and roofs thick, with small chamber cavities. It is probable that no regular tiers are developed, otherwise Barker & Grimsdale would not have identified their "*chiapasensis*" with Vaughan's, as with the former these tiers are lacking (Barker & Grimsdale 1936 pl. 32, fig. 14; pl. 33, fig. 1).

Lep. chiapasensis is the subgenerotype of the subgenus *Polylepidina*. Unfortunately some essential features such as the nepiont and the lateral chambers of the holotype are not completely known.

2. *Lepid. (Polylep.) sp.* Barker 1932, pl. 22, fig. 3.

The nepiont of this form is clearly asymmetric. Its nepionic formula is: $[P_1 + 3pa + 0S + 2pa + P_2 + 2da + S + 2da (+ P_1)]$. One of the primary auxiliary chambers and its early post-nepionic chambers are distinctly larger than the surrounding median chambers. According to the figure the median chambers are open or pointed arcuate. The dividing wall between the initial chambers is curved.

There are no data available concerning the lateral chambers and the ornamentation.

3. *Lep. (Polylep.) variabilis* L. Rutten (1928, p. 942, pl. 1 figs. 13-22; text-figs. 23a-h, 24a-c).

This species is represented by both normal and compound individuals. The normal ones display a

certain asymmetric quadriserial nepiont. According to Rutten's text-fig. 23a the nepionic formula is: $[P_1 + xpa + ?S + xpa + P_2 + 3da + S + 2da + P_1]$. The nepionic chambers are in part larger than the surrounding median chambers. The initial chambers are distinctly different from the "isolepidine" shape, due to the different size of the two chambers.

The median chambers are usually open arcuate. Unfortunately no axial section of a megaspheric form has been published, but from the axial section of the microspheric individual (Rutten pl. 1, fig. 17) it can be concluded that lateral chamberlets are likely to be well developed and arranged in tiers.

The abnormal specimens will be treated in paragraph E. The test is finely papillate, sometimes with a distinct central tubercle. Rutten mentions the swollen periphery as a characteristic of the species. The test seems to be evenly biconvex lenticular. An umbo has not been recorded.

- Lep. (Polylep.) zeijlmansi* Tan (1936, p. 7, pl. I).

In the twelve well-cut sections I have available the nepiont is invariably asymmetric. The nepionic formula is $[P_1 + (1-3) pa + (0-1) S + (0-1) pa + P_2 + (1-2) da + S + (2-3) da (+ P_1)]$; mostly $[P_1 + 2pa + S + 1pa + P_2 + 2da + S + 2da (+ P_1)]$. One of the specimens possesses an adauxiliary chamber; its nepionic apparatus is as follows $[P_1 + 2pa + S + 1pa + P_2 + S + 1da + Ad + S + 1da (+ P_1)]$. It represents an exception in the Polylepidines. All or only the first nepionic chambers developed from the larger auxiliary chamber are larger than the surrounding median chambers. The latter is the more usual.

The larger auxiliary chamber may be larger than the second initial chamber or of the same size. The protoconch is usually smaller than the deuteroconch.

The internal diameter of the protoconch varies from 0.09-0.2 mm (measured along an axis perpendicular to the axis across both initial chambers).

The median chambers are usually pointed arcuate, open arcuate ones are infrequent. There are many lateral chambers, arranged in regular tiers. The surface of the lenticular to flat biconical, infrequent umbonate test is finely papillate; in the centre some stronger pillars are found.

Lep. zeijlmansi is the only species hitherto known representing the polylepidine nepionic type in the East Indies, as well as the group of Lepidocyclines

with arcuate chambers (the so-called *Orbitoina* v. d. Geyn & v. d. Vlerk 1935). The localities are confined to a small region in Central Borneo, and up till now a similar type has not yet been established in any other region of the East Indies and Indopacific islands, though the known Eocene

occurrences are numerous. This fact is remarkable, suggesting that it may be older than Eocene, e.g. Cretaceous. Morphologically the species resembles most the American Eocene forms, a conclusion which agrees with geologic evidence.

β. WITH A SYMMETRIC QUADRISERIAL NEPIONT.

The species included in this group may not be constant with respect to the relative size of the early or of all nepionic chambers compared with the surrounding median chambers. An attempt will be made

to arrange them according to decreasing relative size (see Chapter VI).

Some species have been discussed in spite of the fact that they were originally assigned to the subgenus *Lepidocyclina* s. str.

a. GROUP OF LEP. PROTEIFORMIS VAUGHAN.

(see Chapter VI).

1. *Lep. (Polylep.) proteiformis* Vaughan (1924, p. 810, pl. 32, figs. 1-7; Vaughan 1929a, fig. 8; Barker & Grimsdale 1936, pl. 33, fig. 3; pl. 36, fig. 5; Cole 1938, pl. 10, figs. 6-9).

The specimens figured by Vaughan 1924, figs. 3, 4; 1929, fig. 8; and Barker & Grimsdale 1936, fig. 5 (it is to be noted that in this figure the nepiont is orientated with a vertical dividing wall between the initial chambers) display relatively large nepionic chambers. In Cole's specimens, being topotypes of Vaughan's, the nepionic chambers are smaller, though a slight difference in size with respect to the median ones, is still present. The initial chambers are different in size; whether they may also show an "isolepidine" aspect I cannot deduce from Vaughan's description of 1924.

The nepionic formulae of the specimens quoted are as follows:

Vaughan's fig. 8: $[P_1 + 2pa + S + 2pa + P_2 + 2da + OS + 2da + (P_1)]$;

Cole's fig. 9: $[P_1 + 3pa + OS + (5?) pa + P_2 + 2da + S + 2da + (P_1)]$;

Barker & Grimsdale's pl. 36, fig. 5: $[P_1 + 2pa + S + 2pa + P_2 + 1da + S + 1da (+ P_1)]$

The median chambers are usually pointed arcuate; few are truncate arcuate.

"The lateral chambers are not uniform in size or regular in arrangement" according to Vaughan (1924), but specimens with many lateral chambers found in regular tiers are present (Cole 1938, fig. 6 — representing a topotype; Barker & Grimsdale 1936, pl. 33, fig. 3).

In 1936 Vaughan mentions the presence of radial stolons in the median plane, but from the pointed arcuate shape of the median chambers it is probable that these stolons are not the rule. The species is therefore, not transferred to *Actinosiphon* Vaughan 1929.

The test is compressed lenticular and finely papillate.

2. *Lep. "(Lep.)" aff. kugleri* Todd & Barker 1932 non Gorter & v. d. Vlerk 1932 (Todd & Barker 1932, p. 538, pl. 40, fig. 2; pl. 41, fig. 5; pl. 42, fig. 1).

Todd & Barker's fig. 2 on pl. 40 shows an infantile apparatus which, by the peculiarities exhibited by the initial chambers and the large size of the nepionic chambers, is polylepidine rather than isolepidine. Gorter & v. d. Vlerk (1932, p. 106) already state that specimens are known possessing "one or two chambers at both ends of the intermediate wall, having a larger diameter than the other equatorial chambers. Thus a transition is developed to the subgenus *Polylepidina*". The nepionic formula of the specimen quoted is: $[P_1 + 1pa + S + 1pa + P_2 + 1da + S + 1da (+ P_1)]$.

Median chamberlets pointed arcuate to ?spatulate. Numerous lateral chamberlets arranged in regular tiers.

The biconical to globose test bears pillars.

3. *Lep. "(Lep.)" peruviana* (Cushman) in Todd & Barker 1932 (p. 535, pl. 41, figs. 1-4; pl. 42, fig. 2, 3, 5-7).

The nepionts are shown in the figs. 6, 7 on pl. 42; the primary auxiliary chambers are relatively large, and moreover, the dividing wall between the initial chambers may be slightly curved (see Todd & Barker's text on p. 536 and their fig. 7 on pl. 42). In 1937 Vaughan describes a *Lep. peruviana* from SW Ecuador of which the nepionic apparatus consists of relatively smaller chambers, so that they may be considered as isolepidine, though the shape of the initial chambers differ from the standard (Vaughan 1937, fig. 118-6 opposite to p. 171).

The nepionic formulae of the specimens quoted are: Todd & Barker's fig. 6: $[P_1 + 2pa + S + 2pa + P_2 + xda + ?S + xda (+ P_1)]$.

„ „ fig. 7: $[P_1 + 2pa + S + 2pa + P_2 + 1da + S + 1da (+ P_1)]$.

Equatorial chambers vary in shape from pointed arcuate to ogival. Lateral chambers numerous and arranged in regular tiers.

The test is thick lenticular and bears pillars.

4. *Lep. "(Lep.)" aff. sherwoodensis* Vaughan in Todd & Barker 1932 (p. 537, pl. 40, fig. 1, pl. 41, fig. 6; pl. 42, fig. 4).

The infantile apparatus is figured on pl. 40, fig. 1. Todd & Barker already remark that the nepionic chambers are larger than the later equa-

torial chambers, and therefore, it is better to call the type polylepidine. The nepionic formula is as follows:

$$[P_1 + 3pa + 0S + 2pa + P_2 + 4?da + 0?S + 0?da (+ P_1)].$$

b. GROUP OF LEP. ADKINSI VAUGHAN.

(see Chapter VI).

1. *Lep. (Polylep.) adkinsi* Vaughan (1924, p. 809, pl. 31, figs. 1-5; 1929a, fig. 4).

Vaughan already states in 1924 (p. 809, footnote) that "in some specimens they (initial chambers) far exceed in size the smaller chambers (= nepionic chambers), and produce an embryonic apparatus of isolepidine appearance." But specimens are represented of which the nepionic chambers are relatively larger. Comparing the nepiont of Vaughan's specimen of 1929, fig. 4 with that of *Lep. (Lep.) yurnuganensis* Cushman in Vaughan's paper of 1933 (pl. 11, fig. 4) it is indeed not easy to maintain that the former initial type is not "isolepidine." The nepionic formula is as follows: $[P_1 + 2pa + S + 2pa + P_2 + 3da + 0S + 3da (+ P_1)]$.

The median chambers are truncate to pointed arcuate; diamond-shaped ones, however, do not fail. According to Vaughan's pl. 31, fig. 2 (1924) the pointed arcuate ones are very general in the later median rows, and the open arcuate ones in the centre; but this specimen is microspheric.

The lateral chambers are irregular in shape and size, with irregularly thin floors and roofs, but compared with e.g. *Lep. gardnerae* the lateral chamberlets are much better developed. This statement refers to Vaughan's small specimen in fig. 4, pl. 31 (1924).

The test is compressed lenticular and finely papillate.

2. *Lep. "(Lep.)" maracaibensis* Hodson (1926, p. 24, pl. 6, figs. 2-4).

The nepionic formula is: $[P_1 + 1pa + S + 1pa + P_2 + 1da + S + 2da (+ P_1)]$. The nepionic chambers are, in part, larger than the surrounding median chambers. These latter are usually pointed

Median chamberlets diamond shaped. Lateral chamberlets numerous and arranged in regular tiers.

The test is thick lenticular and bears papillae.

arcuate, though open arcuate ones are not exceptional in the centre. There are numerous lateral chambers, arranged in regular tiers.

The biconical test is papillate.

3. *Lep. (Polylep.) zuliana* Hodson 1926 (p. 25, pl. 7, figs. 1-3).

The nepionic formula is: $[P_1 + 2pa + S + 2pa + P_2 + 3da + 0S + 2da + (P_1)]$ or $[P_1 + 2pa + S + 2pa + P_2 + 1da + S + Ad + 0S + 2da (+ P_1)]$. The nepionic series consist of chambers which, in part, are of the same size as the surrounding median chambers. The primary auxiliary chambers are slightly deformed. In my opinion there is more reason to assign this form to the subgenus *Lepidocyclus* s. str. than e.g. *Lep. (Lep.) aff. sherwoodensis* Vaughan in Todd & Barker's paper 1932 (p. 537). It is also to be noted that, if *Lep. maracaibensis* Hodson (1926, pl. 6, fig. 2) represents a *Lepidocyclus* s. str., there is as much reason to determine *Lep. zuliana* Hodson as a *Lepidocyclus* s. str. as well.

The median chambers are usually pointed arcuate. Numerous lateral chambers are present, arranged in tiers.

In 1935, p. 117, I suggested the presence of an adauxiliary chamber, but this statement needs verification. Due to the indistinctness of the figure at the critical place, there is just a chance that such an auxiliary chamber is absent (see the above formulae).

The test is lenticular and papillate.

It would be interesting to investigate in how far *Lep. zuliana* grades into *Lep. maracaibensis* Hodson.

D. FORMAE INCERTAE SEDIS.

1. *Lep. (Polylep.) discoidalis* Barker & Grimsdale 1936, p. 241, pl. 31, figs. 6-10; pl. 33, fig. 2; pl. 36, figs. 4, 6).

Unfortunately it is impossible to analyse the nepiont of this species (Barker & Grimsdale pl. 36, fig. 4).

Median chamberlets mostly pointed arcuate. Vertical sections "show thick laminae of shell substance with irregularly developed lateral chambers almost confined to a narrow zone near the surface of the test." The lateral chambers do not exhibit an arrangement in regular tiers. From these features the species may represent a less advanced form than *Lep. proteiformis*.

The test is discoid and almost smooth.

2. *Lep. (Polylep.) kinlessensis* Vaughan (1928, p. 286, pl. 47, figs. 1-6).

The nepionic apparatus is unfortunately incompletely known, so that no exact determination is possible. Pl. 47, fig. 4 shows that two nepionic series are probable. Median chamberlets are open or pointed arcuate. Few layers of lateral chamberlets, arranged in more or less irregular tiers. Walls between successive layers of lateral chambers may be very thick. From these features the form may approximately represent the same stage as *Lep. chiapasensis*.

The test is compressed lenticular, provided with strong papillae.

I agree with Barker & Grimsdale (1936, p. 240) that the original determination as a *Pliolepidina* is not correct. According to these authors the species probably belongs to the synonymy of *Polylep. chiapasensis*.

E. ABNORMALITIES DETERMINED AS POLYLEPIDINA.

1. *Lep. (Polylep.?) churugaritana* Hodson 1936 (p. 27, pl. 7, figs. 7, 8).

The juvenarium of this species being unknown, it had better be left out of consideration.

2. *Lep. (Polylep.) mirandana* Hodson 1926 (p. 27; pl. 7, figs. 4-6).

Hodson's fig. 4 exhibits two normal protoconches, whereas the deutoconches have fused together giving rise to the "third" large initial chamber. Median chambers ogival. Lateral chambers numerous, arranged in regular tiers.

It remains to be investigated, whether this "species" is not a mere compound *Lep. (Polylep.) weeksi* Hodson of the same locality. (For the definition of "compound" I would refer to chapter V).

3. *Lep. (Polylep.) vanslobbeni* M. G. Rutten & Vermunt 1932 (p. 238; pl. 1, fig. 11; pl. 2, fig. 9; pl. 3, figs. 3-4).

The specimens of pl. 1, fig. 11, and pl. 3, fig. 4 possess each two "isolepidine" initial apparatusi. The

same number may be present with pl. 2, fig. 9, but the figure is not very distinct. Median chamberlets ogival. Lateral chambers numerous, arranged in regular tiers.

The species displays the same type of initial apparatus as e.g. *Lep. (Lep.) schotborghi* M. G. Rutten & Vermunt. If the latter represents a "isolepidine" type, *Lep. vanslobbeni* does so as well.

4. *Lep. (Polylep.) variabilis* L. Rutten 1928 (p. 942; pl. 1, fig. 13-22; text-figs. 23a-h, 24a-e).

Besides a normal specimen (pl. 1, fig. 14; text-fig. 23a, e, and f), L. Rutten figured a specimen with two initial apparatusi (pl. 1, fig. 15, text-fig. 23b), and one with as many as six initial apparatusi (pl. 1, fig. 13; text-fig. 23c). The other figures of Rutten cannot be well interpreted. The normal specimens have already been discussed in a preceding paragraph. The fifth chamber seen in fig. 15 of pl. 1 is most probably a primary auxiliary chamber.

V. Discussion of the Polylepidines enumerated.

It appears that four different nepionic types are included in the subgenus *Polylepidina* Vaughan, viz.

- A: the reduced uniserial nepiont (= the reduced *Eulinderina* apparatus);
- B: the biserial nepiont;
- C: the quadriserial nepiont;
- D: compound individuals.

As a matter of fact the compound individuals being anomalies should not be included in a definite subgenus, merely on account of their anomalous nature! The subgenus is, therefore, restricted to the remaining three nepionic types, all of which are well and exactly to be differentiated from each other.

In former papers on the *Lepidocyclinids* and *Miogypsinids* I have suggested that these three types represent consecutive stages of an orthogenetic bio-series, in which the phylogenetic acceleration of the nepionic stage becomes manifest. Further and stronger evidence in support of this theory will soon be published, at least concerning the *Miogypsinids*. As for the *Lepidocyclinids* the elaboration of the theory is less advanced (see also Chapter XI), but let us apply the phylogenetic acceleration of the nepionic development as a working hypothesis and see to what result it leads in the case of the megaspheric polylepidine species recorded in the foregoing chapter.

The reduced uniserial group includes lenticular, non-biconical forms which are characterized by open arcuate median chambers, and a few lateral chambers not arranged in regular tiers.

By means of the nepiont they can — so far as is known — be differentiated in an exact manner from the next preceding group in the lineage of *Lepidocyclina*, viz. those developing a longer uniserial nepiont (e.g. *Lep. (= Eolepidina* nom. nov.) *semi-*

radiata (Barker & Grimsdale 1936) Tan 1936, p. 247 (see Barker & Grimsdale 1936, pl. 35, figs. 1, 2; pl. 37, fig. 1). From the biserial group, too, precise distinction is possible on account of the nepiont.

The biserial group is nepionically well differentiated from both the preceding and the next group. In other features they are identical with the reduced uniserial forms; as a whole they seem clearly distinguishable from the quadriserial group, though transitions are to be expected.

The quadriserial group displays forms which on the one hand show features also found in the biserial group (e.g. the few lateral chambers, the open arcuate median chambers, and the large nepionic chambers of *Lep. chiapasensis* Vaughan and on the other hand types that may be or have indeed been classified as *Lepidocyclina* s. str. e.g. *Lep. aff. kugleri*, *peruviana*, *aff. sherwoodensis*, *adkinsi*, *maracaibensis* and *zuliana*. In other words, they may exhibit features such as: an "isolepidine" initial apparatus, relatively small nepionic chambers, predominantly pointed arcuate to diamond-shaped median chambers, many lateral chambers arranged in regular tiers, and a thick biconical test (which latter feature is most apparent in the symmetric quadriserial group)⁵⁾.

5) The subgenus *Lepidocyclina* s. str. displays a greater variability than is mentioned here, e.g. species are known which develop spatulate or hexagonal chambers e.g. *Lep. (Lep.) canellei* Lem & H. Douv. 1904, or an initial apparatus which can be classified as nephrolepidine e.g. in *Lep. (Lep.) yurnagunensis* var. *morganopsis* Vaughan 1933. It may also show a polygonally arranged median layer e.g. *Lep. (Lep.) asterodisca* Nuttall 1932. For the present discussion this greater variability is not essential.

All this signifies that there is an apparent gradual transition between the polylepidines such as *Lep. proteiformis* and the "isolepidines". The extreme shapes are very different, but with the intermediaries an exact determination is difficult.

In the preceding discussion some species have been left out of account, viz. the *formae incertae sedis*, the anomalous compound species, and "*Lep. (Polylep.) punjabensis* Davies". The latter species does not fit well into the above scheme; the biserial nepiont being accompanied by rautiform and spatulate median chambers, whereas open arcuate shapes are, if present, confined to the most central portion of the median layer only; besides, numerous lateral chambers are present, arranged in regular tiers.

According to the nepiont and taking the Polylepidines as a standard we could expect open arcuate median chambers and few lateral chambers in "*Lep. punjabensis*". Does this species represent a polylepidine Lepidocyclina? The question will be treated in Chapter IX. In anticipation of the results the opinion is put forward that the Punjab species is probably an *Orbitocyclina*, and that it is unlikely that it represents a *Polylepidina*.

The compound forms recorded above (the obscure *Lep. churugaritana* Hodson, excepted) represent abnormalities which — as already explained by Vaughan (1933, p. 284) — undoubtedly are nothing but "compound" individuals (= Rhumbler's "Doppeltschalen", "Mehrfachverschmelzungen" 1902). A compound individual contains more than one initial apparatus; i.e. originally it represented more individuals; in the present examples these constituent individuals have completely lost their individuality after fusion has taken place, for the subsequent (= "postjugal" of Rhumbler) mode of growth is that of a normal individual. Adopting Rhumbler's terminology the species are "univalent". The compound individual is, moreover "complanal," i.e. the constituent individuals are found lying in the same plane.

Various authors have thus extended the definition of *Polylepidina* so as to include complanal, univalent, compound individuals. Being abnormalities the features shown by the compound centre in toto have no value for classification⁶⁾. The single constituent individuals can at most be applied to this purpose, provided they are not too deformed. Compared with *Lep. (Lep.) schothorghi* M. G. Rutten & Vermunt, there is as much reason to consider e.g. *Lep. vanslobbeni* as a representative of *Lepidocyclina* s. str. *Lep. variabilis* is, for instance, polylepidine, not because it is a compound form, but from the features of the normal nepiont.

With respect to the compound individuals it is remarkable that in all types recorded above, — the abnormal specimens of "*Lepidorbitoides*" *rutteni* Thiadens and "*Lep. (Polylep.) punjabensis*

Davies of the Dhak Pass and Patala Nullah (still to be discussed) included — fusion took place when the constituent individuals were still very young. In *Lep. mirandana* the deuteroconch was even not finished. In *Lep. vanslobbeni* and *variabilis* the individuals fused after the completion of the initial apparatus, but before the whole juvenarium was ready. This is obvious from the absence of nepionic chambers separating neighbouring initial apparatus. There is one possible exception viz. *Lep. variabilis* of L. Rutten's pl. 1, fig. 13, which, between the initial chambers farthest to the right and the neighbouring one, shows a zone of non-initial chambers. This exception is a possible example that one of the coalescing individuals is slightly older than the others.

In the examples of *Lep. punjabensis* coalescence happened after the completion of the nepionic apparatus, or nearly so. Due to this circumstance the various nepionts could still be analysed.

All these examples show that the fusing individuals were of nearly the same age; they are "aequal" in Rhumbler's terminology.

The investigation of the Lepidocyclinids has yielded data showing that the evolution of this family is most probably well recorded by the nepionic apparatus. Taking all evidence together (see also Chapter XI), it is probable that in the Lepidocyclines under consideration the (1) reduced uniserial, (2) the biserial, (3) the asymmetric quadriserial, and (4) the symmetric quadriserial nepionts are consecutive stages of the nepionic bioseries; in this bioseries the so-called nepionic acceleration discussed at length on former occasions, becomes manifest.

It is easy to show that this acceleration is accompanied by changes in other features, viz. — to confine myself to the polylepidines:

- (1). The increase in size of the deuteroconch with respect to the protoconch, until they become isolepidine. (This process is continued in the later lepidocyclines so as to develop forms such as *Eulepidina* and *Trybliollepidina*).
- (2). The decrease of the relative size of the nepionic chambers.
- (3). The changes in shape of the median chambers, viz. (a) open arcuate, (b) pointed arcuate, (c) rautiform to ogival (A subsequent stage is the spatulate shape).
- (4). The greater development of lateral chamberlets.
- (5). The flat lenticular forms becoming biconal.

A more complete enumeration of the bioseries of other features, including their continuation in more advanced forms, is given in my paper of 1936a, p. 11. These bioseries explain the fact of the existence of some correlation between the various features in the quadriserial group, viz. the more similar the nepiont to the biserial group the more the other features are in agreement as well, and the greater the nepionic differences, the more the other characteristics resemble those of the "Isolepidines".

6) Hanzawa's "*Multilepidina*" may similarly represent a compound form.

It is noteworthy that the pillars cannot be arranged in a bioseries, they do not display a regular progressive change.

An indication of the exactness of bioseries (3) is found in microspheric forms characterized by spatulate median chambers in the periphery of the median plane. From their investigation the following theoretical ontogenetic sequence can be deduced: (a) open arcuate, (b) pointed arcuate, (c) rautiform to ogival, (d) low spatulate, and (e) high spatulate, e.g. *Lep. (B) hodgensis* Vaughan & Cole (Vaughan 1933b, p. 23, pl. 12, fig. 5), or *Lep. (B) gigantea* K. Martin (Tan 1935a, pl. 3, fig. 4). It is to be noted that the earlier stages of this theoretical sequence may partly be skipped, due to acceleration.

In a general manner the probability of the bioseries can also be demonstrated if two types very different in stratigraphic age are compared. This investigation was carried out in my paper of 1935b, and 1936a.

Consequently, it appears that in the present case the classification based on the nepionic apparati leads to a reasonable arrangement of other features; the groups obtained, if arranged according to the surmised progression of nepionic acceleration, illustrate the changes which have taken place in the interval between the group of *Lep. semiradiata* to the "Isolepidines". The groups are probably natural, therefore.

It will appear from this discussion that the arguments put forward are indirect, viz. based on interpolations, analogies, and on morphologic data. Though nobody will deny the value of this type of demonstration, it does not render superfluous a "direct" proof; quite the contrary when we realize that the method of investigation is purely descriptive. This direct proof can be obtained only from the study of large populations of known and different stratigraphical age; those derived from the same geologic sequence are most important as they include the least uncertainties.

In this connection I would point out that e.g. the uniserial and biserial *Lep. chiapasensis* non Vaughan, Barker & Grimsdale 1935 is indeed stratigraphically older than the quadriserial *Lep. proteiformis* Vaughan. According to Barker & Grimsdale the former is Lower Middle Eocene and the latter Upper Middle Eocene (see my table of 1936b, p. 238).

VI. Systematic evaluation of the nepionts under consideration.

For the purpose of stratigraphical chronology or biostratigraphy a natural or phylogenetic system seems most adapted as it takes count of the chronological changes which the features have undergone, so that the groups themselves have an index value. This implies that each group should embody forms of the same derivation.

Further differentiations should likewise be natural; this condition is fulfilled if the stages of the same bioseries are applied for the definition of the next smaller groups. The subgenera *Lepidocyclina*

The reduced uniserial group is characterized by the possession of a primary auxiliary chamber devoid of a stolo in the posterior end of its frontal wall, i.e. where it meets the deuteroconchal wall. The first nepionic chamber which develops this posterior stolo (or the first "chambre tristilistique" according to the terminology of Le Calvez 1938, p. 215) is the first post-auxiliary chamber.

In the *Eulinderina*-apparati there are more nepionic chambers without a posterior stolo.

In the biserial group the primary auxiliary chamber itself is the first "tristilistique" nepionic chamber, and in the quadriserial group it is the actual deuteroconch.

Le Calvez's investigations of the living *Planorbulina mediterraneensis* d'Orb., — which displays an arrangement in median plane identical with the primitive Lepidocyclinids such as *Eulinderina* — yielded the result that during ontogenesis of megaspheric individuals provided with one nucleus (being the usual ones) the latter migrates from its original position in the protoconch to later chambers, to cease migration in most cases when it has reached the first "chambre tristilistique". If this phenomenon holds good for the Lepidocyclinids and Miogypsinids we may infer that, with progressing evolution, the distance of migration expressed in the number of chambers to be crossed, is increasingly shortened. The end-phase is attained when the actual deuteroconch is itself "tristilistique", as is illustrated by the quadriserial and multi-auxiliary nepionts both in *Lepidocyclina* and *Miogypsina*.

It will be noted that the above mentioned subgroup of the asymmetric quadriserial forms is not homogeneous with respect to the development of the lateral chambers, neither is the group of the symmetric quadriserial forms uniform in regard to the shape of the median chambers, though the differences displayed by this latter feature are not very distinct. In phylogenetic terms it means that the respective consecutive stages of the bioseries in the nepionic apparatus, that in the lateral chambers, and that in the median chamber do not appear simultaneously, viz. the numerous lateral chambers appear after the biserial nepiont is substituted by the asymmetric quadriserial nepiont; and the narrower median chambers when the stage of the symmetric nepiont has already developed.

These facts indicate the conceivable mutual independence of certain bioseries.

s. str., *Nephrolepidina* H. Douvillé, and *Trybliolepidina* v. d. Vlerk appear to be largely defined on stages of the bioseries in the shape of the initial apparati. As is known, these groups as such have a chronological value. Likewise the differentiation of *Isorbitoina* v. d. Geyn & v. d. Vlerk 1935 from *Lepidocyclina* in the sense of these authors (1935) is based on the bioseries in the stolon-system of the median layer.

One and the same bioseries should give the framework of this further classification. As a matter of

fact the bioseries displaying the best definable and most numerous stages should be chosen.

Still further differentiation will be possible if other bioseries are considered. E.g. in phylogenetic terms H. Douvillé's subgenera *Nephrolepidina* and *Amphilepidina* represent nothing but a further differentiation of a group based on a stage in the bioseries of the initial apparati (approximately the nephrolepidine stage) by consecutive stages of the bioseries in the shape of the median chambers (ogival, and spatulate). The subgenera "*Polyorbitoina*", and "*Isorbitoina*" v. d. Geyn and v. d. Vlerk means a further classification of a group based on a definite stage in the bioseries of the stolonsystem by means of the stages of the bioseries in the initial apparati.

The same natural group of the lowest grade will not be uniform morphologically, there may still be differences in many respects, e.g. arrangement of the lateral chambers, dimensions of several morphologic units, etc. These differences may partly represent bioserial stages, but which may still be unknown. If necessary further differentiation, based on these features, may be made.

One of the groups will be called the species; it is immaterial which of the groups, as much will depend on the actual knowledge of the bioseries and the particular insight of the author. It is essential only that our classification be natural. This does not imply that artificial classifications will not be of practical use, but the opinion is expressed that for the purpose of stratigraphical chronology a system based on the changes which symbolize the progress of geologic time — the bioseries — will be most efficient.

The above views represent the backbone of the system the present author is striving to establish. In all his investigations he has first tried to acquire a conception of the evolution, and then he starts systematizing, instead of systematizing first the multitude of forms according to obvious features, and compiling the system afterwards. In the present paper, therefore, a system will be attempted in which the nepionic evolution is stressed ⁷⁾. This point of view implies that if possible even one and the same population will be differentiated systematically, e.g. *Lep. gardnerae* Cole.

In the Miogypsiniids it appears that in the same populations we may find several types of nepionts, notwithstanding that the representatives are quite identical according to other features. A differentiation appears to be accounted for, if we realize that

7) It is to be noted that the original definition of *Polylepidina* is also based on nepionic features: "Embryonic chambers 4 or 5 in number, of which one or two may be somewhat larger than the others. There may be two subequal chambers somewhat larger than two other subequal chambers, and four chambers so arranged as to form a cross". This definition of Vaughan, quoted from Cushman 1933 (p. 292) refers to the initial apparatus and part of the nepionic chambers.

the nepionic composition of populations of successive age is subject to definite rules.

Supposing that we have the following three consecutive bioserial stages viz. *a*, *b*, *c*. In chronological sequence, we shall find e.g. populations of the following types, viz. (1)*a*; (2) (*a* + *b*); (3)*b*; (4) (*b* + *c*); (5)*c*. And never e.g. the sequence (1)*a*; (2)*c*; (3) (*a* + *b*). It means that the variation curve apparently shifts in a definite (i.e. rectigrade) sense; the primitive stages become gradually extinct, meanwhile the younger ones appear, and gradually attain a greater profusion. (In essentials *Cyclocypeus* shows this type of orthogenesis too).

In population (*b*) stage *b* represents a mutation (in Wagen's sense) of stage *a* of population (*a*). Accordingly a systematic differentiation is accounted for. But in population (*a* + *b*), stage *b* may also be a mere fluctuation, in which case it does not deserve differentiation. As it is impossible to discern *mutation b* from *fluctuation b* in the population (*a* + *b*), one is compelled to draw a boundary between *a* and *b* in population (*a* + *b*) as well; in other words to record the presence of every bioserial stage in every case. In this manner we determine the total time range of a morphologic feature.

From these remarks the importance of the investigation of a great quantity of material is obvious.

As a matter of fact coexistences are very tiresome for the practice of Biostratigraphy. It is e.g. not exact to conclude that a locality which has yielded stage *b* must be younger in all cases than another with a preceding stage *a*. This is true only if it is sufficiently demonstrated that the respective strata contain these stages *exclusively*, but not if our evidence is based on a few specimens ⁸⁾.

Though these coexistences are complications in the biostratigraphical sense, from the phylogenetic point of view they are important, as they prove that two different forms belong exactly to one and the same lineage. Hitherto this has been one of the few means of demonstrating the phylogenetic purity of our material (cf. Tan, 1937, p. 104).

It is self-evident that a classification based on stages of bioseries which mostly are new to science, will result in a grouping of the multitude of forms different from the current one. The splitting of known and generally accepted units cannot be avoided, and eventually new names will have to be proposed. Here we come to the delicate problem of nomenclature.

How designate the groups based on definite nepionts? Taking present usage of nomenclature in the Lepidocyclinids as a standard a designation as subgenus would be accounted for.

It is interesting to note that in contrast to all usual subgenera of the Lepidocyclinids, the eventual subgenera defined by the nepionic apparatus, can partly be sharply demarcated, e.g. the eventual subgenus embodying the

8) It is pointed out that this conclusion implies the supposition that the rate of change in the same bioseries is not subject to much variation. Further researches are needed to settle in how far this assumption is reasonable.

forms with a reduced uniserial nepiont, or that of the biserial nepiont. The subgenus denoting the quadriserial Polylepidines would, however, show an uncertain line of demarcation with respect to the subgenus *Lepidocyclus* s. str. (this latter subgenus taken in the usual sense), but this is the case too with the delimitation of the present subgenus *Polylepidina* from *Lepidocyclus* s. str. (Further researches will show in how far *Lepidocyclus* s. str. can be differentiated further into well definable groups, e.g. by means of the adauxiliary chambers).

With one exception no new names will, however, be proposed now, for the following reasons.

(1). The nepiont of the subgenerotype of *Polylepidina* viz. *Lep. chiapasensis* Vaughan non Barker & Grimsdale is insufficiently known; it would, therefore, be premature to propose new subgenera names for parts of the original subgenus.

(2). Economy of names is to be preferred as long as the essential value of the classification is not diminished.

(3). The chronological value of all the nepionts under consideration still needs direct evidence from the study of polylepidine populations from actual stratigraphical sequences. At present our arguments are indirect. It cannot, therefore, be excluded that e.g. the uniserial and biserial series may appear to coexist in all populations. In this case their differentiation would be superfluous.

Under these circumstances I prefer to preserve Vaughan's subgenus ⁹⁾, and to give it a more definite meaning by differentiating the polylepidines into several groups. The latter will be named after the best known, and in the nomenclative sense safest, species. These groups are:

- A. Group of *Lep. antillea* Cushman or Group of the reduced *Eulinderina* or uniserial nepionts.
- B. Group of *Lep. gardnerae* Cole or Group of the biserial nepionts.
- C. Group of *Lep. zeijlmansi* Tan or Group of the asymmetric quadriserial nepionts.
- D. Group of *Lep. proteiformis* Vaughan ("symmetric polylepidine").
- E. Group of *Lep. adkinsi* Vaughan ("isolepidinoid").

⁹⁾ In 1936, p. 119, I was of the opinion that the various subgenera of *Lepidocyclus* are rather superfluous. This view is now altered in the sense that it is very difficult, if not impossible to find reasons in favour of their preservation other than practical and conventional ones. From an evolutionary point of view there are no arguments to demonstrate the necessity of *Polylepidina*, *Lepidocyclus* s. str. *Nephrolepidina*, and *Tryblilepidina* etc., as well as the extent usually assigned to them.

In cases where the same species appears to include two types of nepionts, the form must be mentioned in their respective groups, but qualified by one of the adjectives: uniserial, biserial, asymmetric polylepidine, symmetric polylepidine or isolepidinoid. I could certainly have proposed some new names in these cases, as in literature many are the species erected on less important features. But it will always be time enough to propose them, when they become necessary.

The possibilities of Groups C, D, and E must still be investigated further. Their differentiation may turn out to be too difficult, as the evidence available indicates the gradualness of the bioserial changes in the quadriserial group. As a matter of fact the investigation of Group E cannot be carried out thoroughly, if the "Isolepidines" are neglected. So the subdivision of the quadriserial nepionic group is wholly provisional.

Group D is meant to include the quadriserial forms which approach Group C, viz.

- Lep. (Polylep.) proteiformis* Vaughan,
Lep. ("Lep.") aff. kugleri s. Todd & Barker,
Lep. ("Lep.") peruviana (Cushman),
Lep. ("Lep.") aff. sherwoodensis s. Todd & Barker.

Group E embodies the isolepidinoid species:

- Lep. (Polylep.) adkinsi* Vaughan,
Lep. ("Lep.") maracaibensis Hodson,
Lep. (Polylep.) zuliana Hodson.

The representatives of Groups A, B, and C appear from the enumeration in Chapter V.

The subgenus *Polylepidina* Vaughan must consequently be defined so as to include Lepidocyclines possessing a reduced uniserial, or a biserial or a quadriserial nepiont. Adauxiliary chambers very exceptional. With a primary auxiliary chamber and a number of nepionic chambers which are distinctly or slightly larger than the surrounding post-nepionic median chambers. With open or pointed arcuate or rautiform median chambers. Spatulate shapes very exceptional. With few or many lateral chambers.

This definition implies the erection of a new subgenus to include *Eulinderina semiradiata* Barker & Grimsdale. The name *Eolepidina* nom. nov. will be proposed as to embody all Lepidocyclines, (i.e. *Lepidocyclinae* Scheffen excepting *Eulinderina* Barker & Grimsdale 1936 emend. Tan 1936c) developing an eulinderine nepiont, i.e. an uniserial nepiont excepting the reduced uniserial polylepidine nepiont. Subgenerotype: *Eulinderina semiradiata* Barker & Grimsdale 1936 (p. 238, pl. 30, figs. 10-12; pl. 12, figs. 15-17; pl. 35, figs. 1-3; pl. 37, fig. 1) emend. Tan 1936c, p. 246.

VII. On *Lepidorbitoides* Silvestri 1907 and *Orbitocyclina* Vaughan 1929.

Stolon-system. Since the investigations of M. G. Rutten (1935a, 1936) the presence of a stolon-system in *Lepidorbitoides* identical with that communicating between similarly shaped median chamberlets of *Lepidocyclinids* can no more be doubted,

viz. arcuate, rautiform or low ogival chambers exhibit only diagonal stolons, but no annular stolons (Rutten 1935a, fig. 8), while spatulate or hexagonal median chambers display both annular and diagonal stolons (Rutten 1936, p. 83). So, in contrast with

Vaughan's statement of 1936 there are two types of stolon-systems, they may, moreover, develop in one and the same specimen. These stolon-systems can be designated as the "four-stolon"- and the "six-stolon-system" respectively (see v. d. Geyn & v. d. Vlerk 1936; Vaughan 1936), denoting the projection on the median plane of the stolon-system and not the actual number present (see Tan 1936a, p. 10). A more exact designation is respectively "without annular stolons", and "with annular stolons" (Tan 1936a, p. 10).

In the European material of *Lepidorbitoides* I have available, representing *Lepidorb. minor* and *socialis*, the stolons are likewise preserved in some sections. In correspondence with the shapes of the median chambers, in *Lepidorb. minor* the system without annular stolons predominates; in the other species it is the system with annular stolons. Besides these stolons the median septa of some specimens exhibit structures which H. Douvillé interpreted as poriferous (cf. H. Douvillé 1921, pl. 8, figs. 3, 4). In my opinion the striae seen in H. Douvillé's vertical section of fig. 3 represent the pectination of the distal part of the median septa. Such structures are known in genuine *Lepidocyclus* too. The "pores" shown by the median septa of H. Douvillé's horizontal section of fig. 4 are most probably the result of recrystallisation. It is a fact that the median septa of that specimen have undergone alteration, as they no longer display the

usual three layers common in all "Orbitoidids", the *Lepidorbitoids* not excepted, viz. the proximal one having disappeared. The "poriferous" septa represent exactly the recrystallized distal (pectinate) layer of normal septa. Another fact which indicates the imperforate nature of the median walls is that in some sections of which the pores in the roofs and floors of the median layer have become visible because impregnated by iron-oxide, no such pores can be detected in the median walls themselves. In view of the above statements the absence of perforated median walls can be considered as sufficiently demonstrated.

Orbitocyclina =? *Lepidorbitoides*. The assumed absence of a stolon-system being the very criterion in favour of the differentiation of *Orbitocyclina* and *Lepidorbitoides*, M. G. Rutten (1935a) infers the synonymy of the genera. This view has since been accepted by van de Geyn & van der Vlerk (1935, p. 222), and by Silvestri 1937, p. 161 (footnote 6) as well.

In my paper of 1935b (p. 116) I pointed out that *Orbitocyclina* and *Lepidorbitoides* still differ in their nepionic development, at least as far as their nepions were known to me at that time. Therefore, I questioned Rutten's conclusion. The present author's investigation of Cuban "*Lepidorbitoides*" will show that there are conclusive arguments in favour of the preservation of Vaughan's genus.

VIII. Enumeration of species of *Orbitocyclina* and *Lepidorbitoides*.

The species of the *Lepidorbitoids* in the sense of Rutten (1935) and Thiadens (1937) that I have investigated, will now be discussed. They are grouped according to their nepions and further classification is possible by means of the shape of

the median rows, and the shapes of the median chambers.

Lepidoc. (Polylep.) punjabensis L. M. Davies will be treated in paragraph VIII A.

A. WITH A BISERIAL NEPIONT OR ORBITOCYCLINA S. STR.

The nepiont of *Orbitocyclina minima* (H. Douvillé) described in my paper of 1935b, p. 114, proves to characterize all the "*Lepidorbitoids*" of Cuba (cf. pl. II, fig. 4). It is identical with the so-called biserial nepiont of the polylepidine *Lepidocyclus* discussed in Chapter III.

In the enumeration below the data are in part compiled from literature, for another they are obtained from a reinvestigation of the Cuban collection at Utrecht. It should be noted that the measurements of the initial chambers recorded mostly refer to the external diameter, i.e. inclusive of the external walls. In one case only they refer to the internal diameter, viz. in "*Lepidorb. rutteni*".

Unfortunately I did not determine the nepionic formulae of the specimens studied by M. G. Rutten and Thiadens, when I was at Utrecht.

1. *Orbitoc. [= "Lepidorbitoides (Lepidorb.)"] macgilavryi* (Thiadens) (1937, p. 101, pl. 16, fig. 9; pl. 17, fig. 7; pl. 19, fig. 4; text-figs. 2A, B; 3K).

The only slide showing a distinct nepiont (d. 15857¹⁰) = Thiadens text-fig. 3K) is biserial. It displays the following nepionic formula: $[P + 3pa + S + 4da (+ P)]$. The initial apparatus is small (0.15 × 0.19 mm). According to Thiadens pl. 16, fig. 9 the median chamberlets are predominantly rautiform; according to my notes low spatulate chambers may also be present at the periphery.

The test is flatly conical; its surface smooth, sometimes finely papillate. Its diameter varies from 2.4 — 3.7 mm.

2. *Orbitocyclina minima* (H. Douvillé) Vaughan (Vaughan 1929b, p. 174, pl. 22, figs. 3-6; = *Polylepidina cardenasensis* Galloway 1928b, pl. 51, figs. 1-6; M. G. Rutten 1935a, figs. 6, 7).

For the description of the nepiont I would refer to my paper 1935b; p. 114. The following nepionic formulae can be read off from the various sections figured in literature, viz:

10) These numbers refer to the thin sections, stored in the "Mineralogisch Geologisch Instituut" of Utrecht, and appropriate for the investigation of the nepiont.

- Vaughan, fig. 3: $[P + 4pa + S + 2da (+ P)]$.
 „ fig. 4: $[P + 3pa + ?S + 3da (+ P)]$.
 Galloway, fig. 3: $[P + 1pa + S + 6da (+ P)]$.
 Rutten, fig. 5: $[P + 4?pa + 0?S + 4?da (+ P)]$.
 „ fig. 6: $[P + 4pa + 0S + 4da (+ P)]$.

The median chambers are arcuate to rautiform. Rutten's Cuban specimens show, moreover, some rows of spatulate median chambers in the periphery of the median plane.

The megaspheric protoconch is from 0.14 to 0.2 mm in diameter (Galloway p. 302) and 0.09 to 0.15 mm according to Rutten. The deuteroconch measures 0.15×0.07 mm to 0.24×0.12 mm (Rutten). H. Douvillé (1927, p. 34) already remarks that the "embryon" is very small. Vaughan's specimen of pl. 22, fig. 3 may show the protoconchal stolo.

The test is slightly lenticular, and finely papillate; with a diameter of 3,5 mm (2-5 mm according to Galloway).

It should be noted that the name "*minima*" is already preoccupied for the designation of an "*Orbitoides*" of Pondicherri which may turn out to be an *Orbitocyclina* (see Vredenburg 1908, p. 207).

3. *Orbitocyclina nortoni* Vaughan 1929 (p. 171, pl. 22, figs: 1, 2).

The nepionic formula of the specimen quoted is: $[P + 2?pa + ?S + 2da (+ P)]$.

The outer diameter of the protoconch is $0,055 \times 0,065$ mm and that of the deuteroconch $0,055 \times 0,090$ mm. The median chambers are arcuate.

The test is slightly lenticular, and very finely papillate; it is 3,5 mm in diameter.

4. *Orbitoc. [= "Lepidorbitoides (Lepidorb.)"] palmeri* (Thi adens) (1937, p. 101, pl. 17, figs. 2, 9, 10; text-figs. 2A, B).

In section d 15873 I determined a biserial nepiont. In three others which are less clear (d 15870, 15874, 15881) I could only establish the absence of ad-auxiliary chambers.

Its initial apparatus measures $0,22 \times 0,30$ mm to $0,34 \times 0,37$ mm, i.e. being larger than that of "*Lepidorb.*" *rutteni* and its var. *armata*. According to my observations the inner median chambers are pointed arcuate, and the peripheral ones spatulate (or sometimes hexagonal).

The flatly conical test is smooth, sometimes very finely papillate. Its diameter varies from 3 — 5 mm.

5. *Orbitoc. [= "Lepidorbitoides (Lepidorb.)"] planasi* (M. G. Rutten) (1935, p. 536, pl. 60, figs. 6, 7; text-fig. 4P).

In two sections the biserial nepiont is certain, in two others probable. According to Rutten's text-fig. 4P the nepionic formula is: $[P + 3pa + 0S + 2da (+ P)]$. The diameter of the protoconch is 0,05 mm to 0,06 mm, that of the second chamber

$0,09 \times 0,05$ to $0,10 \times 0,04$ mm, i.e. smaller than the initial apparatus of *Orbitoc. minima*. The median chamberlets are open arcuate.

The test is very small (1,2 — 1,5 mm in diameter).

6. *Orbitoc. [= "Lepidocyclina (Polylepidina)"] punjabensis* (L. M. Davies) (1937, p. 53, pl. 7, figs. 1 — 8, 14, 16; text-fig. 3; = *Lepidorbitoides tibetica* H. Douvillé (pars) 1916, p. 34, pl. 14, figs. 2a — 3b?).

The following is the complete result of the present author's investigation of the three localities at his disposal viz.

Loc. Dhak Pass.

Three median sections are available, one of which is compound (showing two protoconches). Two nepionic types are represented.

Biserial: Both nepionts of the compound specimen. The nepionic formula of one of the nepionts is: $[P + 3pa + S + 3da (+ P)]$. The other nepiont is not distinct.

Symmetric quadriserial: Two sections. The nepiont is very symmetric. The following nepionic formulae are determined: $[P_1 + 1pa + S + 1pa + P_2 + 1da + S + 1da (+ P_1)]$ (pl. II, fig. 1); $[P_1 + 2pa + S + 2pa + P_2 + 1da + S + 1da (+ P_1)]$.

Loc. Chamil.

Three median sections are available, all of them represent normal individuals. Two types are present.

Biserial: two specimens. One of them (pl. II, fig. 2) shows the following nepionic development: $[P + 3pa + S + 3da (+ P)]$.

Symmetric quadriserial: one specimen. With the following nepionic formula: $[P_1 + 2pa + S + 2pa + P_2 + 1da + S + 1da (+ P_1)]$.

Loc. Patala Nullah.

Two median sections are available, both of compound specimens. One of them displays two and the other three nepionts. All nepionts are biserial. In one instance, exhibited by the "threefold" specimen (pl. II, fig. 3), the following nepionic formula is determined: $[P + 3pa + S + 3da (+ P)]$. The other nepionts are indistinct; in one of them 3pa, and in the other 3da were determined. Davies' section of pl. 7, fig. 14 represents a biserial specimen.

Description of the biserial infantile apparatus.

It appears that the deuteroconch is larger or nearly of the same size as the protoconch, never distinctly smaller. The primary auxiliary chamber is larger than either of the initial chambers, it is of about the same size as the whole initial apparatus (pl. II, fig. 2).

Compound biserial specimens are apparently not rare (pl. II, fig. 3). It is interesting to note that in these specimens the constituent nepionts are of the same nepionic type; besides, both the protoconches and deuteroconches are of practically the same size. The internal diameter of the protoconches (measured perpendicularly to the axis across both initial cham-

bers) is 0,04 — 0,065 mm; that of the deuteroconches varies from 0,04 — 0,06 mm. Unfortunately the details of some of the nepionts are incompletely known. But — as far as is shown — it appears that the various infantile apparati in the same multifold specimens are very similar and of about the same age when they became fused.

The dividing wall between the two initial chambers is slightly convex. The protoconchal stolo was not determined. The stolons of the deuteroconch and further nepionic chamberlets are sometimes preserved; they are of normal type.

The symmetric quadriserial infantile apparatus.

The protoconch (pl. II, fig. 1) may be larger or smaller than the deuteroconch, whereas the primary auxiliary chambers are intermediate in size. In both localities where both the biserial and the quadriserial nepiont occur in coexistence, the initial apparatus of the latter is distinctly larger than that of the biserial type. The internal diameter of the protoconches varies from 0,08 — 0,09 (0,10?) mm, that of the deuteroconch from 0,065 — 0,14 mm (measured perpendicularly to the axis across both initial chambers).

Median chamberlets. In both types, the chambers of the inner rows are arcuate to rautiform, those near the periphery are low spatulate in most sections. The rautiform chambers usually predominate, the arcuate ones are infrequent. In one specimen of the Dhak Pass the spatulate chambers are distinctly predominant (pl. I, fig. 3). Davies already records the presence of stolons in either end of the frontal wall of the median chambers. In one section there are indications of the presence of radial stolons, but there is not sufficient certainty.

"*Lepidoc.*" *punjabensis* can be defined as follows:

Protoconch very small; nepiont biserial or symmetric quadriserial; primary auxiliary chamber relatively large, particularly in the biserial type; median chamberlets arcuate, rautiform and low spatulate shape; the rautiform shape is usual. Many lateral chamberlets, arranged in tiers. Roofs and floors thin.

From the further discussion in chapters IX and X it will appear that the features exhibited by this form agree most closely with those of the American *Orbitocyclines*. The smallness of the initial apparatus, the presence of low spatulate chambers, and the greatly developed lateral chambers provided with thin roofs and floors developed in combination with the biserial nepiont are very important. This combination is unknown in biserial *Polyepidines* up till now. I prefer, therefore, to transfer the species to the genus *Orbitocyclina* Vaughan 1929.

Davies is of the opinion that "*Lepidorbitoides*" *tibetica* H. Douvillé 1916 from Thibet is the probable microspheric companion of "*Lepidocyclina*" *punjabensis* (see also Davies p. 69). The median sections of the small specimens of Douvillé (1916, pl. 14, figs. 2, 3) agree with those of the Punjab form. A very important indication is that the

megaspheric nepiont shown by the specimen in the left part of Douvillé's fig. 3 most probably represents two protoconchal nepionic series, constituted of one single asymmetric nepionic chamber each. In my opinion it is certainly a representative of the quadriserial type.

With respect to the shape of the median chambers the species agrees most closely with the Cuban *Orbitocyclina macgillavryi* (Thiaden's). There are, however, differences in the shape and the ornamentation of the test.

The very thin and flat forms which constitute the small collection I have available from the Dhak Pass and Chamil, and which display small pillars are externally identical with the papillate variants of "*Lepidorbitoides*" *rutteni* Thiaden's constituting the "var. *armata*" of this species. The usual shape of the median chambers is, however, different.

"*Lepidorbitoides*" *tibetica* was first considered as a Danian species, but in 1921 (p. 226) H. Douvillé assigned it to the basis of the Eocene.

Davies is of the opinion that "*Lepidoc.* (*Polylep.*)" *punjabensis* is a certain Ranikot (= Paleocene) form.

7. *Orbitoc.* [= "*Lepidorbitoides* (*Lepidorb.*)"] *rutteni* (Thiaden's) (1937, p. 100, pl. 15, figs. 5, 8, 9; pl. 17, fig. 5; pl. 19, fig. 8; text-figs. 2A, B; 3F, J); pl. II, fig. 4 of the present paper.

According to Thiaden's the nepiont displays two primary auxiliary chambers, thus developing four nepionic series. In the collection of the "Mineralogisch-Geologisch Instituut" of Utrecht I found ten sections with a well-preserved nepiont. All of them — Thiaden's originals (d 15786, d 15802) included — are *biserial*. I could not satisfy myself of the presence of a quadriserial nepiont. At Bandoeng additional sections were made of specimens from locality 130 of Southern Sancta Clara Province, yielding sixteen favourable sections. Every one of them proves to possess a biserial nepiont too. The nepionic formula is $[P + (3-4)pa + (0-1)S + (3-4)da (+ P)]$, but in most specimens: $[P + (3-4)pa + S + 3da (+ P)]$ is determined.

The internal diameter of the protoconch measured perpendicularly to the axis across both initial chambers varies from 0,06 to 0,12 mm; that of the deuteroconch from 0,08 — 0,14 mm. One specimen was compound, displaying two juvenaria, each of which had completed its deuteroconch before fusing. Another compound specimen showing likewise two juvenaria of about the same age, is figured by Thiaden's (pl. 15, fig. 8).

The auxiliary chamber is mostly larger than the protoconch; it may also show the same size as the deuteroconch, but larger or smaller types are found too.

Most of the specimens show but a narrow zone of arcuate median chamberlets in the centre; spatulate chambers predominate. In only very few specimens the peripheral rows may be arcuate to low spatulate.

The test is flat, and bears no pillars. Its diameter varies from 3-5 mm.

8. *Orbitoc.* [= "*Lepidorbitoides* (*Lepidorb.*)"] *rutteni armata* var. (*Thiaden*s) (1937, pl. 17, figs. 2, 9, 10; text-figs. 2A, B; 3G, L).

All six sections at Utrecht — among which d 15818 = *Thiaden*s' text-fig. 2G — which exhibit a discernable nepiont, are biserial. According to the camera lucida drawing I made of the specimen d 15818 the nepionic formula is $[P + 3pa + S + 4da + P]$. The flat test is provided with fine to coarse pillars.

9. "*Lepidorbitoides*" (*Crypasterorbis*) *cubensis* (*Palmer*) (*M. G. Rutten* 1935b, p. 536, pl. 60, fig. 5; pl. 61, figs. 3, 8, 9; text-figs. 4A, B, I, J).

The only slide showing a distinct nepiont (d 14382) appears to contain a biserial nepiont. The slide which has served for the drawing of *Rutten*'s text-fig. 4 I (= d 14009) proves to be incomplete; at least I am not convinced that the nepiont develops two primary auxiliary chambers. The protoconch measures 0,14 to 0,19 mm, and the deuteroconch 0,25

$\times 0,20$ to $0,3 \times 0,16$ mm. According to *Rutten*'s text-figs. A and B the peripheral inter-diagonal median chambers are ?arcuate to low spatulate. *Rutten* already noted that, just as in radiate discocyclines and lepidocyclines, the median chambers of the diagonals are higher than the interdiagonal ones in vertical section.

The test is globular and smooth. Its diameter varies from 1,2 — 5 mm.

Taking the radiate *Lepidocyclines* or *Discocyclines* as a standard I am of the opinion that *Crypasterorbis* does not deserve nomenclative separation from *Asterorbis* *Vaughan* and *Cole* 1932, accepted they develop the same nepiont. *Asterorbis* can better be considered as a separate subgenus either of *Orbitocyclina* or of *Lepidorbitoides*, but not as a synonym as has been suggested by *Silvestri* (1937, p. 161) and *van de Geyn* & *van der Vliet* (1935, p. 222).

B. WITH A QUADRISERIAL NEPIONT.

Orbitoc. [= "*Lepidoc.* (*Polylep.*)"] *punjabensis* (*L. M. Davies*) (pars).

See pl. II, fig. I, and the statement under A. This type is unknown from the New World.

C. WITH ADAUXILIARY CHAMBERS OR LEPIDORBITOIDES S. STR.

1. *Lepidorbitoides minor* (*Schlumb.*) Loc. Maasticht Holland (pl. I, figs. 4, 5).

In the collection at Utrecht which has been studied by *Rutten* and *Thiaden*s, only the sections (d 14371, 14374, 14378) exhibit a discernable nepiont. I determined 2, 2, 2? adauxiliary chambers. The 13 additional slides cut at Bandoeng from the same population show 1-3, but in most (6) cases 2 adauxiliary chambers. Two primary chambers are invariably developed.

The following nepionic formulae have been determined in 6 specimens, viz:

1. $[P_1 + 2pa + OS + 2pa + P_2 + OS + Ad + ?S + 2(Ad + S) (+P_1)]$;
2. $[(\text{protoc. ser.} = \text{No. 1}) + 1da + OS + 1da + Ad + 1da + OS + 1da (+P_2)]$;
3. $[P_1 + 2pa + S + 2pa + P_2 + 1da + 2(OS + Ad) + S (+P_2)]$;
4. $[(\text{protoc. ser.} = \text{No. 3}) + 1da + S + 1da + 2(Ad + S) (+P_1)]$;
5. $[\text{protoc. ser.} = \text{No. 3}) + 1da + S + 1da + Ad + S (+P_1)]$;
6. $[P_1 + 3pa + OS + 3pa + P_2 + 1da + S + 2(Ad + S) (+P_1)]$.

Specimen No. 4 is figured on pl. I, fig. 4; and No. 5 on pl. I, fig. 5.

It appears that:

- a. The nepiont is symmetric in No. 2 only.
- b. The protoconchal series is not very variable. (In total there are 3 different types represented by specimens Nos. 1, 3, and 6).
- c. The deuteroconchal series are more variable, viz. asymmetric chambers and even symmetric chambers may be lacking in parts of the same nepiont.

d. Nos. 1-2 represent 3 protoconchal buddings; Nos. 3-6, however, 4 buddings. The mean is 3,46 (see Chapter XI).

e. Nos. 1-3 represent 2 deuteroconchal buddings; Nos. 4-6, however, 3 buddings. The mean is 2,45 (see Chapter XI).

The external wall of the initial apparatus is relatively thick in all cases (0,03 — 0,04 mm). The deuteroconch is mostly larger than the protoconch, but sometimes of equal size. The initial apparatus has a nephrolepidine shape. Measured perpendicularly to the axis across both initial chambers the internal diameter of the protoconch varies from 0,10 — 0,13 mm, and that of the deuteroconch from 0,17 — 0,25 mm.

The shape of the median chambers is arcuate, rautiform, ogival to spatulate. The arcuate ones are confined to the central part, the spatulate chambers to the periphery. Compared with *Lepidorb. socialis* the spatulate shapes are less abundant, i.e. the presence of rautiform to ogival chambers is striking. (See *Schlumberger* 1901, pl. 9, fig. 3; *Vredenburg* 1903, pl. 28, fig. 1¹¹); *M. G. Rutten* 1935a, fig. 8).

I had likewise the opportunity to examine *Lep. minor* from La Feza, Sierra del Cadi, North Spain (mentioned by *Thiaden*s 1937, p. 99). *Thiaden*s' original slides are not clear, nevertheless the presence of the two primary auxiliary chambers

11) According to present knowledge this specimen represents *Lepidorbitoides minor*, or a close relative of this species. In my paper of 1935b, p. 116 (footnote 3) I noted that this form has always been assigned to *Lepidorbitoides*, though it distinctly shows stoloniferous imperforate median septa.

could be determined; concerning the presence or absence of adauxiliary chambers there was no certainty whatever.

The test is flatly lenticular, with many pillars and pustules. Its diameter varies from 3-6 mm (5-7 mm according to Silvestri 1927, p. 115).

2. *Lepidorbitoides socialis* (Leym.). (pl. I, fig. 6).

In M. G. Rutten's collection (Loc. Boussens, Haute Garonne, SW France) one single section (d 14524) contained a determinable nepiont. It exhibits two primary auxiliary chambers and ± 9 adauxiliary chambers.

From another locality (Gensac, Haute Garonne, France which is also mentioned in H. Douvillé's paper of 1921, p. 224), I have 13 well-cut sections available. Two principal auxiliary chambers are present, and 6 — 13 adauxiliary chambers.

Some examples of the nepionic development will be given, viz.

1. $[P_1 + 2pa + OS + 2pa + P_2 + 5(S + Ad) + 1da + OS + 1da + Ad + S (+ P_1)]$;
2. $[(\text{protoc. ser.} = \text{No. 1}) + 2(OS + Ad) + S + Ad + OS + 1da + 5Ad + S + Ad + S (+ P_1)]$;
3. $[P_1 + 1pa + S + 1pa + P_2 + 9(OS + Ad) + OS (+ P_1)]$;
4. $[P_1 + 2pa + S + 2pa + P_2 + S + 2Ad + OS + 6Ad + OS + 4Ad (+ P_1)]$;
5. $[\text{protoc. ser.} = \text{No. 1}) + 3Ad + OS + 4Ad + S + 3Ad + OS + 3Ad + S (+ P_1)]$.

Specimen No. 1 is figured in pl. I, fig. 6.

From these formulae it can be concluded:

a. The protoconchal series is not very variable; in total there are three types, viz. represented by Nos. 1, 3, and 4.

b. The deuteroconchal series are more variable. Asymmetric nepionic chambers are usually lacking. The adauxiliary chambers may be arcuate, or low spatulate. In the latter case adjacent adauxiliary chambers show radial walls which are grown together.

In the formulae this difference in shape is indicated as follows: if the adauxiliary chamber is arcuate, a simple *Ad* not directly preceded by a number has been recorded; but if the adauxiliary chambers are spatulate and grown together with respect to their radial walls, I indicate them with simple *Ad* immediately preceded by a number. For instance, in specimen No. 2, $2(OS + Ad)$ means: there are two arcuate adauxiliary chambers which are

not separated by an intermediate symmetric chamber, nor is such a chamber developed between P_2 and the first *Ad*. In the same formula 5 *Ad* is recorded signifying the presence of 5 succeeding low spatulate adauxiliary chambers of which the radial walls are grown together.

The differentiation between arcuate and low spatulate adauxiliary chambers is not reliable in every case, particularly if the chamber wall is recrystallized.

c. The specimens Nos. 1 — 3, and 5 show 3 protoconchal buddings; there are 4 in specimen 4. The mean is 3,17 (see Chapter XI).

d. Specimens 1, 2, 4, and 5 represent 2 deuteroconchal nepionic buddings, viz. (*Ad* + *S*) or (*Ad* + *1da*); No. 3 shows 1 budding only viz. (*OS* + *Ad*). The mean of the deuteroconchal buddings is 1,9 (see Chapter XI).

The external wall of the initial apparatus is relatively thick (0,03 — 0,05 mm); the deuteroconch is invariably much larger than the protoconch, it represents a shape which differs from the nephrolepidine one of *Lepidorb. minor* and which is rather uncommon in the Lepidocyclines. Measured perpendicularly to the axis across both initial chambers the internal diameter of the protoconch varies from 0,08 — 0,10 mm and that of the deuteroconch from 0,20 — 0,25 mm.

The median chamberlets are predominantly spatulate; the zone of non-spatulate chambers (arcuate to ogival) is narrow and confined to the most central median rows.

The predominating spatulate median chambers and the comparatively large deuteroconch is clearly seen in the figures of Vredenburg's paper (1908, pl. 27, figs. 1-3, representing specimens from the Sonari Hill, Balúchistán, and from "Ferme de Terne", Haute Garonne, France). The first mentioned feature is less obvious in Schlumberger's pl. 6, fig. 10 of his paper of 1902.

The test is very flat to flatly lenticular; with few or many pillars. The diameter does not exceed 16 mm; in the collection I have available the forms are 10 mm in diameter.

It must be pointed out that Silvestri already indicated in his paper of 1927 the different shapes of the median chambers of *Lepidorb. minor* and *socialis*, and also applied it for the determination of a *Lepidorb. socialis* from Casteldaccia in the province of Palermo (Sicilia) (Silvestri 1927, p. 134, pl. 1, fig. 3).

IX. Discussion of the Orbitocyclines and Lepidorbitoids enumerated.

It appears that all the "Lepidorbitoids" of Cuba, described by M. G. Rutten (1935b) and Thiadens (1937) — as far as they have been restudied by the present author — are invariably characterized by a biserial nepiont similar to that developed by the biserial Polyepidines. In contrast the European Lepidorbitoids display a multi-auxiliary nepiont, clearly distinguishable from the biserial one, in all cases. Taking into consideration that the "Lepidorbitoids" from Mexico and Louisiana (= *Orbito-*

cyclina Vaughan) are likewise biserial, the following data are essential for the understanding of "Lepidorbitoides" in the sense of Rutten and Thiadens, viz.

1. The biserial forms are very common in the regions in the vicinity of the Gulf of Mexico, and unknown from European Upper Cretaceous ¹²⁾.

12) To be complete both the biserial and the multi-auxiliary forms occur in India.

2. The European forms are multi-auxiliar; they are unknown from the New World ¹²⁾.

3. Starting on the supposition that the American and European forms represent one and the same lineage the differences between their nepionts are comparable with those between the biserial Poly-lepidines and the multi-auxiliar Nephrolepidines and trybliolepidinic Nephrolepidines.

These considerations imply a systematic differentiation, and as the relation between *Orbitocyclina* and *Lepidorbitoides* is still obscure (as may appear from Chapter X), the groups are considered as different genera.

It is very interesting that the Paleocene (Ranikot) Punjab *Orbitocyclina* contains two types of nepionts, viz. the biserial and the symmetric quadriserial one, the latter being unknown in the American populations. This means that in a nepionic respect they are more advanced than the Upper Cretaceous American ones. Their median chambers do not show, however, a correspondingly more advanced stage as a rule. E.g. *Orbitocyclina rutteni* is more progressive in this respect, whereas the median chambers of *Orbitoc. punjabensis* usually exhibit about the same bioserial stage as *Orbitoc. macgillavryi*. An exception is represented by the specimen recorded from the Dhak Pass (see pl. I, fig. 3), as the shape of its median chambers shows about the same bioserial phase as *Orbitoc. rutteni*.

These facts may represent a "cross of specialisation", but more evidence is needed for a clear understanding.

Contrary to expectation the asymmetric quadriserial nepiont has not been established, and besides, the quadriserial nepiont is found in the older Khairabad Limestone, instead of in the younger Patala Shales. These contradictions need further investigation; for the moment it is difficult to say in how far they are reliable, as the number of specimens investigated is very small. In this respect I would point out that the quadriserial form of Thibet is derived from beds which Davies correlates with the Khairabad Limestones.

From the above remarks concerning the bioserial phase represented by the median chambers and the nepiont, it can be concluded that *Orbit. punjabensis* is of about the same age as the American forms (see the median chambers), or of younger age (i.e. on account of the presence of the quadriserial nepiont).

As concerns classification the directions set out in Chapter VI will be followed. Besides, both in the Orbitocyclines and Lepidorbitoids further differentiation is possible on the strength of the different shapes of the median chambers; in *Orbitocyclina* a further classification is afforded by the shapes of the median row of chambers as well.

It is well-known that the various shapes of the median chambers grade into one another, and that the periphery of the same specimen may exhibit a

different shape from the centre, or rows of different shape (mostly of radially shorter chambers) may be inserted between median rows of normal appearance (normal with respect to the portion of the median plane considered). Nevertheless the feature is obvious enough for a classification of minor rank, particularly if the predominant shapes are stressed.

From the Lepidocyclines it is known that circular median rows equally grade into polygonal rows; but at the present state of knowledge of the Orbitocyclines these transitions have not yet been found. It must be pointed out that irregular, more or less angular rows e.g. developed around mutilated fragments should not be classed as polygonal.

The classification proposed is as follows:

ORBITOCYCLINA VAUGHAN ¹³⁾.

I. Median rows circular (= *Orbitocyclina* s. str.)

A. Nepiont biserial.

1. Median chambers usually open arcuate:
Orbitoc. planasi (M. G. Rutton).
2. Median chambers usually pointed arcuate.
Orbitoc. minima (H. Douvillé).
" *nortoni* Vaughan.
3. Median chambers usually rautiform:
Orbitoc. macgillavryi Thiadens.
" *punjabensis* (Davies).
4. Median chambers usually spatulate:
Orbitoc. palmeri Thiadens.
" *rutteni* Thiadens.
" *rutteni* var. *armata* Thiadens.

B. Nepiont quadriserial.

1. The quadriserial *Orbitoc. punjabensis* (Davies).

II. Median rows polygonal (= subgen. *Cryptasterorbis* M. G. Rutton = ? *Asterorbis* Vaughan & Cole).

1. *Cryptasterb. cubensis* (Palmer).

Remarks: It is noteworthy (1) that in all cases the lateral chambers are greatly developed and arranged in regular tiers; they exhibit low luminae and thin roofs and floors; (2) that in some cases very slight differences in ornamentation, dimensions of certain features, and shape of the test are applied for specific discrimination.

It is further interesting to find that the representatives of groups A 1 and A 2 are exclusively found in the Northern Sancta Clara Province, whereas the groups A 3 and A 4 are confined to the Southern part of that region. Groups A 1 and A 2 are more primitive according to the bioseries in the shape of the median chambers. Group I B is known from the Punjab exclusively and Group II from Central America.

The occurrence of the American Cretaceous genus *Orbitocyclina* in the Punjab Paleocene is worth noting.

¹³⁾ Species of which I have no complete data are omitted, viz. *Asterorbis aquayoi* Palmer, and *rooki* Vaughan & Cole.

¹²⁾ See p. 74.

LEPIDORBITOIDES SILVESTRI.

The two species are easily distinguished by the following features:

1. Few adauxiliary chambers.
Median chambers usually non-spatulate: *Lepidorb. minor* Schlumb.
2. Many adauxiliary chambers.
Median chambers usually spatulate: *Lepidorb. socialis* (Leymerie).

In both cases the lateral chambers are greatly developed and arranged in regular tiers; they develop low lumina and thin roofs and floors.

Lepidorb. minor shows features which all indicate that it is phylogenetically less advanced than *Lepidorb. socialis*, viz. the nepiont and the non-spatulate rows of median chambers are both less progressive. The less accelerated juvenarium appears from the fact too that compared with the protoconch the deuteroconch is relatively smaller than in *Lepidorb. socialis*. The same difference is determined if the trybliolepidine stage of the bioseries in the initial apparati of the Lepidocyclines is compared with the less advanced nephrolepidine stage (cf. Tan 1935b, plate, fig. 10, and 6).

The more accelerated juvenarium of *Lepidorb. socialis* also appears very convincingly from the fact that its protoconchal nepionic series, as well as the deuteroconchal ones are finished in a smaller number of buddings (see the table in Chapter XI).

As concerns the median chambers it is already stated on p. 66 that the spatulate shape is more progressive than the rautiform one. Or, to put it more precisely, the predominance of the spatulate shape indicates a greater progression than the predominance of the rautiform or arcuate ones.

From this discussion it appears that *Lepidorb. socialis* of Haute Garonne represents a more advanced stage than *Lepidorb. minor* from Maastricht.

Both H. Douvillé (1921) and Silvestri (1927) suggest that the smaller *Lepidorb. minor* is but a "race" or "facies locale" respectively of the other species, i.e. that it is due to the effect of different environments. I am of the opinion that the differences are to be interpreted phylogenetically.

X. Orbitocyclina, Lepidorbitoides, and Polylepidina contrasted with each other.

Orbitocyclina compared with Lepidorbitoides.

These genera are very similar in many features; a generic differentiation is only possible on the strength of the juvenarium. It is rendered obligatory and convincing as well by the fact of the different geographic distribution. From a purely morphologic viewpoint (all other considerations excluded) M. G. Rutten and Thiadens are right in inferring the synonymy of these genera. Does this morphologic agreement indicate that they represent one and the same lineage?

There is a difficulty, viz. the occurrence of biserial and quadriserial Orbitocyclines in the Punjab Paleocene. This means that *Orbitocyclina*, though it

In this connection it is noteworthy that the species in question very often exclude one another in same locality (Silvestri 1927, p. 119 "dove si trova segnalata la presenza della prima (= *Lepidorb. socialis*), manca spesso l'indicazione dell'esistenza della seconda (= *minor*), e vice versa.") A more important indication of the more advanced nature of *Lepidorb. socialis* is found in Silvestri's statement (ibid. p. 135) that it may occur in strata occupying a much higher level than Maastrichtian (viz. in Casteldaccia), i.e. that it may outlive the Maastrichtian *Lepidorb. minor*.

On the strength of the bioserial differences the forms can better be considered as different species, though intermediate shapes can be expected.

There are some very interesting informations in Silvestri's paper of 1927 which may throw light on the origin and the further evolution of the Lepidorbitoids, viz.

(1) Silvestri suggests on p. 125 that *Lepidorb. bagheriensis* (Cecchia-Rispoli & Gemmellaro 1907) is a Lepidorbitoid devoid of lateral chambers. If this information is exact this form (Silvestri proposes to assign it to a new genus "*Clypeocyclina*") differs from *Lepidorbitoides* in the same manner as *Eulinderina* from *Lepidocyclina*, or *Miogypsinoidea* from *Miogypsina*, or *Heterostegina* from *Spiroclipeus*.

(2) Silvestri states on p. 113 that *Lepidorb. paronai* A. Silv. develops open arcuate chambers ("logetti limitate da archetti foggiate a mezzaluna"; their shape is further compared with that of *Omphalocyclus*) and he suggests that it represents a primitive *Lepidorbitoides*. It would be very interesting to determine the nepiont of this species.

(3) *Lepidorb. douvilléi* A. Silvestri may indeed be a Lepidorbitoid which on account of its large initial apparatus, and the large number of adauxiliary chambers (see H. Douvillé 1921, p. 225, fig. 28) is more progressive than *Lepidorb. socialis*.

(4) *Lepidorb. polygonalis* H. Douvillé may represent a still more advanced stage as its median chambers are elongated hexagonal.

All these species are unfortunately incompletely known.

represents a very primitive nepionic stage, outlived the more advanced multi-auxiliary *Lepidorbitoides*. Under these circumstances it is wiser to leave open the question of whether *Orbitocyclina* and *Lepidorbitoides* represent the same lineage.

Orbitocyclina, and Lepidorbitoides contrasted with Lepidocyclina.

Lepidocyclina develops features which are very similar to those of the other genera in question. Galloway once (1928b) assigned *Orbitocyclina* to *Polylepidina*, and I myself have always accepted *Orbitocyclina* as a forerunner of the Lepidocyclines. In essentials this opinion is identical with that of Galloway.

As for *Lepidorbitoides* the remarkable similarity to *Lepidocyclus* was known as early as the erection of the genus. In fact the genus *Lepidorbitoides* was proposed to include "tutte le antiche *Orbitoides* lepidocycliniformi del cretaceo superiore" (= all the Upper Cretaceous lepidocyclinoid *Orbitoids*)¹⁴. It is not surprising that *Lepidorb. socialis* was once designated as a *Lepidocyclus* (see the synonymy of *Lepidorb. socialis* in Silvestri's paper of 1927, p. 118).

The differentiation of *Lepidorbitoides* from *Lepidocyclus* is — as I see it — essentially based on the difference in age as the only argument (see also Vredenburg's statement (1908, p. 203) when describing the *Lepidorb. socialis* from India).

The similarity is indeed very striking, e.g. I would point out that in the *Lepidocyclines* the multi-auxiliary nepionts are likewise accompanied by rautiform and spatulate median chambers (cf. e.g. *Nephrolepidina* H. Douv. and *Amphilepidina* H. Douv.).

This morphologic correspondence is exactly our problem. Summarizing, the following data concerning *Orbitocyclina* and *Lepidorbitoides* must be taken into consideration, viz.

- (1) *Orbitocyclina* defines Upper Cretaceous and Ranikot Eocene (= Paleocene).
- (2) Its nepiont is similar to that of the biserial and quadriserial *Lepidocyclines* being forms which can no more be considered as the most primitive *Lepidocyclines*.
- (3) In addition Barker & Grimsdale (1936) have demonstrated that the most primitive *Lepidocyclines* provided with lateral chambers, viz. *Eolepidina semiradiata* (Barker & Grimsdale) are Middle Eocene. This species shows a long uniserial nepiont.
- (4) *Lepidorbitoides* defines Upper Cretaceous.
- (5) It is characterized by multi-auxiliary nepionts similar to those of some *nephrolepidine* and *trybliolepidine* *nephrolepidine* nepionts.
- (6) In *Lepidocyclus* these nepionts define Oligocene and Miocene Tertiary.

These facts make it conclusive that *Lepidocyclus* is not derived from the *Lepidorbitoids*, nor from *Orbitocyclina*. Under these circumstances it is urgent to investigate in which details *Orbitocyclina* and *Lepidorbitoides* differ from the *Lepidocyclines* with which they are most similar.

A. *Orbitocyclina* compared with the biserial *Polylepidines*.

The distinctive features are:

- (1) In *Orbitocyclina* the initial apparatus are smaller as a rule, they may even be very small, e.g. in *Orbitoc. minima*, *nortoni*, *planasi*, and *punjabensis*, i.e. such minimal sizes are un-

known in biserial *Polylepidines*. Apparati of about the same dimensions are, however, known too, compare *Lepidorb. ruteni* Thia-dens (1937, pl. 19, fig. 8) with *Lepidoc. (Polylep.) grimsdalei* (in Barker & Grimsdale 1936, pl. 35, fig. 7).

- (2) In *Orbitocyclina* the median chambers may vary from open arcuate to spatulate, in the biserial *Polylepidines* they are, as far as is known, always open arcuate. This means that in the *Lepidocyclines* the bioseries in the median chambers changes more slowly than in *Orbitocyclina*, if the nepionic bioseries is taken as a standard.
- (3) In *Orbitocyclina* the lateral chambers are numerous and arranged in regular tiers, roofs and floors are thin. In the biserial *Polylepidines* few lateral chambers are developed on the contrary, they are arranged in irregular tiers, roofs and floors may be very thick.

Put otherwise, in contrast with the *Orbitocyclines* the bioseries in the lateral chambers displays a slower rate of change in the *Lepidocyclines*, if the comparison is carried out with the nepionic bioseries as a standard. It is, remarkably enough, just the same conclusion as with the bioseries in the median chambers.

As far as is known, the above mentioned differences are the only ones of sufficient importance which can be determined between *Orbitocyclina* and the *Lepidocyclines* with which it agrees most. They are, however, not in the least essential, as they merely refer to a different rate of change in similar bioseries, but not to bioseries characteristic of one of the groups only.

If nothing were known about the stratigraphical age, these differences would most probably be evaluated as *specific* ones.

There is up till now no feature known which can throw light on a different origin of *Lepidorbitoides* and *Orbitocyclina*. Originally I was of the opinion that the position of the protostolo in *Orbitocyclina* might be different, but in the *Lepidocyclininae* the protostolo shifts from marginal (e.g. *Eulinderina gayabalensis* var. *regularis* Bark. & Grimsd. 1936, pl. 37, fig. 5) to central (e.g. *Lepidoc. (Trybliolep.) stellata* Scheffen, see Tan 1935b, fig. 10), so that it is not likely that exact knowledge of the position of the protostolo in *Orbitocyclina* will take us much farther.

B. *Lepidorbitoides* contrasted with multi-auxiliary *Lepidocyclines*.

The differences are:

- (1). The initial apparatus of *Lepidorbitoides* is usually much smaller, though similar sizes may be found e.g. *Lepidorb. socialis* of Vredenburg 1908, pl. 27, fig. 2 and *Lepidoc. (Nephre.) tournoueri* of Provale 1908, pl. 6, fig. 9).
- (2). In contrast with the multi-auxiliary *Lepidocyclines* the deuteroconch of the *Lepidorbitoids* does not appear to obtain a greatly embracing position

14) Quoted from Silvestri's paper 1927, p. 109. The original paper A. Silvestri: Sulla *Orbitoides socialis*. Atti pontif. Acc. Nuovi Lincei 61 (1908) is not accessible to me.

with respect to the protoconch, e.g. in *Lepidocyclina* the presence of as many as 9 adauxiliary chambers would normally be accompanied by a trybliolepidine shape of the deuteroconch, e.g. *Lepidoc. (Trybliolep.) rutteni* v. d. Vlerk see Tan 1935b, fig. 11).

(3). The *Lepidorbitoids* show a smaller range of variability in the shape of the test, as well as in the ornamentation.

(4). The lateral chambers and walls of *Lepidorbitoides* are finer than in *Lepidocyclines*.

Just as is the same in *Orbitocyclina*, it appears that there are no reliable features appropriate for the distinction of *Lepidorbitoides* from the later *Lepidocyclines*. It is immaterial that the trybliolepidine form quoted above shows a polygonal arrangement of the median chambers, for in *Eulepidina* which are also multi-auxiliary, such arrangements are very exceptional.

In conclusion we have failed to establish a feature specific to one of the genera under discussion, i.e. there is no reliable criterion for the discrimination of the *Orbitocyclines*, and *Lepidorbitoids* on the one hand from the later *Lepidocyclines* on the other. It appears that, with respect to determination, the differences in stratigraphical age is an important criterion!

As concerns *Lepidoc. (Polylep.) punjabensis*, in my opinion, it must be transferred to the *Orbitocyclines* because of age and because it agrees most closely with the *Orbitocyclines*. It is clear, too, that it would be very difficult to insist upon a generic differentiation, if it were found in younger Eocene.

In the above statements we touch the problem of the recapitulation of the same shapes in different

times. As the similarities refer to stages of orthogenetic bioseries, i.e. as they are the result of changes which appear to be obligatory, being most probably due to fundamental qualities of the *Foraminifera* concerned, they cannot be explained as the effect of similar environment. Thus, they are not convergencies, but either homomorphies in the sense of Nowikoff (1935, 1938), in the event of the forms under consideration having originated from different stock (e.g. *Miogypsinids*, particularly *Miolepidocyclina*, and *Lepidocyclinids*), or iterations ("iterative Formbildung") if they derived from a common stock. *Spiroclypeus* may serve as another example of an iteration. As will appear from a later paper this genus has branched off from *Heterostegina* at least twice, viz. the first time in the Eocene, and the second in the Aquitanian).

In the *Lepidocyclinids* we have another example of a recapitulation viz. *Eulepidina* and *Trybliolepidina*.

Dr. H. J. MacGillavry, Palembang, kindly informs me that *Operculina* and *Heterostegina* are a further example of the iterative evolution. The Neogene *Operculina complanata* (Defrance) (see Chapman & Parr 1938, Proc. Roy. Soc. Victoria 50 n.s., p. 150) and the recent *Heterost. operculinoides* Hofker (see Hofker 1933, Vidensk. Medd. Dansk. natur. Foren. 93, p. 150) are indeed intermediate between *Operculina* and *Heterostegina*. The iterative evolution must be concluded from the fact that genuine *Heterostegines* already occur in Eocene time, e.g. *Heterost. depressa* d'Orb.

A further probable example is *Camerina* and *Operculinoides*.

XI. Remarks on the nepionic acceleration in *Lepidocyclina*.

My former investigations disclosed that the *Lepidocyclines* display two types of nepionic acceleration, being determined by:

a) a reduction in the number of nepionic chambers, and

b) an increase in the number of deuteroconchal nepionic series, and meanwhile a shortening of the protoconchal series.

The first mentioned mode is manifest in the uniserial *Lepidocyclinids*, and the other in the remaining *Lepidocyclines* belonging to the bi-, quadri-serial and multi-auxiliary groups. With respect to the second type of acceleration no particular researches have been carried out up till now. Does the augmentation of nepionic series indeed signify an acceleration of the juvenarium in every case?

My evidence was confined only to the fact that the augmentation of nepionic series implies an increase in the number of starting points for the completion of the juvenarium, with acceleration as a result. As a matter of fact more evidence is needed, the grade of acceleration being determined not only by the number of the nepionic series, but also by that of the nepionic chambers in every series. It is obvious, for instance, that an increase in the former does not

mean an actual acceleration of the juvenarium, if the number of nepionic chambers in the various series or that of the longest series present is not decreased accordingly.

With respect to this problem it is clear that in the last instance the actual stage of progression is defined by the extension of the wall between adjacent auxiliary chambers to be covered by interauxiliary chambers, as well as the size of the latter. These factors are variable, however, and their investigation will not be easy. Fortunately, we can eliminate them by applying the budding as a standard unit for measuring.

Under these circumstances it seems that the actual number of nepionic chambers in the various nepionic series is more important for the determination of the grade of acceleration than that of the auxiliary chambers, as the former indicates the number of budding periods.

It is pointed out, however, that an eventual correlation between the number of budding periods and that of the auxiliary chambers cannot be excluded a priori. If such be the case the grade of acceleration could indeed be established from the mere number of auxiliary chambers.

So, in every case, we should determine the number of post-initial juvenile buddings (= the number of chambers in the longest nepionic series present) or, to have a broader basis, the number of buddings necessary for the completion of the proto- and deuterconchal nepionic series respectively of the same nepiont. The nepionic formulae are indispensable to this purpose.

In the following table I have compiled the necessary data; meanwhile the numbers of specimens available are mentioned. The numbers printed in bold type indicate the arithmetical mean.

Table denoting the number of post-initial juvenile, and nepionic buddings.

	A	B	C	Number of sections available			Reference:
				A	B	C	
Polylepidina.	Post-init. juvenarium	Protoc. nep. series	Deuteroc. nep. series	A	B	C	
a. <i>uniseri</i> al							
1. antillea	10	10	—	1	1	—	Cole 1938, pl. 10, fig. 3.
2. barkeri	7	7	—	1	1	—	Barker & Grimsdale 1936, pl. 35, fig. 8.
3. barkeri var. subplana	9	9	—	2	2	—	Ibid. pl. 35, fig. 6; pl. 37, fig. 2.
4a. gardnerae	6 — 7	6 — 7	—	3	3	—	Gramberry Well 1.
b. „	7	7	—	1	1	—	Cooper's Mill
b. <i>biseri</i> al							
1a. gardnerae	4 — 8 (6,0)	4 — 8 (5,9)	5 — 6 (5,4)	9	9	10	Gramberry Well 1.
b. „	6 — 7	6 — 7	4 — 6	4	4	3	Cooper's Mill.
2. grimsdalei	6	6	5	1	1	1	Barker & Grimsdale 1936, pl. 35, fig. 7.
c. <i>asymmetric polylepidine</i>							
1. chiapasensis	?	?	3	—	—	1	Vaughan 1929b, fig. 3.
2. sp. Barker 1932	4	4	4	1	1	1	Barker 1932, pl. 22, fig. 3.
3. variabilis	?	?	5	—	—	1	L. Rutten 1928, pl. 13, fig. 23a.
4. zeijlmansi	4 — 5 (4,4)	2 — 5 (3,7)	3 — 5 (4,25)	11	11	11	Tan 1936a.
d. <i>symmetrical polylepidine</i>							
1a. proteiformis	4 — 6?	4 — 6?	3 — 4	2	2	2	Topotypes (Vaughan 1929b, fig. 8), and Cole 1938, pl. 10, fig. 9.
b. „	4	4	3	1	1	1	Barker & Grimsdale 1936, pl. 36, fig. 5.
2. aff. kugleri	3	3	3	1	1	1	Todd & Barker 1932, pl. 40, fig. 2.
3. peruviana	4	4	3	2	2	1	Ibidem, pl. 42, figs. 6-7.
4. aff. sherwoodensis	5?	4	5?	1	1	1	Ibidem, pl. 40, fig. 1.
e. <i>isolepidinoid</i>							
1. adkinsi	4	4	4	1	1	1	Vaughan 1929b, fig. 4.
2. maracaibensis	4?	3	4?	1	1	1	Hodson 1926, pl. 6, fig. 2.
3. zuliana	?	4	?	—	1	—	Ibid. pl. 7, fig. 2.

	A	B	C	Number of sections available.			Reference:
				A	B	C	
Orbitocyclina							
a. biserial							
1. <i>macgillavryi</i>	6	5	6	1	1	1	Thiadens 1937, p. 97, fig. 3K.
2a. <i>minima</i>	5?—6	5?—6	4—5?	2	2	2	Vaughan 1929b, figs. 3, 4.
b. „	8	3	8	1	1	1	Galloway 1928b, pl. 51, fig. 3.
c. „	5	5	5	1	1	1	M. G. Rutten 1935a, fig. 6.
3. <i>nortoni</i>	?	?	?				Vaughan 1929b, fig. 1.
4. <i>palmeri</i>	?	?	?				
5. <i>planasi</i>	4	4	3	1	1	1	Rutten 1935b, Text-fig. 4 P.
6a. <i>punjabensis</i>	5	5	5	1	1	1	Dhak Pass.
b. „	5	5	5	2	2	2	Chamil
c. „	5	5	5	2	2	2	Patala Nullah.
7. <i>rutteni</i>	4—6 (5,9)	4—6 (5,45)	4—6 (5,3)	17	16	17	S. S. Clara Prov. Cuba.
8. <i>rutteni</i> var. <i>armata</i>	6	5	6	1	1	1	Section d 15818 Utrecht.
9. <i>cubensis</i>	?	?	?				Rutten 1935b.
b. quadriserial							
1a. <i>punjabensis</i>	3—4	3—4	3	2	2	2	Dhak Pass.
b. „	4	4	3	1	1	1	Chamil.
Lepidorbitoides							
1. <i>minor</i>	3—4 (3,46)	3—4 (3,46)	2—3 (2,45)	13	13	11	Maastricht.
2. <i>socialis</i>	3 (3,17)	3 (3,17)	1—2 (1,9)	12	12	10	Gensac.

From the preceding table it appears that:

- a. The uniserial and biserial *Lepidocyclines* are — generally speaking — characterized by a less accelerated juvenarium than the quadriserial types.

This acceleration is apparent if we compare the biserial *Lep. gardnerae* with the quadriserial *Lep. zeijlmansi*; being species of which a greater number of specimens has been examined.

- b. The protoconchal and deutoconchal series of the same species may be completed in a different number of buddings, e.g. in the biserial *Lepidoc. gardnerae* and the quadriserial *Lepidoc. zeijlmansi*.

- c. In *Orbitocyclina* it appears that the quadriserial forms are indeed more accelerated than the biserial ones.

- d. In *Lepidorbitoides* it is clear that with respect to the juvenarium and the nepionic series as well, the species *socialis* is more accelerated than *Lepidorb. minor*. This conclusion agrees with that drawn from the bioseries in the shape of the median chambers (see p. 75).

Remarks. It is noteworthy, though not obvious from the table, that the various protoconchal or

deutoconchal series of the same specimen may represent a different number of buddings. A difference in the number of protoconchal buddings is for instance determined in *Lep. zeijlmansi* (Tan 1936a, pl. I, fig. 3b), and *Lepidorb. minor* (pl. I, fig. 4) exemplifies the difference in the number of deutoconchal buddings. Other examples can be concluded from the nepionic formulae, given in chapters IV and VIII.

The investigation of more material will show in how far the various nepionic groups can be further differentiated according to the grade of nepionic acceleration, and it will also give certainty as to whether the various quadriserial subtypes are indeed different in respect of the juvenile acceleration.

Conclusion: From the preceding investigation it appears that in the *Lepidocyclines* under discussion (i.e. embodying the most advanced uniserial types, the biserial ones, and the quadriserial ones, but excluding the multi-auxiliary types — which are still more progressive —, the increase of auxiliary chambers is most probably correlated with an acceleration of the juvenile stage.

The same conclusion must be drawn with respect to the multi-auxiliary *Lepidorbitoids*.

These results are in complete agreement with expectations.

XI. Literature cited:

- Barker, R. W. — 1932 — Larger *Foraminifera* from the Eocene of Santa Elena Peninsula, Ecuador. *Geol. Mag.* 69, p. 302.
- & Grimsdale, T. F. — 1936 — A Contribution to the Phylogeny of the Orbitoidal *Foraminifera*, with Descriptions of New Forms from the Eocene of Mexico. *Jo. Paleont.* 10, S. 231.
- Cole, W. Storrs — 1929 — Three new Claiborne fossils. *Bull. Americ. Paleontology.* 15.
- — 1938 — Stratigraphy and Micropaleontology of two deep wells in Florida. *State of Florida Departm. of Conservation. Geol. Bull.* 16.
- Cushman, J. A. — 1919 — Fossil *Foraminifera* from the West-Indies. Carnegie Inst. Washington. Pub. 291.
- — 1920 — The American species of *Orthophragmina* and *Lepidocyclina*. *U. S. G. S. Prof. Paper* 125D.
- Davies, L. Merson — 1937 — The Eocene beds of the Punjab Salt Range. *Paleontology. Mem. Geol. Survey India. Palaeont. Indica.* N. S. 24, Mem. 1.
- Douvillé, H. — 1916 — Le Crétacé et l'Eocene du Tibet Central. *Mem. Geol. Survey India. Palaeontologia Indica.* 5, Mem. 3.
- — 1921 — Révision des Orbitoïdes I. *Bull. Soc. Géol. France* (4), 20, pp. 209 — 232.
- — 1927 — Les Orbitoïdes de région pétrifère du Mexique. *C. R. Somm. Séances Soc. Géol. France*, p. 34.
- Galloway, J. J. — 1928a — A revision of the family Orbitoididae. *Jo. Paleont.* 2, Nr. 1, p. 45 — 69.
- — 1928b — Notes on the genus *Polylepida* and a new species. *Jo. Paleont.* 1, Nr. 4, p. 299.
- Geyn, W. A. E. van de & Van der Vlerk, I. M. — 1935 — A monograph on the Orbitoididae occurring in the Tertiary of America. *Leidsche Geol. Meded.* 7, p. 221.
- Gorter, N. & Van der Vlerk, I. M. — 1932 — Larger *Foraminifera* of Central Falcon (Venezuela)). *Leidsche Geol. Meded.* 4, 1931/1932, p. 94.
- Henbest, Lloyd G. — 1934 — A new term for the youthful stage of foraminiferal shell. *Science*, 79.
- Hodson, H. K. — 1926 — *Foraminifera* from Venezuela and Trinidad. *Bull. Amer. Paleont.* 12, Nr. 47.
- Le Calvez, J. — 1938 — Recherches sur les Foraminifères. — 1. Développement et reproduction. *Arch. Zoologie Expérimentale et Générale*, 80, fasc. 3, p. 164 — 333.
- Nowikoff, M. — 1935 — Homomorphie, Homologie und Analogie. *Anat. Anzeiger* 80, S. 388.
- — 1938 — General and special Homomorphism. *Acta Biotheoretica Ser. A.* 4, pars 11, p. 85.
- Provale, I. — 1908 — Di alcune Nummulitine e Orbitoidine dell' Isola di Borneo. *Rivista Ital. Paleont.* 14, p. 55.
- Rhumbler, L. — 1902 — Die Doppelschalen von Orbitolites und anderer Foraminiferen, vom entwicklungsmechanischen Standpunkt aus betrachtet. *Arch. Protistenkunde.* 1, p. 193.
- Rutten, L. — 1928 — On Tertiary rocks and *Foraminifera* from North Western Peru. *Proceed. Kon. Ak. Wetensch. Amsterdam*, 35, p. 228.
- Rutten, M. G. & Vermunt, L. W. J. — 1932 — The Seroe di Cueba limestone from Curaçoa. *Proceed. Kon. Ak. Wetensch. Amsterdam*, 35, pp. 228 — 240.
- Rutten, M. G. — 1935a — Orbitocyclina Vaughan, a synonym of *Lepidorbitoides* Silvestri. *Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam*, 38, p. 186 — 187.
- — 1935b — Larger foraminifera of Northern Sancta Clara Province, Cuba. *Jo. Paleont.* 9, Nr. 6, pp. 527 — 545.
- — 1936 — Über Stolonen bei *Lepidorbitoides socialis* (Leymerie). *Ing. Ned.-Indië*, 3, IV, pp. 82 — 84.
- Schlumberger, Ch. — 1901 — Première note sur les Orbitoïdes. *Bull. Soc. Géol. France.* (4), 1, p. 459.
- Silvestri, A. — 1927 — Sul genere "*Lepidorbitoides*" A. Silvestri e di suo nuovo giacimento. *Mem. Pont. Accad. Sci. Nuovi Lincei* 10, p. 109.
- — 1937 — Foraminiferi dell' Oligocene e del Miocene della Somalia. V: Fossili dell' Oligocene e del Miocene. *Palaeont. Italica.* 32, suppl. 2.
- Swinerton, H. H. — 1930 — Outlines of Palaeontology. 2d Ed.
- Tan Sin Hok, — 1932 — On the Genus *Cycloclypeus* Carpenter I. *Wetensch. Meded.* 19.
- — 1935a — Über *Lepidocyclina gigantea* K. Martin von Süd-Priangan, etc. *Ing. Ned.-Indië* (IV), 2, p. 1.
- — 1935b — Die peri-embryonalen Äquatorialkammern bei einigen Orbitoididen. *This Journal*, (IV), 2, p. 113.

- 1936a — *Lepidocyclus zeijlmansi* nov. sp., eine polylepidine Orbitoidide von Zentral-Borneo, nebst Bemerkungen über die verschiedenen Einteilungsweisen der Lepidocyclusen. *This Journal*, IV, p. 7 — 14.
- 1936b — Zur Kenntnis der Miogypsiniden. *This Journal* (IV), 3, S. 45 a.s.o.
- 1936c — Zur Kenntnis der Lepidocyclusen. *Natuurk. Tijdschrift Ned.-Indië*, 96, S. 235.
- 1937 — Weitere Untersuchungen über die Miogypsiniden. II. *This Journal* (IV), 4, p. 87 — 111.
- Thalman, H. E. — 1938 — Wert und Bedeutung morphogenetischer Untersuchungen an Gross-Foraminiferen für die Stratigraphie. Mitteilungen über Foraminiferen IV. *Ecl. Geol. Helvetiae*, 31, Nr. 2, p. 333 — 337.
- Thiaden, A. A. — 1937 — Cretaceous and Tertiary Foraminifera from Southern Santa Clara Province, Cuba. *Jo. Paleont.* 11, Nr. 2, pp. 91 — 109.
- Todd, J. U. & Barker R. W. — 1932 — Tertiary Orbitoids from North-Western Peru. *Geol. Mag.* 69, p. 529.
- Vaughan, T. W. — 1924 — American and European Tertiary Larger Foraminifera. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 35, p. 785.
- 1928 — Species of large Arenaceous and Orbitoidal Foraminifera from the Tertiary deposits of Jamaica. *Jo. Paleont.* 1, Nr. 4, p. 277.
- 1929a — Studies of Orbitoidal Foraminifera: the subgenus *Polylepidina* and *Orbitocyclina*, a new genus. *Proc. Nat. Ac. Sci.* 15, p. 288 — 295.
- 1929b — Species of *Orbitocyclina*, a genus of American Orbitoid Foraminifera from the Upper Cretaceous of Mexico and Louisiana. *Jo. Paleont.* 3, Nr. 2, pp. 170 — 175.
- 1933a — *Orbitoididae*. In Cushman's Foraminifera, their classification and economic use. 2nd Ed. Sharon, Mass.
- 1933b — Studies of American species of Foraminifera of the genus *Lepidocyclus*. *Smithson. Misc. Collections*, 89, Nr. 10, pub. 3222.
- 1936 — Stolon-systems of communication between the equatorial chambers of orbitoidal Foraminifera. *Science*, 83, Nr. 2160, p. 485.
- 1937 — The Tertiary Larger Foraminifera of South-West Ecuador. In G. Sheppard. The Geology of South-Western Ecuador, p. 150. Murby. London.
- Vredenburg, E. W. — 1908 — The Cretaceous Orbitoids of India. *Rec. geol. Surv. India*, 36, p. 171.

XIII. Explanation of Plates.

Plate I.

Figs. 1a, b: *Lepidocyclus (Nephrolep.) isolepidinoides* v. d. Vlerk. — 128 X.

Loc. Soengei Oema, stat. 67, Antjam. East Borneo (From the same population as the specimen of Tan 1935b, fig. 13).

1a: the darker centre represents the complete juvenarium; the light surrounding portion the post-juvenile median chambers;

the circumference of the first cyclical median row (developed in the first post-juvenile or first neanic budding period) is indicated by an ink line. The juvenarium was completed in the first four post-initial budding periods (see 1b).

1b: the photo represents only the infantile apparatus of the specimen of fig. 1a.

In the left part of the figure the chambers of the non-nepionic juvenile chambers have been sketched schematically. The numbers in these chambers indicate the budding periods.

The nephrolepidine apparatus displays:

p = proto-stolo;

d₁ = primary deuterostolons (distinct in the original);

d₂ = the (double) additional stolonsystem between the deuterocoel and the adauxiliary chamber (Ad).

The nepiont consists of the following auxiliary chambers (i.e. being developed in the first post-initial budding period), viz.

P = the (two) primary auxiliary chambers;

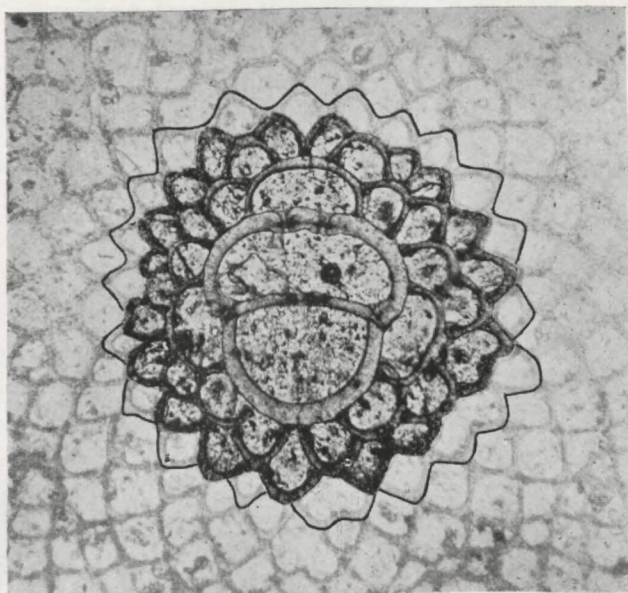
Ad = the (single) adauxiliary chamber.

Each auxiliary chamber develops two nepionic series, one in a clockwise sense, the other counter-clockwise. In total there are $3 \times 2 = 6$ nepionic series. The anterior side, i.e. the sense of growth of the nepionic series arisen from the right primary auxiliary chamber is indicated by arrows.

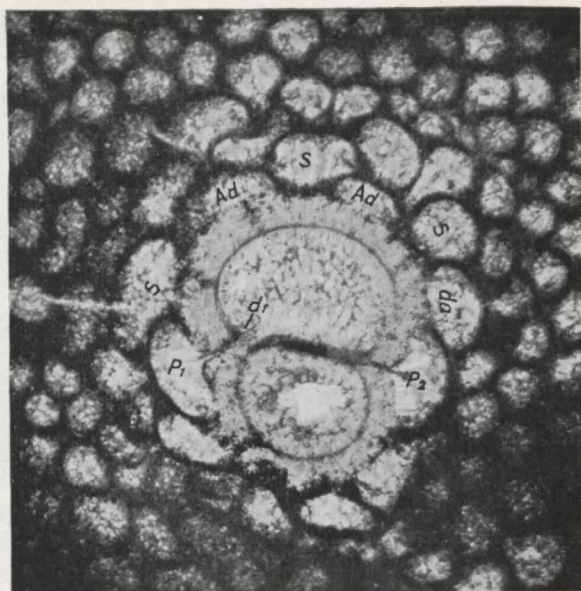
The numbers at the right part of the figure indicate the successive nepionic budding periods.

The protoconchal series consists of 2 asymmetric nepionic chambers (developed in the 2nd and 3rd post-initial budding periods), and a symmetric nepionic chamber (S₁) which overlaps the last asymmetric chambers of both protoconchal series and, besides, the protoconch itself. This symmetric chamber finishes the protoconchal nepionic series. The formula of the protoconchal series is $P_1 + 2pa + S + 2pa + P_2$.

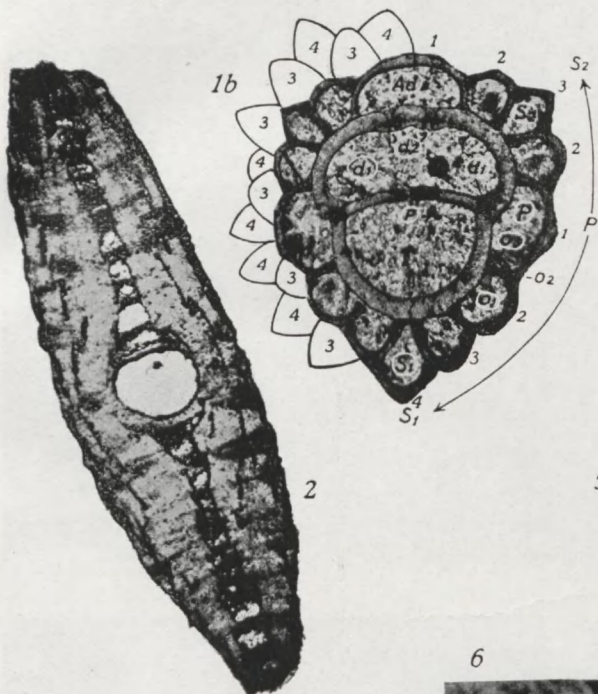
Each deuterocoel series consists of 1 single asymmetric nepionic chamber. A symmetric nepionic chamber (S₂) is found overlapping the asymmetric chambers



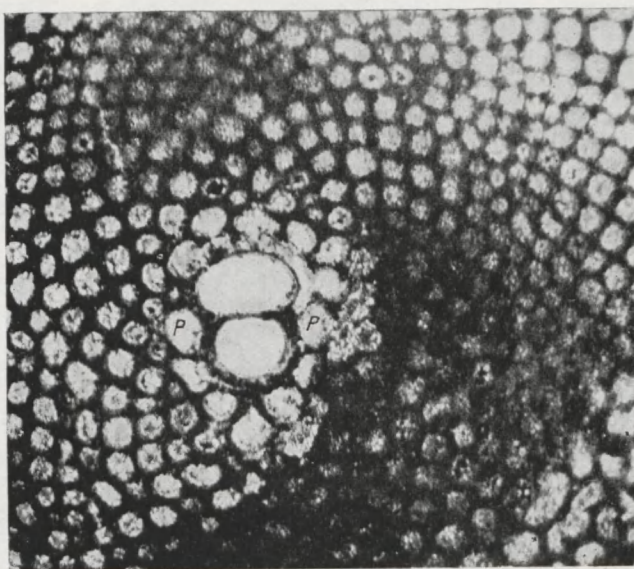
1a



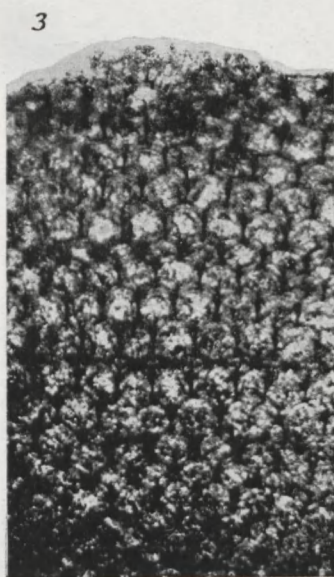
4



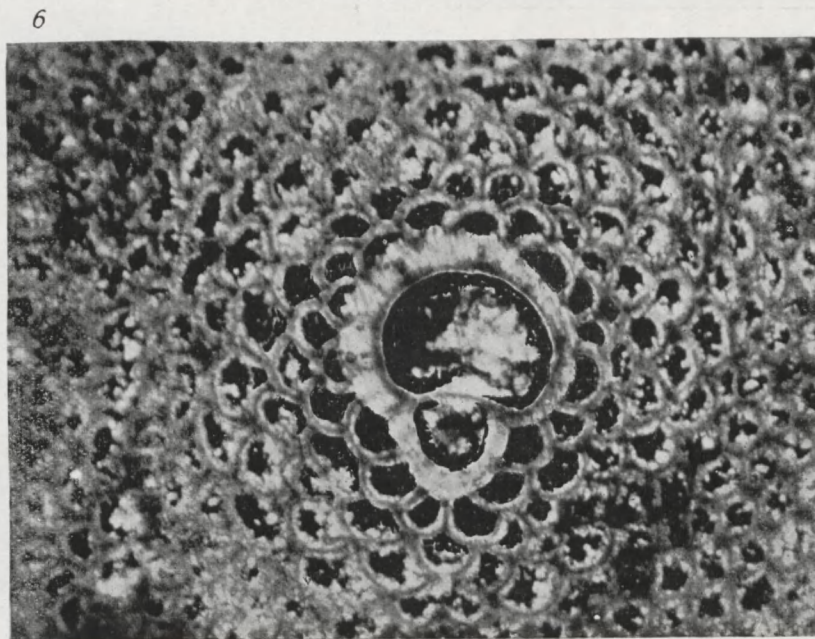
2



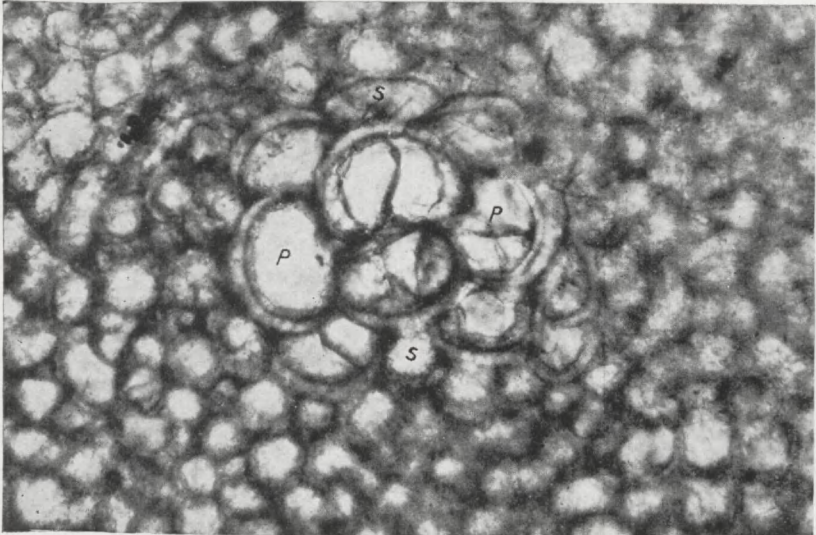
5



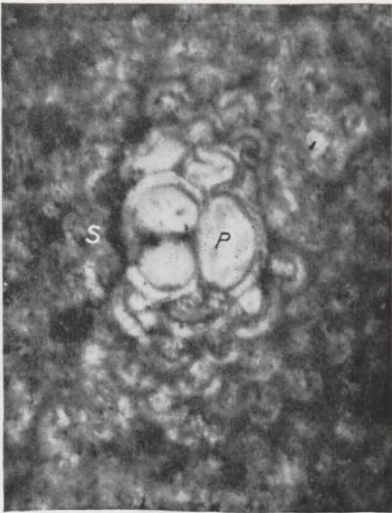
3



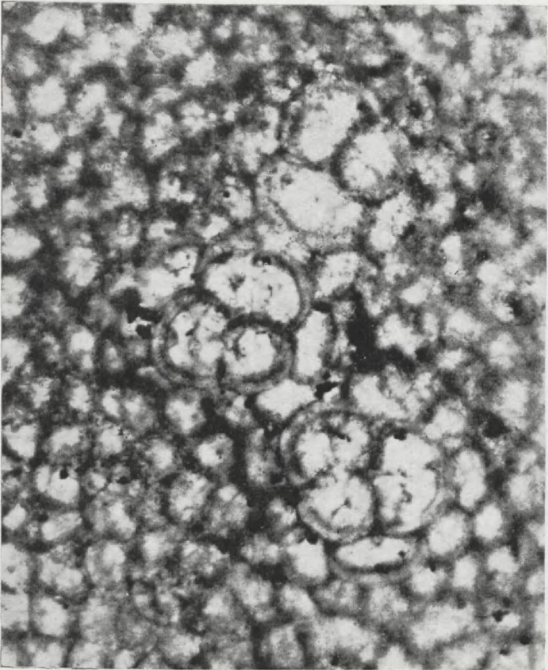
6



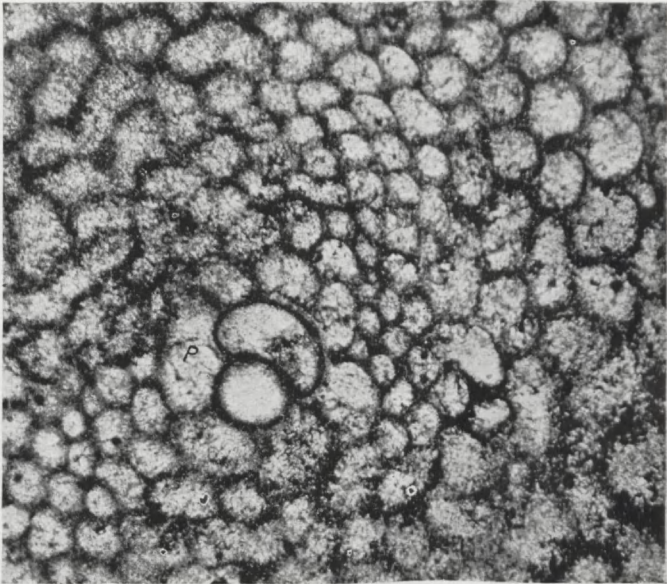
1 ↗



2 ↗

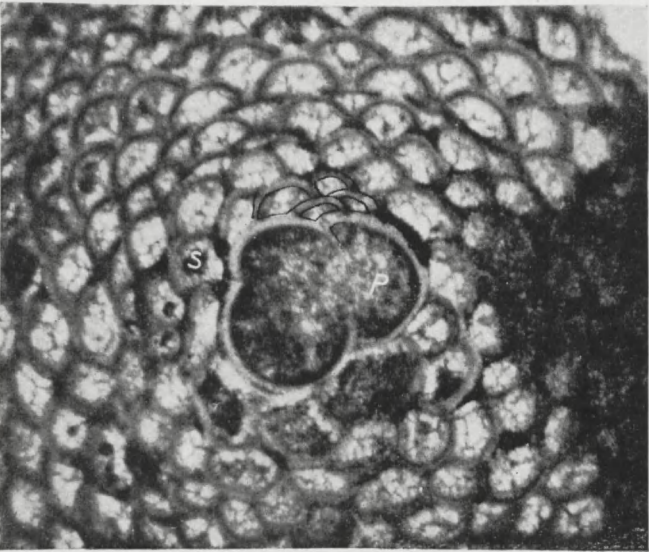


3

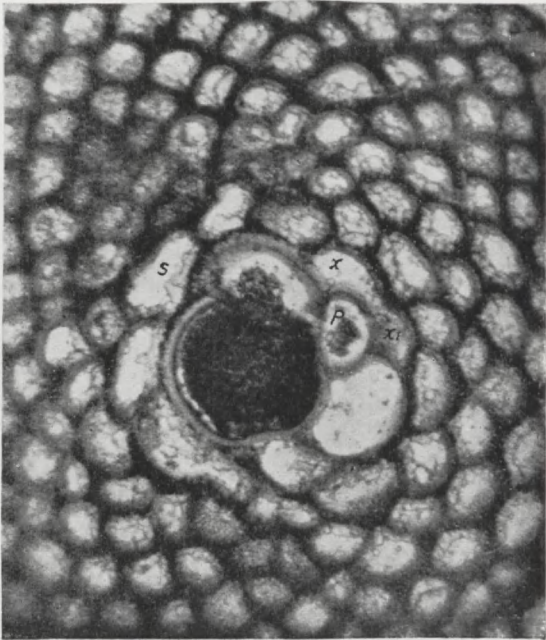


4

5



6



of neighbouring nepionic series, as well as the deutoconch. The formula of the deutoconchal series is:

$$[P_2 + 1da + S + 1da + Ad + 1da + S + 1da (+ P_1)].$$

From the number of the nepionic chambers in the (longest) protoconchal series — in the present case the series are of equal length — it follows that the nepiont was completed in the first four post-initial budding periods viz. ($P + 2pa + S$). In budding periods Nos. 3 and 4 the chambers sketched schematically in the left part of the figure were developed. These chambers are the non-nepionic juvenile ones.

The deutoconchal nepionic series were finished in three budding periods viz. ($P + 1da + S$).

In the original section the stolons between nearly all chambers of the juvenarium are discernable. The asymmetric nepionic chambers display 3 stolons in the median plane, viz.

O_1 = anterior stolo,

O_2 = posterior stolo,

O_3 = anterior stolo of the preceding nepionic chamber.

Fig. 2: *Lepidocyclus (Polylep.) gardnerae* Cole. — 38,6 X.

Loc. Gramberry Well 1. Depth 220—240'. Florida.

The irregularly distributed and rather infrequent lateral chambers are comparable with those of certain "pauciluminate" *Spiroclypeus* from the Indopacific Eocene and Lower Neogene (cf. Tan, "On the genus *Spiroclypeus* etc." This Journal, 1937; pl. 4, e.g. figs. 10, 13).

Fig. 3: *Orbitocyclus punjabensis* L. M. Davies — 72 X.

Loc. Dhak Pass. Punjab Salt Range.

Specimen with predominating spatulate median chambers.

Fig. 4, 5: *Lepidorbitoides minor* (Schlumberger).

Loc. Maastricht. Holland.

Fig. 4: — 128 X — The left deuterostolo (d_1) is preserved. There are 2 primary auxiliary chambers: P_1, P_2 ; and 2 adauxiliary chambers (Ad). The protoconchal series consist of 3 asymmetric nepionic chambers each. There is no protoconchal symmetric chamber. (The photo suggests that the left protoconchal series contains only 2, and the right series 3 asymmetric nepionic chambers, meanwhile the presence of a symmetric chamber). The formula of the protoconchal series is ($P_1 + 3pa + OS + 3pa + P_2$).

Figs. 1—3: *Orbitocyclus punjabensis* (L. M. Davies). — 128 X.

1: Loc. Dhak Pass. Punjab Salt Range.

The nepionic formula is: [$P_1 + 1ad + S + 1ad + P_2 + 1pa + S + 1pa (+ P_1)$]. The nepiont is very symmetric.

The juvenarium and the deutoconchal nepionic series were completed in 3 post-initial budding periods.

P = primary auxiliary chambers,

S = symmetric nepionic chambers.

2: Loc. Chamil. Punjab Salt Range.

The deutoconchal nepionic series consist of only symmetric chambers in most cases, except for the first post-auxiliary nepionic chamber developed by the right primary auxiliary chamber (P_2), which is the only asymmetric nepionic chamber of the whole deutoconchal series. The formula of the deutoconchal series is $P_2 + 1da + S + 2 (Ad + S) (+ P_1)$. From the fact that the adauxiliary chamber in the NE quadrant does not develop an asymmetric nepionic chamber in a clockwise direction it must be concluded that in the second budding period it does not equally develop a chamber in front of its stolons. It is possible that one of its stolons (the right one) is lacking.

The juvenarium as well as the protoconchal row were completed in the first four post-initial budding periods, as the longest protoconchal series contains ($P_1 + 3pa + OS$); the deutoconchal series in three budding periods (the longest deutoconchal series contains ($P_2 + 1da + S$)).

Fig. 5: — 72 X — There are two primary auxiliary chambers (P) and two adauxiliary chambers.

The protoconchal series consist of two asymmetric chambers each, and a symmetric chamber is lacking; in formula ($P_1 + 2pa + OS + 2pa + P_2$).

The deutoconchal series are constituted of only symmetric chambers in part, for the rest (in the NE section) of one single asymmetric nepionic chamber each, and a symmetric nepionic chamber. In formula: [$P_1 + 1da + S + 1da + 2 (Ad + S) (+ P_1)$].

The juvenarium and the protoconchal series were completed in the first three post-initial budding periods (viz. $P_1 + 2pa + OS$); the deutoconchal series in three budding periods too (viz. $P_2 + 1da + S$).

Fig. 6: *Lepidorbitoides socialis* (Leymerie). — 128 X.

Loc. Gensac. Haute Garonne. SW. France.

The nepionic formula of this specimen is [$P_1 + 2pa + OS + 2pa + P_2 + S + Ad + 1da + OS + 1da + 5 (Ad + S) (+ P_2)$].

The nepionic chambers are in part hardly truncated proximally, so that they are very similar to normal (symmetric) median chambers.

This juvenarium was completed in three budding periods (viz. $P + 2pa + OS$); the deutoconchal series in two, viz. ($Ad + 1da + OS$) or ($Ad + S$). The spatulate chambers are seen near the left periphery.

The central chambers have been made more distinct by retouching.

Plate II.

There is only one single primary auxiliary chamber (P) which gives rise to three asymmetric nepionic chambers in both directions, and a symmetric nepionic chamber, viz. (S). The nepiont is biserial. Nepionic formula: [$P + 3pa + S + 3da (+ P)$].

The juvenarium and the deutoconchal nepionic series were finished in 5 post-initial budding periods.

3: Loc. Patala Nullah. Punjab Salt Range.

The threefold individual displays biserial nepionts of about the same size. These latter are, besides, of the same ontogenetical phase, when they became fused. The central nepiont is the best preserved, being identical with the nepiont of fig. 2.

Fig. 4: *Orbitocyclina ruttnei* (Thi adens). — 128 X.
Loc. Southern Sancta Clara Province Cuba.

The nepiont is decidedly biserial. The single primary auxiliary chamber (P) develops three asymmetric nepionic chambers both in a protoconchal and deuteroconchal sense. There is no symmetric nepionic chamber. The formula is $[P + 3pa + OS + 3da (+ P)]$.

The juvenarium and the nepionic series were completed in 4 post-initial budding periods.

Fig. 5 — 6: *Lepidocyclina* (*Polylep.*) *gardnerae* Cole — 72 X.

Loc. Gramberry Well 1. Florida.
5: The nepionic formula is $[P + 4pa + S + 3da (+ P)]$.

A similar nepiont is shown by Cole's specimen of 1938, pl. 9, fig. 4. The first protoconchal chambers have been made more distinct by an ink line.

The juvenarium was completed in the first 6 post-initial budding periods; the deuteroconchal series in 5.

P = primary auxiliary chamber.
S = symmetric nepionic chamber.

6: The uniserial nepiont shows a relatively small primary auxiliary chamber and four protoconchal asymmetric nepionic chambers. The sense of growth is clockwise. The figure suggests that the asymmetric chamber considered as the 3rd, consists of two chambers of which the dividing wall is not preserved. The original shows

that the present interpretation is the more exact. A symmetric chamber is present (S).

The "peri-embryonic" chambers on the deuteroconch are here interpreted as having been developed from the proximal stolo the first asymmetric protoconchal nepionic chamber. Where this series meets the protoconchal nepionic row a symmetrical chamber (S) is found. The juvenarium was completed in 6 post-initial budding periods. The nepionic formula is $(P + 4a + S)$.

It is pointed out that this nepiont must be interpreted as biserial, if the chamber (xx_1), which embraces the upper half of the primary auxiliary chamber (the broad one with an indented wall), would appear to be constituted of two chambers in reality, viz. the first protoconchal asymmetric chamber (x) and a chamber developed in the 3rd post-initial budding period (x_1). The wall of chamber x would then be incomplete.

In my opinion the interpretation accepted here is more probable as I cannot convince myself that the wall of chamber x is really incomplete. If this be the case, it must be admitted that in the 4th budding period the supposed chamber (x_1) developed one chamber instead of two, as is usually the case.

According to the present explanation the nepiont is of the same type as that shown by Cole's specimen of 1938, pl. 10, fig. 4. There are some minor differences, however, viz. the latter possesses a relatively larger primary auxiliary chamber; there is no symmetric nepionic chamber, whereas 7 budding periods are necessary for the completion of the nepiont.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.
Productie-cijfers van Aardolie in kgtonnen.

	1939		1938	
	Maart	t/m Mrt.	Maart	t/m Mrt.
Java en Ma-				
doera.....	70 425,6	209 853,5	85 484,9	250 299,4
Noord-Suma-				
tra.....	82 372,6	233 118,4	81 029,7	225 894,1
Palembang...	250 576,—	728 419,—	228 690,7	638 324,6
Djambi.....	101 475,2	291 538,4	81 255,—	233 140,5
Oost-Borneo..	81 733,2	242 086,8	85 314,5	249 172,8
Tarakan.....	64 809,7	188 551,3	64 273,4	186 602,7
Ceram.....	7 000,— ¹⁾	21 015,8	6 762,3	20 399,6
Nederlandsch-				
Indië.....	658 392,3	1 914 583,2	632 810,5	1 803 833,7

¹⁾ Geschat.

Productie-cijfers van Steenkolen in kgtonnen.

	1939		1938	
	Maart	t m Mrt.	Maart	t/m Mrt.
Gouverne-				
mentsbedrijven				
Steenkolen Mij.	96 713	270 291	81 591	235 251
„Parapattan”	23 050	64 050	26 000	72 850
Oost-Borneo				
Maatschappij	13 267	35 820	9 299	28 505
Loa-Boekit				
kolenmijnen..	4 295	12 565 ¹⁾	2 087	7 721
Loa-Teboe				
kolenmijnen..	1 476	4 991	667	2 671
Toeajan.....	1 032	1 930	564	1 391

¹⁾ Werkelijke productie Februari 1939 4 062 kgton.

Mijnbouw Maatschappij Moeara Sipongi.
Gedurende de maand Maart 1939 werden:
3 342 tons erts vormalen van 7,5 g goud per ton,
gemiddeld 6,— g zilver „ „
Geëxtraheerd werden ca. 21 856 g goud en ca. 8 967 g
zilver ter gezamenlijke waarde van ± f 45 000,—.
De bedrijfskosten over Maart 1939 bedroegen
± f 32 000,—.

Mijnbouw Maatschappij Simau.
Gedurende de maand Maart 1939 werden:
7 837 tons erts vormalen van 8,3 dwts goud per ton.
gemiddeld 9,7— dwts zilver „ „
2 610 „ sands,
4 810 „ slimes en
281 „ concentraten behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 3 270 ozs goud en ca. 36 378
ozs zilver ter gezamenlijke waarde van ± f 233 000,—.
De bedrijfskosten over Maart 1939 bedroegen
± f 114 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven
± f 500,— en voor prospecteeren der nieuwe vergun-
ningsterreinen ± f nihil.

ONTVANGEN GESCHRIFTEN.

Leidsche Geologische Mededeelingen, Dl. X, Afl. 1.
1938.
Mijnbouw Maatschappij Redjang Lebong.
Verschenen is het verslag over het 42ste boekjaar,
lopende van 1 Januari tot 31 December 1938.

PERSONALIA.

Ir. W. Holleman, hoofd van den Dienst van
den Mijnbouw, keerde op 27 April j.l. van buiten-
landsch verlof terug.

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

V. VERKEERSWEZEN.

INHOUD: Verbeteringen aan de tjikarstrook in den weg Soerabaja — Porrong van km 7 + 600 tot km 16, door ir. H. W. Pareau Dumont.

Verbeteringen aan de tjikarstrook in den weg Soerabaja-Porong van km 7 + 600 tot km 16

door

ir. H. W. PAREAU DUMONT,

Hoofdingenieur, Hoofd van het 1ste District van den Provincialen Waterstaat van Oost-Java, Soerabaja.

Geschiedkundige inleiding.

De weg Soerabaja — Porrong, de z.g. „Porrong-weg”, vormt een onderdeel van den ouden door Daendels aangelegden weg. Deze weg heeft in zijn ruim honderdjarig bestaan zoo vele wijzigingen ondergaan, dat het een onmogelijkheid is hierover een zuiver geschiedkundig overzicht te geven. Voor het goede begrip van hetgeen hier verder medegedeeld zal worden, is het echter ook niet noodig een volledige levensbeschrijving te geven.

De in fig. 1 a t/m d geschetste profielen moeten worden beschouwd als het meest waarschijnlijke verloop der profielwijzigingen. Een korte toelichting moge de waarschijnlijkheid van deze ontworpen profielen aantonen.

- 1) De eerste waterleidingbuis der Gemeente Soerabaja is aan de westzijde geplaatst, zeer waarschijnlijk omdat men bevreesd was voor de trillingen, veroorzaakt door de spoorbaan;
- 2) De verbredening tot 8 m tusschen 1923 en 1926 heeft m.i. om 2 redenen naar de oostzijde plaats gevonden n.l.:
 - a. omdat men de eerste waterleidingbuis niet onder de verharding wilde leggen,
 - b. omdat aan de oostzijde de boomenrij toch moest verdwijnen in verband met de veiligheid van de spoorbaan, welke baan intusschen een verdubbeling heeft ondergaan;
- 3) De verbredening tot een 3-banigen weg van 9 m, in 1931 aangevangen, heeft in hoofdzaak aan de westzijde plaats gevonden behoudens rectificatie van enkele bochten aan de oostzijde, waar dit in verband met de ligging der S.S.-baan mogelijk was.

Met dit korte geschiedkundig overzicht kan volstaan worden, geef mijn meening gaarne voor een betere. Onherroepelijk vast staat echter dat:

- a) In 1923 de verharding 6 m breed was. Tevoren geteerd, werd de weg in dat jaar voor de eerste maal geasfalteerd.

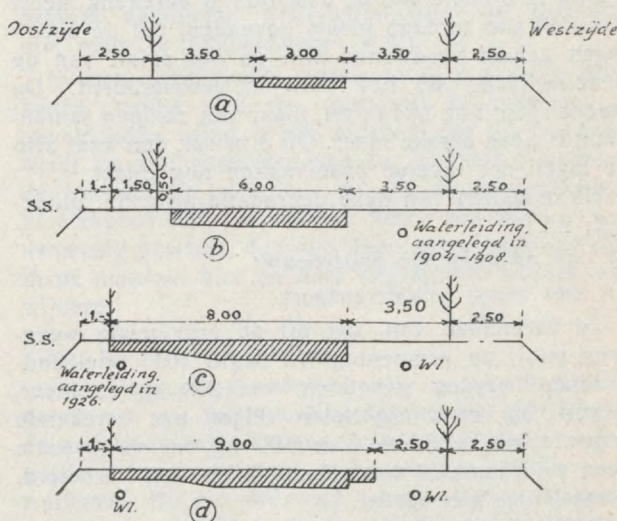


Fig. 1. a) Vermoedelijk profiel bij aanleg (ontworpen naar verschillende mededeelingen en hetgeen later heeft plaatsgevonden).
b) Profiel in 1923.
c) Profiel van 1926 — 1931.
d) Profiel van 1931 — 1938.

- b) In 1926 een verhardingsbreedte van 8 m werd aangetroffen vermoedelijk alleen over 6 m geasfalteerd.
- c) In 1931 de weg op 9 meter werd gebracht. De tjikarstrook over 4 m breedte werd voorzien van eene penetratielaag dik 8 à 10 cm. Het overige weggedeelte verkreeg een nieuwe slijtlaag dik 8 à 10 cm van een oppervlaktebehandeling voorzien.

Bestaande constructies.

Behalve de in 1931 verrichte verbeteringen kan van een bepaalde constructie niet gesproken worden. De weg is gegradeerd opgebouwd, bestaat dus in hoofdzaak uit grind, zand en klei.

Boringen tijdens de uitvoering hebben uitgewezen, dat de veen- of kleilaag ongeveer 0,60 à 0,80 m

onder het wegdek is gelegen. Tusschen het grindbed en deze laag wordt een laag van zeer fijn zand en klei aangetroffen.

Aan de oostzijde is de laag welke eenigszins op eene verharding lijkt, over ± 2 m breedte rond totaal ± 20 cm dik, boven de 2de waterleidingbuis worden ronde kalisteenen aangetroffen als onderlaag.

Naar het Westen toegaande, wordt deze laag vrij plotseling dikker en is op 3 m van de oostzijde minstens 40 cm dik.

De tijkarstrook is in den loop der jaren een zeer geliefd object geweest voor proefnemingen. Behalve de reeds genoemde penetratielaag zijn de voornaamste proefvakken wel afgedekt met sheetlagen van diverse asfaltsoorten.

Van belang voor de bepaling van de nieuwe constructie is, dat geen van deze proefvakken noch de penetratielaag heeft weerstand kunnen bieden aan het tijkarverkeer. De degradatie over uitsluitend 2 à $2\frac{1}{2}$ m breedte van de oostzijde af gerekend, heeft dan ook zoo terdege plaats gevonden, dat de sheetlagen geheel verdwenen zijn en het asfalt van de penetratielaag als het ware is geabsorbeerd. De steenen zijn nog wel zwart, maar van eenigen samenhang is geen sprake meer. Op 3 m van den kant zijn de lagen der diverse proefvakken nog intact ¹⁾.

De oorzaken van deze degradatie zijn m.i. duidelijke, n.l.:

- a) de onvoldoende onderbouw;
- b) het zwaar tijkartransport.

Te vermelden valt, dat bij de provinciale weegbrug nabij de gemeentegrens begin 1937 wielbanddrukken werden gevonden van 200 kg en meer, terwijl bij rond afgesleten velgen een berekende centrale wielbanddruk van 500 kg/cm velgbreedte geen zeldzaamheid was. Thans is dit veel verbeterd, hoewel nog niet ideaal.

Beide oorzaken hebben de mooie en kostbare constructies ten val gebracht.

Aangenomen constructie.

Worden deze oorzaken goed onderkend, dan bestaat de oplossing van het vraagstuk uit:

- a) het aanleggen van een behoorlijken onderbouw;
- b) het aanbrengen daarop van een laag, die weerstand kan bieden aan het tijkarverkeer.

De constructie van den onderbouw baarde geen zorgen; anders was dit echter het geval met den bovenbouw. Waar alle constructies gefaald hadden, eerlijkheidshalve nogmaals gestipuleerd niet alleen door het tijkartransport, bleef slechts ter beproeving over het *asfaltbeton*.

Bij den aanvang der werkzaamheden zou de constructie bestaan uit 10 cm zand, 20 cm breuksteen, 10 cm slijtlaag afgedekt met $1\frac{1}{2}$ kg socofalt.

Een $1\frac{1}{2}$ kg cutback afdekking einde 1937 aangebracht op de tijkarstrook van km 16 tot km $22+350$

1) Een intusschen gevonden begrooting heeft uitgeezen, dat voor de penetratielaag per 1000 m² gebruikt zijn 85 m³ steenslag 4 — 7 cm, 20 m³ steenslag $2\frac{1}{2}$ — 4 cm en 6,5 kg asfalt per m², hetgeen m.i. te weinig en dus mede oorzaak van de degradatie is.

bleek intusschen in het geheel niet te hebben voldaan. Zij bleek na eenige maanden op de strook, waar uitsluitend het tijkarverkeer plaats vond, totaal vernield te zijn.

Na vele besprekingen werd tijdens de uitvoering op 2 Juli definitief besloten over te gaan tot de asfaltbeton-constructie en wel speciaal de koud-asfaltbeton-constructie.

Zooals bekend verondersteld mag worden, vereischt het warme asfaltbeton voor de menging een vrij kostbare installatie, welke bovendien meer eigend is voor stationnair bedrijf. Voor de langgerekte provinciale wegen zou bij de kostenberekening behalve eene hooge afschrijving tevens een hooge post moeten worden opgenomen voor transportkosten.

Kostprijs-opgaven verkregen van de Gemeente Soerabaja, welke met warm asfaltbeton-constructie eene zeer groote ervaring bezit, waren van dien aard, dat, indien daarbij nog transportkosten moesten worden bijgevoegd, de éénheidsprijs per m² ontoelaatbaar hoog zou worden.

Het was daarom een gelukkige omstandigheid, dat de B.P.M. in November 1937 een proefvak heeft aangelegd bij km Sb $22+275$ — $22+300$ in Sidoardjo, welk proefvlak op een behoorlijke fundeering geplaatst, zich uitstekend heeft gehouden.

Bovendien kon de B.P.M. wijzen op een ervaring van 4 jaar met deze constructie in Britsch-Indië, waar het ijzeren wielband-transport mogelijk nog zwaarder is.

Alzoo werd tijdens de uitvoering besloten, mede wegens de geringe kosten der menginstallatie, een proefneming in het groot te bewerkstelligen.

De constructie zou dus bestaan uit 12 cm zand, 20 cm onderlaag, 7 cm stortlaag en $5\frac{1}{2}$ à 6 cm asfaltbeton, alles ingewalst.

De stortlaag hierbovengenoemd is een laag boven het zeer onregelmatige bovenvlak van de onderlaag aangebracht, om er absoluut verzekerd van te zijn, dat de daarop aan te brengen asfaltbetonlaag overal even dik kan worden: *dit is van zeer groot belang*.

De Gemeente Soerabaja past geen stortlaag toe, omdat gebruik wordt gemaakt van kalksteen, welke steensoort als onderlaag verwerkt door de gemakkelijke vergruizing met bijvullen op eenvoudige wijze op het gewenschte profiel kan worden gebracht.

De uitvoering.

Het behoeft wel haast geen betoog, dat bij een dergelijke kostbare herstelling bij de uitvoering er bij voortduring naar gestreefd werd, kwaliteitswerk te verrichten. Aan enkele kleine onderdeelen werd bij de uitvoering speciale aandacht gewijd, terwijl ook de belangen van het verkeer werden inachtgenomen.

Het personeel, gewend geraakt aan het nauwgezet werken, was daardoor bij den asfaltbetonaanleg, waar het op nauwkeurig werken aankomt, geheel getraind voor het toezicht.

Het voordeel werd tevens bereikt, dat het goede voorbeeld volgen doet en verscheidene opzichters uit zich zelve de meer nauwkeurige werkwijze zijn gaan toepassen.

A. Inkassing.

Ter breedte van 3 m werd het bestaande weglichaam 37 cm diep uitgegraven.

Het is welhaast ongelooftelijk wat uit deze ontgraving te voorschijn kwam, penetratielagen die met de hand waren af te breken, grind van allerlei grootte, heel veel klei met zand, boomstronken, het geheel het best te qualificeeren met „rommel”. De gereproduceerde foto's 1 t/m 7 spreken duidelijke taal.

De thans vrij gekomen grondslag voor den eigenlijken opbouw werd in principe gewalst met een 12 ton wals. Bleek de grondslag te gaan golven en niet te comprimeeren dan werd overgegaan tot het gebruik van een lichtere wals (foto 8).

Dat dit comprimeeren geen overbodige luxe was, bleek wel uit het feit, dat comprimeeringen van 3 à 5 cm normaal waren, maar ook comprimeeringen van 10 cm werden geconstateerd. Met het goede afbraakmateriaal werd dan verder de grondslag onder profiel gebracht.

B. Zandbed.

Op dezen gecompriimeerden en onder profiel gebrachten grondslag werd daarna het zandbed 15 à 18 cm dik aangebracht en eveneens onder profiel gespreid. Het zandbed werd niet ingewaterd wegens gevaar voor verpapping van den grondslag (zie verder onder walswerk onderlaag).

C. Onderlaag.

Ook het aanbrengen van de onderlaag vond met uiterste nauwgezetheid plaats en werd met behulp van spandraden op profiel gezet (foto 9).

Als steenvorm werd gekozen de meer platte vorm, met de grootste maat verticaal op het zandbed geplaatst, terwijl de holle ruimten met kegstukken werden opgevuld.

Een beeld van de dwarsdoorsnede van zandbed en gezette onderlaag geeft foto 10.

Het is de moeite waard deze te vergelijken met de foto's 1 tot en met 7.

D. Kantsteen.

De in den ouden weg gebruikte beton kantsteen bleken alle in stukjes van 20 à 30 cm te zijn gebroken. Besloten werd daarom deze niet meer te gebruiken en daarvoor in de plaats gebruik te maken van steenstukken $\pm 30 \times 40$ cm en ± 20 cm dik, met de grootste lengte verticaal gezet in het zandbed, dat voor dat doel wat werd uitgegraven (foto 11). De bovenkanten werden 1 à 2 cm hoger gesteld dan het toekomstige profiel. Het aandrukken geschiedde bij het aandrukken van het asfaltbeton (zie later).

Achteraf is gebleken dat dit hooger stellen geen aanbeveling verdiende, daar aandrukken niet goed mogelijk bleek, en de uitstekende steenen de afwatering van het wegdek beletten.

E. Walswerk onderlaag (foto 12).

De aldus gezette, gekegde en van kantsteen voorzien onderlaag werd met 12-tons walsen gewalst, waarbij als stelregel werd aangenomen, dat

hoe ook de onderlaag verzakte, deze nimmer mocht worden opgebroken en het weder onder profiel brengen slechts mocht plaats vinden door bijvullingen met daarvoor geëigende grootte der steenstukken, terwijl dit bijvullen zooveel mogelijk tijdens het walsen moest plaats vinden.

Zware verzakkingen werden afzonderlijk bijgewerkt.

De aldus bewerkte onderlaag werd daarna met zand verder ingewasschen, waarbij van veel water werd gebruik gemaakt onder voortzetting van het walsen. Het nacomprimeeren bleek minimaal te zijn. Dat het niet ingewaterde zandbed nog belangrijk zou inklinken, was mede door het gebruik van zware walsen, niet te verwachten (foto 13).

Bij het walswerk deed zich in het begin der werkzaamheden het eigenaardige geval voor, dat de onderlaag niet was in te walsen. Bij onderzoek werd geconstateerd, dat de onderlaag zoo goed was gezet en gekegd, dat na de eerste walsgangen, die slechts geringe zakkingen bewerkstelligden, de onderlaag niet meer te comprimeeren was.

Hoewel mooi werk, moest dit toch worden afgekeurd, omdat met de 12-tonners de onderlaag op onvoldoende wijze in het zandbed zou worden ingewrikt en comprimeering van het zandbed onvoldoende zou worden, waardoor op den duur nazakkingen niet zouden zijn uitgesloten. Ware een 16-tons wals aanwezig geweest, dan zou deze zeker gebruikt zijn, thans moesten hier en daar kegstukken worden verwijderd.

F. Stortlaag.

Deze laag, zooals reeds eerder medegedeeld, dienende om een zoo nauwkeurig mogelijk profiel van de onderlaag te verkrijgen, werd opgebouwd van het goede afbraakmateriaal, voornamelijk uit de penetratielaag. Bij het walswerk werd ook hier de grootste nauwgezetheid betracht wat de profileering betreft, welke met rijlatten voortdurend gecontroleerd werd.

Het walswerk vond niet op de gewone wijze plaats. Het steenslag werd eerst zonder eenige vulstof, hoogstens met gieters wat nat gemaakt en onder voortdurend keggen absoluut vastgewalst. De vulstof, ongeveer in de verhouding van 3 zand + 1 klei werd tevoren in bakken gemengd met overmaat van water. Deze brij werd op de stortlaag gegoten door een zeef (half petroleumklik in den bodem voorzien van langwerpige sleuven van 2 à 3 mm breedte en ± 2 cm lengte). De ongemengde kleideelen en grindstukjes werden daardoor verwijderd. Tijdens dit opbrengen werd voortgegaan met walsen (foto 14).

De mengverhouding van de vulstof kan op eenvoudige wijze gecontroleerd worden door de brij in een glas tot bezinking te brengen. De dikte van de zand- en kleilagen geven dan globaal de verhouding aan.

Deze werkwijze kan zeer worden aanbevolen doordat de zekerheid aanwezig is, dat het steenslag eerst vast ligt voordat de vulstof wordt opgebracht.

Het gebruik van te veel vulstof, waardoor geen vaste ligging tot stand komt, wordt hierdoor voorkomen, terwijl het vulstof-gebruik slechts 10 à 12% is. De vrees, dat het vulstof niet tot de onderste lagen doordringt, behoeft niet te bestaan, daar bij lagen van 10 tot 15 cm dikte geconstateerd kon worden, dat de vulstof volkomen tot de onderste laag was doorgedrongen, mits met walsen en inwegen werd voortgegaan, totdat geen vulmateriaal meer binnendrong.

G. Draineeringen.

Zandbed en onderlaag zijn gedraineerd door middel van steenkokers omgeven met idjoek, welke om de 10 m zijn aangebracht.

H. Koud asfaltbeton.

Voor hen die nog nimmer met z.g. koud asfaltbeton gewerkt hebben en voor wie dit opstel wellicht aanleiding kan zijn deze constructiewijze toe te passen, moge in de eerste plaats een waarschuwing geuit worden.

Hoewel juist het voordeel van het koude asfaltbeton tegenover de warme methode is, dat fouten binnen ruimere grenzen gemaakt kunnen worden, zonder dat dit de kwaliteit van het werk noemenswaard beïnvloedt, waardoor deze methode juist in aanmerking komt om toegepast te worden op plaatsen waar intensief toezicht niet mogelijk is, moet toch de stelregel gevolgd worden:

Begin met uiterste nauwgezetheid te werken, de ervaring zal U leeren, binnen welke grenzen afwijkingen toelaatbaar zijn. Wordt bij het begin met een of ander de hand gelicht, dan zijn teleurstellingen het gevolg en heeft 't asfaltbeton het gedaan, waarna weer overgegaan wordt naar verouderde constructies, die m.i. toch niet zullen voldoen bij zwaar verkeer.

a. Mengverhouding.

Voor den Porrongweg is deze na een serie proefnemingen uiteindelijk vastgesteld op:

6 heele petroleum-blikken steenslag (3 — 4½),

6 halve petroleum-blikken zand,

11 liter Shellmac Special.

Om te bewijzen, dat het ook weer niet noodig is zich al te star aan een zekere mengverhouding te houden, moge de mededeeling gelden, dat met 10,5 l en 12 l Shellmac Special minstens even goede resultaten zijn te verkrijgen. In het eerste geval krijgt men een wegbeeld waarbij de steenstukken meer zichtbaar zijn, in het 2de geval gaat het wegbeeld door de overmaat van asfalt lijken op eene oppervlakte-behandeling.

b. Stortlaag.

Hoewel geen aanhechting van het asfaltbeton aan de stortlaag plaats vindt, kwam het ons toch gewenscht voor, deze laag schoon te vegen en uit te borstelen.

c. Dikte asfaltbetonlaag.

Deze is gesteld op 5½ à 6 cm ingewalst.

d. Steenslagmateriaal.

Voor ijzeren wielbanden-transport moet m.i. de beste kwaliteit steenslag gekozen worden, daar anders vergruizing plaats vindt.

Gekozen werd het andesiet-steenslag van Troweelan, dat bij onderzoek door de Ned.-Ind. Wegenvereniging als prima werd aangemerkt.

Heeft men niet de beschikking over dergelijk steenslag, dan verdient het wellicht aanbeveling iets meer bij te sheeten (zie onder J). In dit geval worden de steenen door de sheet beter beschermd. De stroefheid zal er echter door inboeten, vrees ik.

In verband met de aangenomen laagdikte van 5½ à 6 cm ingewalst is de korrelgrootte bepaald tusschen de grenzen 3 — 4½ cm.

Het steenslagmateriaal moet dus door 2 zeven gezeefd worden, daar zoowel het fijnere als het grove materiaal niet toegelaten is.

Het gebruikte steenslagmateriaal wordt in de Provincie Oost-Java met de hand geklopt. Persoonlijk zou ik liever een steenbreker gebruiken, waardoor een betere steenvorm verkregen kan worden en splinters en schilfers niet in die mate aanwezig zijn. Ik meen, dat hierdoor een betere onderlinge ligging der steenen verkregen wordt.

Aan de begrenzing der steenstukken moet m.i. streng de hand worden gehouden, daar vooral grotere steenstukken tot gevolg kunnen hebben, dat geen vaste ligging verkregen wordt.

Het constructiebeeld moet worden een aaneengesloten raamwerk van steen, waartusschen sheet.

e. Zand.

Als zand werd gebruikt rivierzand ongeveer van de volgende zeef-analyse:

op	10-mazen	zeef	5%
„	20-	„	19%
„	30-	„	20%
„	40-	„	20%
„	50-	„	18%
„	80-	„	12%
„	100-	„	1%
„	200-	„	3%
door	200-	„	2%

Totaal 100%

Het zand mag verder geen kleine stukken grind bevatten, daar deze bij het mengen slecht vertind blijken te worden.

Het verdient m.i. aanbeveling ook het zand even door twee zeven te halen, waarbij het al te grove zand, kleideelen en kleistof uitgezeefd worden. Met dit meer genormaliseerde zand kan de mengverhouding van het asfalt nauwkeuriger bepaald worden en komt men bij de uitvoering voor minder verrassingen te staan daar verschillen in de korrelgrootte van invloed zijn op de te gebruiken hoeveelheid asfalt.

f. Asfalt.

Gebruikt werd „Shellmac Special”, een zware cut-backsoort.



1



2



3



4



5



6

Foto 1. De sheetlaag nabij de weegbrug Wonotjolo.

Foto 2. Een boomstronk, nabij het station Waroe.

Foto's 3, 4, 5 en 6. „Rommel”.



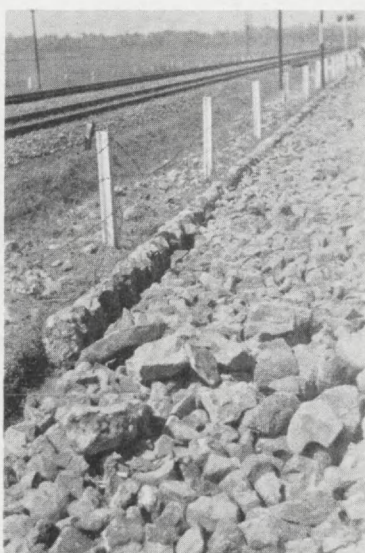
7



8



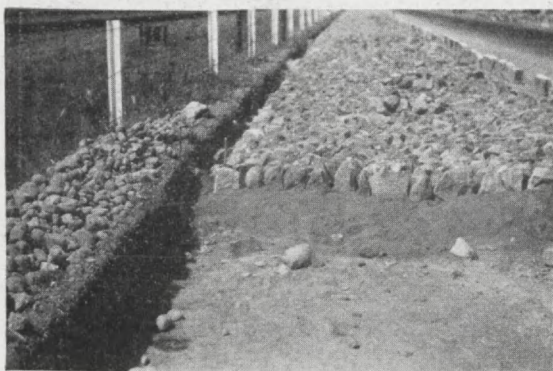
9



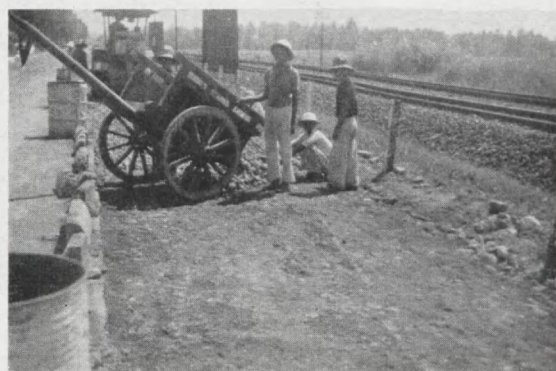
11



12



10



13

Foto 7. Proefgat. De groote hoopen zijn kalksteen, rommel, rommel en penetratielaag.

Foto 8. Het walsen van de grondlaag.

Foto 9. Het zetten van de onderlaag.

Foto 10. De onderlaag tevens gekegd.

Foto 11. De kantsteenen zijn aangebracht.

Foto 12. Het walsen van de onderlaag.

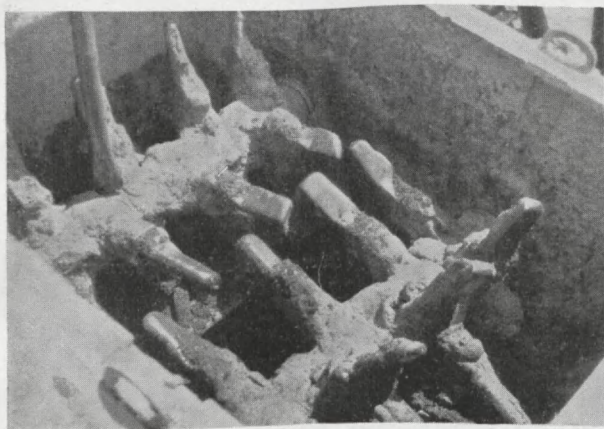
Foto 13. De onderlaag is aangezand, de stortlaag wordt aangebracht.



14



15



16



17

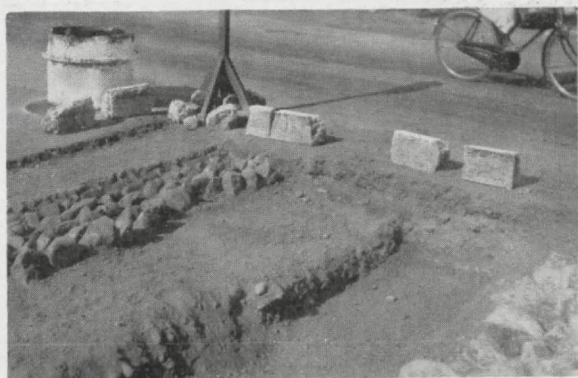


18

Foto 14. Droog vastgewalste stortlaag (voorgrond) en aanbrengen vulstof met nawalsen (achtergrond).

Foto 16. De mengmolen.

Foto 18. Bijsheeten.

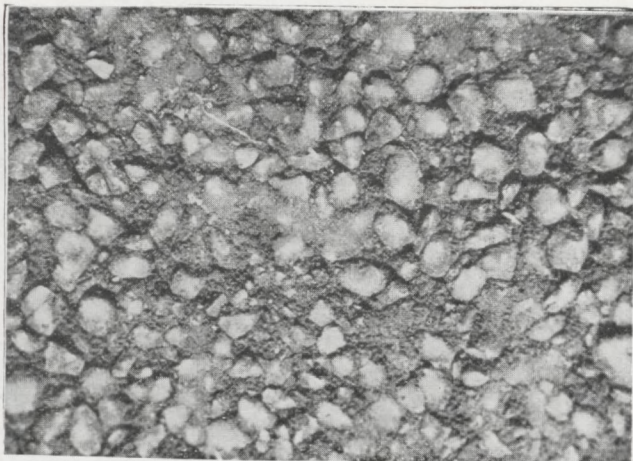


19

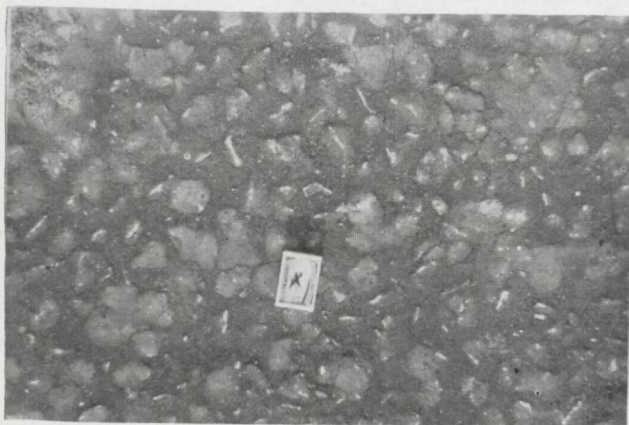
Foto 15. Wegbeeld tijdens uitvoering. Rechts de „rommel” uit de tijkarstrook. De oude beton kantsteenen als wegafscheiding.

Foto 17. Het spreiden tusschen 3 latten van 8 cm hoogte.

Foto 19. Dwarsdoorsnede van de constructie in geheel gereeden toestand.



20 Foto 20. Asfaltbeton na 1ste comprimeering.



21 Foto 21. Asfaltbeton na 2de comprimeering.



22 Foto 22. Asfaltbeton na blootstelling aan het verkeer.
In het midden een losgeraakte steen;
de 3 steunpunten op één lijn zijn
duidelijk zichtbaar.

g. *Het mengen.*

In de eerste plaats moet de illusie opgeheven worden, dat het mengen geheel koud zou plaats vinden. Voor een goede menging gelden de volgende eischen:

1. Het steenslag en het zand moeten kurkdroog, schoon en handwarm zijn. Daarvoor is het noodig, dat voor negen en na vijftien uur voorverwarming van het materiaal plaats vindt; in de daartusschen gelegen uren, kan, mits dun gespreid, van de zonnewarmte gebruik worden gemaakt.
2. Het Shellmac Special moet bij de menging een temperatuur hebben van 100 à 120° C.

Zooals tevoren gezegd moet het constructiebeeld zijn een aaneengesloten raamwerk van steen waartusschen sheet. Dit constructiebeeld bepaalt de mengmethode, want zoowel het zand als de steen moeten volkomen omwikkeld zijn met asfalt. Om dit te bereiken vindt de menging op de volgende wijze plaats. Eerst wordt het steenslag in den molen geworpen, direct daarop wordt een gedeelte van het asfalt bijgevoegd tot eene hoeveelheid noodig om de steen te omhullen. Bij den Porrongweg gaf de helft van de totale hoeveelheid de beste resultaten. Deze hoeveelheid is proefondervindelijk te bepalen. Is de steen geheel omhuld, dan wordt het zand toegevoegd. Dit zand gaat gedeeltelijk aan het asfalt om de steenstukken kleven. Een tweede toevoeging van asfalt volgt hierop, waardoor ook het zand geheel omhuld wordt.

Een goed eindproduct is bereikt als steenslag en zand volkomen omhuld zijn; dit product op den weg gespreid is dan ook zwart van kleur. Is de kleur bruinzwart, dan heeft geen goede menging plaats gevonden en is hier of daar een fout gemaakt.

Om te controleeren of al het zand goed omhuld is, kan van een eenvoudig loupje gebruik worden gemaakt.

Bij de uitvoering is gebleken, dat voor een normale menging van leege tot leege bak rond 5 minuten benodigd zijn, op de volgende wijze verdeeld.

Inbrengen steenslag en ingieten	$\frac{1}{2}$ minuut
$\frac{1}{2}$ hoeveelheid asfalt	1 „
Mengen	$\frac{1}{4}$ „
Inbrengen zand	1 „
Mengen	0 „
Inbrengen $\frac{1}{2}$ hoeveelheid asfalt	2 „
Mengen	$\frac{1}{4}$ „
Bak ledigen	5 minuten.

h. *De mengmolen.*

De gebruikte mengmolen is een bak waarin zich twee horizontale evenwijdige assen bevinden, voorzien van schoepen welke door middel van tandwiel in tegengestelde richting draaien. De schoepen zijn zoodanig scheluw gewrongen, dat het materiaal naar het midden wordt geworpen (*foto 16*). De omwentelingssnelheid mag 60, hoogstens 70 toeren per min. bedragen.

Als drijfkracht is gebruik gemaakt van een 15 pk Deutz-Dieselmotor, welke voor de bovenomschreven menhoeveelheid ruim voldoende is. Britsch-Indië geeft als practisch gegeven, dat per cub. feet gemengd asfaltbeton rond 2 pk noodig is, hetgeen neerkomt op 10 pk per $\frac{1}{8}$ m³.

Een complete installatie als thans gebruikt, gemonteerd op een verrijdbaar ijzeren raamwerk, is te Soerabaja aan te maken en kost met motor ruim f 3 000,—.

I. *Spreading.*

Na eenige proefnemingen geschiedde het spreiden tusschen 3 rijlatten 8 cm hoog (*foto 17*). Door de grootte der steenstukken werd dit 8 $\frac{1}{2}$ cm. Ingewalst werd een laagdikte van $\pm$ 6 cm verkregen. Er zijn rijlatten van 7 $\frac{1}{2}$ en zelfs 7 cm gebruikt, welke ingewalste laagdikten gaven van 5 $\frac{1}{2}$ tot 5 cm. Bij de laatste spreidingswijze kwamen moeilijkheden voor, mede doordat de gebruikte steenen groter waren dan voorgeschreven, zoodat geen vaste ligging kon worden verkregen.

Waar het zeven van het steenslag zeer primitief plaats vond, waardoor daarin nog vele groote stukken voorkwamen, werd besloten de laag dikker te maken.

Daar een laagdikte van 5 à 5 $\frac{1}{2}$ cm zeker voldoende is, toont het bovenstaande wel het groote nut van nauwkeurig werken en nauwkeurige bepaling van de steenslag-grootte; de uitvoering zal dan minstens 10% goedkooper kunnen zijn.

Het spreiden, schijnbaar een eenvoudig werkje, dient echter met de meeste zorg plaats te vinden; voorkomen moet worden, dat daarbij ontmenging plaats vindt. Bij het deponeeren op den weg mag dit dus niet op één hoop geschieden, maar moet eenige spreiding plaats vinden. De hark als spreidwerktuig dient verboden te worden, daar hiermede alleen de steenstukken verplaatst worden en dus zoowel sheetrijke als sheetarme plekken ontstaan. De patjol is bruikbaar; beter is de botte tweetand te gebruiken, een patjol die uitgesneden is (*zie foto 17*).

J. *Walsen.*

Voor de walsen geldt als eerste vereischte, dat zij zuiver, langzaam en rustig moeten kunnen loopen.

Het walsen heeft in twee tempo's plaats gevonden. Eerst werden eenige gangen gewalst met een 6-tons tandemwals. Slechtgespreide stukken werden bijgevuld en bijgekegd, waarna nogmaals de tandemwals het asfaltbeton aandrukte. Hierop volgde een verder comprimeeren met een 12-tons driewieler (resultaat = *foto 20*).

Was dit walsen gereed, dan werd de laag bijgesheet, dit wil zeggen, dat alle holle ruimten, dus plekken die te weinig sheet hadden, met een mengsel van 1 Shellmac en 8 zand werden opgevuld. Ter voorkoming, dat te veel sheet zou worden opgebracht geschiedde dit opbrengen met houten trofels (*foto 18*), waarbij hetgeen meer op den weg werd aangebracht dan noodig was om de poriën tusschen de steenen te vullen, weer werd verwijderd.

Oorspronkelijk nagewalst met een 12-tons wals, geschiedde dit later met de tandemwals (resultaat = foto 21). Hierna vond direct openstelling aan het verkeer plaats, dat voor nacomprimeering zorg droeg (resultaat = foto 22).

K. Punten waarop gelet moet worden.

1. *Molen draait te langzaam, 30 — 40 omw./min.*
De menginstallatie heeft onvoldoende capaciteit.
2. *Molen draait te snel, 80 — 90 omw./min.*
Materiaal wordt te hoog opgeworpen en vliegt uit den bak.
3. *Steenslag te warm (door oververhitting).*
De steenen zijn omhuld met een te dun laagje asfalt, geen aanhechting van het zand.
4. *Steenslag te koud.*
De steenen zijn onvoldoende omhuld, onvoldoende aanhechting van de sheet aan het steenslag, gevaar voor geen waterdicht dek.
5. *Zand te koud.*
Onvoldoende omhulling van het zand, gevaar voor geen waterdicht dek.
6. *Asfalt te koud.*
Onvoldoende omhulling van het steenslag en zand, gevaar voor geen waterdicht dek.
7. *Steenslag te groot.*
Vaste ligging van het steenslag niet te bereiken.
8. *Steenslag te klein.*
Gevaar voor golfvorming bij het walsen.
9. *Zand te grof (met grindkorrels erin).*
Zand wordt onvoldoende omhuld, gevaar voor geen waterdicht dek.
10. *Wals te zwaar.*
Er ontstaan golvingen en er heeft vergruizing plaats.
11. *Wals te licht.*
Onvoldoende comprimeering, waardoor gevaar voor spoorvorming ontstaat.
12. *Te veel bijsheeten.*
Er ontstaat een glad wegdek als bij oppervlaktebehandeling.

L. Kostenberekeningen.

Hieronder mogen in de eerste plaats enkele eenheidsprijzen volgen, welke tijdens de uitvoering betaald zijn, op basis van 20 ct koelie-dagloon.

1. Opbreken der verharding, maken van de $\pm$ 40 cm diepe inkassing, opruimen afbraak, verzamelen bruikbare steen daaruit en spreiden zandbed f 0,20/m²
2. Leggen, keggen en inwasschen onderlaag incl. opbrengen van de stortlaag „ 0,10/m²
3. Legloon kantsteenen „ 0,02/m¹
4. Inwalsen onderlaag „ 0,25/m³
5. Inwalsen slijtlaag „ 0,80/m³
6. Inwalsen stortlaag „ 0,75/m³
7. Zand „ 0,95/m³

8. Breuksteen „ 2,40/m³
9. Kantsteen „ 2,50/m³
10. Trowoelan-steenslag (4-7) „ 3,55/m^{3 2)}
11. I d e m (3-4 $\frac{1}{2}$) „ 4,—/m³

Bij deze eenheidsprijzen zijn de kosten per m² weg bij de volgende constructies:

1. 10 cm zand
20 cm onderlaag
+ kantsteen
10 cm slijtlaag
1 $\frac{1}{2}$ kg cutback Ingewalst f 1,62⁵ } f 1,78⁵
„ 0,16 }
2. 12 cm zand
20 cm onderlaag
7 cm stortlaag
(afbraak uit den weg) Ingewalst f 1,22⁵

Voor het asfaltbeton moge een meer gedetailleerde kostenberekening hieronder volgen, gebaseerd op koelieloon van f 0,25 per dag. Deze berekening heeft tot basis de gegevens tijdens de uitvoering nauwkeurig verzameld door den Hoofdopzichter bij den Provincialen Waterstaat Berg en zijn de volgende:

1. Gespreid werd tusschen latten van 8 cm.
2. Gemiddeld gehaalde dagcapaciteit gedurende de laatste uitvoeringsmaand 200 m².
3. *Kosten per m² asfaltbeton.* per m²
 - a. Voorverwarmen steenslag en asfalt per m²

8 koelies à f 0,25	f 2,—
brandhout 2 m ³ à f 1,50	„ 3,—
	f 5,—; f 0,02 ⁵
 - b. Mengen alles inbegrepen (zonder afschrijvingen en reparaties)

1 mengmandoer	f 1,50
1 toezichtmandoer	„ 1,50
25 koelies à f 0,25	„ 6,25
solarolie en smeerolie	„ 1,75
	f 11,—; „ 0,05 ⁵
 - c. Spreiden tusschen latten hoog 8 cm en transport naar den weg

1 mandoer	f 1,50
8 koelies à f 0,25	„ 2,—
	f 3,50; „ 0,02
 - d. Walsen (zonder afschrijvingen en reparaties)

1 machinist	f 1,50
4 koelies à f 0,25	„ 1,—
solarolie en smeerolie	„ 1,50
	f 4,—; „ 0,02
 - e. Keggen en bijsheeten

4 koelies à f 0,25	f 1,—; „ 0,00 ⁵
Per transport	f 0,12 ⁵
- 2) Trowoelan-steenslag op de wagon f 1 25
Transport spoor „ 1,95
Transport station naar den weg „ 0,35
f 3,55

	Getransporteerd	f 0,12 ⁵
f. Afschrijvingen en onderhoud van walsen en menginstallatie Wals.		
Afschrijving per jaar f 800,—		
Bij jaarcapaciteit van 40 000 m ² is de afschrijving dus	f 0,02	
Onderhoud en reparaties Mengmolen.	„ 0,01	
Kosten f 1 500,—		
Bij levensduur van 75 000 m ³ is de afschrijving dus	„ 0,02	
Onderhoud en reparaties Motor.	„ 0,01	
Kosten f 1 500,—		
Bij levensduur van 150 000 m ² is de afschrijving dus	„ 0,01	
Onderhoud en reparaties Asfalt kookketels.	„ 0,01	
Afschrijving	„ 0,01 ; „ 0,09	
g. Algemeen toezichthouder (werkbaas) à f 5,— per dag	„ 0,02 ⁵	
h. 85 l trowoelan-steenslag à f 4,—/1 000 l	„ 0,34	
i. 48 l zand ³⁾ f 1,50/1 000 l	„ 0,07	
k. 7,40 l Shellmac à (f 68,30 — f 10,—)	„ 0,43	
l. Transportkosten Shellmac	„ 0,00 ⁵	
	Totaal per m ² f 1,08 ⁵	
	of rond f 1,10	

M. Rentabiliteit.

Omtrent de rentabiliteit van deze constructiemethode valt thans nog niets te zeggen, omdat de levensduur niet is vast te stellen. Wel kan aan de hand van ervaringen elders en door een vergelijking te treffen met andere constructies een globale rentabiliteit worden opgezet.

Amerika.

Voor vrijwel uitsluitend auto-transport is de levensduur van warm asfaltbeton op 30 jaar gesteld. Aan koude asfaltbeton-constructies wordt voorlopig, omdat geen langdurige ervaring bestaat en in verband met de mindere dichtheid van het beton, een levensduur toegekend van 15 jaar.

Gemeente Soerabaja.

Direct aansluitende op het provinciale gedeelte is door de Gemeente in den Porrongweg over ± 400 m over de volle breedte een warme asfaltbeton-constructie in 1929 aangelegd. De Directeur van Gemeentewerken verklaarde mij, dat gedurende deze jaren practisch geen onderhoud is verricht en dat eerst in 1938 de eerste degradatie-plekken te voorschijn zijn gekomen.

Aangeteekend moge echter worden, dat bij het gemeente-gedeelte het tjikartransport langs beide zijden wordt gevoerd.

Het provinciale gedeelte heeft slechts één strook van ± 3 m voor beide richtingen. De wegaantasting is dus feitelijk het dubbele.

Proefvak koud asfaltbeton Sidoardjo bij km Sb. 22+275 — 22+300.

Aangelegd in November 1937 vertoont dit proefvak geen degradatie; opdracht is gegeven geen onderhoud te verrichten.

3) Met inbegrip van $\pm 12\frac{1}{2}\%$ aan verliezen.

Weggedeelte overweg Boedoeran — Sidoardjo (oppervlakte-behandeling) km Sb. 21+100 — 22+350.

Aangelegd in Juli 1937 met een onderlaag-constructie en bewerkt met $1\frac{1}{2}$ kg socofalt was de asfalteering in November 1937 reeds vernield en gedurende den westmoesson vond zoodanige degradatie plaats, dat de asfalteering moest worden opgegeven. In October 1938 vond eene herstelling plaats, welke bestond uit bijflikken der gaten en herasfalteering met gemiddeld 1 kg socofalt + 1 kg warm asfalt. In Januari 1939 moest weer een strook van $1\frac{1}{2}$ m worden opgegeven; het onderhoud geschiedde in beide perioden door macadam-flikwerk. De totale kosten tot dusver zijn geweest:

1. aanlegkosten $1\frac{1}{2}$ kg socofalt	f 0,16
2. macadam flikwerk (getaxeerd)	„ 0,05
3. herstelling	„ 0,17
4. macadam flikwerk tot Juli 1939 (getaxeerd)	„ 0,05
	f 0,43

Dit wil zeggen, dat gemiddeld 21,5 ct per m² per jaar wordt uitgegeven en toch de toestand onbevredigend is.

Indien op grond van het bovenvermelde aangenomen wordt, dat het asfaltbeton in de tjikarstrook van den Porrongweg een levensduur heeft van 6 jaar en het onderhoud in deze jaren zal bedragen respectievelijk 0, 2, 3, 4, 5 en 6 cent per jaar, dan lijkt mij deze aanname niet optimistisch.

Stellen we nu ten slotte het uitgevoerde koude asfaltbeton tegenover de in 1932 aangelegde penetratielaag en het in 1937 aangelegde stuk met oppervlaktebehandeling van km Soerabaja 21+100 tot km Soerabaja 22+350 dan worden de volgende gegevens verkregen.

Omschrijving	Penetratielaag tusschen km 7+472 en km 16	Koud asfaltbeton	Overweg Boedoeran tot Sidoardjo (met oppervl. behandeling)
Onderbouw	0,50 *)	1,22 ⁵	} 1,62 ⁵
Slijtlaag constructie	1,50	1,10	
Onderhoud 1e. jaar	—	—	0,21 ⁵
2e. jaar	0,10	0,02	0,21 ⁵
3e. jaar	0,20 +)	0,03	0,21 ⁵
4e. jaar	0,20 +)	0,04	0,21 ⁵
5e. jaar	0,20 +)	0,05	0,21 ⁵
6e. jaar	0,20 +)	0,06	0,21 ⁵
Levensduur slijtlaag 15 j.			
Afschrijving over 6 jaar			
6/15 $\times$ 55 ct	—	—	0,20
	2,90	2,52 ⁵	3,11 ⁵

Eerste zesjarige periode per m ² /jaar	0,48	0,42	0,52
Tweede zesjarige periode per m ² /jaar	0,48	0,21	0,25

Hoewel niet tot in centen nauwkeurig is dit staatje m.i. zeer leerzaam.

*) onbekend, getaxeerd.

+) berekend uit onderhoudsuitgaven.

De tweede kolom betreffende penetratie geeft een idee welk een enorme kapitaalsvernietiging heeft plaats gevonden, *doordat een onvoldoende onderbouw-constructie is toegepast.*

De vierde kolom daarentegen leert, welk een enorm bedrag aan onderhoud moet worden uitgegeven, *doordat een foutieve slijtlaag-constructie werd aangenomen*, terwijl in beide gevallen een voortdurende onbevredigende wegtoestand bleef en blijft bestaan.

Zeër gunstig en logisch steekt kolom 3 daarbij af. Het in den weg over 6 jaar gestoken kapitaal is voor $\pm 50\%$ van blijvende waarde, terwijl 50% of rond f 1,30 door het verkeer wordt vernietigd.

Het bovenstaande, een voorbeeld — nog niet eens met exact cijfermateriaal —, geeft n.m.m. een duidelijke aanwijzing, dat voor het grootste gedeelte van het Indische wegennet een reële, *technisch-economische* opzet onvindbaar is.

M.a.w. dat wij thans in principe nog even ver zijn als toen Daendels zijn weg aanlegde en onder-

hield en welke onderhoudswijze in latere jaren door het B.B. werd voortgezet, alleen met dit verschil, dat wij ingenieurs thans in plaats van grind meer steenslag gebruiken, dat in stede van het grind zonder meer over den weg te strooien, gebruik gemaakt wordt van stampers of walsen en dat wij tenslotte met het asfalt alle prestaties, goed of slecht, met den mantel der liefde hebben afgedekt.

Zeër zeker zal een ombouw der wegen geld kosten, maar het hierboven geschreven staatje — waaronder de gemiddelde jaarlijksche kosten zijn opgegeven van de 1ste en 2de zesjarige perioden, indien op dezelfde wijze met dezelfde prijzen kon worden doorgewerkt — geeft naar mijn meening een zeer positieve aanwijzing, dat gesommeerd over een 10 à 15-jarige periode de totaalkosten niet belangrijk hooger behoeven te zijn.

Ik hoop in de gelegenheid te zijn t.z.t. de juistheid van deze stelling met een uitgewerkt voorbeeld aan te kunnen toonen.