

DE INGENIEUR 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. Ch. F. van Haften,
P. J. Graaff.

Commissie van Redactie:

Voorzitter: prof. ir. C. G. J. Vreedenburgh;
Leden: ir. E. E. Hens,
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: Buigende momenten en doorbuigingen voor op vier zijden opgelegde platen in gewapend beton bij volbelasting, door prof. ir. P. P. Bijlaard. — Nieuwe berekeningswijze voor cirkelvormige platen, door prof. ir. P. P. Bijlaard. — Stedebouw en rooiwezen, door ir. P. J. Willekes Macdonald. — *Berichten van allerlei aard*: Jaarregister en omslag. — *Personalia*. — *Kon. Instituut van Ingenieurs*: Bestuursmededeelingen.

Buigende momenten en doorbuigingen voor op vier zijden opgelegde platen in gewapend beton bij volbelasting

door

prof. ir. P. P. BIJLAARD.

In het in *noot 1* genoemde artikel werden eenvoudige formules afgeleid voor de berekening van op vier zijden opgelegde platen in gewapend beton. Door den eisch, dat de coëfficiënten α' , β , γ etc. van deze formules voor alle verhoudingen $\varepsilon = \frac{l_y}{l_x}$ constant moeten zijn te laten vervallen, zijn nog nauwkeuriger uitkomsten te verkrijgen, waarbij dan bedoelde coëfficiënten voor $\varepsilon < 1$ en $\varepsilon > 1$ verschillend zijn (*tabel V en VI*).

De draagkracht van een bepaalde plaat, berekend voor een zekere lastverdeling, wordt bepaald door de grootte van het maatgevend veldmoment $M_{mx} = M_{xm} + \frac{\eta}{\varepsilon^2} \cdot M_{ym}$ of $M_{my} = M_{ym} + \frac{\varepsilon^2}{\eta} \cdot M_{xm}$, als M_{xm} en M_{ym} de maximum veldmomenten zijn, waarop de plaat berekend is. Op grond hiervan worden de uitkomsten der nieuwe formules vergeleken met de door (cq. volgens) Marcus (Gewebe-theorie), Lewe en Nadai berekende waarden. De nieuwe formules blijken even betrouwbare uitkomsten te geven als de berekeningsmethoden van de genoemde auteurs. Tenslotte worden ook de momenten en de doorbuiging in een willekeurig punt berekend.

1. Inleiding.

In een vorige publicatie ¹⁾ werden eenvoudige formules afgeleid voor de berekening van de maximum veld- en inklemmingsmomenten in op vier zijden opgelegde platen bij gelijkmatige volbelasting en wel voor zes verschillende randvoorwaarden, resp. *geval I t.m. VI* genoemd (*fig. 1*). Het voordeel van deze for-

¹⁾ Bijlaard: Afleiding van eenvoudige formules voor de berekening van rechthoekige op vier zijden opgelegde platen in gewapend beton voor gelijkmatige volbelasting. *De Ingenieur* No. 23 — 1935.

mules is, dat ze direct worden afgeleid. De beste tot nu toe bestaande formules, n.l. die van Marcus, zijn n.l. niet direct afgeleid, maar aangepast aan de uitkomsten van de alleen tot numerieke resultaten leidende „Gewebe-theorie”. Daardoor vertoonen de nieuw afgeleide formules ook een theoretisch meer juist en opbouw en geven nog nauwkeuriger uitkomsten. Bovendien liggen de uitkomsten, in tegenstelling met verschillende volgens de formules van Marcus berekende waarden, aan den veiligen kant. Tenslotte zijn ze van eenvoudiger vorm; de verhou-

ding $\varepsilon = \frac{l_y}{l_x}$ komt n.l. slechts tot de 4e macht voor inplaats van tot de 8e macht ²⁾).

In noot 25 van mijn vorige publicatie ¹⁾ werd nog een methode aangegeven om de coëfficiënten van de nieuwe formules nog iets scherper te berekenen, waar dan echter het nadeel tegenover staat, dat deze coëfficiënten voor verhoudingen $\varepsilon = \frac{l_y}{l_x}$, die resp.

groter en kleiner dan de eenheid zijn, verschillend van grootte zijn. Hoewel de met de eerst afgeleide coëfficiënten berekende uitkomsten voor de praktijk in alle opzichten voldoende nauwkeurig zijn, kan het toch van belang zijn ook de andere coëfficiënten bekend te stellen, die voor waarden van ε , die veel van de eenheid afwijken, nog nauwkeuriger resultaten geven. Ieder kan dan zelf uitmaken, welke coëfficiënten hij gebruiken wil.

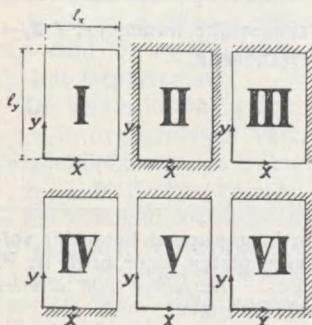


Fig. 1. De 6 verschillende randvoorwaarden, geval I t.m. VI, voor op 4 zijden opgelegde platen met zijden l_x en l_y . Een enkele lijn duidt vrije oplegging aan, een harceering in-klemming.

2) L ö s e r: Bemessungsverfahren.

3) Hieronder volgen eenige errata bij het in noot 1 genoemde artikel:

In de laatste term van verg. (1a) is M_{ym} te veranderen in M_{xm} .

In verg. (13), bestaande uit 4 regels, moet van den in den tweede regel staanden breuk de teller luiden:

$$(a \cdot c - b \cdot d) \cdot \mu \cdot \varepsilon^4 + (a \cdot c - b \cdot d) \cdot \varphi_x \cdot \varepsilon^2$$

inplaats van

$$(a \cdot c - b \cdot d) \cdot \mu \cdot \varepsilon^2 + (a \cdot c - b \cdot d) \cdot \varphi_x \cdot \varepsilon^2.$$

In noot 11 is y door x te vervangen.

In tabel IV moet voor geval V de coëfficiënt $\omega_y = 0,27$ zijn inplaats van 0,14. Bij de berekening van de ordinaten van A_{iy} voor geval V in de grafiek fig. 12 werd met de juiste waarde $\omega_y = 0,27$ rekening gehouden. In tabel IV moet verder voor geval VI $\lambda_x = 1,29$ zijn inplaats van 1,38. Ook in fig. 12 is voor het bepalen van de ordinaten van de kromme voor A_{ix} voor geval VI van $\varepsilon = 1$ tot $\varepsilon = 2$ abusievelijk met $\lambda_x = 1,38$ gerekend, zoodat bedoelde ordinaten met

$$\frac{1,29}{1,38} = 0,935 \text{ te vermenigvuldigen zijn.}$$

4) Bijlaard: Een nieuwe methode voor het berekenen van platen. Autoreferaat 7e N.-I. N. C., *De Ingenieur in Ned. Indië* No. 11 — 1935.

5) Bijlaard: Een nieuwe methode voor het berekenen van platen en de toepassing daarvan op het uitplooien van de wanden van gedrukte staven. *De Ingenieur* No. 26 — 1934.

2. Berekening van de voor $\varepsilon > 1$ en $\varepsilon < 1$ verschillende coëfficiënten.

Bij de berekening van de maximum veldmomenten M_{xm} en M_{ym} werd gebruik gemaakt van de verg.:

$$M_{xv} = m \cdot (q_{xm} + e \cdot q_{ym} + f \cdot q_{ex}) \cdot l_x^2 \dots (2a)$$

$$M_{yv} = n \cdot (q_{ym} + g \cdot q_{xm} + h \cdot q_{ey}) \cdot l_y^2 \dots (2b)$$

die, samen met verg. (1a), (1b), (3) en (4), 6 vergelijkingen met 6 onbekenden leverden ter berekening van M_{xm} en M_{ym} . Bij de berekening van de nieuwe coëfficiënten worden nu niet, zooals in mijn vorige publicatie ¹⁾, q_{ex} en q_{ey} voor varieerende waarden van ε constant aangenomen en gelijk aan hun waarde voor $\varepsilon = 1$, maar meer in overeenstemming met hun met ε veranderlijke waarden.

De beteekenis van q_{ex} en q_{ey} zij hier even nader toegelicht. Is b.v. de beschouwde plaat bij de lijn AB (fig. 2) ingeklemd, dan is bij het ingeklemde uiteinde van de meest belaste X-strook X_m het daarin optredende moment M_{xi} . Volgens verg. (8) van mijn in noot 5 genoemde publicatie zou dus in de randstrook Y_r , indien deze vrij was opgelegd, door de wringspanningen τ_{xy} in het punt K_1 een ontlastend, dus een negatief buigend moment M_{xi} worden opgewekt, dus een moment $-M_{xi}$. Daar M_{xi} een negatief moment voorstelt, zou dus Y_r , als daarop alleen wringspanningen werkten, naar beneden gebogen worden. Is strook Y_r aan één of beide zijden ingeklemd, dan zou ze natuurlijk ook naar beneden gebogen worden, alleen wat minder. In werkelijkheid werkt op Y_r echter nog de belasting q_y , die dus blijkbaar negatief moet zijn, want de resulterende doorbuiging van de randstrook Y_r is nul. Deze belasting q_y wordt nu in het punt K_1 genoemd $q_y = -q_{ex}$. De belasting van X_m in punt K_1 is dus $q_x = q - q_y = q + q_{ex}$. Hetzelfde geldt bij verwisseling van x en y voor de extra belasting q_{ey} van Y_m bij een ingeklemde oplegging. De grootten van q_{ex} en q_{ey} bij varieerende ε

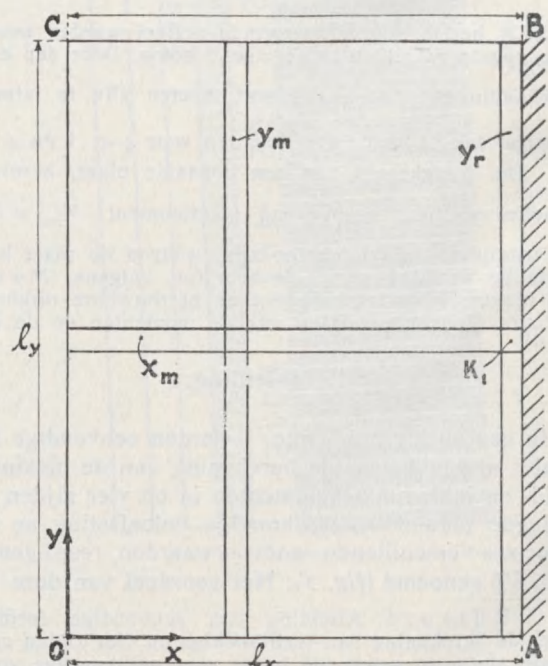


Fig. 2. Op 4 zijden opgelegde plaat.

zullen nu ter berekening van de nieuwe coëfficiënten bepaald worden. Ze worden echter niet als functie van ε ingevoerd, daar dan ook de coëfficiënten β , γ , etc. (zie verg. II en V) niet meer constant zouden zijn, doch functies van ε , dus de eindformules te ingewikkeld zouden worden. Zooals reeds in noot 25 van mijn vorige publicatie ¹⁾ verklaard werd, kan dit bezwaar ondervangen worden door q_{ex} en q_{ey} als functies van q_{ym} resp. q_{xm} in te voeren. Voor $\varepsilon > 1$, dus $l_y > l_x$, is q_{ex} variabel, doch q_{ey} vrijwel constant (zie even verder) en dus gelijk aan zijn reeds uit tabel I te vinden waarde ⁶⁾ voor $\varepsilon = 1$, n.l. $q_{ey} = u \cdot q$. Langs de korte zijde(n), waar in dat geval q_{ey} optreedt, is n.l., zooals in hoofdstuk 7 van mijn vorige publicatie werd uiteengezet en uit verg. VI en VII bleek, M_{yi} bij gelijke l_x , vrijwel onafhankelijk van ε , dus ook de volgens het voorgaande en volgens de laatste verg. (36) en de verg. (37), (38) en (39) (bij verwisseling van x en y) door M_{yi} bepaalde waarde van q_{ey} . Voor $\varepsilon > 1$ wordt dus gesteld (zie noot 25):

$$q_{ex} = t \cdot q + t' \cdot q_{ym} \text{ en } q_{ey} = u \cdot q \quad (55)$$

De coëfficiënten t en t' worden afgeleid uit de waarden van q_{ex} en q_{ym} bij $\varepsilon = 1$ en $\varepsilon = 2$, resp. aan te duiden met de index 1 en 2, zoodat:

$$q_{ex1} = t \cdot q + t' \cdot q_{ym1} \quad (56)$$

$$q_{ex2} = t \cdot q + t' \cdot q_{ym2} \quad (57)$$

Nu is uit verg. (12) te berekenen dat q_{ym2} gevoelig gelijk „nul” is te stellen, zoodat uit verg. (57) en (56) volgt:

$$t = \frac{q_{ex2}}{q} \text{ en } t' = \frac{q_{ex1} - q_{ex2}}{q_{ym1}} \quad (58)$$

De waarden van q_{ex1} werden reeds in mijn vorige publicatie berekend, n.l. $q_{ex1} = t \cdot q$, waarbij de coëfficiënten t voor de verschillende gevallen in tabel I zijn opgenomen. Verder is q_{ym1} uit verg. (12) te berekenen; voor de gevallen II en III is wegens de gelijke randvoorwaarden in X - en Y -richting direct te zeggen dat $q_{ym1} = 0,5 \cdot q$ is. De waarden voor q_{ex2} zijn gemakkelijk te bepalen, door te overwegen dat voor $\varepsilon = 2$ de maximum inklemmingsmomenten M_{xi} vrijwel gelijk zullen zijn aan die voor $\varepsilon = \infty$, dus voor een op twee zijden opgelegde plaat. In verg. (IVa) en (Va) zal dus $q'_{xi} = q$ te stellen zijn, zoodat $M_{xi2} = m_i \cdot q \cdot l_x^2$, waarbij de waarden m_i in tabel IV voor de verschillende gevallen zijn aangegeven. Volgens verg. (36) moet nu in de strook Y_r (fig. 2) door de belasting q_y , die bij K_1 gelijk is aan $-q_{ex2}$, een moment $M_{yr} = M_{xi2}$ worden opgewekt. Daar bij $\varepsilon = 2$ de lengte l_y van strook Y_r twee keer zoo groot is als bij gelijke l_x en $\varepsilon = 1$ en het door $-q_{ex}$ opgewekte moment volgens verg. (37), (38) en (39) ongeveer evenredig met l_y^2 is, volgt hieruit:

$$q_{ex2} = \frac{1}{4} \cdot \frac{M_{xi2}}{M_{xi1}} \cdot q_{ex1} \quad (59)$$

M_{xi1} is uit verg. (IVa) en (Va) met $\varepsilon = 1$ te berekenen, zoodat dus uit verg. (59) q_{ex2} te vinden is. Uit verg. (58) volgen dan t en t' . Ze zijn voor de ver-

schillende gevallen in de hier gegeven hulptabel opgenomen ⁷⁾.

Hulptabel.

coëff.	ε tusschen 1 en 2			ε tusschen 1 en 0,5		
	t	t'	u	t	u	u'
II	0,24	0,74	0,61	0,61	0,24	0,74
III	0,35	0,94	0,82	0,82	0,35	0,94
IV	—	—	0,68	—	0,20	2,05
V	—	—	0,84	—	0,30	1,46
VI	0,35	0,52	0,70	0,68	0,24	1,27

Verg. (8) gaat dus nu over in:

$$q_{ex} = t \cdot q + t' \cdot q_{ym} = t \cdot q_{xm} + (t + t') \cdot q_{ym} \text{ en } q_{ey} = u \cdot q = u \cdot q_{xm} + u \cdot q_{ym} \quad (60)$$

Worden deze waarden in verg. (7) ingevuld, dan is in de daaruit volgende gelijkkluidend blijvende verg. (9):

$$a = 1 + f \cdot t, \quad b = e + f \cdot (t + t'), \quad c = 1 + h \cdot u, \quad d = g + h \cdot u \quad (61)$$

welke laatste verg. dus in de plaats komen voor verg. (10). De verdere verg. ter bepaling der maximum veldmomenten blijven onveranderd. Met behulp van de reeds in tabel I opgenomen hulpwaarden, die met uitzondering van t onveranderd blijven, zijn nu a , b , c en d volgens verg. (61) te berekenen, waarna dan uit verg. (14) de coëfficiënten β , γ , α en α' volgen. Deze zijn in tabel V opgenomen. De coëfficiënten m en n blijven natuurlijk dezelfde.

Wat hier gezegd werd over de berekening van de coëfficiënten voor $\varepsilon > 1$ geldt ook voor $\varepsilon < 1$, als daarbij slechts x en y en dienovereenkomstig ook de bijbehorende coëfficiënten verwisseld worden gedacht. Voor $\varepsilon < 1$ gaan dan verg. (58), (60) en (61) over in:

$$u = \frac{q_{ey0,5}}{q} \text{ en } u' = \frac{q_{ey1} - q_{ey0,5}}{q_{xm1}} \quad (62)$$

$$q_{ex} = t \cdot q_{xm} + t' \cdot q_{ym} \text{ en } q_{ey} = u \cdot q_{ym} + (u + u') \cdot q_{xm} \quad (63)$$

$$a = 1 + f \cdot t, \quad b = e + f \cdot t, \quad c = 1 + h \cdot u, \quad d = g + h \cdot (u + u') \quad (64)$$

Uit verg. (62) en (64) en tabel I, waarin nu alleen u een andere waarde heeft, zijn dan a , b , c en d te berekenen, terwijl de coëfficiënten β , γ , α en α' weer uit verg. (14) volgen. Ze zijn in tabel V opgenomen.

Ter berekening van de inklemmingsmomenten voor $\varepsilon > 1$ zijn in verg. (41a) en (41b) weer q_{ex} en q_{ey} volgens verg. (60) in te vullen. Dan is in verg. (41a) en (41b):

$$a_i = 1 + f_i \cdot t, \quad b_i = e_i + f_i \cdot (t + t'), \quad c_i = 1 + h_i \cdot u \text{ en } d_i = g_i + h_i \cdot u \quad (64)$$

te stellen, welke verg. dus in de plaats komen van de verg. (50a) en (50b). De verg. (IV), (V) en (51) ter berekening van de inklemmingsmomenten M_{xi} en M_{yi} blijven dan geheel dezelfde. Nadat volgens verg. (64) de waarden a_i , b_i , c_i en d_i met behulp van tabel

⁶⁾ Verwijzingen naar niet in dit artikel opgenomen vergelijkingen en tabellen hebben betrekking op mijn onder noot 1 vermelde publicatie, waarvan dit artikel een vervolg is.

⁷⁾ In noot 25 werd voor geval II en $\varepsilon > 1$ gevonden $t = 0,26$ en $t' = 0,70$, omdat daar gebruik werd gemaakt van de in noot 15 berekende waarde voor q_{ex2} .

I en verg. (58) berekend zijn, volgen nu de coëfficiënten λ_x , ω_x , ρ_x , λ_y , ω_y en ρ_y uit verg. (51a) en (51b).

Voor $\varepsilon < 1$ zijn in verg. (41a) en (41b) q_{ex} en q_{ey} volgens verg. (63) in te vullen, waarna dan in verg. (41a) en (41b):

$a_i = 1 + f_i \cdot t$, $b_i = e_i + f_i \cdot t$, $c_i = 1 + h_i \cdot u$ en $d_i = g_i + h_i \cdot (u + u')$ (65) is te stellen. Hieruit zijn a_i , b_i , c_i en d_i met behulp van tabel I en verg. (62) te berekenen, waarna verg. (51a) en (51b) weer de coëfficiënten λ_x , ω_x etc geven.

Deze coëfficiënten zijn voor $\varepsilon > 1$ en $\varepsilon < 1$ in tabel VI opgenomen. Hierbij is op te merken, dat voor $\varepsilon > 1$ alleen de coëfficiënten λ_x , ω_x en ρ_x berekend behoeven te worden, daar in dat geval M_{yi} , optredend langs de korte zijden, blijkens verg. (VI) en (VII) even groot is als voor een vierkante plaat met zijden gelijk aan die korte zijden, dus als voor $\varepsilon = 1$ en dus even goed met de voor $\varepsilon < 1$ bepaalde coëfficiënten λ_y , ω_y en ρ_y berekend kan worden. Evenzoo behoeven voor $\varepsilon < 1$ slechts λ_y , ω_y en ρ_y bekend te zijn.

3. De formules voor de veld- en inklemmingsmomenten.

De maximum veldmomenten zijn dus te berekenen volgens de reeds in mijn vorige publicatie afgeleide verg.:

$$M_{xm} = m \cdot q'_x \cdot l_x^2 \quad \text{en} \quad M_{ym} = n \cdot q'_y \cdot l_y^2 \quad \dots \quad (\text{I})$$

waarin:

$$q'_x = \beta \cdot \frac{\varepsilon^4}{\varepsilon^4 + \gamma \cdot \varepsilon^2 + \alpha'} \cdot q \quad \text{en}$$

$$q'_y = \beta \cdot \frac{\alpha}{\varepsilon^4 + \gamma \cdot \varepsilon^2 + \alpha'} \cdot q \quad \dots \quad (\text{II})$$

$$\text{en} \quad \varepsilon = \frac{l_y}{l_x},$$

terwijl voor de coëfficiënten voor de verschillende gevallen (fig. 1) de in onderstaande tabel V aangegeven waarden zijn in te vullen:

Tabel V.

coëff. geval	m	n	α	ε tusschen 1 en 2			ε tusschen 1 en 0,5		
				β	α'	γ	β	α'	γ
I	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	1	$\frac{7}{6}$	1	2	$\frac{7}{6}$	1	2
II	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{24}$	1	1,21	0,91	0,86	1,32	1,09	0,94
III	$\frac{9}{128}$	$\frac{9}{128}$	1	1,20	0,94	1,33	1,29	1,07	1,42
IV	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{24}$	5	1,18	4,75	2,95	1,43	6,19	3,34
V	$\frac{1}{8}$	$\frac{9}{128}$	2,5	1,19	2,43	2,59	1,26	2,69	2,72
VI	$\frac{9}{128}$	$\frac{1}{24}$	2	1,21	1,89	1,53	1,36	2,29	1,68

De maximum inklemmingsmomenten langs de lange zijden zijn te berekenen volgens de vroeger afgeleide verg.:

$$M_{xi} = m_i \cdot q'_{xi} \cdot l_x^2 \quad \text{en} \quad M_{yi} = n_i \cdot q'_{yi} \cdot l_y^2 \quad (\text{IV})$$

waarin:

$$q'_{xi} = \lambda_x \cdot \frac{\varepsilon^4 + \omega_x \cdot \varepsilon^2 + \rho_x}{\varepsilon^4 + \gamma \cdot \varepsilon^2 + \alpha'} \cdot q \quad \text{en}$$

$$q'_{yi} = \lambda_y \cdot \frac{1 + \omega'_y \cdot \varepsilon^2 + \rho_y \cdot \varepsilon^4}{\varepsilon^4 + \gamma \cdot \varepsilon^2 + \alpha'} \cdot q \quad (\text{V})$$

De nog niet in tabel V opgenomen coëfficiënten van verg. (V) zijn verzameld in onderstaande tabel VI.

Tabel VI.

coëff. geval	m_i	n_i	ε tusschen 1 en 2			ε tusschen 1 en 0,5			A_{xi}	A_{yi}
			λ_x	ω_x	ρ_x	λ_y	ω_y	ρ_y		
II	$-\frac{1}{12}$	$-\frac{1}{12}$	1,18	0,27	0,22	1,30	0,27	0,22	- 0,053	- 0,053
III	$-\frac{1}{8}$	$-\frac{1}{8}$	1,20	0,37	0,24	1,28	0,37	0,24	- 0,074	- 0,074
IV	—	$-\frac{1}{12}$	—	—	—	6,88	0,22	0,07	—	- 0,070
V	—	$-\frac{1}{8}$	—	—	—	3,11	0,32	0,12	—	- 0,087
VI	$-\frac{1}{8}$	$-\frac{1}{12}$	1,21	0,40	0,37	2,66	0,25	0,14	- 0,061	- 0,062

De maximum inklemmingsmomenten langs de korte zijden zijn volgens verg. (VI) en (VII) even groot als voor een vierkante plaat, met zijden gelijk aan de

korte zijden. M_{xi} is dus voor $\varepsilon < 1$ direct te berekenen door in de eerste verg. van de hierboven gegeven verg. (IV) en (V) $l_x = l_y$ resp. $\varepsilon = 1$ in te

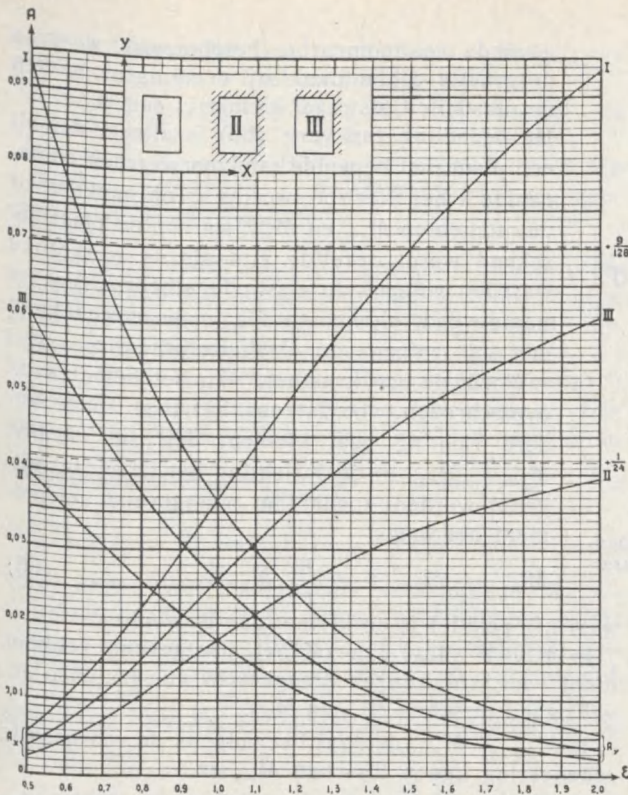


Fig. 3. Grafiek ter bepaling van de max. veldmomenten $M_x = A_x \cdot q \cdot l_x^2$ en $M_y = A_y \cdot q \cdot l_y^2$ voor de gevallen I t.m. III (fig. 1) voor verschillende waarden van $\varepsilon = \frac{l_y}{l_x}$.

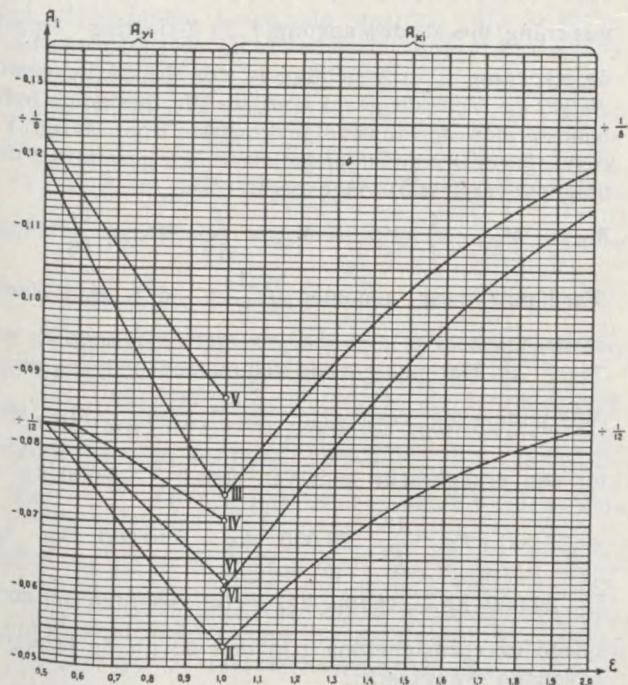


Fig. 5. Grafiek ter bepaling van de max. inklemmingsmomenten $M_{xi} = A_{xi} \cdot q \cdot l_x^2$ en $M_{yi} = A_{yi} \cdot q \cdot l_y^2$ voor de gevallen II t.m. VI (fig. 1) voor verschillende waarden van $\varepsilon = \frac{l_y}{l_x}$. Voor de inklemmingsmomenten langs de korte zijden is $M_{xi} = A_i \cdot q \cdot l_y^2$, dan wel $M_{yi} = A_i \cdot q \cdot l_x^2$ te stellen, terwijl A_i is te bepalen voor $\varepsilon = 1$.

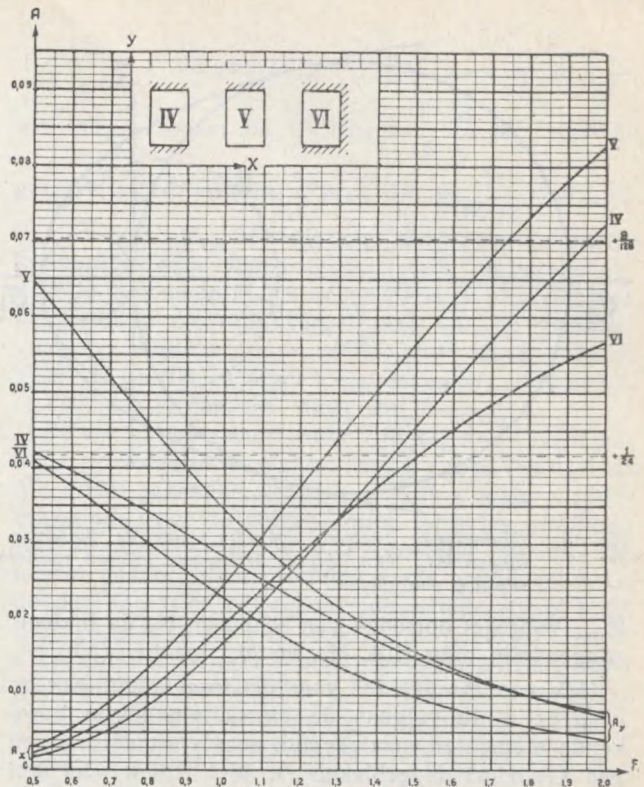


Fig. 4. Grafiek ter bepaling van de max. veldmomenten $M_x = A_x \cdot q \cdot l_x^2$ en $M_y = A_y \cdot q \cdot l_y^2$ voor de gevallen IV t.m. VI (fig. 1) voor verschillende waarden van $\varepsilon = \frac{l_y}{l_x}$.

vullen en M_{yi} (voor $\varepsilon > 1$) door in de tweede verg. $l_y = l_x$ resp. $\varepsilon = 1$ te stellen. Voor de max. inklemmingsmomenten langs de korte zijden is dus te schrijven:

$$M_{xi} = A_{xi} \cdot q \cdot l_y^2 \quad \text{en} \quad M_{yi} = A_{yi} \cdot q \cdot l_x^2 \quad (\text{VIII})$$

waarin A_{xi} en A_{yi} de mede in tabel VI opgenomen waarden hebben.

In de figuren 3, 4 en 5 zijn bovendien de max. veld- en inklemmingsmomenten voor de verschillende gevallen grafisch voorgesteld als functie van ε .

De verschillende becijferingen werden uitgevoerd door mijn assistent ir. C. W. A. van Heel.

4. De nauwkeurigheid der formules.

Wanneer in een betonplaat een vlakke spannings-toestand $\rho_1 \rho_2 \neq 0$ heerscht en de hoofdspansingen ρ_1 en ρ_2 trekspanningen zijn, eventueel een van beide een niet te groote drukspanning is, zullen er scheuren optreden, als de grootste hoofdtrekspanning de trekvastheid σ_t van het materiaal bereikt. Volgens fig. 6 geldt dit zoolang de buitenste spanningscirkel gelegen is binnen den gestippelden cirkel R , waarvan de straal gelijk is aan den kromtestraal van de omhullende volgens Mohr in het snijpunt met de σ -as. Maatgevend voor het optreden van scheuren aan den onderkant van de plaat is dus het grootste der beide hoofdspansingsmomenten M_{xm} en

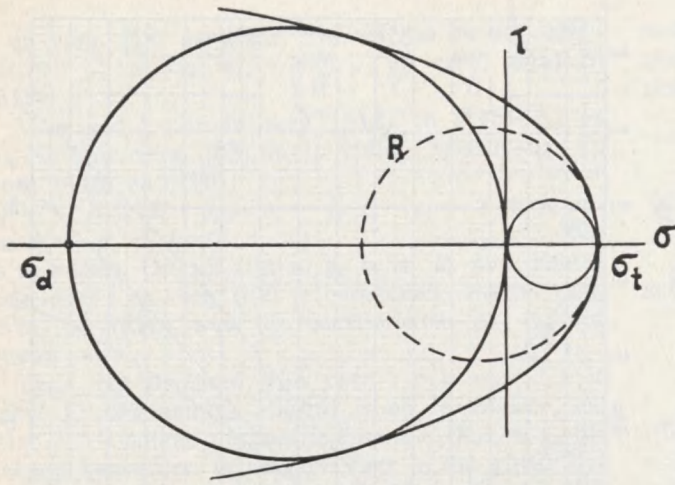


Fig. 6. Omhullende volgens Mohr van de buitenste spanningcirkels van bij de breukgrens gelegen spanningstoelstanden voor beton.

M_{ym} . Voor het optreden van scheuren bij de inklemmingen zijn natuurlijk M_{xi} en M_{yi} maatgevend.

Ook voor *breuk*, dus voor de draagkracht van de plaat, zijn de volgens de elasticiteitstheorie berekende momenten maatgevend, zooals uit de proeven van Gehler is gebleken ⁸⁾. Wel zullen door het scheuren van het beton de wringspanningen minder groot worden, maar daar staat tegenover, dat door het slapper worden van de plaat in de meest belaste gedeelten, deze door de minder belaste deelen eenigszins ontlast worden (plasticiteit). Bij aangroeiende belasting zal het ijzer, dat ligt in de richting, waarin de plaat het sterkst gekromd is, het eerst gaan vloeien. Als niet reeds eerder in de richting van de grootste kromming, waar door het vloeien van het ijzer de neutrale as zich naar boven verplaatst, de breukvastheid van het beton bereikt wordt, zal nu bij verdere belasting tenslotte ook het ijzer in de andere richting gaan vloeien. Aannemende, dat dan ook in het ijzer bij de inklemmingen de vloeigrens bereikt is, zal op dat moment de draagkracht van de plaat vrijwel zijn uitgeput. Bij een zelfde belasting p per lengteëenheid is in een X-strook het moment $M_x = m \cdot p \cdot l_x^2$ en in een Y-strook $M_y = n \cdot p \cdot l_y^2$, waarbij m en n door de randvoorwaarden in X- en Y-richting bepaald worden. Globaal redeneerende is dus te zeggen, dat bij een plaat, die berekend is voor maximum veldmomenten M_{xm} en M_{ym} , de belasting

$p_y = \frac{M_{ym}}{n \cdot l_y^2}$ ook gedragen zou kunnen worden door

een extra-moment $\Delta M_{xm} = m \cdot p_y \cdot l_x^2 = \frac{m}{n} \cdot \frac{l_x^2}{l_y^2} \cdot$

$M_{ym} = \frac{\eta}{\varepsilon^2} \cdot M_{ym}$, als $\eta = \frac{m}{n}$.

De grootte $M_{mx} = M_{xm} + \frac{\eta}{\varepsilon^2} \cdot M_{ym}$ (65)

is dus als het voor de draagkracht van de plaat maat-

gevend veldmoment te beschouwen, waarvan de grootte echter dank zij wringingsmomenten en plasticiteit als regel kleiner is dan $m \cdot q \cdot l_x^2$. De bedoeling van verg. (65) is alleen, dat bij een plaat met bepaalde randvoorwaarden en bepaalde ε het niet zoo precies er op aankomt of de momenten M_{xm} en M_{ym} , waarop de plaat berekend wordt dezelfde zijn als de werkelijke waarden volgens de elasticiteitstheorie, als het maatgevend veldmoment M_{mx} maar overeenkomt met dat volgens de elasticiteitstheorie.

Wordt de breukvastheid van het beton reeds overschreden, voordat ook het ijzer in de andere richting gaat vloeien, dan zal, als b.v. $M_{xm} > M_{ym}$, in de Y-richting het ijzer niet uitgenut worden, zoodat het maatgevend veldmoment bedraagt:

$$M_{mx}' = M_{xm} + \nu \cdot \frac{\eta}{\varepsilon^2} \cdot M_{ym} \dots\dots\dots (66)$$

waarin ν positief is en kleiner dan de eenheid.

Is $M_{xm} > M_{ym}$, dan zal het maatgevend veldmoment voor scheuren en draagkracht dus in ieder geval liggen tusschen M_{xm} en M_{mx} .

Is $M_{ym} > M_{xm}$, dan zal het volgens de voorgaande redeneering liggen tusschen M_{ym} en

$$M_{my} = M_{ym} + \frac{\varepsilon^2}{\eta} \cdot M_{xm} \dots\dots\dots (67)$$

Aan door Bach en Graf genomen proeven ⁹⁾ is de juistheid van de verg. (65) en (67) te toetsen. Een op vier zijden vrij opgelegde plaat, waarbij $l_y = 2 \cdot l_x$, dus waarvoor $\eta = 1$ en $\varepsilon = 2$, heeft bij normale wapening, dus als de wapening f_y in Y-richting $\frac{1}{4}$ maal de wapening f_x in X-richting is, een draagkracht van 29 000 kg. Voor dit geval is $M_x > M_y$, dus is, de hefboomsarmen der inwendige krachten voor X- en Y-richting gelijk aannemende, als $\nu = 1$ gesteld wordt, volgens verg. (65) ongeveer:

$$M_{mx} = M_{xm} + \frac{1}{4} \cdot M_{ym} = M_{xm} + \frac{1}{16} \cdot M_{xm} = \frac{17}{16} \cdot M_{xm}.$$

Werd nu f_y resp. genomen $0, \frac{1}{2} \cdot f_x$ en f_x , dan bleek de draagkracht te zijn resp. 28 000 kg, 31 000 kg en 35 000 kg. Het maatgevend veldmoment volgens verg.

(65) is daarvoor resp. M_{xm} , $\frac{18}{16} \cdot M_{xm}$ en $\frac{20}{16} \cdot M_{xm}$, wat

tot een draagkracht leidt van resp. $\frac{16}{17} \cdot 29\,000 \text{ kg} =$

$= 27\,300 \text{ kg}$, $\frac{18}{17} \cdot 29\,000 \text{ kg} = 30\,700 \text{ kg}$ en

$\frac{20}{17} \cdot 29\,000 \text{ kg} = 34\,100 \text{ kg}$, welke waarden in zeer

goede overeenstemming zijn met de uit de proeven gevonden draagkracht.

Voor $\varepsilon = 1$ zijn de met de nieuwe coëfficiënten berekende waarden voor de veldmomenten M_{xm} en M_{ym} precies dezelfde als de in mijn vorige publicatie berekende en in tabel III verzamelde waarden. Berekenen de maatgevende veldmomenten volgens verg. (65) en (67), telkens resp. volgens mijn formu-

8) Association internationale des ponts et charpentes. Premier Congrès. Publication préliminaire. p. 187. e.v.

9) Zie b.v. litt. noot 8, blz. 205.

les en de Gewebetheorie, dan vindt men als $l_x = l_y = l$ is, voor de gevallen I tot en met VI resp:

0,0730 · $q \cdot l^2$ en 0,0728 · $q \cdot l^2$, 0,0362 · $q \cdot l^2$ en 0,0361 · $q \cdot l^2$, 0,0518 · $q \cdot l^2$ en 0,0495 · $q \cdot l^2$, 0,0339 · $q \cdot l^2$ en 0,0335 · $q \cdot l^2$, 0,0502 · $q \cdot l^2$ en 0,0489 · $q \cdot l^2$, 0,0343 · $q \cdot l^2$ en 0,0335 · $q \cdot l^2$, een zeer goede overeenstemming dus.

Voor andere waarden van ε geven de nieuwe coëfficiënten nauwkeuriger waarden dan de in mijn vorige publicatie berekende. Voor *geval II* zijn b.v. de uitkomsten te toetsen aan de nauwkeurige door Si Luan Wei berekende waarden. Zooals vroeger ¹⁾ voor $m = \infty$ berekend werd (zie daar noot 19) zijn volgens Si Luan Wei voor $\varepsilon = 2$ de maximum veldmomenten $M_{xm} = \frac{1}{25,6} \cdot q \cdot l^2_x = 0,0391 \cdot q \cdot l^2_x$ en $M_{ym} = \frac{1}{372} \cdot q \cdot l^2_y = 0,0027 \cdot q \cdot l^2_y$, gevende volgens verg. (65) een maatgevend veldmoment $M_{mx} = 0,0418 \cdot q \cdot l^2_x$. Met de nieuwe coëfficiënten wordt volgens verg. (I) en (II) en tabel V gevonden $M_{xm} = 0,0395 \cdot q \cdot l^2_x$ en $M_{ym} = 0,0025 \cdot q \cdot l^2_y$, zoodat volgens verg. (65) $M_{mx} = 0,0420 \cdot q \cdot l^2_x$, dus slechts $\frac{1}{2}\%$ te veel ¹⁰⁾.

Volgens de vroeger ¹⁾ in noot 15 volgens mijn methode meer nauwkeurig berekende waarden $M_{xm} = \frac{1}{25,2} \cdot q \cdot l^2_x = 0,0397 \cdot q \cdot l^2_x$ en $M_{ym} = \frac{1}{403} \cdot q \cdot l^2_y = 0,0025 \cdot q \cdot l^2_y$, gevende een maatgevend veldmoment $M_{mx} = 0,0422 \cdot q \cdot l^2_x$ zijn de met de nieuwe coëfficiënten berekende waarden juist $\frac{1}{2}\%$ te klein. Volgens de Gewebetheorie vond Marcus ¹¹⁾ $M_{xm} = 0,14557 \cdot p \cdot a^2 = 0,0364 \cdot q \cdot l^2_x$ en $M_{ym} = 0,03666 \cdot p \cdot a^2 = 0,0023 \cdot q \cdot l^2_y$, gevende $M_{mx} = 0,0387 \cdot q \cdot l^2_x$, dus vergeleken met Si Luan Wei 7% te weinig (zie noot 19 van mijn vorige publicatie). De met de in mijn vorige publicatie gegeven coëfficiënten berekende waarden $M_{xm} = \frac{1}{24,52} \cdot q \cdot l^2_x = 0,0408 \cdot q \cdot l^2_x$ en $M_{ym} = \frac{1}{392,4} \cdot q \cdot l^2_y = 0,0025 \cdot q \cdot l^2_y$, gevende $M_{mx} = 0,0433 \cdot q \cdot l^2_x$, dus 4% te veel, kloppen nog beter.

Het geval waarvoor de volgens de formules van Marcus en de met de vroegere coëfficiënten berekende waarden het meest verschillen ¹⁾, n.l. *geval IV* voor $\varepsilon = \frac{1}{2}$, zal ook nog even bekeken worden. Volgens N a d a i is voor dit geval ¹⁾ $M_{ym} = \frac{1}{24,2} \cdot q \cdot l^2_y = 0,0413 \cdot q \cdot l^2_y$. M_{xm} zal voor dit geval zeker buiten het plaatmidden optreden. Volgens verg. (67) is voor dit geval het maatgevend veldmoment $M_{my} = M_{ym} +$

$+\frac{1}{4 \cdot \eta} \cdot M_{xm}$. Volgens verg. (4) is $M_{xm} = \mu \cdot \varepsilon^2 \cdot M_{ym} = \frac{\mu}{4} \cdot M_{ym}$, zoodat $M_{my} = M_{ym} + \frac{1}{16} \cdot \frac{\mu}{\eta} \cdot M_{ym}$ en volgens verg. (14) en tabel II $M_{my} = (1 + \frac{1}{16 \cdot \alpha}) \cdot M_{ym} = (1 + \frac{1}{80}) \cdot M_{ym}$. Hieruit volgt, dat we ons de moeite kunnen besparen M_{xm} volgens N a d a i te berekenen, daar de invloed op M_{my} zeer gering is en hier volstaan kan worden met een vergelijking van de waarden voor M_{ym} . Met de nieuwe coëfficiënten wordt volgens verg. (I) en (II) en tabel V gevonden $M_{ym} = 0,0420 \cdot q \cdot l^2_y$, dus slechts 2% meer dan N a d a i.

De inklemmingsmomenten zijn bij $\varepsilon = 1$ voor *geval II* te vergelijken met de door L e w e, N a d a i en M a r c u s gevonden waarden. Zooals vroeger ¹⁾ reeds opgemerkt, ligt de volgens mijn formules gevonden waarde $M_{xi} = -0,0530 \cdot q \cdot l^2$, dezelfde die met de nieuwe coëfficiënten gevonden wordt, precies tusschen de door de twee eerstgenoemde auteurs berekende, n.l. $-0,0545 \cdot q \cdot l^2$ en $-0,0515 \cdot q \cdot l^2$, terwijl M a r c u s, doordat hij met een te groote maaswijde heeft gewerkt, slechts $-0,0474 \cdot q \cdot l^2$ vindt. De door M a r c u s aanbevolen berekening volgens het „Trägerkreuzverfahren” levert slechts $-0,0417 \cdot q \cdot l^2$.

Voor *geval IV* en $\varepsilon = 1$ is vergelijking met N a d a i mogelijk. Hij vond $M_{yi} = -0,0698 \cdot q \cdot l^2$ en ik vind met de vroeger berekende en ook met de nieuwe coëfficiënten $M_{yi} = -0,0703 \cdot q \cdot l^2$, dus 1% meer.

Voor andere waarden van ε is voor *geval II* vergelijking mogelijk met de nauwkeurige waarden, die door Si Luan Wei berekend zijn ¹⁾, n.l. voor $\varepsilon = 1,5$ en $\varepsilon = 2$ resp. $M_{xi} = -0,0732 \cdot q \cdot l^2_x$ en $M_{xi} = -0,0819 \cdot q \cdot l^2_x$. Met de nieuwe coëfficiënten wordt volgens verg. (IV) en (V) en tabel V en VI gevonden resp. $M_{xi} = -0,0733 \cdot q \cdot l^2_x$ en $M_{xi} = -0,0838 \cdot q \cdot l^2_x$ (in verband met verg. (Vc) wordt dit echter $-0,0833 \cdot q \cdot l^2_x$), maximaal dus 2% meer. Volgens noot 21 van mijn vorige publicatie geeft voor $\varepsilon = 2$ een meer nauwkeurige berekening volgens mijn methode $M_{xi} = -0,0831 \cdot q \cdot l^2_x$, terwijl Marcus volgens de Gewebetheorie een veel te groote waarde vindt, n.l. $M_{xi} = -0,0905 \cdot q \cdot l^2_x$. Volgens verg. (VIII) en tabel VI is verder voor dit geval $M_{yi} = -0,053 \cdot q \cdot l^2_y = -0,013 \cdot q \cdot l^2_y$. Zooals reeds in noot 22 van mijn vorige publicatie werd opgemerkt, is de volgens de Hollandsche Voorschriften en ook volgens de nieuwe Indische Voorschriften G. B. V. N. I. 1935, artikel 30, lid 18 gevonden waarde $M_{yi} = -0,0047 \cdot q \cdot l^2_y$ niet minder dan 60% te klein.

Voor *geval IV* berekende N a d a i ¹⁾ bij $\varepsilon = 0,8$ en 0,6 resp. $M_{yi} = -0,0780 \cdot q \cdot l^2_y$ en $M_{yi} = -0,0826 \cdot q \cdot l^2_y$. Volgens verg. (IV) en (V) en tabel V en VI vind ik resp. $M_{yi} = -0,0768 \cdot q \cdot l^2_y$ en $M_{yi} = -0,0830 \cdot q \cdot l^2_y$, gevende hoogstens nog geen 2% verschil.

De nieuwe formules geven dus zeer nauwkeurige uitkomsten. De toepassing bij doorgaande vloeren werd reeds toegelicht ¹⁾.

Ieder kan dus voor zichzelf uitmaken, welke coëfficiënten hij gebruiken wil, de vroeger in tabel II en IV verzamelde, voor $\varepsilon < 1$ en $\varepsilon > 1$ gelijke, coëfficiënten of de in tabel V en VI gegeven, voor $\varepsilon < 1$ en $\varepsilon > 1$ verschillende, coëfficiënten, die nog nauwkeu-

10) Het feit dat, zooals reeds in noot 25 van mijn vorige publicatie werd opgemerkt, M_{ym} iets aan den lagen kant is, speelt dus geen rol, daar M_{xm} en M_{mx} , resp. maatgevend voor scheuren en breuk, beide aan den veiligen kant blijven.

11) Marcus. Die Theorie elastischer Gewebe und ihre Anwendung auf die Berechnung biegsamer Platten, blz. 169.

riger zijn. Het eenvoudigst werkt men met de grafieken, waarvoor men dus het best de nauwkeurigste in dit artikel gegeven grafieken *fig. 3, 4 en 5* kan gebruiken.

5. Berekening van de momenten en de doorbuiging in elk willekeurig punt.

Zooals vroeger werd afgeleid ¹⁾, kan de totale fictieve belasting van een strook gedacht worden te bestaan uit de direct er boven staande belasting, vermindert met belastingen, die resp. verlopen volgens het buigend moment en de doorbuiging van de beschouwde strook. Het is dus mogelijk om de doorbuigingslijn voor zoo'n strook te berekenen. Ook is het dan mogelijk een vergelijking voor het elastische vlak van de plaat te vinden, waardoor ook de spanningstoestand in elk willekeurig punt bekend is, zooals hier voor het geval van een op vier zijden vrij opgelegde vierkante plaat zal worden gedemonstreerd.

Bij een vrij opgelegde plaat verloopt de fictieve belasting $\bar{q}_x$ voor strook X_m volgens *fig. 7a*. De kromme lijn, die de fictieve belasting begrenst, zal het midden houden tusschen de momentenlijn voor de strook, dus de tweede integraalkromme bij de fictieve belasting, waarvan de kromming in het midden dus kleiner zal zijn dan bij den rand, en de doorbuiging van de beschouwde strook, dus de tweede integraalkromme bij de momentenlijn, waarvan de kromming in het midden groter zal zijn dan bij den rand. De kromming van deze lijn zal dus ongeveer constant zijn. De lijn kan dus als parabool worden aangenomen.

Het maximum moment in een vrij opgelegde vierkante plaat is volgens verg. (I) en (II) en *tabel V* gelijk aan:

$$M_{xm} = \frac{1}{8} \cdot \frac{7}{6} \cdot \frac{1}{1+2+1} \cdot q \cdot l^2 = \frac{7}{192} \cdot q \cdot l^2 \dots (68)$$

zooals ook eenvoudig direct is af te leiden ⁵⁾.

Wordt de fictieve belasting in het plaatmidden $\bar{q}_m$ genoemd, dan wordt voor strook X_m (*fig. 7*) gevonden:

$$M_{xm} = \frac{1}{8} \cdot \left\{ \bar{q}_m + \frac{1}{6} (q - \bar{q}_m) \right\} \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{1}{6} \cdot q + \frac{5}{6} \cdot \bar{q}_m \right) \cdot l^2 \dots (69)$$

Gelijktelling van verg. (68) en (69) geeft $\bar{q}_m = \frac{3}{20} \cdot q$.

Het verloop van de fictieve belasting voor X_m wordt dus aangegeven door de vergelijking:

$$\bar{q}_x = q - \frac{17}{20} \cdot q \cdot \frac{4 \cdot x \cdot (l - x)}{l^2} = \frac{1}{5} \cdot q \cdot (5 - 17 \cdot \xi + 17 \cdot \xi^2) \dots (70)$$

als $\frac{x}{l} = \xi$ wordt gesteld.

Het moment in X_m is dus, in verband met de randvoorwaarden:

$$M_x = - \iint \bar{q}_x \cdot dx \cdot dx = \frac{1}{60} \cdot q \cdot l^2 \cdot (13 \cdot \xi - 30 \cdot \xi^2 + 34 \cdot \xi^3 - 17 \cdot \xi^4) \dots (71)$$

en de doorbuiging:

$$w_x = - \frac{1}{E \cdot I} \cdot \iint M_x \cdot dx \cdot dx = \frac{1}{1800 \cdot E \cdot I} \cdot q \cdot l^4 \cdot (24 \cdot \xi - 65 \cdot \xi^3 + 75 \cdot \xi^4 - 51 \cdot \xi^5 + 17 \cdot \xi^6) \dots (72)$$

waarin $I = \frac{1}{12} \cdot h^3$, als h de dikte van de plaat voorstelt.

De doorbuiging van de middenstrook Y_m (*fig. 7*) zal dus worden aangegeven door:

$$w_y = \frac{1}{1800 \cdot E \cdot I} \cdot q \cdot l^4 \cdot (24 \cdot \eta - 65 \cdot \eta^3 + 75 \cdot \eta^4 - 51 \cdot \eta^5 + 17 \cdot \eta^6) \dots (73)$$

als $\frac{y}{l} = \eta$ wordt gesteld.

De doorbuiging in het plaatmidden, waarvoor ξ of $\eta = \frac{1}{2}$ is, is volgens verg. (72) en (73).

$$w_m = \frac{q \cdot l^4}{1800 \cdot E \cdot I} \cdot \frac{463}{64} \dots (74)$$

zoodat voor verg. (72) is te schrijven:

$$w_x = \frac{64}{463} \cdot w_m \cdot (24 \cdot \xi - 65 \cdot \xi^3 + 75 \cdot \xi^4 - 51 \cdot \xi^5 + 17 \cdot \xi^6) \dots (75)$$

Voldoende nauwkeurig kan nu worden aangenomen, dat de doorbuiging der andere X -strooken affien verloopt met de doorbuiging van X_m .

Voor een willekeurige X -strook, X_1 , is de doorbuiging in het midden gelijk aan w_y volgens verg. (73) zoodat de zakking van een willekeurig punt gevonden wordt door in verg. (75) w_m door w_y volgens verg. (73) te vervangen, zoodat:

$$w = \frac{8}{104175} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I} \cdot (24 \cdot \xi - 65 \cdot \xi^3 + 75 \cdot \xi^4 - 51 \cdot \xi^5 + 17 \cdot \xi^6) \cdot (24 \cdot \eta - 65 \cdot \eta^3 + 75 \cdot \eta^4 - 51 \cdot \eta^5 + 17 \cdot \eta^6) \dots (76)$$

Verg. (76) geeft dus de vergelijking van het elastische vlak van de plaat. De buigende momenten M_x en M_y en ook de wringmomenten $t_{xy} = t_{yx}$ zijn hieruit direct te berekenen. Immers voor $m = \infty$ is ¹²⁾:

$$M_x = - E \cdot I \cdot \frac{\delta^2 w}{\delta x^2} = \frac{16}{6945} \cdot q \cdot l^2 \cdot (13 \cdot \xi - 30 \cdot \xi^2 + 34 \cdot \xi^3 - 17 \cdot \xi^4) \cdot (24 \cdot \eta - 65 \cdot \eta^3 + 75 \cdot \eta^4 - 51 \cdot \eta^5 + 17 \cdot \eta^6) \dots (77)$$

en

$$M_y = - E \cdot I \cdot \frac{\delta^2 w}{\delta y^2} = \frac{16}{6945} \cdot q \cdot l^2 \cdot (24 \cdot \xi - 65 \cdot \xi^3 + 75 \cdot \xi^4 - 51 \cdot \xi^5 + 17 \cdot \xi^6) \cdot (13 \cdot \eta - 30 \cdot \eta^2 + 34 \cdot \eta^3 - 17 \cdot \eta^4) \dots (78)$$

terwijl, daar $G = \frac{1}{2} \cdot E$ is:

$$t_{xy} = t_{yx} = \frac{1}{6} \cdot G \cdot h^3 \cdot \frac{\delta^2 w}{\delta x \cdot \delta y} = E \cdot I \cdot \frac{\delta^2 w}{\delta x \cdot \delta y} = \frac{8}{11575} \cdot q \cdot l^2 \cdot (8 - 65 \cdot \xi^2 + 100 \cdot \xi^3 - 85 \cdot \xi^4 + 34 \cdot \xi^5) \cdot (8 - 65 \cdot \eta^2 + 100 \cdot \eta^3 - 85 \cdot \eta^4 + 34 \cdot \eta^5) \dots (79)$$

Daar uit de door M_x , M_y , en t_{xy} en t_{yx} gegeven randspanningen, $\sigma_x = \frac{M_x}{W} = \frac{6 \cdot M_x}{h^2}$, $\sigma_y = \frac{6 \cdot M_y}{h^2}$,

12) Zie b.v. litt. noot 5.

$\tau_{xy} = \frac{6 \cdot t_{xy}}{h^2}$ en $\tau_{yx} = \frac{6 \cdot t_{yx}}{h^2}$, de randhoofdspanningen te berekenen zijn als:

$$\rho_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2}{4} + \tau_{xy}^2} \dots (80)$$

zijn uit M_x , M_y , t_{xy} en t_{yx} de hoofdbuigingsmomenten $M_1 = \frac{1}{6} \cdot h^2 \cdot \rho_1$ en $M_2 = \frac{1}{6} \cdot h^2 \cdot \rho_2$ te berekenen. Immers bij vermenigvuldiging van beide leden van verg.

(80) met $\frac{1}{6} \cdot h^2$ wordt ¹³⁾:

$$M_{1,2} = \frac{M_x + M_y}{2} \pm \sqrt{\frac{(M_x - M_y)^2}{4} + t_{xy}^2} \dots (81)$$

Voor de in fig. 8 aangegeven punten zijn uit verg. (77), (78) en (79) M_x , M_y en $t_{xy} = t_{yx}$ berekend. Gevonden werden de volgende waarden, waarachter tusschen haakjes resp. de door Marcus volgens de Gewebetheorie ¹⁴⁾ berekende grootten en de door Lewe ¹⁵⁾ gevonden waarden zijn aangegeven.

Punt 1: $M_x = M_y = 0$
 $t_{xy} = 0,0442 \cdot q \cdot l^2$ (0,0424 · q · l²)
 (0,0451 · q · l²)

Punt 2: $M_x = M_y = 0$
 $t_{xy} = 0,0288 \cdot q \cdot l^2$ (0,0273 · q · l²)
 (0,0285 · q · l²)

Punt 3: $M_x = M_y = 0$
 $t_{xy} = 0$
 Punt 4: $M_x = M_y = 0,0222 \cdot q \cdot l^2$ (0,0223 · q · l²)
 (0,0226 · q · l²)
 $t_{xy} = 0,0187 \cdot q \cdot l^2$ (0,0182 · q · l²)
 (0,0191 · q · l²)

Punt 5: $M_x = 0,0264 \cdot q \cdot l^2$ (0,0261 · q · l²)
 $M_y = 0,0307 \cdot q \cdot l^2$ (0,0305 · q · l²)
 (0,0310 · q · l²)
 $t_{xy} = 0$

Punt 6: $M_x = M_y = 0,0365 \cdot q \cdot l^2$ (0,0364 · q · l²)
 (0,0369 · q · l²)
 $t_{xy} = 0$

De door mij gevonden waarden liggen dus vrijwel tusschen die van Marcus en Lewe in. De waarden volgens Marcus zijn aan den lagen kant, omdat de volgens de Gewebetheorie voor de vrij opgelegde plaat berekende momenten eerst bij oneindig kleine maaswijdten exact zijn en de met eindige maaswijdten — gekozen is $\frac{1}{8} \cdot l$ — berekende waarden iets te klein zijn. Zelfs de iets grootere door mij gevonden waarden blijken nog wat te klein te zijn. Zooals bekend, is n.l. het moment in een diagonale doorsnede OB statisch bepaald en direct te berekenen. Uit fig. 8a is te zien, dat het gelijk is aan de belasting van den driehoek OAB , aangrijpende in Q en gelijk aan $\frac{1}{2} \cdot q \cdot l^2$, vermenigvuldigd met den afstand

$\frac{1}{12} \cdot l \cdot \sqrt{2}$ van Q tot de verbindinglijn der aangrijpingspunten P van de oplegreacties langs de zijden

OA en AB , dus $\frac{1}{24} \cdot q \cdot l^3 \cdot \sqrt{2}$. Uit de symmetrie

van de plaat t.o.v. OB volgt, dat in vlak OB geen wringmomenten zullen optreden, zoodat OB een hoofdvlak is. De hoofdbuigingsmomenten M_1 , geleverd door de hoofdspansingen ρ_1 (fig. 8), zijn, daar in de lijn OB wegens de symmetrie $M_x = M_y$ is, volgens verg. (81):

$$M_1 = M_x + t_{xy} \dots (82)$$

waarin M_x en t_{xy} door verg. (77) en (79) gegeven worden.

Als M_1 voor verschillende punten van OB bepaald wordt en loodrecht op OB wordt uitgezet, moet het oppervlak van het zoo verkregen, in fig. 8 geharceerde vlak dus gelijk zijn aan $\frac{1}{24} \cdot q \cdot l^3 \cdot \sqrt{2}$. Het be-

palen van dit oppervlak, dat ik aan mijn assistent ir. van Heel opdroeg, werd door hem op handige wijze opgelost door M_1 direct langs OB te integreeren. Voor elk punt van OB is n.l. $y = x$, dus $\eta = \xi$, zoodat volgens verg. (77)

$$M_x = \frac{16}{6945} \cdot q \cdot l^2 \cdot (13 \cdot \xi - 30 \cdot \xi^2 + 34 \cdot \xi^3 - 17 \cdot \xi^4) \cdot (24 \cdot \xi - 65 \cdot \xi^3 + 75 \cdot \xi^4 - 51 \cdot \xi^5 + 17 \cdot \xi^6) \dots (83)$$

Integratie van M_x langs OB levert:

$$\int_0^l M_x \cdot dx \cdot \sqrt{2} = l \cdot \sqrt{2} \cdot \int_0^1 M_x \cdot d\xi = \frac{16}{6945} \cdot q \cdot l^3 \cdot \sqrt{2} \cdot \left[104 \cdot \xi^3 - 180 \cdot \xi^4 - 5,8 \cdot \xi^5 + 419,5 \cdot \xi^6 - 731,86 \cdot \xi^7 + 675,75 \cdot \xi^8 - 391 \cdot \xi^9 + 144,5 \cdot \xi^{10} - 26,27 \cdot \xi^{11} \right]_0^1 = 0,02032 \cdot q \cdot l^3 \cdot \sqrt{2} \dots (84)$$

Evenzoo is volgens verg. (79):

$$t_{xy} = \frac{8}{11575} \cdot q \cdot l^2 \cdot (8 - 65 \cdot \xi^2 + 100 \cdot \xi^3 - 85 \cdot \xi^4 + 34 \cdot \xi^5)^2 \dots (85)$$

Integratie langs OB levert hier ¹⁶⁾:

$$16) \text{ Dat } \int_0^l t_{xy} \cdot dx \cdot \sqrt{2} = \int_0^l M_x \cdot dx \cdot \sqrt{2} \text{ blijkt te}$$

zijn, is een mooie contrôle. Het andere hoofdbuigingsmoment in de lijn OB , geleverd door de spanningen ρ_2 (fig. 8) is n.l. volgens verg. (81) $M_2 = M_x - t_{xy}$. Daar de lijn OB bij doorbuiging van de plaat in O en B een horizontale raaklijn zal houden, moet

$$\int_0^l M_2 \cdot dx \cdot \sqrt{2} = \int_0^l M_x \cdot dx \cdot \sqrt{2} - \int_0^l t_{xy} \cdot dx \cdot \sqrt{2} = 0$$

zijn, waaruit inderdaad volgt

$$\text{dat } \int_0^l M_x \cdot dx \cdot \sqrt{2} = \int_0^l t_{xy} \cdot dx \cdot \sqrt{2} \text{ is.}$$

13) Zie N a d a i. Elastische Platten. blz. 18.

14) Zie litt. noot 11. blz. 50 e.v. Er is op te letten, dat $m = \infty$ moet gesteld worden, terwijl daar $a = \frac{l}{2}$ is.

15) L e w e. Pilzdecken. blz. 91.

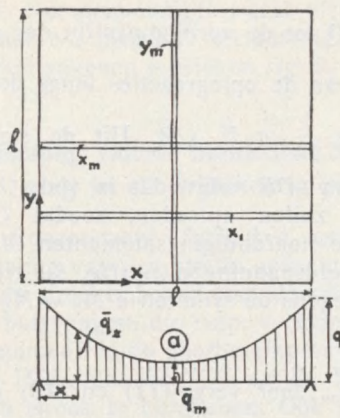


Fig. 7.

Fig. 7. Vierkante, op vier zijden vrij opgelegde plaat. In fig. 7a wordt de fictieve belasting q_x van strook X_m voorgesteld.

$$\int_0^l t_{xy} \cdot dx \cdot \sqrt{2} = l \cdot \sqrt{2} \cdot \int_0^1 t_{xy} \cdot d\xi = 0,02032 \cdot q \cdot l^3 \cdot \sqrt{2} \quad (86)$$

Volgens verg. (82) is dus:

$$\int_0^l M_1 \cdot dx \cdot \sqrt{2} = 2 \cdot 0,02032 \cdot q \cdot l^3 \cdot \sqrt{2} = 0,04064 \cdot q \cdot l^3 \cdot \sqrt{2} \quad (87)$$

terwijl het zou moeten zijn $\frac{1}{24} \cdot q \cdot l^3 \cdot \sqrt{2} = 0,04167 \cdot q \cdot l^3 \cdot \sqrt{2}$. Zooals hierboven bleek, geeft

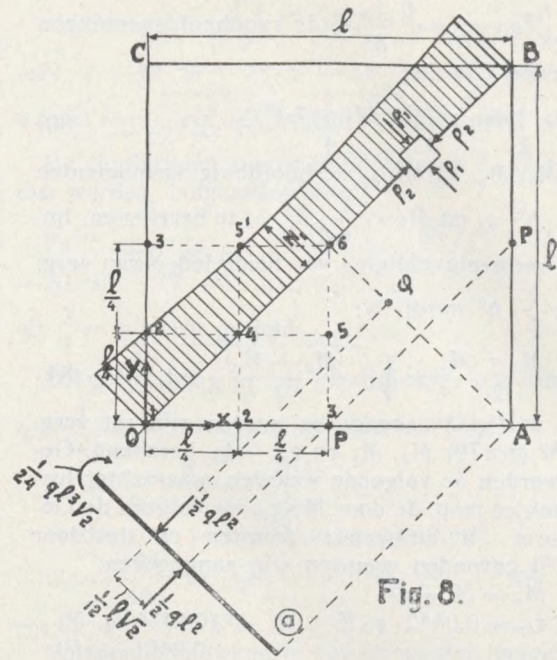


Fig. 8.

Fig. 8. Vierkante, op vier zijden vrij opgelegde plaat. Bepaling van het totale buigende moment in doorsnede OB.

de Gewebetheorie nog iets kleinere momenten dan verg. (77), (78) en (79), zoodat mijn waarden nauwkeuriger zijn.

Uit verg. (76) is ook direct de doorbuiging in elk punt te berekenen. Voor het plaatmidden, waar $\xi = \eta = \frac{1}{2}$, wordt $w = 0,00402 \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$, terwijl M a r c u s

vindt (litt. noot 11, blz. 53) $w = 0,00405 \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$ en

L e w e (litt. noot 15, blz. 91) $w = 0,00406 \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$.

Nieuwe berekeningswijze voor cirkelvormige platen

door

prof. ir. P. P. BIJLAARD.

Met behulp van de vroeger afgeleide betrekkingen worden via de zeer eenvoudige formules (1) t/m (7) de maximum momenten volgens verg. (8) t/m (10) berekend in ingeklemde en vrij opgelegde cirkelvormige platen. Moment en doorbuiging blijken in radiale richting precies te verlopen als voor een langs de zijanten geheel vrij gedachte smalle strook X_m met een belasting $\frac{3}{8} \cdot q$.

De reeds voor rechthoekige platen uiteengezette nieuwe methode voor het berekenen van platen ¹⁾ leidt ook bij ronde platen tot een vlugge berekening. Evenals bij de berekening van rechthoekige platen, zal $m = \infty$ gesteld worden, zoodat de berekening dus van toepassing is op platen in gewapend beton. Hier zal alleen het geval van een volbelasting q bij volkomen ingeklemde en bij vrij opgelegde platen behandeld worden.

Wordt de in fig. 1 voorgestelde ingeklemde plaat beschouwd en daarvan een door het middelpunt M gaande X -strook van de eenheid van breedte, X_m , dan stellen M_x en M_y resp. de momenten M_r in radiale en M_t in tangentele richting voor. Het moment, dat in X_m zou optreden alleen als gevolg van de totale verticale belasting, dus van de belasting q , verminderd met de langs de zijvlakken werkende naar boven gerichte verticale schuifspanningen τ_{yz} , wordt hier weer M_{xv} genoemd (fig. 1b). Het werkelijke moment M_x in X_m (fig. 1b) zal echter kleiner zijn, doordat de wringspanningen τ_{yx} ontlastende momenten opwekken die,

1) De Ingenieur No. 26 — 1934 en No. 23 — 1935. De Ingenieur in Ned.-Indië Nos. 11 en 12 — 1935.

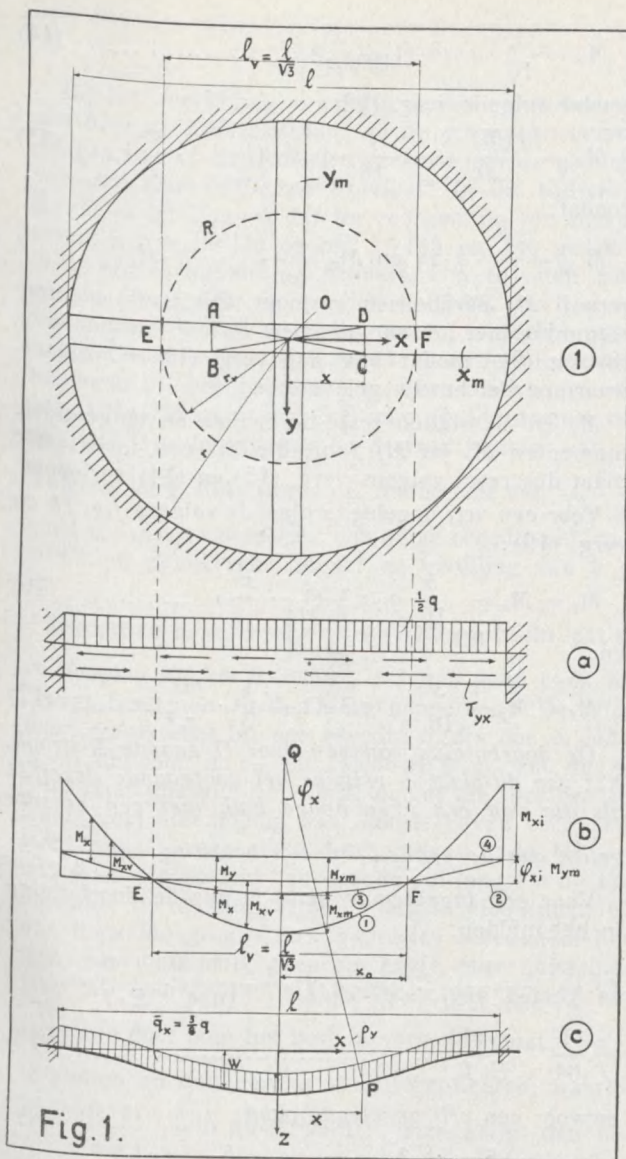


Fig. 1. Ingekleemde cirkelvormige plaat. Het binnen den cirkel R gelegen deel werkt als vrij opgelegde plaat.
 Fig. 1a. De totale verticale belasting van strook X_m , die een moment M_{xv} levert.
 Fig. 1b. Verloop van M_{xv} , M_x en M_y bij ingeklemde plaat. Het binnen den afstand l_v gelegen deel geeft het verloop aan bij vrij opgelegde plaat.
 Fig. 1c. Fictieve belasting van X_m ter berekening van het werkelijke moment M_x en van de doorbuiging.

als de strook bij de opleggingen vrij kon draaien, gelijk zouden zijn aan M_y ²⁾. Het daardoor in X_m opgewekte moment zou dus $-M_y$ bedragen. Doordat echter X_m bij de opleggingen ingeklemd is, dus niet vrij kan terugdraaien, worden door dat moment $-M_y$ extra inklemmingsmomenten $+ \varphi_{xi} \cdot M_{ym}$ opgewekt, als M_{ym} het moment in het plaatmidden voorstelt (fig. 1b).

Het werkelijk in X_m optredende moment is dus:

$$M_x = M_{xv} - M_y + \varphi_{xi} \cdot M_{ym} \quad (1)$$

2) Zie De Ingenieur No. 26 — 1934, verg. (8).

Aan de voorwaarde, dat bij de opleggingen $\frac{\delta^2 w}{\delta y^2} = 0$ is, die aan de afleiding van verg. (8) ten grondslag ligt, is ook bij de ingeklemde ronde plaat voldaan.

Voor het plaatmidden is $M_y = M_{ym}$ en $M_x = M_{xm} = -M_{ym}$, als M_{xm} het moment M_x in het plaatmidden voorstelt, zoodat volgens verg. (1):

$$M_{xm} = \frac{1}{2 - \varphi_{xi}} \cdot M_{xv} \quad (2)$$

Wordt een willekeurig deel ABCD (fig. 1) met een lengte $2 \cdot x$ van strook X_m beschouwd, dan volgt uit symmetrieoverwegingen direct, dat langs de vlakken AOC en BOD geen schuifspanningen zullen werken. De boven de driehoeken OAD en OBC staande belasting, dus de helft van de belasting $2 \cdot x \cdot q$ op ABCD, wordt dus door langs AD en BC werkende verticale schuifspanningen opgenomen. De totale verticale belasting van strook X_m over het gedeelte ABCD is dus $x \cdot q$. De totale verticale belasting van X_m is dus $x \cdot q = \frac{1}{2} \cdot q$ per lengte-eenheid, dus constant. Het daardoor in X_m ontstaande moment M_{xv} verloopt dus parabolisch en als de afstand tusschen de lijnen 1 en 2 in fig. 1b. Den diameter en den straal van de plaat resp. l en r noemende, is dus in het plaatmidden:

$$M_{xv} = \frac{1}{24} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot q \right) \cdot l^2 = \frac{1}{48} \cdot q \cdot l^2 \quad (3),$$

bij de inklemmingen:

$$M_{xv} = -\frac{1}{12} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot q \right) \cdot l^2 = -\frac{1}{24} \cdot q \cdot l^2 \quad (4)$$

en in een willekeurig punt:

$$M_{xv} = \frac{1}{48} \cdot q \cdot l^2 - \frac{x^2}{r^2} \cdot \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot q \right) \cdot l^2 = \frac{1}{48} \cdot q \cdot (l^2 - 12 \cdot x^2) \quad (5)$$

M_{xv} wordt dus nul voor (fig. 1b):

$$x_0^2 = \frac{1}{12} \cdot l^2 \quad \text{of} \quad x_0 = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{3}} \cdot l \quad (6)$$

Het werkelijke moment M_x zal nul worden in de punten E en F, gelegen op den gestippelden cirkel R (fig. 1). Het binnen dezen cirkel gelegen plaatdeel zal dus precies werken als een vrij opgelegde plaat met een diameter l_v . Het moment M_{xv} van de strook X_m van deze plaat zal dus ook parabolisch verlopen en bij E en F nul zijn, zoodat de nulpunten E en F voor M_{xv} in fig. 1b overeenkomen met de nulpunten E en F in fig. 1. De diameter l_v van cirkel R is dus volgens verg. (6) gelijk aan:

$$l_v = 2 \cdot r_v = 2 \cdot x_0 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot l \quad (7)$$

Daar M_{xv} parabolisch verloopt, zal volgens verg. (1) ook $M_x + M_y$ parabolisch verlopen. Daar M_x in E en F nul is, in het plaatmidden een maximum vertoont en bij de inklemmingen negatief is, ligt het voor de hand aan te nemen, dat M_x affien verloopt met M_{xv} (fig. 1b), dus ook parabolisch en als de afstand tusschen de lijnen 3 en 1 in fig. 1b. De juistheid van deze aanname zal straks nog bewezen worden. Volgens verg. (1) zal nu $M_y - \varphi_{xi} \cdot M_{ym}$ verlopen als $M_{xv} - M_x$, dus als de afstand tusschen de lijnen 3 en 2. Daar M_y bij $x = r$ nul wordt, zal M_y dus verlopen als de afstand tusschen de lijnen 3 en 4 in fig. 1b en eveneens het moment $-M_y$, dat door de wringspanningen zou worden opgewekt, als daardoor X_m bij de opleggingen vrij zou kunnen terugdraaien. Doordat dit echter niet kan, worden de inklemmingsmomenten $\varphi_{xi} \cdot$

M_{ym} opgewekt, die dus gelijk zijn aan $\frac{2}{3} \cdot M_{ym}$, hetgeen in verband met het affien verloop van de lijnen 3 en 1 klopt met den afstand tusschen de lijnen 2 en 4, waardoor $\varphi_{xi} \cdot M_{ym}$ volgens het voorgaande wordt voorgesteld — immers als $M_y = (M_y - \varphi_{xi} \cdot M_{ym})$. Dus $\varphi_{xi} = \frac{2}{3}$, zoodat volgens verg. (2) en (3) het moment in het plaatmidden van de ingeklemde plaat:

$$M_{xm} = \frac{3}{4} \cdot M_{xv} = \frac{1}{64} \cdot q \cdot l^2 = \frac{1}{16} \cdot q \cdot r^2 \quad \dots \quad (8)$$

Uit verg. (4) en het affien verloop van M_x en M_{xv} volgt verder voor het inklemmingsmoment:

$$M_{xi} = \frac{3}{4} \cdot M_{xv} = -\frac{1}{32} \cdot q \cdot l^2 = -\frac{1}{8} \cdot q \cdot r^2 \quad \dots \quad (9)$$

M_{xm} stelt nu dus ook voor het moment in het plaatmidden van een vrij opgelegde plaat met een diameter $l_v = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot l$, dat dus uitgedrukt in dezen diameter l_v of in den straal r_v bedraagt:

$$M_{xm} = \frac{3}{64} \cdot q \cdot l_v^2 = \frac{3}{16} \cdot q \cdot r_v^2 \quad \dots \quad (10)$$

Hiermee zijn dus, zonder uit te gaan van de differentiaalvergelijking, de momenten in een ingeklemde en in een vrij opgelegde plaat op eenvoudige wijze berekend. Het verloop blijkt duidelijk uit fig. 1b. Het verloop der momenten in het gedeelte l_v stelt het verloop bij vrij opgelegde plaat met diameter l_v voor.

Daar $M_x = \frac{3}{4} \cdot M_{xv}$ en M_{xv} verloopt als het moment bij een belasting $\frac{1}{2} \cdot q$, verloopt dus M_x als het moment bij een fictieve belasting $\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot q = \frac{3}{8} \cdot q$ van X_m .

Voor de volledigheid zal nog bewezen worden, dat M_x en M_y inderdaad parabolisch verlopen.

De hellingshoek van de plaat in radiale richting is (fig. 1c):

$$\varphi_x = \frac{1}{E \cdot I} \cdot \int_0^x M_x \cdot dx \quad \dots \quad (11)$$

Daar de doorgebogen plaat een omwentelingslichaam is, wordt de kromtestraal in tangentele richting voorgesteld door de lengte PQ van den normaal tusschen het middenvlak van de plaat en de Z-as, dus:

$$\rho_y = \frac{x}{\varphi_x} \quad \dots \quad (12)$$

zoodat:

$$M_y = -E \cdot I \cdot \frac{\delta^2 w}{\delta y^2} = \frac{E \cdot I}{\rho_y} = \frac{1}{x} \cdot \int_0^x M_x \cdot dx$$

$$\text{of } M_x = \frac{d(M_y \cdot x)}{dx} \quad \dots \quad (13)$$

M_{xv} , M_x en M_y worden volkomen bepaald door de verg. (1), (3) en (13). Het verloop van M_x en M_y voldoet reeds aan verg. (1) en (3). Te bewijzen is dus, dat het ook aan verg. (13) voldoet. Volgens fig. 1b wordt bij het gevonden verloop van M_y :

$$M_y = \frac{1}{16} \cdot q \cdot r^2 \cdot \left(1 - \frac{x^2}{r^2}\right) \quad \dots \quad (14)$$

zoodat volgens verg. (13):

$$M_x = \frac{d(M_y \cdot x)}{dx} = \frac{1}{16} \cdot q \cdot r^2 \cdot \left(1 - 3 \cdot \frac{x^2}{r^2}\right) \quad \dots \quad (15)$$

zoodat:

$$M_{xm} = \frac{1}{16} \cdot q \cdot r^2 \text{ en } M_{xi} = -\frac{1}{8} \cdot q \cdot r^2,$$

terwijl M_x parabolisch verloopt. Dit is in overeenstemming met het aangenomen verloop en met verg. (8) en (9), zoodat ook aan verg. (13) is voldaan, waarmee het bewijs geleverd is.

M_x en M_y stellen resp. de radiale en tangentele momenten M_r en M_t voor, die bij een ingeklemde plaat dus resp. volgens verg. (15) en (14) verlopen.

Voor een vrij opgelegde plaat is volgens fig. 1b en verg. (10):

$$M_r = M_x = \frac{3}{16} \cdot q \cdot r_v^2 \cdot \left(1 - \frac{x^2}{r_v^2}\right) \quad \dots \quad (16)$$

en:

$$M_t = M_y = \frac{3}{16} \cdot q \cdot r_v^2 \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{x^2}{r_v^2}\right) \quad \dots \quad (17)$$

De doorbuiging van een door O gaande X-strook, X_m , van de plaat is volgens het voorgaande dezelfde als die van een even hoge balk met een breedte gelijk aan de eenheid en een belasting van $\frac{3}{8} \cdot q$.

Voor een ingeklemde plaat is dus de doorbuiging in het midden:

$$f_m = \frac{1}{384 \cdot E \cdot I} \cdot \frac{3}{8} \cdot q \cdot l^4 = \frac{1}{1024} \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I} = \frac{1}{64} \cdot \frac{q \cdot r^4}{E \cdot I} \quad \dots \quad (18)$$

en voor een vrij opgelegde plaat:

$$f_m = \frac{5}{384 \cdot E \cdot I} \cdot \frac{3}{8} \cdot q \cdot l_v^4 = \frac{5}{1024} \cdot \frac{q \cdot l_v^4}{E \cdot I} = \frac{5}{64} \cdot \frac{q \cdot r_v^4}{E \cdot I} \quad \dots \quad (19)$$

Daar de volbelaste cirkelvormige platen een van de weinige gevallen vormen, waarbij de differentiaalvergelijking is op te lossen, is de nieuwe methode voor dit geval natuurlijk van veel minder belang dan voor rechthoekige platen, hoewel de berekening eenvoudiger is en een goed inzicht geeft in de dragende werking van de plaat. De uitkomsten stemmen natuurlijk overeen met de door oplossing van de differentiaalvergelijking verkregene ³⁾.

3) Zie K l o p p e r II. blz. 306 e.v.

Vergelijk ook de door Marcus volgens de Gewebetheorie gegeven berekening door de splitsing van de differentiaalvergelijking in twee van lagere orde. (Die Theorie elastischer Gewebe und ihre Anwendung auf die Berechnung biegsamer Platten. blz. 119 e.v.). De belasting ter bepaling van het zgn. momentenvlak komt daar overeen met de hier gevonden belasting $\frac{1}{2} \cdot q$ ter bepaling van M_{xv} .

Naschrift.

Bij het doorkijken van mijn artikel „*Beschouwingen over de knikzekerheid en de plastische vervormingen van de aardkorst in verband met de geologie van den Oost-Indischen Archipel*” in dit tijdschrift No. 11 — 1935, zag ik dat, ter voorkoming van misverstand, het onder 2d op blz. I. 145 en 146 geschrevene eenige aanvulling behoeft. Om te laten zien, dat de plooi kracht $h \cdot \rho_1$ bij $b = 2500$ km ten opzichte van die bij oneindig groote b slechts onbelangrijk wordt verhoogd, werd daar de plooi kracht berekend bij een breedte b en een golflengte a volgens verg. (10) (in verg. (33) moet in den noemer van de breuk van het tweede lid b staan inplaats van a).

Volgens verg. (34) wordt de plooi kracht dan $\frac{b^2}{b^2 - a_0^2}$ maal zoo groot als de voor oneindige breedte geldende minimum plooi kracht, zoodat na invulling van $b =$

2500 km en $a_0 = \pi \cdot \sqrt{\frac{N}{c}} = 170$ km blijkt, dat de

verhoging slechts 0,4645%, dus nog geen $\frac{1}{2}\%$ bedraagt, waarmee dit dus werd aangetoond. De minimum plooi kracht bij een breedte b , die dus in ieder geval tusschen $h \cdot \rho_{10}$ en $1,004645 h \cdot \rho_{10}$ zal liggen, werd daar dus niet berekend, omdat dit voor het gestelde doel niet noodig was. Zooals boven verg. (10) werd aangegeven, geeft deze verg. n.l. de bij een minimum plooi kracht behorende golflengte a bij een bepaalde verhouding ε . Wil men de plooi kracht bij een bepaalde grootte van b precies berekenen, hetgeen hier natuurlijk geen zin heeft, maar misschien later bij soortgelijke vraagstukken van belang kan zijn, dan doet men het best in verg. (8) eerst $\varepsilon = \frac{b}{a}$

te stellen en dan naar a te differentieëren, waarbij dan $\frac{dh \cdot \rho_1}{da} = 0$ moet worden. Men krijgt dan een

vierdegraadsvergelijking in a , zoodat voor a vrij groote wortelvormen worden verkregen en de vergelijking voor $h \cdot \rho_1$ dus nog veel ingewikkelder wordt. Dit is ook de reden, waarom $h \cdot \rho_1$ bij de berekening van de minimum plooi kracht voor de aardkorst in verg. (8) niet als functie van a en b , maar als functie van a en ε werd opgevat. Daar ieder deze vormen zoo noodig zelf kan afleiden, worden ze hier gesupprimeerd. Voor $\rho_2 = 0$, dus $\beta = 0$, dus zuiveren druk, bleken ze echter bij uitwerking zeer eenvoudig te

worden. Wordt n.l. de golflengte $\pi \cdot \sqrt{\frac{N}{c}}$ bij oneindige breedte weer a_0 genoemd, dan wordt:

$$a = a_0 \cdot \sqrt{\frac{b^4}{a_0^4 + b^4}} \dots \dots \dots (48)$$

en als de minimum plooi kracht $2 \cdot \sqrt{N \cdot c}$ bij oneindige breedte weer $h \cdot \rho_{10}$ wordt genoemd, wordt de minimum plooi kracht bij de breedte b :

$$h \cdot \rho_1 = \left(\frac{a_0^2}{b^2} + \sqrt{1 + \frac{a_0^4}{b^4}} \right) \cdot h \cdot \rho_{10} \dots (49)$$

Bij de groote breedte $b = 2500$ km blijkt, zooals

ook valt in te zien, de minimum plooi kracht slechts zeer weinig kleiner te zijn dan de volgens verg. (34) berekende kracht, n.l. $1,004635 h \cdot \rho_{10}$ tegen $1,004645 h \cdot \rho_{10}$.

Tenslotte moet bij verg. (35), waaruit blijkt, dat bij gelijke hoofdspansingen ρ_1 en ρ_2 de plooi kracht $h \cdot \rho_1$ onafhankelijk is van ε , dus van b , voor de volledigheid nog worden opgemerkt, dat de bij een bepaalde b behorende golflengte a dan wordt aangegeven door verg. (10), zoodat voor b is te schrijven:

$$b = a \cdot \varepsilon = \pi \cdot \sqrt{\frac{N}{c}} \cdot \sqrt{1 + \varepsilon^2} \dots \dots (50)$$

Hieruit volgt, dat om een plooi kracht volgens verg. (35) te krijgen, de breedte b niet kleiner mag worden dan:

$\pi \cdot \sqrt{\frac{N}{c}}$, n.l. bij $\varepsilon = 0$, waarbij a dan oneindig is, hetgeen weer in overeenstemming is met verg. (15a).

Erratum: In den noemer van het tweede lid van verg. (13) moet $(\varepsilon^2 + \beta)^3$ staan inplaats van $\varepsilon^2 + \beta$. Van de verg. (14) zijn de tweede leden resp. met $\frac{1}{\beta^2}$ en $\frac{1}{\varepsilon^4}$ te vermenigvuldigen.

Prof. ir. P. P. Bijlaard.

INGEZONDEN.

Stedebouw en Rooiwezen.

Bij de voordracht van den heer Karsten over „De ingenieur en de stedebouw” werd het mij wel duidelijk, dat zijn gezichtspunt zoozeer van het mijne verschilt, dat debat nutteloos zou zijn, maar pas bij lezing in dit blad (No. 10 — 1935, pg. I. 111) bleek mij, dat een aantal der vermelde feiten aanvechtbaar is en de terminologie niet alleen nieuw maar ook onvoldoende gepreciseerd. Nu zijn we het op één punt volmaakt eens: dat de ingenieur, die met huisvesting en verkeer van mensen en bedrijven te maken heeft, een goed begrip van deze materie nodig heeft; daarom lijkt mij een uiteenzetting van een ander gezichtspunt gewenst.

In het histories overzicht worden twee „tendenzen” onderscheiden: van natuurlijke groei en van opzettelijke aanleg, die dan verklaard worden door overheersen van individuele vrijheid dan wel van van kollektive eenheid. In de voorbeelden heet nu de Griekse stadsaanleg planmatig met als voorbeeld Priene; wellicht is de verklaring, dat Athene niet als voorbeeld geldt, deze, dat daar meer republiek dan tyrannie heerste. Maar het Rome der keizers was geen vrijstaat en toch worden de voorbeelden gezocht in Noord-Afrika, Pompeji en Aosta! Hier is het wel duidelijk dat het gaat om nederzettingen: koloniën in Afrika, een van renteniers bij Napels en een van soldaten tegen de Alpen. Het is dan meteen duidelijk, dat er van natuurlijke groei niet veel te zien is bij zo'n (plotselinge) aanleg. Dit lijkt dan ook beter verklaring voor Peking en Djocja dan „de Asiatise geest, doortrokken als zij is met besef van eenheid”, want die zou dan in Canton, Bangkok, ja bijna overal, totaal veranderd zijn. Het betrekkelijk veel voorkomen van syste-

matische aanleg in het Oosten ligt vooral aan veelomvattende branden en verhuizing van het hof bij dynastieke wisselvalligheden. Of die liefhebberij ook gestimuleerd werd door de meer opvallende fouten van die aanleg? Ook de Amerikaanse steden van dit soort bestaan nog maar kort!

Met dit criterium: *stedebouw*, momenteele aanleg, dan wel *stadsuitbreiding*, groei (tot een stad), is ook de Westers middeleeuwse stadsvorm beter te verklaren dan door het katholiek geloof. Immers was elke uitbreiding er tevens een van de fortificatie, die in eens aangelegd moest worden. Met Hervorming en Renaissance heet dan een klasse-overheersing op te komen met als gevolg opzettelijke aanleg. Maar de voorbeelden betreffen „delen”, terwijl over de brand van Londen en het verwerpen van het monumentale plan gezwezen wordt. Het gaat hier dan om een derde geval: de *stadsverbetering*, die van nature op beide principes berust, omdat ook in dit geval het deel aan de rest moet aansluiten, maar een vooropgezet geheel vormt.

In de 19e eeuw krijgen we dan „de overal als uitvloeisel der vrijheid opkomende wanorde en stelselloosheid”. Het woord bouwpolitie wordt zelfs misverstaan om te bewijzen, dat de overheid „slechts excessen wilde voorkomen”. Maar hoe zit dat dan in Amerika? Dat gezwezen wordt over de Franse republiek, die tot 1930 het verbeteringsplan van Haussmann voortzette, is misschien een bekorting, maar te spreken van steden zonder groen, is toch eer een vergissing. Ook over het deel van de rijkdom van Europa ontleend aan „uitbuiting van gronden”, zou wel wat anders te zeggen zijn, maar wellicht is het beter eens de aandacht te vestigen op de geringe schulden der overheid, waarop nu nog haar crediet berust. Bedenklijker is, dat de snelle groei niet als abnormaal (en daarom oorzaak van fouten) wordt beschouwd, maar als een voortdurend motief voor „volledige organise ordening”. Hoe die de overbevolking zal ordenen, wordt dan ook niet onthuld, maar als eenig middel tegen de gemaakte fouten wordt „zoneren” aangeprezen. Deze bepaling van het toekomstig gebruik van den grond vereenvoudigt inderdaad het probleem voldoende, maar het is dan ook de erkenning, dat men het niet aandurft. En daarmee vervalt de rechtsgrond van de verbodsbepalingen, waaruit ook deze bouwpolitie zal moeten bestaan.

Dat onvermogen spreekt ook uit de terminologie. Het redmiddel wordt op pag. 113 beschreven als „het vastleggen der bestemming van bepaalde wijken, kringen of zones”, op pag. 117 krijgen we een overzicht van „bestemmingskringen”, waaronder „bedrijf” en „elektr. hoogspanning”, terwijl ze verdeeld worden in positieve of negatieve, statische of dynamische. Op pag. 118 blijken de „kringgrenzen” weer op diverse schaal geteekend te worden, maar even verder eischen de „bestemmingskringen..... overleg, dat t.o. van die werken niet behoeft te leiden tot vastlegging”. Voor het beginsel der ordening, ook voor heele landen, wordt herhaaldelijk gebruikt „de gelukkige naam *planologie*”; dit woord beteekent echter: leer der dwaling. Maar

hoofdzaak blijft het misbruik van het woord „stedebouw” ook voor uitbreiding en verbetering.

Want al zal men bij het ontwerp van een nederzetting het gebruik van elk deel van het terrein kunnen bepalen, dat bewijst niets voor de mogelijkheid, en dit voor uitbreiding van dorpen of steden te doen, waar het niet om aanleg gaat maar om regelen van toekomstige, eventuele, bouw door meerdere eigenaars. Het verschil tusschen den bouw van een bedrijfs-emplacement met employé- en koeliewoningen en het plan voor toekomstige ontwikkeling van een *samenleving* is zoo duidelijk, dat van de oudste tijden voor dit laatste een apart beginsel is erkend: het rooiwezen.

Men kan dit beschouwen als het burendrecht voor de grens aan de oppervlakten „voor openbaar gebruik bestemd” en het heeft de bekende eigenaardigheid, dat *zonder wettige bepaling* geen gebouw nader bij die grens mag komen dan het gemiddelde der belendende. Het bevat dus ook een „bestemmings”-principe, maar dit moet reëel zijn voor het vanzelf werken van het rooiwezen. Bij de wet is nu hieraan zekere uitbreiding gegeven: *eerst* de bepaling, dat die ééne bestemming door de overheid slechts met medewerking der belanghebbenden mag worden veranderd (voor Indië dus ook het eerst nodige), *daarna* dat dit bouwverbod ook kan gelden als die bestemming „in de naaste toekomst” verwacht wordt, volgens een algemeen plan, dat geregeld aan de belanghebbenden weer wordt voorgelegd om hun de gelegenheid te geven aan te tonen, dat een andere verwachting juist is. Het uitstel van het geven der bestemming is ten slotte niet toegestaan, indien de schade te groot zou worden: de overheid moet dan onteigenen.

Als men nu niet vergeet, dat het plan dus omvat de juiste oppervlakten voor openbaar gebruik, dus allereerst de breedte der verkeerswegen en de resterende bouwdiepte door de rooilijnen, dan is het duidelijk, dat het toekomstig gebruik van den grond al binnen enge grenzen beperkt is, althans uit het oogpunt van dat openbaar gebruik. Daarbij is, door de periodieke herziening met medezeggenschap der eigenaars, een geleidelijke ontwikkeling voorzien.

Voert men echter de bestemming van den grond als principe in, dan zou de eigenaar, bij protest, andere gronden daartoe moeten aanwijzen, hetgeen al heel gemakkelijk bestreden zou worden. Maar veel erger wordt het als op de wijze, geschetst op pag. 117 en 118, die beperking van den eigendom, dus vermindering van de waarde, gelegenheid geeft om „gevend-en-nemend” door „technici die andere oplossing te vinden”. Ik wil nu nog niet direct onder onze collega's dispensatiejagers veronderstellen, maar toch opmerken dat het belang van eigenaars bij een beslissing over „bestemmingskringen” exorbitant wordt. Dat is nog eens wat anders dan exploiteren van bouwterrein, en het hoeft ons niet te verbazen, dat van die zijde tegen het ingewikkeld maken der plannen geen protest opkomt. Maar bona-fide eigenaars en hun adviseurs zullen moeten trachten te ontkomen aan deze „principieele planmatigheid”..... onder het motto *Bolshevisme!*

P. J. Willekes Macdonald.

Naschrift.

De redaktie dankend voor de geboden gelegenheid reeds in dit nummer enige aantekeningen te stellen onder de opmerkingen van ir. Willekes Macdonald, moge ik er mijn spijt over betuigen, dat dit debat niet reeds mondeling is ingeleid; allicht zou ik dan thans van het „andere gezichtspunt”, dat debater bedoelt uiteen te zetten en dat ongetwijfeld belangwekkend moet zijn, een duidelijker beeld hebben verkregen, dan daarvan nu uit bovenstaand artikel, ook na herhaalde lezing, was te vormen. Zo kon slechts gepoogd worden uit de profusie van opmerkingen de voornaamste bedoelingen op te sporen, waarbij het onzeker blijft of hen recht wordt gedaan.

In de eerste plaats heeft ir. Macdonald dan bezwaren tegen de door mij gemaakte onderscheiding van twee tendenzen in de stadsaanleg: overheersing van de natuurlijke groei of van de bestudeerde aanleg; hij meent dat deze beide verschijningsvormen uitsluitend samenhangen met de wijze waarop een stad tot stand komt, n.l. door geleidelijke uitgroei, dan wel door aanleg-ineens; en deze aanval heeft dan slechts zin, indien hij ontkent dat zij, als door mij geponeerd, vooral samenhangen met de geest van de samenleving, die bouwt.

Hierbij behoef ik nu niet in te gaan op de door debater aangevallen antieke en Oosterse voorbeelden, om de eenvoudige reden dat ik die, men sla het artikel na, bepaaldelijk *niet* in verband met die tegenstelling heb genoemd, doch slechts om geheel in het algemeen aan te tonen, hoe in alle tijden en kulturen steeds een zekere planmatigheid heeft geheerst.

Doch wel is aan te voeren hoe ir. Macdonald over het hoofd heeft gezien, dat hier van, uit het algemene karakter ener periode voortvloeiende, *tendenzen* is gesproken, dus van bepaalde invloeden op de stedenbouw, voortkomende niet uit technische of geografische, doch uit maatschappelijke en geestelijke oorzaken. Dat zulk een tendenz zich slechts zelden volledig realiseert, spreekt vanzelf, waar de stedenbouw in zo hoge mate afhankelijk is van terreingesteldheden, van historisch-gegeven dus uit vroegere perioden stammende elementen, van tijden van groei en stilstand, en dergelijke. Doch deze factoren werken door hun aard steeds en overal, en zijn dus niet direkt typerend voor de stedenbouw ener bepaalde periode. In mijn artikel evenwel werd, ter verklaring van het 19de-eeuwse verval en de huidige opkomst van de stedenbouw, juist gezocht naar de samenhang tussen de stadsaanleg en de algemene aard ener samenleving als zodanig; waarbij dan, in de beschouwde Europese geschiedperiode, voor die algemene aard de verhouding tussen individuele vrijheid en kollektieve gebondenheid (geestelijk en sociaal) van fundamenteel belang genoemd werd, en zich bijna direkt in die stedenbouwkundige *tendenzen* bleek om te zetten. Wat dan natuurlijk niet wegneemt dat, (doch ook niet ^{wa} genomen wordt doordat) de, in de beschouwde periode overigens nog maar zeer zelden

voorkomende, opbouw ener stad ineens, meebrengt een tendenz tot planmatigheid, — en omgekeerd de geleidelijke groei ener stad geneigd is de „natuurlijke” weg te volgen, d.i. de weg van de minste weerstand, ongeacht de gevolgen.

Op alles wat debater in dit verband schrijft in te gaan, is niet wel mogelijk, doch het is toch wel van belang van enkele der tegen mij aangevoerde voorbeelden aan te tonen, hoezeer ook daarbij een nauwe samenhang bestaat tussen de algemene karaktertrekken der betreffende samenleving en hare stedenbouwkundige prestaties, en hoe men met de door hem aangevoerde onderscheiding: stedenbouw (bij aanleg-ineens), stadsuitbreiding (groei) en stadsverbetering, daarbij niet ver komt.

Inderdaad kenmerkend is geweest de gang van zaken na de brand van Londen in 1666, waarbij een groot deel van het zeer nauwe en onregelmatige stadscentrum werd verwoest. De architect Wren maakte stante pede een zeer fraai nieuw plan van opbouw, gebaseerd op een omvangrijke herverkaveling. Hierbij zou niemand grond te kort komen, en zou, door systematische groepering en opoffering van onnodige onbebouwde stukken, kerkhoven enz., plaats gewonnen worden voor brede straten en openbare gebouwen. Het plan bereikte Koning en Parlement, doch strandde op het individualisme der eigenaars, die niet wilden medewerken ¹⁾. In Engeland, het eerste land waar het individu zich politieke rechten en vrijheden veroverde, en waar de Koning nog slechts symbool der kollektieven eenheid was, met geringe werkelijke macht, was het individualisme toen reeds te sterk ontwikkeld dan dat daar was door te voeren, wat Japan in Tokyo na de aardbeving van 1923, in een volkomen analoog geval (ook stadsverbetering!), door zijn sterk kollektieve gezindheid wel tot stand kon brengen.

Dat Parijs tot in 1930, en door de gehele 19de eeuw heen, de grote lijnen in zijn plan heeft vastgehouden en gerealiseerd, ja enkele nieuwe heeft geschapen, is inderdaad merkwaardig. Doch hier werkten enkele bijzondere oorzaken tegen de individualistische en anti-stedenbouwkundige 19de eeuw in: voor alles de enorm-nadrukkelijke vastlegging van de belangrijkste hoofdlijnen door de 3 laatste Lodewijken vóór de revolutie en Napoleon I (thans gelden nog sommige rooivoorschriften van Lodewijk XIV), — dan de trots van den Parijzenaar op zijn stad en de wens van het centrale gezag het politiek zo levendige Parijsche volk voor zich te winnen, — zeker ook de grote materiële en politieke voordelen, die de schoonheid van Parijs, en haar toenmalige funktie als onbetwist cultureel wereldcentrum, waarvoor die schoonheid een belangrijke voorwaarde was, meebrachten, — verder de vrij sterke centralisatie van macht onder Napoleon III, onder wiens regime dan ook, na het eerste keizerschap, het meeste geschiedde, — en ten slotte het belang der centrale regering bij grote

1) Zie b.v. *Townplanning in Practice*, Raymond Unwin, blz. 77 en vlg.

hoofdwegen in geval van de daar van ouds veel voorkomende opstootjes. Dat evenwel deze buitengewone en inderdaad zeer geslaagde monumentale aanleg toch niet echt met het tijds karakter verweven, doch voortzetting ener traditie en in zekere zin oplegsel is geweest, blijkt wel daaruit, dat zij vrij streng tot een bepaald gebied beperkt bleef, dat belangrijke punten daar buiten veel minder goed en zonder enige monumentaliteit behandeld werden (bv. de voorpleinen van bijna alle grote stations), en dat de volkswijken onverzorgd bleven; karakteristiek is bv. ook de stedenbouwkundig zéér slechte kwaliteit van de nieuwe Cité Universitaire, waar van een groots gegeven, nu men niet op de traditie kon steunen, niets terecht is gebracht. Dit alles is slechts verklaarbaar uit maatschappelijke verhoudingen en geesteshoudingen.

Reeds uit het voorgaande blijkt, dat de splitsing, die ir. Macdonald maakt tussen de aanleg van nieuwe steden (waarvoor hij blijkbaar het woord „stedebouw” wil reserveren), de stadsuitbreiding en de stadsverbetering, van sekondaire, inderdaad slechts van technische en taktische betekenis is, en niet primair karakterbepalend; met vele voorbeelden is dit te staven. In Parijs ademen Haussmann's doorbraken („verbeteringen”) dezelfde geest als de omgeving van de Place de l'Etoile, die geheel uitbreiding is; en hoe grondig verschillend van karakter zijn daartegenover niet de opeenvolgende Amsterdamse uitbreidingen: die van de 15de en 16de eeuw, de schilderachtige burgwallen, de statige drievoudige grachtengordel uit de 17de en 18de, de 19de-eeuwse van bv. Vondelstraat, Willemsparkweg en Pijp, en nu de jongste! Of wil men Indische voorbeelden: hoe zeer is alle ongerepte Javaanse aanleg, nieuwe opzet of autochtone (niet onder Westerse druk staande) uitbreiding, één van geest; en hoe verschillen daarentegen bv. de hoofdaanleg van Weltevreden, met zijn beide grote pleinen, dus de uitbreiding uit het begin der 19de eeuw, en Gondangdia, die van 100 jaar later!

In al deze gevallen waren het fundamentele sociale en geestelijke verhoudingen, die telkens ook voor het karakter der stedenbouwkundige uiting beslissend waren, niet het feit of het aanleg-in-eens, uitbreiding of verbetering gold.

Bedenkelijk acht ir. Macdonald het verder, dat in mijn artikel „de snelle (stads)groei niet als abnormaal (en daarom oorzaak van fouten)” wordt gekenmerkt; en in de middelen, die werden aanbevolen om deze groei de baas te blijven, ziet hij slechts de erkenning, dat men het probleem-zelf dier overbevolking „niet aandurft”.

Het komt mij voor, dat debater hier aan den stedenbouwkundige een taak oplegt, die niet de zijne is. Als sociaal-technicus immers krijgt hij eenvoudig het probleem van de snel-groeiende stad ter behandeling. Die groei beletten, zelfs haar tegenwerken, kan hij niet, tenzij met middelen, die erger zijn dan de kwaal (bv. door slechte toestanden te laten voortbestaan); erover lamenteren zonder meer, is kin-

derwerk. Als hij in dit, hem gegeven verschijnsel, inderdaad de verwijderbare oorzaak van onvermijdelijk kwaad ziet, — maar voor Indië lijkt dat in dit stadium hoogst twijfelachtig —, zal hij dat serieus en bestudeerd bij het hogere gezag, dat dit misschien kan beïnvloeden, kunnen voorbrengen; maar hij treedt daarbij buiten de hem als technicus gestelde opgaaf, en zeker ligt de behandeling van dit sociologisch vraagstuk buiten de sfeer van een artikel over de stedenbouwkundige als ingenieur.

Dan echter keert de schrijver weer tot zijn vorig bezwaar terug, valt hij ook in dit verband de éénheid van methode door bestemmingsbepaling bij nieuwe aanleg-in-eens, verbetering of uitbreiding aan, en schuift hij voor de beide laatsten als enig mogelijke behandeling, voor zover zich zijn uitlatingen laten begripen, de rooilijn naar voren.

Toch schemert het den geachten opponent, waar hij erkent dat het „rooiwezen” „ook een „bestemmings”-principe (bevat)”. Inderdaad: de rooilijn, elke rooilijn, zowel onze typische Indische erfrooilijn (hekrooilijn, weglijn enz.) als de internationale gevelrooilijn, de achtergevelrooilijn enz., het zijn alle bestemmingsgrenzen, d.z. grenzen van gebieden, die bestemd zijn voor een bepaald gebruik. Het ouderwetse „rooien” is dan ook niet anders dan het bepalen en begrenzen van bestemmingen, — en in beginsel dus hetzelfde, wat ook de moderne stedenbouwkunde, die voor zoveel groter en moeilijker vraagstukken staat, meer methodisch en meer gedifferentieerd doet.

Dat Holland in de uitbreidingsplannen niet met rooilijnen werkt, doch met het bouwverbod en bouwingsvoorwaarden — ook weer grotendeels niet anders dan bestemmingsbepalingen — is een door de wordingsgeschiedenis van de Woningwet veroorzaakte ongelukkige aberratie, die wij hier vooral niet als normaal of navolgenswaard moeten beschouwen, en die — het bleek duidelijk bij de behandeling der laatste wijziging in '31 — in Holland genoeg betreurd wordt.

Ten slotte schijnt ir. Macdonald beducht te zijn voor de verhouding tusschen de lokale overheid, die de bestemmingen bepaalt, en den eigenaar, het slachtoffer; voor zover ik hem begrijp, dringt hij aan op regeling dier verhouding. Hier kan ik hem tot mijn genoegen bijvallen, doch tevens wellicht enigszins geruststellen, door eraan te herinneren: dat de lokale overheden, die het stedenbouwkundige werk serieus en systematisch aanvallen, de noodzaak van zulk een regeling levendig plegen te beamen, en daarin niet zelden zelve pogen te voorzien, al is dit ten rechte een materie voor centrale regeling, — doch dat ook de Regering haar taak in dezen heeft begrepen, wat b.v. blijkt uit de instelling der commissie, die een stadsvormingswetgeving heeft te ontwerpen. Wellicht zullen de ideeën van ir. Macdonald op haar arbeid zelfs nog bevruchtend kunnen werken.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD.

Royal Aeronautical Society.

Gekozen is tot Associate Fellow van The Royal Aeronautical Society te Londen, het lid van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs: dr. ir. G. Otten, kapitein bij de Luchtvaartafdeeling te Bandoeng.

Jaarregister en omslag.

Als inlage is bij dit nummer gevoegd het register op den jaargang 1935 van *De Ingenieur in Nederlandsch-Indië*.

Door den drukker van het tijdschrift, de firma G. Kolff & Co. te Batavia-C., wordt een fraaie band verkrijgbaar gesteld tegen den prijs van f 1,75.

De uitvoering is overeenkomstig die van den het vorig jaar verkrijgbaar gestelden band, waarvan het ontwerp was opgemaakt door ir. W. Lemei b.i.

Leden en abonné's wordt verzocht zich inzake eventueele bestellingen rechtstreeks te wenden tot de even genoemde firma.

Redactie.

PERSONALIA.

Aan ir. J. Luyrink, leeraar bij de K. E. S. te Soerabaia, is wegens zes-jarigen dienst acht maanden verlof naar Europa verleend, ing. 23 Juni 1936.

Aan dr. Ch. Hooykaas, leeraar bij de A-afd. der A. M. S. Djocja, idem, ing. 16 Juni 1936.

Aan den eersten luitenant der genie J. W. Gerharz is wegens zevenjarigen dienst negen maanden verlof naar Europa verleend, ing. 15 April 1936.

Aan ir. J. C. Doornberg, ingenieur bij den Dienst der Volksgezondheid, idem wegens zes-jarigen dienst acht maanden.

Aan ir. A. H. Kuyp, ingenieur bij den Prov. Wat. van W.-Java, idem wegens negen-jarigen dienst elf maanden, ing. 11 April 1936.

Ir. J. Verlinden, idem, is overgeplaatst van Batavia naar Soekaboemi.

Ir. A. F. de Wolff, ingenieur bij 's Lands Waterstaat, t.b. van de prov. W.-Java, is geplaatst te Cheribon.

Ir. R. Engelberts, ingenieur bij de B. P. M., is overgeplaatst van Tjepoe naar P. Brandan.

Irs. L. S. Hannema en J. Kleinsmiede, idem, zijn vertrokken van Tarakan.

Aan ir. W. Ruys, leeraar bij de H. B. S.-A. M. S. (afd. B) te Malang, is wegens zes-jarigen dienst acht maanden verlof naar Europa verleend, ing. 16 Juni 1936.

Irs. G. van Esch en F. Ch. Binkhorst, ingenieurs bij 's Lands Waterstaat, zijn resp. ter besch. gest. van de prov. O.-Java en toegevoegd aan den Gouverneur van Atjeh en Ond.

Aan ir. Tjiong Hian Lie, idem, wegens zeven-jarigen dienst zes maanden verlof naar Europa verleend, ing. April 1936.

Ir. O. W. Memelink, ambt. op non-act., is herbenoemd tot ingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw en ter besch. gest. van het hoofd van de Bankatinwinning.

Aan ir. M. P. L. G. Hansen, ingenieur bij het Lab. voor Materiaalonderzoek van het Dept. van E. Z., is wegens zes-jarigen dienst acht maanden verlof naar Europa verleend.

Ir. M. G. van Overveldt, directeur der Prinses Julianaschool te Djocja, is met ing. van 31 Dec. 1935 op verzoek eervol uit 's Lands dienst ontslagen.

Aan ir. O. Stevens, beroepsassistent bij de T. H. te Bandoeng, is wegens zes-jarigen dienst acht maanden verlof verleend naar Europa, ing. 2 Juni 1936.

Aan irs. Ph. H. te Winkel en H. G. A. Bakhoven, resp. hoofdingenieur en ingenieur bij 's Lands Waterstaat, is wegens zes-jarigen dienst acht maanden verlof verleend naar Europa, ing. resp. ult. Aug. 1936 en 1 Juni 1936.

Aan ir. J. van Gendt, ingenieur voor de Landsgebouwen, idem, ing. Juli 1936.

Aan ir. G. M. Mulder, ingenieur bij de B.P.M., is na ommekomst van Europ. verlof ontslag verleend.

Ir. P. Raadsen, idem, is overgeplaatst van Pladjoe naar Tjepoe.

Ir. H. J. M. W. de Quartel, idem, idem van P. Brandan naar Pladjoe.

Ir. F. C. L. van Vugt, idem, is van Tjepoe vertrokken met Europ. verlof.

Prof. ir. W. H. A. van Alphen de Veer, oud-hoofd van het Laboratorium voor Materiaalonderzoek van het Dept. van Econ. Zaken, is opgetreden als technisch adviseur van de N. V. Lak- & Verffabriek „Premier” te den Haag (Loosduinen).

Ir. G. E. Mathysen Gerst, ingenieur bij de B. P. M., is geplaatst te Pladjoe.

Ir. R. J. Bouricius is tijdelijk werkzaam gesteld als leeraar bij de P. H. S. te Batavia-C.

Ir. F. Q. den Hollander, hoofdingenieur bij de S. S., is benoemd tot chef exploitatie der Zuid-Sumatra Spoor.

De kapitein der genie N. J. Gerharz is overgeplaatst van het Techn. Bataljon te Tjimahi naar den Gewest. en Plaatselijken Geniedienst te Makassar.

Ir. A. E. G. J. Kingma, hoofdamt. met buitenl. verlof, laatstelijk hoofd van den Algemeenen dienst der S. S., is op verzoek met ing. van 16 Dec. 1935 eervol uit 's Lands dienst ontslagen.

Ir. M. P. L. G. Hansen, ingenieur bij het Lab. voor Materiaalonderzoek v. h. dept. v. Econ. Zaken, is voor den duur van het aan het hoofd van genoemd laboratorium, prof. ir. W. J. Th. Amons, verleend verlof naar Europa, belast met de waarneming van diens betrekking.

Aan ir. S. A. Blok, ingenieur bij 's Lands Waterstaat, is wegens zes-jarigen dienst acht maanden verlof verleend naar Europa, ing. 16 Februari 1936.

Aan ir. J. J. K n o o p, hoofdingenieur bij de S. S., idem, ing. 16 Juni 1936.

Aan ir. D. J a n s e n, idem, is op verzoek eervol ontslag uit 's Lands dienst verleend met ing. van ult. Juli 1936.

Aan ir. H. W. J. v a n H e l d e n, ingenieur bij den P. T. T.-dienst te Palembang, is wegens zeven-jarigen dienst negen maanden verlof naar Europa verleend, ing. 16 April 1936.

Aan ir. J. W. A. L e c l u s e, leeraar bij de H. B. S. — A. M. S. (Afd. B) te Malang, idem wegens zes-jarigen dienst acht maanden, ing. 16 Juli 1936.

Irs. A. B a r o n v a n S t y r u m en A. H. v a n A s s e n, resp. administrateur en afdeelingsschef bij de D. S. M., zijn ult. November 1935 van verlof teruggekeerd.

Ir. P. J. A. W i j n, ambt. op non-act., is herbenoemd tot ingenieur bij 's Lands Waterstaat en ter besch. gesteld van de prov. M.-Java.

Ir. J. J. F i a l k a, maandgelder bij het Centr. Kantoor voor de Statistiek, idem en toegevoegd aan den Resident van Tapanoeli.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS. Groep Ned.-Indië.

BESTUURSMEDEDEELINGEN.

Voorloopige aankondiging Jaarvergadering.

Op de Bestuursvergadering van 19 November j.l. werd vastgesteld, dat de eerstvolgende jaarvergadering van de Groep in de tweede helft van Januari zal plaats hebben. De definitieve datum, de plaats, de agenda en het onderwerp voor een eventuele lezing en een excursie zullen den leden van de Groep bijtijds worden bekend gemaakt.

Aangenomen en voorgestelde nieuwe leden.

De in nummer 10 van dezen jaargang voorgestelde nieuwe leden zijn aangenomen.

Als *gewoon lid* wordt voorgesteld:

ir. E. U i l k e n s, ingenieur bij den Provincialen Waterstaat van West-Java te Batavia.

Eventuele bezwaren tegen deze candidaatsstelling worden voor 10 Januari a.s. ingewacht bij het Secretariaat, Bragaweg 38, Bandoeng.

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE. „DE MIJNINGENIEUR“

INHOUD: Die peri-embryonalen Äquatorialkammern bei einigen Orbitoididen, von dr. ir. Tan Sin Hok. — Economische mededeelingen. — Personalia.

Die peri-embryonalen Äquatorialkammern bei einigen Orbitoididen

von

dr. ir. TAN SIN HOK,

Paläontologe beim „Dienst van den Mijnbouw“, Bandoeng.

Mit 1 Tafel.

Zusammenfassung: Die Analyse der peri-embryonalen Äquatorialkammern ermöglicht ein besseres Verständnis für die Bewertung verschiedener Gattungen und Untergattungen der Orbitoididen. *Orbitocyclina* — *Polylepidina* — *Lepidocyclina* s. str. — *Nephrolepidina* — *Tryblielepidina* scheinen in dieser Aufeinanderfolge zum mindesten eine Stufenreihe zu bilden, wenn man es gar nicht mit einer Stammreihe zu tun hat. Diese Reihe ist an verschiedenen Orthogenesen zu erkennen.

Einleitung: Beim Studium der megasphären Orbitoididen ist den eigentlichen Embryonalkammern eine so überragende Bedeutung zugemessen worden, dass man die Art der Gruppierung der peri-embryonalen Äquatorialkammern, d.h. der innersten Reihe der Äquatorialkammern, um den Embryonalapparat kaum beachtet hat. Die hier gegebenen Betrachtungen dürften den Wert dieser erstgebildeten Äquatorialkammern für die Kenntnis dieser so wichtigen Foraminiferen klarlegen. Man betrachte diese Arbeit jedoch als eine orientierende, und zwar vor allem darum, weil jene Äquatorialkammern von den meisten Arten unbekannt sind, sodass diese ausser Betracht bleiben müssen.

Herrn Dr. K. A. F. R. Musper sei hier für die sprachliche Durchsicht dieser Arbeit und Dr. H. E. Thalmann für die freundliche Überlassung mir unzugänglicher Literatur mein Dank ausgesprochen.

Nomenklatur. Besieht man sich die innersten Kammern einer *Nephrolepidina isolepidinoides* v. d. Vlerk (Fig. 13) genauer, so findet man zweierlei Arten peri-embryonaler Äquatorialkammern. Die erste Gruppe, nämlich 1, 1' und 2, verdankt ihre Entstehung einem Plasma-Ausfluss aus der Embryonalkammer II. Die Verbindung mit dem Lumen dieser Kammer wird dabei durch Stolonen vermittelt. Diese drei Kammern bezeichne ich als *Auxiliarkammern*. Bei der genannten Art ist die Distalwand der Auxiliarkammern imperforat; sie sind nur von Stolonen durchbohrt, die unmittelbar über die Externwand der Embryonalkammern verlaufen.

Die zweite Gruppe bedeckt die, im Äquatorialschnitt sichtbaren, zwischen den Auxiliarkammern befindlichen Teile der Externwand der Embryonalkammern. Es lassen sich dabei verschiedene Reihen unterscheiden. Jede Reihe hat ihren Ursprung an einer Auxiliarkammer, während die Kammern ein und derselben Reihe nacheinander entstanden sind. Diese Wachstumsfolge ergibt sich ohne weiteres aus der Form der Distalwand dieser, als *Interauxiliarkammern* zu benennenden Kammern. Betrachtet man beispielsweise die Interauxiliarkammern, die sich um die kleine, d.h. die Embryonalkammer I bildeten, so findet man hier 5 solche Kammern, die deutlich symmetrisch angeordnet sind. Interauxiliarkammer a zeigt eine Distalwand, deren eines Ende auf Auxiliarkammer 1 und deren anderes auf der Externwand der Embryonalkammer I liegt. Nach dieser Asymmetrie muss die Wand um ein Plasmatröpfchen herum gebildet worden sein, das aus Auxiliarkammer 1 hervorquoll; die Interauxiliarkammer a verdankt somit ihr Entstehen einem Plasma-Ausfluss aus der Auxiliarkammer 1¹⁾. Entsprechend müssen sich aus Auxiliarkammern die Interauxiliarkammern c und d, sowie d', c' und a' auf der anderen Hälfte des Embryonalapparates gebildet haben. Es erhellt nun auch, dass die Kammern b und b' von a bzw. a' aus angelegt wurden. Jede Auxiliarkammer ist demnach Ausgangs-

1) In Figur 13 ist der diese zwei Kammern verbindende Stolo sichtbar, während Stolonen zwischen Embryonalkammern und Interauxiliarkammern bisher nicht nachgewiesen werden konnten. Dies gilt für alle von mir untersuchten Schnitte.

punkt zweier Kammerreihen, deren eine im Sinne des Uhrzeigers und deren andere in entgegengesetzter Richtung verläuft. Wo sich zwei solche Reihen begegnen, bildet sich eine abschließende, sehr symmetrisch gestaltete Interauxiliarkammer S. Diese Kammern haben Distalwände, die nicht der Externwand der Embryonalkammern, sondern den Wänden der benachbarten Interauxiliarkammern aufruhend; dadurch unterscheiden sie sich deutlich von den asymmetrischen Interauxiliarkammern.

Die Kammern zwischen den Auxiliarkammern sind immer mehr oder weniger fächerförmig angeordnet. Die bei dieser Art so deutlich erkennbare Symmetrie in der Anordnung der peri-embryonalen Äquatorialkammern ist bei anderen Arten nicht immer verwirklicht, da die Zahl der links und rechts von einer Auxiliarkammer gebildeten Interauxiliarkammern verschieden sein kann. Ferner können zwischen den Auxiliarkammern die asymmetrischen Interauxiliarkammern völlig fehlen, sodass nur die abschließende Interauxiliarkammer gebildet wird (vgl. die Trybliolepidinen (Fig. 11) und Eulepidinen) (Fig. 5).

Bei der genannten Art lassen sich die drei Auxiliarkammern noch in *Haupt- und Nebenauxiliarkammern* gliedern. Als *Hauptauxiliarkammern* bezeichne ich diejenigen, die sich in der Ecke zwischen Embryonalkammer I und II befinden, und als *Nebenauxiliarkammern* solche, die auf der Externwand der Embryonalkammer II gebildet werden.

Es wird sich zeigen, dass die Zahl der Auxiliarkammern sehr oft zwei beträgt; die Zahl der Nebenauxiliarkammern ist aber viel weniger konstant; letztere können sogar fehlen (Fig. 12, 16).

Wenn, was nur ganz ausnahmsweise der Fall ist, Auxiliarkammern auf der Externwand der Embryonalkammer I auftreten, so kann man diese als *accessorische Auxiliarkammern* bezeichnen.

Das behandelte Stück zeichnet sich durch seine regelmässige und weitgehend symmetrische Anordnung aus. Es stellt in dieser Hinsicht keineswegs einen Sonderfall dar, die Anordnung ist im Gegenteil sogar typisch für *Nephr. isolepidinoides*.

Auxiliarkammern sind bei genauer Betrachtung immer deutlich von Interauxiliarkammern zu unterscheiden: bei ersteren sitzen beide Wandenden, bei letzteren nur eines derselben der Embryonalkammerwand auf. Ebenso sind die abschließenden von den anderen Interauxiliarkammern gut zu trennen, erstere haben ihre Distalwand auf Interauxiliarkammern und sind mehr oder weniger symmetrischer Gestalt.

Die Auxiliarkammern können eine sehr längliche und niedrige Gestalt (Fig. 1 und 12), Interauxiliarkammern eine unregelmässige Form annehmen (Fig. 12). Zwei zu verschiedenen Spiralreihen gehörige Interauxiliarkammern können auch miteinander verwachsen, sodass eine herzförmige Kammer entsteht (Fig. 10).

Die verschiedenen Arten peri-embryonaler Kammern sind einwandfrei nur an gut äquatorial geschnittenen Zentren der Orbitoididen nachzuweisen. Dies ist der Grund, warum so manche Schnitte für die Analyse ungeeignet sind. Bei den veröffentlichten Abbildungen sind sie überdies meist zu wenig vergrößert.

Die II und Hauptauxiliarkammern verbindenden Stolonon sind *Hauptstolonon* zu nennen. Sie finden sich immer gleich über der Wand von I. *Nebnstolonon* sind diejenigen, die zwischen II und den Nebenauxiliarkammern vorkommen. Unter Umständen sind noch *accessorische Stolonon* zu unterscheiden. Der Vollständigkeit halber ist noch zu erwähnen, dass zwischen I und II ebenfalls ein Stolo auftritt. Dieser liegt im Zentrum der Scheidewand der Embryonalkammern (Fig. 10). Die Stolonon sind im Schliff sehr oft nicht zu beobachten.

Es ist jetzt zu untersuchen, wie sich die peri-embryonalen Äquatorialkammern in den verschiedenen Gattungen bzw. Untergattungen verhalten.

Orbitocyclina Vaughan 1929 (Fig. 14, 15).

Die Anordnung der peri-embryonalen Äquatorialkammern zeigen sehr deutlich die Abbildungen ²⁾ M. G. Rutten s (1935, Fig. 5, 6; Fig. 7 scheint von einem ungünstig erhaltenen Stück zu sein). Nach Fig. 15 (= Rutten s Fig. 6) handelt es sich um nur eine einzige Hauptauxiliarkammer, die zwei Spiralreihen von „Interauxiliarkammern“ bildet, wovon sich eine um Embryonalkammer I, die andere um Embryonalkammer II herumlegt. Nach Rutten s Fig. 5, die ebenfalls nur eine einzige Hauptauxiliarkammer zeigt, könnte man annehmen, die 4. Interauxiliarkammer auf der Externwand der Embryonalkammer II (von der Hauptauxiliarkammer aus in dem Uhrzeiger entgegengesetztem Sinne gerechnet) sei eine Nebenauxiliarkammer. Dies ist m. E. jedoch zu bezweifeln, da von dieser 4. Interauxiliarkammer weder im Sinne des Uhrzeigers, noch in entgegengesetzter Richtung asymmetrische Interauxiliarkammern gebildet werden.

Galloways Skizze ²⁾ 1928, Taf. 51, Fig. 3 (*Polylepidina cardenasensis* = *Orbitocyclina minima* (H. Douvillé), vgl. Vaughan 1929b, S. 174) zeigt ebenfalls nur eine einzige Hauptauxiliarkammer (Bei der Betrachtung dieser Skizze ist zu bedenken, dass die drei Kammern rechts von der kleineren, d.h. von der Embryonalkammer I — Galloway hat ihre Wände nicht in gleicher Weise wie diejenigen der anderen peri-embryonalen Äquatorialkammern gezeichnet — als „Interauxiliarkammern“ anzusehen sind). Nebenauxiliarkammern fehlen hier. Eine symmetrische Interauxiliarkammer erkennt man rechts von der Embryonalkammer I. Anscheinend bildet die Hauptauxiliarkammer in dem Uhrzeiger entgegengesetztem Sinne nur eine einzige eigentliche „Interauxiliarkammer“.

Die Auffassung von nur einer einzigen Hauptauxiliarkammer bei *Orbitocyclina* findet man durch Vaughan s Fig. 3 und 4 (1929b, Taf. 22) bestätigt (vgl. Fig. 14). Leider sind jedoch diese Figuren nicht klar genug, um in einwandfreier Weise das Fehlen der Nebenauxiliarkammern festzustellen; andererseits zeigt aber Vaughan s Fig. 3 (= Fig. 14 dieser Arbeit) die Stolonon sehr deutlich.

Nach den mir zugänglichen Daten besitzt somit *Orbitocyclina* nur eine einzige Hauptauxiliarkammer, und sind hier Nebenauxiliarkammern wahrscheinlich

²⁾ Diese Abbildungen sind mit der kleinen Embryonalkammer nach unten zu orientieren.

nicht ausgebildet; demnach sind die peri-embryonalen Äquatorialkammern wahrscheinlich nur in zwei Spiralästen angeordnet.

Bemerkt sei hier noch, dass aus H. Douvillés Skizze (1929, S. 34, Fig. 2) des Zentrums des Genotypus von *Orbitocycl. minima* die hier beschriebene Anordnung nicht hervorgeht. Ist seine Zeichnung aber zuverlässig? Jedenfalls sind Neuuntersuchungen geboten. Ebenfalls abweichend ist Figur 2 auf Taf. 40 bei Galloway (1932, S. 429), wonach die Hauptauxiliarkammer nur eine einzige Spiralreihe von Kammern bildet, m.a.W. in dem mit der Embryonalkammer II verwachsenen Wandteil keine Stolonen besitzt; im Gegensatz dazu ist nach Vaughans Bild (1929b, Taf. 22, Fig. 3, vgl. Fig. 14 dieser Arbeit) in diesem Wandteil wohl ein Stolo vorhanden. Ist Galloways Skizze einwandfrei? Eine Nachprüfung ist auch hier jedenfalls erwünscht.

Asterorbis Vaughan & Cole 1932.

Nach Vaughan & Cole (1932) soll *Asterorbis* Vaugh. & Cole den Orbitocyclinen nach verwandt sein. Das Schalenzentrum von *Asterorbis* ist leider kaum bekannt, sodass diese Auffassung mit einer Analyse der peri-embryonalen Äquatorialkammern noch näher zu begründen ist.

Pseudorbitoides H. Douvillé 1922.

Soweit sich aus den Figuren der megasphären *Pseudorbitoides israelkii* Vaugh. & Cole (1932, besonders Taf. 2, Fig. 5) ableiten lässt, ist auch hier nur eine einzige Hauptauxiliarkammer vorhanden. Es will mir scheinen, dass die peri-embryonalen Äquatorialkammern in einer einzigen Spiralreihe angeordnet sind. Aber weitere Untersuchungen sind erforderlich.

Actinosiphon T. W. Vaughan, 1929.

Bei dieser Gattung sind zwei ungleich grosse Hauptauxiliarkammern entwickelt. Die grosse Auxiliarkammer bildet zwei Spiralreihen, die kleine anscheinend nur eine einzige. Nebenauxiliarkammern werden nicht gefunden.

„*Lepidorbitoides*“ Silvestri 1907 (Fig. 17, 18).

Stützt man sich bei der Analyse der Anordnung der peri-embryonalen Kammern auf die Skizzen, die M. G. Rutten (1935, Fig. 1-3) vom Zentrum der *Lepidorb. minor* Schlumb. gegeben hat, so handelt es sich offenbar um eine Form mit zwei gleich oder verschieden grossen Hauptauxiliarkammern. Die Interauxiliarkammerreihe um Embryonalkammer I besteht nach Rutten's Fig. 1 (= Fig. 17 dieser Arbeit) deutlich aus zwei Spiralreihen. Dies ist die uns von *Nephrolepidina isolepidinoides* schon bekannte Anordnungsweise. Unsicherheit besteht aber hinsichtlich der Anordnungsweise um Embryonalkammer II. Nach Rutten's Fig. 2 (= Fig. 18 dieser Arbeit) beginnen an beiden Hauptauxiliarkammern Interauxiliarkammern, die sich spiral um Embryonalkammer II legen. Die Spiralen scheinen nur kurz zu sein; die grössere Hauptauxiliarkammer bildet nur zwei Interauxiliarkammern aus, wonach eine symmetrische Interauxiliarkammer entsteht, während die kleinere Hauptauxiliarkammer anscheinend sogar keine

asymmetrische Interauxiliarkammer entwickelt: ihre Nachbarinterauxiliarkammer ist symmetrisch gezeichnet und als die abschliessende Interauxiliarkammer zu betrachten (vgl. auch Rutten's Fig. 3). Diese Verschiedenheit in der Länge der Spiralen hängt möglicherweise auch zusammen mit dem Unterschied in der Grösze der Hauptauxiliarkammern.

Ausserdem scheinen aber auf Embryonalkammer II Nebenauxiliarkammern vorhanden zu sein, nämlich die symmetrisch gezeichneten Kammern, deren Wände mit beiden Enden auf der Externwand des Embryonalapparates ruhen. Nach Rutten's Fig. 2 (= Fig. 18 dieser Arbeit) können anscheinend fünf solcher Kammern vorhanden sein. Wenn sich benachbarte Nebenauxiliarkammern berühren, so zeigen sie die Anordnung der späteren Äquatorialkammern (vgl. *Eulepidina* der Fig. 3). Die abschliessenden symmetrischen Interauxiliarkammern sind, wenn sie sich zwischen zwei einander berührenden Auxiliarkammern befinden, proximal zugespitzt.

Die Skizze, die H. Douvillé vom Zentrum der *Lepidorbitoides socialis* gegeben hat (1915a, S. 668, Fig. 17 = H. Douvillé 1921, S. 220, Fig. 23) und die von Galloway (1933, Taf. 40, Fig. 16a) vergrössert übernommen wurde, zeigt deutlich die zwei Hauptauxiliarkammern; sie scheinen aber relativ kleiner zu sein als bei den Stücken Rutten's und unter sich gleich gross. Die Anordnung der Interauxiliarkammern in Spiralreihen um Embryonalkammer I ist aber wenig deutlich; ausserdem meint man auf der Externseite der Embryonalkammer I zwei accessorische Auxiliarkammern zu erkennen. Inwieweit diese in der Tat vorhanden sind, oder ob hier eine Ungenauigkeit in der Zeichnung vorliegt, lässt sich nur am Originalmaterial entscheiden. Die Anordnung der Kammern um Embryonalkammer II entspricht allem nach der in Rutten's Figuren, d.h. es gibt mehrere sich berührende Nebenauxiliarkammern.

Vaughans Fig. 9 auf Taf. 30 (1933) unterscheidet sich von den vorigen durch das Fehlen einer der Hauptauxiliarkammern. Diese Figur scheint mir eine ungenaue Wiedergabe der genannten Abbildung Douvillé's zu sein!

Könnte man aus Rutten's Figuren nach der Gestalt und Anordnung der peri-embryonalen Kammern auf das Vorhandensein von Nebenauxiliarkammern schliessen, so geht dies in anderer Weise aus Douvillé's Figur hervor. Die Innenseite der Wand der Embryonalkammer II zeigt eine kleine unregelmässige Erhöhung. Solche Erhöhungen stellen bei den *Lepidocyclinen* (Fig. 2, 6, 10) die gehobenen Innenränder von Stolonen dar, sie deuten m.a.W. auf die Ausbildung von Nebenauxiliarkammern hin.

Leider sind mir von *Lepidorbitoides* keine deutlichen Photographien des Schalenzentrums bekannt, sodass die Analyse der Zeichnungen nicht einwandfrei nachzuprüfen ist. Rutten's Photographie (1935, Fig. 8) und Schlumbergers Figur 3 auf Tafel 9 (1901), sind zu unklar und gehen überdies auf nicht genau äquatorial orientierte Schnitte

zurück. Ebenso wenig sind Vredenburgs Figuren 2 und 3 auf Tafel 28 (1908) zu gebrauchen. Eingehendere Studien sind somit nötig zur richtigen Analyse der peri-embryonalen Äquatorialkammern dieser Formen.

Rutten folgte aus dem Fehlen von Poren in den distalen Äquatorialwänden von *Lepidorbitoides minor* und aus dem Vorhandensein von Stolonen, das *Lepidorbitoides* und *Orbitocyclina* synonym seien. Ich bezweifle es, ob diese, an *Lepidorbitoides minor* gemachte Beobachtung sich auch auf den Genotypus der Lepidorbitoiden, nämlich *Lepidorb. socialis* (Leym.), ausdehnen lässt. Nach H. Douvillés Äquatorialschnitt dieser Art 1921, Taf. 8, Fig. 3 müssen m. E. die Äquatorialwände der Medianskammern perforat sein, während Stolonen fehlen, es sei denn das Neubeobachtungen am topotypischen Material zu einer anderen Auffassung zwingen sollten. Rutten fasst die Perforation als eine Rekristallisationserscheinung auf, wobei er auf die „pectination“ (= Zähnelung) der distalen Seite der Medianskammern von *Orbitocyclina* hinweist. Diese Zähnelung kann in der Tat so tief sein, das die Wand bei oberflächlicher Betrachtung gleichsam perforiert erscheint. Sie hat aber mit einer Rekristallisation nichts zu tun, ist vielmehr eine allgemein vorkommende Eigenschaft (vgl. z.B. die *Lepidocyclinen*). Es ist jedoch zuzugeben, das die Angabe der perforierten Natur der Äquatorialkammerwände bei *Lepidorbitoides* anscheinend nur auf den Beobachtungen Douvillés an *Lepidorb. socialis* beruht. Wenigstens bei Silvestri 1927 werden keine weiteren Untersuchungen erwähnt³⁾.

Solange diese Frage am Genotypus der *Lepidorbitoides* nicht endgültig gelöst ist, kann man nur folgern, das „*Lepidorbitoides*“ *minor* aus Maastricht nicht zur gleichen Gattung gehört wie *Lepidorbitoides socialis* (Die Unterschiede in der Anordnung der peri-embryonalen Äquatorialkammern dürften ein Abbild dieser Gattungsverschiedenheit sein!). Ist nun aber „*Lepidorbitoides*“ *minor* zu *Orbitocyclina* zu bringen? Keineswegs, ist diese Frage doch schon nach der grundsätzlichen Verschiedenheit in der Anordnungsweise der peri-embryonalen Äquatorialkammern zu verneinen. Der *Orbitocyclina* ist, wie noch gezeigt werden soll, weil nur zwei Spiralreihen von Interauxiliarkammern auftreten, die primitivere Anordnungsweise eigen (vgl. Abschnitt „Ergebnisse“). Die Anordnungsweise der Nebenauxiliarkammern bei „*Lepidorbitoides*“ *minor* erinnert an die bei Nephrolepidinen mit eulepidinen-artiger Ausbildung der Nebenauxiliarkammern (*Neph. fragilis* Cushman, Fig. 1).

Was die Anordnung beim Genotypus der Lepi-

3) Bemerkte sei, das man bei der Bestimmung der Lepidorbitoiden das auf der perforierten Natur der Äquatorialkammerwände gegründete Kriterium nicht konsequent durchführt. So wird Vredenburgs *Orbitoides minor* aus Britisch-Indien immer als *Lepidorbitoides* erwähnt, obwohl die Form keine Poren, sondern Stolonen in den Äquatorialkammerwänden zeigt (Vredenburg, S. 206, Fig. 3 und Taf. 28 Fig. 1). Auf dieser angeblichen *Lepidorbitoides* ist nun das Auftreten dieser Gattung in Britisch-Indien gegründet. Diese Angabe ist somit zu berichtigen. Siehe „Nachtrag“ auf S. 124.

dorbitoiden anbelangt, so liegt diese noch völlig im Dunkeln.

Polylepidina T. W. Vaughan, 1924 (Fig. 16).

Der megasphäre Embryonalapparat von *Polylepidina* ist in so verschiedenen Gestalten gefunden worden, das er kaum definierbar erscheint. 1924 beschreibt Vaughan (S. 807) ihn folgendermaßen: „consists of several chambers, four to five in number, of which one or two are larger than the others. In some specimens there are two sub-equal chambers somewhat larger than two other subequal chambers, the four chambers so arranged as to form a cross, the two larger chambers along the longer axis and the two smaller chambers along the shorter axis“. Zu dieser Diagnose sei bemerkt, das die normale Anordnungsweise der megasphären Embryonalkammern nicht genau beschrieben wird; die kreuzförmige Anordnung kann immerhin nicht als normal gelten, da man sie nur „in some specimens“, d.h. nur hin und wieder, antrifft. Von den 9, der Arbeit von 1924 beigegebenen Skizzen polylepidiner Embryonalapparate zeigen auch nur 2, höchstens 3, diese Anordnung, nämlich S. 807, Fig. 4b und S. 811, Fig. 6a und ? b. In den Beschreibungen von 1924 wird noch erwähnt, das Übergänge zu einer Anordnung wie bei *Lepidocyclina* s. str. vorkommen, sie unterscheiden sich aber hiervon durch das Vorhandensein „accessorischer“ Kammern (S. 809) — der sogenannten peri-embryonalen Äquatorialkammern —, die unter Umständen eine undeutliche Spirale bilden können (S. 811).

1928 definiert Galloway die *Polylepidina*-Anordnung als planispiral (S. 299) und vertritt hinsichtlich der kreuzförmigen und der undeutlich spiralen Anordnung die Ansicht, das diese der Schnittrichtung zuzuschreiben sei (S. 302), weil sie nämlich in nicht zentrierten Medianschnitten beobachtet werde. 1928a kommt Vaughan auf die *Polylepidina*-Frage zurück; er hält an seiner Definition von 1924 fest und stellt für die Formen mit spiral angeordneten Embryonalkammern in der Arbeit Galloways 1928 eine neue Gattung auf, nämlich *Orbitocyclina*. Ausserdem gab er einige gute Schnitte von *Polylepidina*-Embryonalkammern. Mit Vaughans Auffassung ist Galloway, wie aus seiner Arbeit 1933 hervorgeht, einverstanden; er definiert die megasphäre *Polylepidina*-Anordnung 1933, S. 431 als: „consisting of 4 or 5 large chambers irregularly arranged“, wobei also nicht mehr von einer planispiralen Gruppierung die Rede ist.

Bei der Analyse des gut orientierten Schnittes von *Lep. (Polylepidina) proteiformis* Vaughan (Vaughan 1929a, Fig. 8 = Fig. 16 dieser Arbeit) ergeben sich zwei ungleich grosse Embryonalkammern, welche an die von *Lepidocyclina* s. str. erinnern. Des weiteren erkennt man zwei gleich grosse Hauptauxiliarkammern, von denen Interauxiliarkammern ausgehen, die sehr symmetrisch angeordnet sind. Jede Hauptauxiliarkammer bildet sowohl um Embryonal-kammer I als Embryonal-kammer II je zwei asymmetrische Interauxiliarkammern. Es sind im ganzen somit vier Spiralreihen vorhanden. Wo sich

zwei solcher begegnen, entsteht eine abschließende symmetrische Auxiliarkammer. Diese Ausbildung zeichnet sich durch ihre Symmetrie und Einfachheit aus. Nebenauxiliarkammern fehlen. Die Anordnung entspricht, wie Vaughan in der Figurerklärung der Fig. 8 mitteilt, derjenigen von *L. chiapasensis* Vaughan, d.h. eines Individuums, das für den Genotypus der Subgattung *Polylepidina* topotypisch ist. Dieser Topotypus ist 1929a, Fig. 3, abgebildet. Tatsächlich findet man dort die zwei Hauptauxiliarkammern zurück; inwieweit aber hier die Hauptauxiliarkammern gleicher Größe sind, ist nicht unmittelbar erkennbar. Die asymmetrischen Interauxiliarkammern und die einzige symmetrische Interauxiliarkammer, die sich auf der Externseite der in der Figur oben liegenden Embryonalkammer befinden, wurden mit abgebildet. Die beiden Spiralreihen der Interauxiliarkammern sind ungleich lang. Hieraus ist eine wahrscheinlich ungleiche Größe der Hauptauxiliarkammern abzuleiten. Die Interauxiliarkammern, die sich auf der anderen Embryonalkammer (auf Grund der Gestalt der Scheidewand zwischen den Embryonalkammern stellt diese Kammer anscheinend Embryonalkammer I dar) gebildet haben, sind unbekannt, aber allem nach treten hier ebenfalls nur Interauxiliarkammern auf, denn bei den *Lepidocyclina* s.l. gehören accessorische Auxiliarkammern auf der Embryonalkammer I zu den großen Seltenheiten. Somit ist es in der Tat sehr wahrscheinlich, dass das in Fig. 3 (Vaughan 1929a) abgebildete Stück eine grundsätzlich der *Lep. (Polylep.) proteiformis* entsprechende Anordnungsweise der peri-embryonalen Äquatorialkammern besitzt. Erstere ist nur weniger symmetrisch.

Lepidoc. (Polylep.) adkinsi Vaughan (Vaughan 1929a, Fig. 4) zeigt, soweit zu beurteilen, eine entsprechende Gruppierung der peri-embryonalen Äquatorialkammern, nur mit dem Unterschied, dass die Hauptauxiliarkammern kleiner sind. Weitere Auxiliarkammern fehlen ebenfalls. Die zwei innersten Embryonalkammern sind hier deutlich wie beim Typus der *Lepidocyclina* s. str.

Zu den *Polylepidina* stellte Vaughan noch die folgenden Arten:

Lep. (Polylep.) antillea Cushman. Bei dieser Art sieht man eine von den vorigen Formen abweichende Gruppierung (1929a, Fig. 5, 6). Auf Vaughans Abbildungen ist nur eine einzige Hauptauxiliarkammer erkennbar. Ob die zweite aber tatsächlich fehlt oder nur, wie die meisten Interauxiliarkammern dieser Form, durch Rekristallisation verwischt ist, kann nur eine Neuuntersuchung der Schiffe entscheiden. Aus den Figuren braucht man nicht ohne weiteres auf eine *polylepidine* Anordnung zu schließen; die Form dürfte denn auch zu *Orbitocyclina* gehören.

Polylepidina zuliana Hodson (1926, Taf. 7, Fig. 2) zeigt eine Anordnungsweise, die im großen ganzen der von *Polylepidina adkinsi* entspricht. Die Hauptauxiliarkammern erscheinen etwas deformiert. Ein wichtiger Unterschied besteht augenscheinlich im Vorhandensein einer Nebenauxiliarkammer auf der in der Figur oben liegenden Em-

bryonalkammer, anscheinend II (die Figur ist hier nicht ganz klar).

Lep. (Polylep.) mirandana Hodson (1926, Taf. 7, Fig. 4) hat Embryonalkammern, die grundsätzlich der Gruppierung von *Lep. (Polylepidina) variabilis* L. Rutten (1928, S. 13, Abb. 23, aufgenommen Abb. 23a, e, und f und Taf. I, Fig. 14) und *Lep. (Polylep.) vanslobbeni* M. G. Rutten & Vermunt (1932), also Formen mit mehreren Protoconchen bzw. Initialapparaten entsprechen. Es handelt sich um Abnormitäten, die Vaughan mit „Gigantismus“ bezeichnet (1933, S. 284) und die in diesem Zusammenhang nicht zu behandeln sind.

Nach dem gleichen Prinzip wie *Polylepidina proteiformis* scheint die sonst normale *Polylep. variabilis* L. Rutten (1928, Taf. I, Fig. 14; S. 13, Fig. 23a) gebaut zu sein. Diese Form zeigt aber Hauptauxiliarkammern, die unverkennbar ungleicher Größe sind. Des weiteren sei auf *Polylepidina* sp. bei Barker 1932, Taf. 22, Fig. 3, hingewiesen. Diese hat ebenfalls zwei ungleich große Hauptauxiliarkammern, während auch weitere Auxiliarkammern fehlen.

Nach dem Gesagten ist der *Polylepidina*-Embryonalapparat wie folgt zu definieren: Die zwei innersten Embryonalkammern besitzen mehr oder weniger deutlich eine *Lepidocyclina* s. str.-Gestalt; es sind zwei nahezu gleich große, oder verschieden große Hauptauxiliarkammern, während Nebenauxiliarkammern und anscheinend auch accessorische Auxiliarkammern beim Topotypus nicht vorhanden sind⁴⁾. Vgl. ferner die Bemerkungen bei *Lepidocyclina* s. str.

Wie sind nun die von Vaughan (1924) gegebenen Skizzen, auf Grund derer sich die Anordnung nicht gut definieren lässt, sowie die kreuzförmige Gruppierung mit jener Anordnungsweise in Zusammenhang zu bringen? M. E. handelt es sich offenbar um Gestalten, die einem schiefen Schnitte zuzuschreiben sind (vgl. Galloway, 1928, S. 299, siehe oben). Bei der Aufstellung der Untergattung *Polylepidina* hatte Vaughan anscheinend keine völlig medianen Schnitte von *Lepid. (Polylep.) chiapasensis* zur Verfügung, und ich bezweifle, ob von dieser Art solche Schnitte überhaupt bestehen, sonst hätte Vaughan wohl bessere abgebildet als den schiefen 1924, Taf. 30, Fig. 3, oder 1929a, Fig. 3, und sicherlich hätte er auch für die Bebilderung seiner Arbeit 1933 einen besseren Schnitt gewählt, als den schiefen auf Taf. 31, Fig. 1 (S. 292). Mit der hier gegebenen Analyse vor Augen wird es nicht schwer sein, in Vaughans Figuren 1924, S. 807, Fig. 4a, c, d und e die beiden Embryonalkammern, eine Hauptauxiliarkammer und einige Interauxiliarkammern wiederzuerkennen, und in Fig. 4b und Fig. 6a, 6 (S. 811) die beiden Hauptauxiliarkammern, die zusammen mit den Embryonalkammern die kreuzförmige Anordnung bilden. Es erhellt auch, dass Fig. 6c auf S. 811 anders orientiert, nämlich um 135° gedreht werden muss.

4) Was das vermutliche Vorhandensein von Nebenauxiliarkammern anbelangt, sei bemerkt dass m.E. *Lep. zuliana* nach ihrem Zentrum als fortgeschritten aufzufassen ist (vgl. die Besprechung von *Lepidocyclina* s. str.).

Lepidocyclina s. str. G ü m b e l, 1868.

Von den zahlreichen Vertretern dieser Untergattung sind leider nur wenige dermaszen klar abgebildet, dasz die Anordnung der peri-embryonalen Äquatorialkammern ohne Zuhilfenahme der Originale zu analysieren ist. Die von H. Douvillé in verschiedenen Arbeiten veröffentlichten Federzeichnungen musz ich leider fast alle beiseite lassen, da sie zumeist unvollständig sind und auch nicht immer zuverlässig erscheinen. Vergleicht man z.B. seine Figur 28 auf S. 725 der Arbeit 1915b mit der Photographie, die V a u g h a n von der gleichen Art 1933, Taf. 6, Fig. 3, gab, dann kommt man zur Überzeugung, dasz die Anordnung und Gestalt der peri-embryonalen Kammern anders ist, als H. Douvillé angab. Nicht zu beanstanden ist dagegen wahrscheinlich H. Douvillé's Fig. 10, S. 35, 1924, wo es sich um eine unvollständige Abbildung des Zentrums von *Lep. (Lep.) trinitatis* H. Douv. handelt. Die Anordnung stimmt hier mit der bei den meisten *Lepidocyclinen* s. str. überein.

Vom Genotypus *Lep. (Lep.) mantelli* war eine genaue Analyse der peri-embryonalen Kammern nicht zu geben; V a u g h a n's Fig. 1, Taf. 4, 1927, zeigt zwar auf unverkennbare Weise die spirale Anordnung der Interauxiliarkammern um die kleinere Embryonalkammer (links), aber die Gruppierung um die andere Embryonalkammer ist wegen der geringen Vergrößerung der Figur nicht gut feststellbar. Eine Neuuntersuchung dieser Art musz entscheiden, inwieweit die nach der genannten Figur auf der größeren Embryonalkammer anscheinend vorhandenen Auxiliarkammern in der Tat ausgebildet sind.

Ein glücklicher Umstand war, dasz mir einige amerikanische Formen zur Verfügung standen, die der „Dienst van den Mijnbouw“ dank dem Entgegenkommen des Herrn Prof. T. W. V a u g h a n, geschenkt bekam. Es handelt sich um folgende Arten: *Lep. (Lep.) supera* (Conrad) von Robinson Quarry, östlich Brandon, Mississippi; *Lep. (Lep.) floridana* Cushman von Oakhurst Lime Co., Ocala, Florida (Samml. Cooke & Mossom) und *Lep. (Lep.) ocalana* Cushman von Oakhurst Lime Co., 2½ Meilen südöstlich Ocala, Florida (Samml. Cooke & Mossom). Ferner konnte ich *Lep. (Lep.) boetonensis* v. d. Vl. untersuchen (Fundort: Seitenflusz in der Nähe des Biwaks, Oe. Wani p. 3, Nord-Boeton, also nicht weit von dem Fundort des Holotypus). Die genannten amerikanischen Arten gaben durch den ihnen eigenen Erhaltungszustand weder vollkommen klare noch vollständige Schnitte; jedoch konnte einwandfrei festgestellt werden, dasz immer zwei Hauptauxiliarkammern entweder ungefähr gleicher, oder auch deutlich, wiewohl wenig, verschiedener Größe vorhanden sind. Um die kleinere Embryonalkammer fehlen Auxiliarkammern. Die Schnitte der *Lep. ocalana* und *Lep. floridana* waren besonders zur Beobachtung der um die größeren Embryonalkammern liegenden Kammern nicht völlig klar, sodasz ich von diesen Arten nur sagen kann, dasz Auxiliarkammern hier wahrscheinlich fehlen. Bei *Lep. supera* ergab sich aus beiden gut orientierten Schliffen, dasz Neben- und accessorische Auxiliarkammern fehlen. Bei *Lep. boetonensis* finden

sich sowohl Formen mit zwei gleich großen (vgl. v a n d e r V l e r k, 1928, Fig. 58a) als auch solche mit deutlich verschieden großen Hauptauxiliarkammern (Fig. 12). Neben-, sowie accessorische Auxiliarkammern fehlen. Die Anordnung ist symmetrisch.

Betrachtet man ferner die schöne Abbildung, die H o d s o n 1926, Taf. 6, Fig. 2 von ihrer *Lep. (Lep.) maracaibensis* veröffentlichte, ferner die B a r k e r's von *Lep. (Lep.) aff. sherwoodensis* V a u g h a n (1932, Taf. 40, Fig. 1) und T o d d s & B a r k e r's *Lep. (Lep.) peruviana* (Cushman) (1932, Taf. 42, Fig. 7) so kommt man hinsichtlich der Anordnung der peri-embryonalen Äquatorialkammern zum gleichen Ergebnis.

Es handelt sich bei diesen Arten somit um sehr symmetrisch angeordnete peri-embryonale Äquatorialkammern; sie zeigen gleich oder nur wenig verschiedenen große Hauptauxiliarkammern, während Neben- und accessorische Auxiliarkammern anscheinend immer fehlen. Sehr gut ist die symmetrische Anordnung der Interauxiliarkammern um die größere Embryonalkammer aus G r a v e l l's Arbeit 1933, Taf. 5, Fig. 3, zu sehen.

Einen wenig abweichenden Habitus zeigt *Lep. (Lep.) vichayalensis* L. R u t t e n, 1928, S. 14, Fig. 24f-h, k, n, o, und Taf. II, Fig. 25. Die Fig. 25 auf Taf. II macht zunächst den Eindruck einer starken Asymmetrie, aber bei der Analyse der Federzeichnungen erscheint sie geringfügig. Die Asymmetrie hängt anscheinend damit zusammen, dasz die von der größeren Hauptauxiliarkammer I gebildeten Interauxiliarkammern etwas größer sind und auch in größerer Zahl vorhanden sein können als diejenigen, die ihren Ursprung an der kleineren Hauptauxiliarkammer haben. Asymmetrie zeigt auch „*Polylepidina*“ *mortoni* (Cushman), wie sich aus G a l l o w a y's Fig. 3, S. 302, 1928 ergibt.

Von *Lep. (Lep.) mortoni* Cushman geben G r a v e l l & H a n n a 1935, Taf. 31, speziell Fig. 1, 5 und 9, gute Schnitte. Diese sind leider für unsere Zwecke zu wenig vergrößert. In Fig. 1 erkennt man um die größere Initialkammer anscheinend zwei Auxiliarkammern (die zwei kleinen rundlichen Kammern in der linken Hälfte der Abbildung), während um die andere Embryonalkammer auch eine Auxiliarkammer vorhanden zu sein scheint. Bei den Stücken der Fig. 5 und 9 ist es nicht unmöglich, dasz um die große Initialkammer ebenfalls zwei Auxiliarkammern auftreten, um die kleinere Initialkammer dagegen fehlen sie anscheinend. Es handelt sich hier somit um einen Anordnungstypus, der sich von dem der vorigen Arten offenbar durch das mögliche Vorhandensein von Neben- bzw. accessorischen Auxiliarkammern unterscheidet⁵⁾.

Eine accessorische Auxiliarkammer findet man

5) Bei *Lepidocyclina* s. str. gelingt es nur in den Fällen die Embryonalkammern I und II auseinanderzuhalten, wo ihre Scheidewand gewölbt ist, sowie wenn die Stolonen, die das Plasma der Hauptauxiliarkammern geliefert haben, sichtbar sind. Bei G r a v e l l's Stück 1933, Taf. 4, Fig. 4, ist darum die niedrigere Embryonalkammer, welche die andere Kammer zu umfassen beginnt, unbedingt II.

Wenn diese Kriterien aber fehlen, was für manche Abbildung der *Lepidocyclinen* s. str. zutrifft, so ist auch die Unterscheidung der accessorischen von den Nebenauxiliarkammern unmöglich.

auch bei *Lep. (Lep.?) vichayalensis* L. Rutten (1928, S. 14, Fig. 24h), und zwar auf der linken Hälfte der größeren Embryonalkammer I. Ferner scheinen in dem Stück von *Lep. (Lep.) pustulosa* H. Douvillé (Gorter & v. d. Vlerk, Taf. 12, Fig. 8) zwei Auxiliarkammern auf der linken (breiteren) Embryonalkammer ausgebildet zu sein.

Beim Vergleich der zu *Polylepidina* und *Lepidocyclus* s. str. gebrachten Formen ergibt sich, dass diese sowohl Arten angehören können, die nur Hauptauxiliarkammern besitzen (*Polylep. proteiformis* bei Vaughan 1929a und *Lep. maracaibensis* bei Hodson 1926), als solchen mit anscheinend noch anderen Auxiliarkammern (*Polylep. zuliana* bei Hodson 1926 und *Lep. mortoni* bei Gravel & Hanna 1935), somit Arten mit grundsätzlich identer Anordnungsweise der peri-embryonalen Kammern. Überdies wird der Grösze der Hauptauxiliarkammern bei der Bestimmung der Untergattung kein Wert beigegeben (*Polylep. adkinsi* bei Vaughan 1929a und *Lep. maracaibensis* bei Hodson 1926; *Polylep. proteiformis* bei Vaughan 1929a und *Lep. peruviana* bei Todd & Barker 1932). Ferner ist auch die Gestalt der Embryonalkammern nicht als massgebend betrachtet worden (*Polylep. adkinsi* bei Vaughan 1929a und *Lep. maracaibensis* bei Hodson 1926; *Polylep. proteiformis* bei Vaughan 1929a und *Lep. peruviana* bei Todd & Barker 1932), ebenso wenig die Gestalt der Äquatorialkammern (*Polylep. proteiformis* und *Lep. weeksi* bei Hodson, 1926, Taf. 6, Fig. 7).

Formen mit ausschliesslich Hauptauxiliarkammern, andere mit gleich bzw. ungleich grossen oder gleich bzw. ungleich kleinen Hauptauxiliarkammern, sowie solche mit Embryonalkammern, deren Scheidewand gewölbt und wobei I grösser ist als II, des weiteren Formen, wobei diese Wand flach ist, und schliesslich solche, die arcuate Äquatorialkammern besitzen, wurden das eine Mal als *Polylepidina*, das andere Mal aber als *Lepidocyclus* bestimmt. Diese Übersicht gibt wohl einen Eindruck von der Willkür bei der Bestimmung dieser Untergattungen und von den grossen Schwierigkeiten bei ihrer Unterscheidung. Sind diese Untergattungen nicht schon darum zusammenzuziehen?

Bei der Beantwortung dieser Frage ist zu berücksichtigen, dass nicht wenige Formen eine gewölbte Scheidewand zwischen den Embryonalkammern, wobei I oft die grössere Kammer ist, und zugleich nur die zwei Hauptauxiliarkammern besitzen, die ausserdem verhältnismässig gross sind, während die Äquatorialkammern arcuat sind. Eine solche ist *Polylep. proteiformis* und anscheinend auch *Polylep. chiapasensis*, also Arten, die für die Vorstellung der Merkmale des Zentrums von *Polylepidina* von massgebender Bedeutung sind. Derartige Zentren zeigen ausserdem: *Polylepidina* sp. (Barker 1932), *Lep. aff. sherwoodensis* (Barker 1932) *Lep. peruviana* (Todd & Barker 1932), *Lep. vichayalensis* (L. Rutten 1928) und vielleicht noch andere. Nach meinem Dafürhalten dürften alle letztgenannten Arten als die primitiveren gelten (siehe „Ergebnisse“).

Hier gegenüber steht die andere Gruppe, charakterisiert durch zwei mehr oder weniger gleich grossen

Embryonalkammern mit flacher Scheidewand, durch kleine peri-embryonale Kammern, während Auxiliarkammern nicht zu fehlen und die Äquatorialkammern nicht arcuat zu sein brauchen (z.B. *Lep. mantelli*, *Lep. supera*, *Lep. forresti* und noch manche anderen). Diese Arten, die für die Charakterisierung des Zentrums von *Lepidocyclus* s. str. massgebend sind, fasse ich als die mehr fortgeschrittenen auf.

Besteht diese Auffassung zu Recht, so besagt dies, dass diese zwei Gruppen von einander zu unterscheiden sind. Aber für die Entscheidung, ob sie selbständigen Untergattungen, nämlich *Polylepidina* bzw. *Lepidocyclus* s. str. angehören, ist die Möglichkeit einer ohne Willkür durchzuführenden Unterscheidung von grösster Wichtigkeit. Es kann sich dies nur einer Revision der *Polylepidina* und *Lepidocyclus* s. str. nach den hier gegebenen Kriterien ergeben.

Bei der heute bestehenden Verwirrung, muss ich die von diesen zwei Gruppen angegebene stratigraphische Verbreitung für die Betrachtung auf S. 123 leider zusammennehmen, ich werde sie dabei als *Lepidocyclus* s. str. bezeichnen.

Nephrolepidina H. Douvillé 1911 (Fig. 6, 7).

Zum Genotypus dieser Untergattung hat 1919 Yabe *Lepidocyclus marginata* (Mich.) gewählt. Anscheinend hatte er dabei die megasphäre Form vor Augen, die H. Douvillé 1915, S. 727, Fig. 33 abbildete. Ist diese Form aber wirklich eine *Lep. marginata*? Von dieser Art teilen Lemoine & R. Douvillé (1904) ja mit, dass ihnen nur mikrosphäre Individuen bekannt sind, und auch bei H. Douvillé 1924, S. 76, ist nur von einer mikrosphären Form die Rede. Eine Neubestimmung der vermeintlichen megasphären *Lep. marginata* scheint darum geboten. Aber, wie dem auch sei, vom Genotypus der Subgattung kennen wir die Anordnung der peri-embryonalen Äquatorialkammern nicht.

Eingangs wurde schon die Anordnung bei *Nephrolepidina isolepidinoides* aufgezeigt. Hier sei hinzugefügt, dass es ausser Formen mit nur einer einzigen Nebenauxiliarkammer auch solche mit zwei Nebenauxiliarkammern gibt. Bei dieser Gelegenheit wurden die folgenden Populationen untersucht: S. Oema, p. 67 (Typenlokalität), S. Oema p. 82 (Ostborneo) und Tjapoes⁶⁾, Süd-Bantam. Es ergibt sich, dass von der Typenlokalität die 6 verfügbaren guten Schnitte, alle nur eine einzige Nebenauxiliarkammer zeigen; vom S. Oema, p. 82, liessen von 9 guten Schnitten nur 3 eine einzige Nebenauxiliarkammer erkennen, die übrigen aber zwei. Von 5 untersuchten, guten Schnitten des Materials vom Tjapoes waren in 3 eine einzige, in den übrigen 2 Nebenauxiliarkammern zu beobachten. Trotz der geringen Zahl der untersuchten Stücke darf hieraus doch gefolgert werden, dass die

6) Caudri bezweifelt 1934, S. 102, das Auftreten von *Nephrolepidina isolepidinoides* im Tertiär d (Oligocän). Hinsichtlich meiner Bestimmung dieser Art sei bemerkt, dass die betreffenden Stücke sich bei genauerer Betrachtung in der Tat von den typischen aus Ost-Borneo unterscheiden. Diese Unterschiede sind jedoch äusserst gering und beruhen hauptsächlich auf der im allgemeinen etwas geräumigeren Ausbildung der Lateralkammern bei den Topotypen. Diesen Umstand erachtete ich damals 1932 als bedeutungslos und schrieb ich der weniger guten Erhaltung zu. In Erwartung der vollständigen Bearbeitung der Fauna vom Tjapoes bezeichne ich die fragliche Art als *cf. isolepidinoides*.

Zahl der Nebenauxiliarkammern am gleichen Fundort (Tjiapoos), wie auch an Fundorten gleichen Alters nicht konstant ist (S. Oema). Hinzugefügt sei, dasz ich niemals eine unmittelbare Verbindung mittels Stolonen zwischen den Interauxiliarkammern und dem Lumen der Embryonalkammern gefunden habe, und dasz die Embryonalkammerwand bei einer Anzahl Individuen im wohlorientierten Äquatorialschnitt perforiert erscheint: Accessorische Auxiliarkammern fehlten immer.

Als zweites Beispiel sei *Lep. (Nephrol.) ferreroi* Provala behandelt. Hiervon wurden zahlreiche gut orientierte Äquatorialschnitte von verschiedenen Populationen aus Süd-Priangan (Java) untersucht (Fig. 7, 8). Dabei wurden sowohl *Nephro-* (Fig. 7) als *Trybliolepidina*-Embryonalkammern (Fig. 8) gefunden, als auch solche, die kaum noch eindeutig als zu einer dieser beiden Gestalten gehörig zu bestimmen sind. Immer waren die beiden gleich grossen Hauptauxiliarkammern zu beobachten, während vom im ganzen 95 Schnitten nicht weniger als 90 mit zwei, nur 4 mit drei und gar nur ein einziger mit vier Nebenauxiliarkammern ausgestattet sind. Es herrscht demnach eine grosse Konstanz in der Ausbildung dieser Kammern. Bemerkt sei noch, dasz accessorische Auxiliarkammern fehlen.

Bei anderen *Nephrolepidinen*, und zwar solchen mit, statistisch gesprochen, stärkerem trybliolepidinem Einschlag, fand ich ein Vorherrschen der Individuen mit drei Nebenauxiliarkammern. Eine solche Population hatte die folgende Zusammenstellung:

1 Stück mit 1, 11 Stücke mit 2, 21 mit 3, und 3 mit 4 Nebenauxiliarkammern,
eine andere:

5 Stücke mit 2, 16 mit 3, und 5 mit 4 Nebenauxiliarkammern.

Eine verschiedene Anordnung der peri-embryonalen Kammern besitzt *Lep. (Nephrol.) fragilis* Cushman (Fig. 1). Das Bandoenger Museum dankt einige Stücke dieser amerikanischen, den Ocala Limestone charakterisierenden Art ebenfalls einer Schenkung des Herrn Prof. Vaughan. Die angefertigten Schliffe sind unklar. Zwei kleine längliche Hauptauxiliarkammern sind vorhanden. In einem der Schliffe konnten die Interauxiliarkammern um die Embryonalkammern I analysiert werden; es gibt 8 deren, sie sind klein und in zwei Spiralreihen angeordnet. Ein anderer (Fig. 1) zeigt anscheinend nur drei solcher Kammern, hier ist aber die Anordnung um Embryonalkammer II gut zu beobachten. Die hier befindlichen peri-embryonalen Äquatorialkammern sind fast alle vom symmetrischen Typus, mit Distalwänden, die sich entweder gegenseitig berühren oder nicht. Diese symmetrischen peri-embryonalen Äquatorialkammern sind m.E. als Auxiliarkammern zu betrachten. Sie zeigen eine Anordnung, wie man sie bei *Eulepidina* (Fig. 5) und *Trybliolepidina* des *rutteni*-Typus (Fig. 11) zurückfindet.

Dasz es jedoch auch amerikanische *Nephrolepidinen* des gleichen Typus wie die oben vom Indopazifik beschriebenen gibt, bezeugt *Lep. (Nephrol.) tempanii* Vaugh. & Cole der Antigua-Formation (vgl. Vaughan 1933, Taf. 13, Fig. 5). Hier sind 5 Nebenauxiliarkammern vorhanden.

Eine Nachprüfung der verschiedenen Vertreter von *Lepidocyclus* s. str. und *Nephrolepidina* lässt erkennen, dasz zu letzterer Untergattung Formen gebracht worden sind, die hinsichtlich ihrer Embryonalkammern Formen von *Lepidocyclus* s. str. entsprechen. Man vergleiche *Nephrol. isolepidinoides* v. d. Vlerk, (Fig. 13) mit *Lep. (Lep.) sanluisensis* (Gravell, 1933, Taf. 4, Fig. 4). Ferner kann man in *Nephrolepidinen* Populationen Individuen mit einem typischen *Lepidocyclus* s. str.-Embryonalapparat antreffen, vgl. *Nephrol. tournoueri* Lem. & R. Douv. (bei H. Douvillé, 1924, S. 79, Fig. 62, 63a), wie umgekehrt in *Lepidocyclus* s. str.-Populationen nephrolepidinische Varianten, z. B. *Lep. yurnagunensis* Cushman, vgl. Vaughan 1933, S. 23, Cole 1934, S. 24; vgl. die *Lepidocyclus* s. str. vom Seroc di Cueba Limestone (Rutten & Vermunt 1932, S. 233). Man muss hieraus schliessen, dasz auf Grund der Embryonalkammern *Nephrolepidina* nicht immer von *Lepidocyclus* s. str. zu unterscheiden ist. Der gleiche Schluss ist aus der Analyse der peri-embryonalen Äquatorialkammern zu ziehen. Auch hier keine scharfe Grenze: bei *Lepidocyclus* s. str. können Nebenauxiliarkammern vorhanden sein, bei *Nephrolepidina* fehlen sie, so weit bekannt, nie.

Müssen wir diese Untergattungen nun zusammenziehen? Ich halte es für zweckmässiger, sie getrennt zu halten. Die unscharfe Grenze ist m.E. stammesgeschichtlich zu deuten. Die Trennung dürfte nämlich genotypisch bedingt, d.h. eine natürliche sein, da im Indopazifik *Lepidocyclus* s. str. sehr selten, *Nephrolepidina* aber sehr häufig ist und sich auch in noch jüngere Schichten fortsetzt (siehe weiter). Hinzugefügt sei, dasz *Nephrol. isolepidinoides* der Typenlokalität sich nicht immer von einer *Lepidocyclus* s. str. unterscheidet.

Trybliolepidina v. d. Vlerk 1924 (Fig. 10, 11).

Da mir der Embryonalapparat des Genotypus der *Amphilepidina* H. Douvillé unbekannt ist, will ich mich mit den nomenklatorischen Fragen, die mit dieser Untergattung verbunden sind, hier nicht beschäftigen. Am Originalmaterial von *Lep. (Trybl.) rutteni* v. d. Vlerk (Fig. 11) beobachtet man, dasz die zwei Hauptauxiliarkammern immer vorhanden sind, die Nebenauxiliarkammern aber in grosser Zahl auftreten, nämlich zu 6 bis 11. Unter 10 guten Schnitten war 1 Stück mit 7 bzw. 8, 2 mit 9 und 1 mit 11 Nebenauxiliarkammern. Die Nebenauxiliarkammern stehen so dicht aufeinander, dasz sehr oft nur Raum vorhanden ist für eine einzige symmetrische Interauxiliarkammer. Wie zahlreich die Nebenauxiliarkammern auch sein mögen, nur selten berühren benachbarte einander, d.h. fast immer bleibt zwischen diesen Raum frei für die symmetrischen bzw. auch die asymmetrischen Interauxiliarkammern.

Es gibt aber auch trybliolepidine Anfangskammern mit einer geringeren Zahl von Nebenauxiliarkammern, vgl. *Trybl. stellata* Schöff. bei Schöff. 1932, Taf. 10, Fig. 3 = Fig. 10 dieser Arbeit. Es handelt sich hier um eine Form mit nur vier Nebenauxiliarkammern; sehr deutlich sind die mehr oder weniger asymmetrischen Interauxiliarkammern. In der rechten Hälfte der Figur findet man zwei miteinander ver-

wachsende asymmetrische Interauxiliarkammern, die zusammen eine grössere herzförmige bilden.

Zwar sind die Auxiliarkammern bei Scheffens Form hinsichtlich Grösze und Gestalt deutlich zu unterscheiden von den Interauxiliarkammern, aber bei *Trybliolepidina rutteni* ist dieser Unterschied weitgehend verwischt. Genauere Betrachtung ist hier nötig, um die Auxiliar- von den Nebenauxiliarkammern zu unterscheiden.

Vergleicht man die Anordnungsweise bei den Nephrolepidinen mit der bei den Trybliolepidinen, so ergeben sich entsprechende Gruppierungen (z. B. bei *Neph. ferreroi* (Fig. 8) und *Trybl. stellata* (Scheffens), oder bei *Neph. fragilis* Cushman und *Trybl. rutteni*). Hinsichtlich der Embryonalkammerngestaltung weist man, dass *Nephrolepidina* und *Trybliolepidina* ineinander übergehen. Man kann sich nun kaum vorstellen, dass der Anordnungstypus der *Trybl. rutteni* nicht von dem der *Trybl. stellata* (bzw. *Nephrolepidina ferreroi* Fig. 8), m.a.W. von dem der trybliolepidinen Nephrolepidinen und diese wieder von echten Nephrolepidinen abzuleiten seien. Bestände diese Auffassung zu Recht, so wären die Übergangsformen phylogenetisch abzuleiten. Sind *Nephrolepidina* und *Trybliolepidina* dann nicht zusammenzuziehen? M.E. ist es zweckmässiger sie getrennt zu halten. Diese Unterscheidung ist wahrscheinlich eine natürliche, zumal in Populationen des jüngeren Miocäns, wenigstens nach meiner Erfahrung, die trybliolepidinen Varianten die nephrolepidinen an Zahl übertreffen, in älteren Populationen das Verhältnis aber umgekehrt ist. Des weiteren ist *Trybliolepidina* hauptsächlich auf den Indopazifik beschränkt. Solche Erscheinungen deuten zweifellos auf wichtige genetische Unterschiede hin.

Es ist noch *Neph. fragilis* zu besprechen. Diese Art muss in diesem Zusammenhang als ein Vertreter einer selbständigen Linie betrachtet werden, die schon im Alttertiär eine fortgeschrittene Spezialisierung erreichte (siehe „Ergebnisse“).

Hinsichtlich der Ableitung der Trybliolepidinen von Eulepidinen, siehe unter *Eulepidina*.

Eulepidina H. Douvillé 1911 (Fig. 2-5).

Die peri-embryonalen Äquatorialkammern sind hier sehr zahlreich vorhanden. Sie stehen in weitaus den meisten Fällen sehr gedrängt aufeinander, sodass sich die Wände der Auxiliarkammern gegenseitig oft berühren (Fig. 5). Die symmetrischen Interauxiliarkammern sind in solchen Fällen in distaler Richtung zugespitzt. Asymmetrische Interauxiliarkammern, die bei *Trybliolepidina* noch auftreten können, fehlen. Die Wände der Auxiliarkammern sind bei mancher *Eulepidina* nicht selten sogar miteinander verwachsen (Fig. 2, 3); solche Kammern ähneln dann bereits sehr den späteren Äquatorialkammern, bzw. sind in der Tat als solche aufzufassen, sodass also bei den Eulepidinen die echten Äquatorialkammern unmittelbar auf den Embryonalapparat folgen können.

Ergänzend sei noch bemerkt, dass im allgemeinen die Auxiliarkammern bei *Eulepidina* einander sehr weitgehend ähnlich und relativ klein sind.

Der Vergleich der Anordnungsweise der peri-embryonalen Äquatorialkammern bei den Eulepidinen mit

der bei den Trybliolepidinen lehrt, dass bei *Trybliolepidina* Arten mit deutlich verschiedener Anordnung auftreten, z. B. *Lep. (Trybl.) stellata* (Scheff.), wie auch solche mit einer der *Eulepidina* sehr ähnlichen Anordnung (*Trybl. rutteni*).

Es gibt bekanntlich Eulepidinen, die eine breite Externwand der Embryonalkammer I, und damit einen trybliolepidinen Charakter besitzen, z. B. *Eulepidina favosa* Cushman (Vaughan 1933, Taf. 20, Fig. 2; Cole 1934, Taf. 4, Fig. 12). Dass diese trybliolepidine Gestalt eine reelle ist und nicht wie bei *Eul. ephippoides* Jones & Chapm. (vgl. van der Vlerk, 1928, Fig. 10b) nur eine scheinbare, in Wirklichkeit auf eine schiefe Schnittrichtung zurückzuführen ist, folgt aus der Tatsache, dass bei den genannten Figuren der *Eul. favosa*, besonders bei Vaughans, die an Embryonalkammer I grenzenden peri-embryonalen Äquatorialkammern sehr gut geschnitten sind. Aus den genannten Figuren, wie auch aus mir vorliegenden Schnitten der von van der Vlerk (vgl. 1928, Fig. 7a) als *Eul. papuensis* Chapman bestimmten Form erhellt, dass die Anordnung der peri-embryonalen Äquatorialkammern völlig eulepidinisch ist. Kann man diese trybliolepidinen Eulepidinen gegebenenfalls als Vorfahren der Trybliolepidinen vom Typus der *Trybl. rutteni* betrachten (einer solchen Auffassung steht indessen die Schwierigkeit entgegen, dass Trybliolepidinen des *rutteni*-Typus im älteren Miocän noch nicht bekannt sind), so sind doch die Trybliolepidinen des nephrolepidinen Typus bestimmt nicht von den Eulepidinen abzuleiten. Die Anordnung der peri-embryonalen Äquatorialkammern der letzteren Gruppe ist als die primitivere anzusehen (zur Bestimmung der Entwicklungshöhe mittels des Habitus der peri-embryonalen Äquatorialkammern, siehe unter „Ergebnisse“). Viel einfacher erscheint nun die oben besprochene Ableitung der Trybliolepidinen des *rutteni*-vom *Nephrolepidina*-Typus; dazu kommt noch, dass dieser Ableitung die stratigraphische Verbreitung offenbar nicht widerspricht.

Von welcher Untergattung nun *Eulepidina* abzuleiten ist, muss ich hier unbeantwortet lassen (vgl. „Ergebnisse“).

Orbitoides d'Orbigny, 1847; *Simplorbitoides* de Gregorio, 1882; *Pliolepidina* H. Douvillé, 1915.

Diese drei Gattungen können nicht analysiert werden zumal mir keine geeigneten Abbildungen zugänglich sind. Zwar sind zahlreiche deutliche Federzeichnungen bekannt, aber sind diese zuverlässig? Man vergleiche z. B. die Anordnung der peri-embryonalen Kammern auf der Photographie von *Orbitoides media* d'Archiac bei Vredenburg (1908, Taf. 25, Fig. 1; Taf. 28, Fig. 2) mit derjenigen in den Skizzen von *Orbitoides apiculata* bei H. Douvillé (1921, S. 212). Bei ersterer sind deutlich Haupt- und Nebenauxiliarkammern zu unterscheiden, wie auch die asymmetrischen und symmetrischen Interauxiliarkammern. Bei letzteren würde man zur Auffassung kommen, dass es sich um eulepidinisch angeordnete peri-embryonale Äquatorialkammern handelt. Es kann sein, dass dieser Unterschied tatsächlich besteht, aber mit einer unzuverlässigen Wiedergabe muss gerechnet werden, zumal man auf die Anordnung der peri-

embryonalen Äquatorialkammern niemals ernsthaft geachtet hat.

Eine Ausnahme bildet *Pliolepidina stigteri* v. d. V. l. (v. d. Vlerk 1928, Fig. 32a). Diese Art zeigt eine eulepidinische Anordnung der peri-embryonalen Äquatorialkammern. Sie ist m. E. in Wahrheit eine *Eulepidina*, deren Embryonalkammer II abnormal kantig ist.

Cyclolepidina Whipple, 1934.

Die peri-embryonalen Äquatorialkammern dieser Untergattung sind nach der Weise der Trybliolepidinen des Typus *rutteni* angeordnet, d.h. die zahlreichen, um die dicke Nucleoconchwand gebildeten Auxiliarkammern berühren sich meist nicht. Sie sind nicht selten gleich groß wie die Interauxiliarkammern. Asymmetrische Interauxiliarkammern sind selten. Es gibt aber einen wichtigen Unterschied, da nämlich oft mehr als zwei Hauptauxiliarkammern unterschieden werden müssen. Ich möchte mich hier auf diese Bemerkungen beschränken, da eine genauere Beschreibung dieser, in Süd-Priangan (Westjava) sehr zahlreich vorkommenden Untergattung hoffentlich bald erscheinen kann und sie obendrein für den Zweck einer ersten Orientierung nicht unbedingt notwendig ist.

Bemerkungen.

Man kann die Frage aufwerfen ob für die spirale Anordnung der peri-embryonalen Kammern eine Erklärung möglich ist. Allgemein wird angenommen, dass der Embryonalapparat der Orbitoididen perforat ist. Als gegeben vorausgesetzt, dass in der Äquatorialebene der Embryonalkammern Poren den übrigen Teilen der Embryonalkammerwand entsprechend ausgebildet sind, wäre es wohl merkwürdig, wenn die in der Äquatorialebene entstehenden Kammern trotzdem anders gestaltet sein würden als die auf den übrigen Wandteilen. Es ist naturgemäß nicht ganz von der Hand zu weisen, dass diese verschiedene Wachstumsweise in der Organisation des Plasmas im Embryonalapparat ihren Grund haben könnte, aber der Nachweis eines solchen Zustandes kann an leeren Schalen niemals gelingen. Wie dem auch sei, hinsichtlich der Verbindungen mit den umgebenden Kammern ist zwischen der äquatorialen Wand des Embryonalapparates einerseits und seinen übrigen Wandteilen andererseits jedenfalls ein Unterschied nachzuweisen. In ersterer findet man Stolonen, die in den übrigen nicht-äquatorialen Wandteilen fehlen. Umgekehrt brauchen Poren in der äquatorialen Wand aber nicht zu fehlen ⁷⁾ (vgl.

7) In manchem Äquatorialschnitt der Orbitoididen wird man in der Wand des Embryonalapparates Poren finden können. Bei genauerer Betrachtung solcher Schnitte bekommt man aber den Eindruck, dass es sich auch um Poren der nichtäquatorialen Wände des Embryonalapparates handeln kann, die mit im Schliffe liegen. Vgl. Vaughan 1929a, Fig. 8, wo deutlich perforierte Wände des Embryonalapparates zu sehen sind. Wie aus dem Vorhandensein von Poren im Lumen der peri-embryonalen Kammern zu folgern ist, enthält dieser Schliff wahrscheinlich auch Teile der supra-äquatorialen Horizontalwände. Er ist damit ungeeignet zur Nachprüfung der Frage, ob der Embryonalapparat von einem imperforaten äquatorialen Band umgeben wird. Dasselbe gilt z. B. für den Schliff bei v. d. Vlerk 1924, Taf. IV, Fig. 8. Zuverlässige Beobachtungen sind also nur möglich bei gut orientierten Vertikalschnitten. Diese zeigen aber zur ausnahmsweise die Perforation deutlich.

den schönen Schnitt in Scheffens Arbeit 1932, Taf. 9. Fig. 2 = Fig. 9 dieser Arbeit, in dessen rechten Hälfte die Äquatorialkammerwand des Embryonalapparates imperforat ist und von einem Stolo durchbohrt wird, während in seiner linken Hälfte die Äquatorialwand des Embryonalapparates perforat ist und keinen Stolo aufweist).

Es hat somit den Anschein, als ob das Vorhandensein von Stolonen in der Äquatorialwand des Initialapparates in irgendeiner Weise in Beziehung stehe zur Bildung von Kammern, die hinsichtlich ihrer Gestalt von Lateralkammern abweichen.

Eine solche Beziehung lässt sich mit Hilfe der Interauxiliarkammern wahrscheinlich machen. Wie bereits bemerkt, sind die Wände der Auxiliarkammern von Stolonen durchbohrt. Letztere finden sich ausschließlich in den proximalen Enden dieser Wände. Aus Scheffens Stück (Fig. 9, dieser Arbeit) ist zu ersehen, dass Poren in der Äquatorialkammerwand vorhanden sein können. Trotzdem wird hierüber keine, einer Lateralkammer entsprechende peri-embryonale Äquatorialkammer gebildet. Der Ausfluss von Plasma aus dem (den?) Stolo(nen?) der benachbarten peri-embryonalen Kammer ist somit für die Gestalt der sich bildenden Äquatorialkammer maßgebend gewesen, nicht ein solcher aus den Poren der Exterwand der Embryonalkammern.

M. E. muss man annehmen, dass im allgemeinen der Plasma-Ausfluss aus Stolonen der Äquatorialschicht bestimmend ist für die Gestalt der hier gebildeten Kammern, zumal die echten Äquatorialkammern der meisten Orbitoididen ⁸⁾ ausschließlich mittels Stolonen untereinander in Verbindung stehen. Anders scheinen die Verhältnisse bei den Lateralkammern zu sein, die ja auch Stolonen zeigen.

Sind Stolonen in der Äquatorialschicht tatsächlich maßgebend für das Wachstum in äquatorialer Richtung, dann haben wir damit auch die Antwort auf die Frage, warum die Interauxiliarkammern bei manchen Orbitoididen spiral angeordnet sind. Hierdurch wird nämlich bei den in Betracht kommenden Formen um die in der Äquatorialebene keine oder nur vereinzelte Stolonen besitzenden Embryonalkammern eine regelmässig von Stolonen durchbohrte Wand gebildet. So wird dann die Grundlage geschaffen für den weiteren zyklischen Wuchs. Wird diese von der peri-embryonalen Reihe allein nicht gebildet, so ordnen sich Teile der zweiten Reihe spiral an (Fig. 7, rechts oben, über der Nebenauxiliarkammer), unter Umständen in Verbindung mit Auxiliarkammern zweiter Ordnung. Solche Ergänzungsreihen stellen sich oft auf der Distalwand grosser peri-embryonaler Auxiliarkammern ein. Auxiliarkammern zweiter Ordnung bilden sich auf der Distalwand sehr breiter peri-embryonaler Auxiliarkammern. Von mikrosphären *Lepidocyclus* wurde auch schon eine Wachstumsweise vorbereitender Art, die sog. gemischte, beschrieben.

8) Ausnahmen sind *Lepidorbitoides* und *Clypeorbis*. Doch gibt Galloway 1933, S. 432, von ersterer Gattung Stolonen an, während für *Clypeorbis* offenbar der sichere Nachweis perforater Äquatorialwände noch fehlt, da sie sonst H. Douvillé wohl positiver beschrieben hätte als: „La communication des logettes paraît s'effectuer par des pores comme dans *Lepidorbitoides*;.....“ (Kursivierung von mir).

ben, auf die dann erst die rein zyklische folgt (T a n, 1934, S. 206).

Jetzt versteht man auch die Bedeutung der Ungleichheit in der Auxiliarkammerzahl bei den verschiedenen Gattungen und Untergattungen. Je mehr Auxiliarkammern nämlich vorhanden sind, desto früher wird die vorbereitende, d.h. die sog. nepionische Wachstumsweise beendet. Am spätesten ⁹⁾ ist dies nach dem Vorstehenden naturgemäß der Fall bei Formen mit nur einer einzigen Auxiliarkammer (*Orbitocyclina*), am ehesten bei Eulepidinen oder Trybliolepidinen, wo die eigene Externwand des Embryonalapparates schon eine Grundlage bieten kann für das weitere zyklische Wachstum, bzw. wo mit der Bildung einer einzigen Interauxiliarkammer die vorbereitende Wuchsperiode sehr oft schon abgeschlossen ist. Ist diese Beschleunigung des vorbereitenden Stadiums eine Spezialisationserscheinung, d.h. phylogenetisch bedingt? Diese Frage ist anscheinend zu bejahen (siehe unter „Ergebnisse“).

Der Vollständigkeit halber sei jedoch noch kurz die Beschaffenheit der Distalwände der peri-embryonalen Äquatorialkammern berührt. Nicht immer sind bei diesen Kammern die drei üblichen Schichten, woraus die späteren Äquatorialwände bestehen, nachzuweisen (vgl. Fig. 7). Des weiteren kann man hin und wieder die Distalwand im Äquatorialschnitt mit Poren durchsetzt sehen (vgl. z. B. Y a b e & H a n z a w a, 1930, Taf. 9, Fig. 6, wo die perforierten Auxiliarkammern von *Nephr. sondaica* abgebildet sind). Wie für die Feststellung der perforierten Natur der Embryonalkammerwände, so gilt auch hier, dass nur Vertikalschnitte maßgebend sind. Bei S c h e f f e n s Stück der Fig. 9 erscheint die Distalwand der Auxiliarkammer rechts vom Embryonalapparat perforiert, während nur ihr Dach und Boden Poren zeigt.

Ergebnisse.

Hervorzuheben ist, dass diese Ergebnisse nur einen Anfang darstellen. Im Verhältnis zu der großen Zahl schon bekannter Orbitoididen ist das hier verarbeitete Tatsachenmaterial nämlich verhältnismäßig gering zu nennen. Die Ergebnisse wollen somit nicht mehr sein als eine Arbeitshypothese, die durch statistische Analysen nachzuprüfen und weiterauszuarbeiten ist.

Überblickt man die Gattungen bzw. Untergattungen, deren Grenzen durch Übergangsformen mehr oder weniger verwischt sind, und die nicht immer eindeutig bestimmt werden können, nämlich: *Orbitocyclina*, *Polylepidina*, *Lepidocyclina* s. str., *Nephrolepidina* und *Trybliolepidina*, so zeigt *Orbitocyclina* große peri-embryonale Kammern und nur eine einzige Hauptauxiliarkammer. Bei *Polylepidina* und *Lepidocyclina* findet man sowohl Formen mit großen als mit kleinen peri-embryonalen Kammern. Zwei Hauptauxiliarkammern sind ausgebildet. Auxiliarkammern können fehlen oder vorhanden sein. Die Formen mit großen Hauptauxiliarkammern zeigen anscheinend nur selten überzählige Auxiliarkammern. Bei *Nephrolepidina* sind die zwei Hauptauxiliarkammern klein und Auxiliarkammern immer ausgebildet. *Trybliolepidina* hat Vertreter mit sehr zahlreichen Auxiliarkammern. Ihre beiden Hauptauxiliarkammern sind klein.

Sind diese Gattungen bzw. Untergattungen nicht in eine Entwicklungsserie zu bringen? Nach V a u g h a n (1933) ist *Orbitocyclina* eine oberkretaceische Gattung ¹⁰⁾, *Polylepidina* in Westindien eine eocäne, in Texas eine mitteleocäne und in Mexico eine ober-eocäne Untergattung, *Lepidocyclina* beginnt im Ober-eocän aufzutreten (nach der hier also erweiterten Fassung wäre *Lepidocyclina* s. str. eocänen, mittel- bis obereocänen Alters), während *Nephrolepidina* im Ober-eocän erscheint und nach den Erfahrungen im Indopazifik *Trybliolepidina* erst im mittleren Miocän beginnt und sich bis in jüngeres Miocän fortsetzt als es mit *Nephrolepidina* der Fall ist. Die genannten Zeitpunkte des Erscheinens widersprechen der Auffassung nicht, dass diese Gattungen bzw. Untergattungen in der angegebenen Reihenfolge eine Entwicklungsreihe bilden.

Was die Ausbildung der Äquatorialkammern betrifft, so herrschen unter den ältesten Typen die arcuaten Typen vor (bei *Orbitocyclina* und einem Teil von *Lepidocyclina* einschl. *Polylepidina*), erst bei jüngeren Formen: *Lepidocyclina* s. str. ausschl. *Polylepidina* nach der hier gegebenen Auffassung und *Nephrolepidina* bilden sich die ogivalen und spatulaten Typen aus, während die allerjüngsten rein spatulat erscheinen. Schon die Betrachtung einer mikrosphären *Lepidocyclina* s.l. mit spatulaten Äquatorialkammern an der Peripherie, vgl. z. B. T a n, 1934, S. 205 u.f., wo im Zentrum die arcuaten Typen und erst später die hohen spatulaten Äquatorialkammern auftreten, lehrt dass die obige Entwicklungsreihe sicherlich eine mögliche ist.

Nach den vorstehenden Analysen erscheint in diesen Reihen die folgende Orthogenese verwirklicht zu werden: Vermehrung der Auxiliarkammern, d.h. der Spiralreihen von Interauxiliarkammern, die offenbar eine Beschleunigung der vorbereitenden Wachstumsperiode bezwecken. Diese Orthogenese erreicht ihr Ende mit *Trybliolepidina* vom Typus *rutteni*. Weniger deutlich ist die gleichzeitige Verkleinerung der peri-embryonalen Kammern zu verfolgen. Aber unverkennbar ist wiederum der Fortschritt in der Umfassung der Gestalt der Embryonalkammer II ¹¹⁾. Die Entwicklungsreihe scheint somit eine reelle

10) G a l l o w a y (1933) erwähnt sie zwar noch aus dem Eocän, aber die Angabe bedarf noch der näheren Begründung.

11) Diese Erscheinung hängt anscheinend zusammen mit dem Umstand, dass die Externwand der Embryonalkammer I nur selten Stolonen besitzt. Je involuter Embryonalkammer II, desto kleiner wird die Oberfläche der stolonenfreien Wand. Dies ist ebenfalls eine Spezialisierung zur Beschleunigung der vorbereitenden Wachstumsperiode.

Hierbei ist auf eine dieser Orthogenese scheinbar widersprechende Tatsache hinzuweisen. Bei Embryonalkammer II von *Orbitocyclina* (vgl. V a u g h a n 1929b, Taf. 22, insbesondere Fig. 3) glaubt man nämlich schon eine beginnende Umfassung von I zu sehen, während bei mancher *Lepidocyclina* s. str. davon noch keine Rede ist. Musz diese wenig schiefe Embryonalkammer II aber nicht einfach so aufgefasst werden, dass sie in Bezug auf I spiral angeordnet ist, was ja auch zutrifft für

9) Die langsame Wachstumsweise erscheint teilweise aufgehoben durch die Bildung großer peri-embryonaler Kammern.

zu sein, m.a.W. wenn nicht eine Stammreihe, so doch eine Stufenreihe darzustellen. Die Einzelheiten bei diesen Orthogenesen können nur statistische Analysen von Populationen sehr genau bekannten Alters aufdecken.

Welche Stelle nimmt nun *Eulepidina* ein? Stratiographisch passt diese Untergattung nicht in diese Reihe; sie stellt nämlich eine Gruppe von mindestens derselben Entwicklungshöhe dar, wie *Trybliolepidina* vom Typus *rutteni*, oft erscheinen die Formen sogar mehr spezialisiert, da ihnen selbst asymmetrische Interauxiliarkammern durchgängig fehlen. *Eulepidina* tritt aber tiefer auf (Mitteloligocän bis Altmiocän), während die hochspezialisierten *Trybliolepidinen* stratiographisch nicht die unmittelbare Fortsetzung der *Eulepidinen* bilden (vgl. die näheren Ausführungen über *Eulepidina*). M.E. hat man es hier mit einem Vertreter einer parallelen Reihe zu tun. Diese Reihe kann ein Seitenast der oben besprochenen Entwicklungsreihe sein und sich ebenfalls aus *Nephrolepidina* entwickelt haben. Es ist dabei möglich, dass Typen wie *Nephrolepidina fragilis* Cushman und *Eulepidina favosa* Cushman Vorläufer der echten *Eulepidinen* darstellen. Sie kann aber auch einen früheren Ursprung haben und unter Umständen Formen vom Typus der „*Lepidorbitoides*“ minor zu Vorfahren haben, aber dies ist sehr hypothetisch.

Es ist jetzt noch die folgende Erscheinung zu berühren. Bei *Cyclolypeus* Carpenter (Tan, 1932) vollzieht sich im auf *Heterostegina*-Weise angelegten Zentrum die vorbereitende Wachstumperiode zum zyklischen Wuchs. Diese Gattung und die hier in Betracht kommenden Orbitoiden entsprechen sich in der phylogenetischen Verkürzung des das zyklische Wachstum vorbereitenden Stadiums. Bei *Cyclolypeus* findet diese statt durch die Reduktion der Anzahl *Heterostegina*-Kammern, bei den Orbitoiden durch eine Vermehrung der Nebenauxiliarkammern. Verkürzung einer ursprünglich langen Spirale auf der einen Seite, Ersetzung einer langen Spirale durch mehrere kürzere andererseits, sind demnach zwei mögliche Lösungen für dasselbe phylogenetische Problem.

Ferner, wenn der Seitenast „*Nephrolepidina*“ vom Typus *fragilis*—*Eulepidina* sich als reell erweisen würde, so fände man die zweite Übereinstimmung in der parallelen Entwicklung der Haupt- und Nebenseitenreihen. Die „*Nephrolepidinen*“ vom Typus *fragilis* wären dann in einer natürlichen Systematik nicht mit *Nephrolepidina* zu bezeichnen.

Fortsetzung der Fußnote 11 auf S. 123.

die einzige Hauptauxiliarkammer der Embryonalkammer II gegenüber? Diese Erklärung scheint mir bei der Betrachtung von Vaughan's Fig. 3 die einzig mögliche zu sein, wenn man diese mit der *nephrolepidinen* *Lepidocyclina* s. str. bei Gravel 1933, Taf. 4, Fig. 4 vergleicht. So wäre der Embryonalapparat von *Orbitocyclina* an sich schon als primitiver anzusehen denn der von *Lepidocyclina* s. str.

Embryonalkammer II hätte dann ihre spirale Stellung noch nicht aufgegeben, und es läge ein Stadium vor, das man bei keiner megasphären *Lepidocyclina* s.l. mehr beobachtet und das nur bei der mikrosphären Generation erhalten geblieben ist (vgl. Tan, 1934, Abb. 4, S. 207).

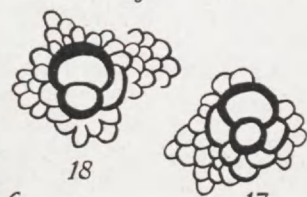
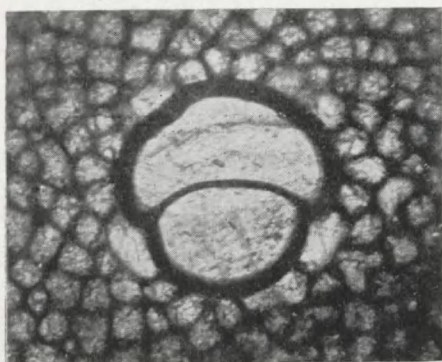
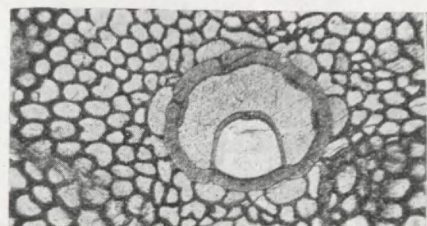
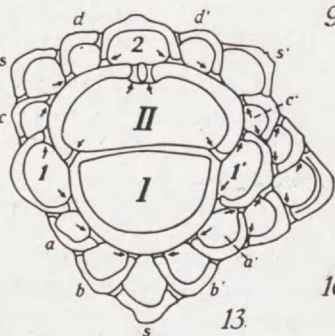
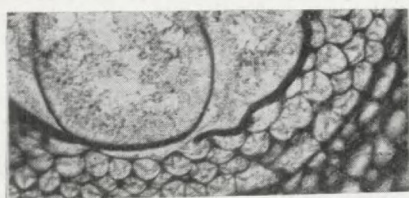
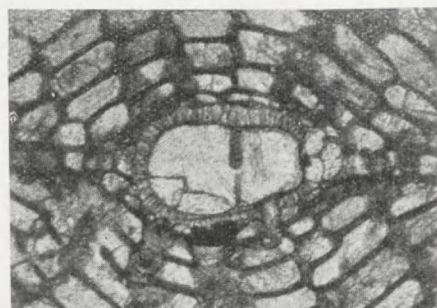
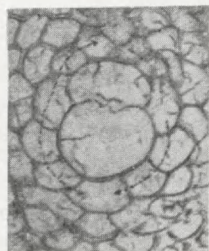
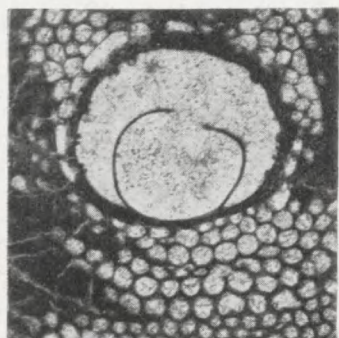
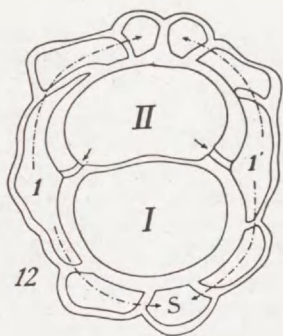
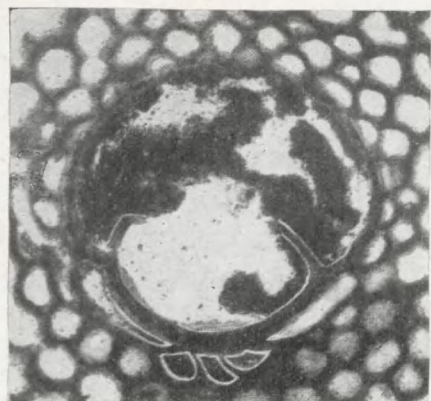
Mit diesen Ergebnissen dürfte die Bedeutung der peri-embryonalen Äquatorialkammern bei den Orbitoiden klargelegt sein.

Nachtrag. Erst nach der Abfassung dieser Arbeit kam mir die Veröffentlichung E. Davids: Sur la présence de Lépidocyclines dans l'Eocène et sur leur rapports avec les Lépidorbitoides (C. R. Ac. Sci. Paris, 1932, t. 194, S. 1756) unter die Augen. Hierin wird wiederum auf die perforate Natur der Äquatorialkammerwände bei *Lepidorbitoides* hingewiesen, dabei aber nicht gesagt, ob diese Angabe sich auf Neubeobachtungen gründet.

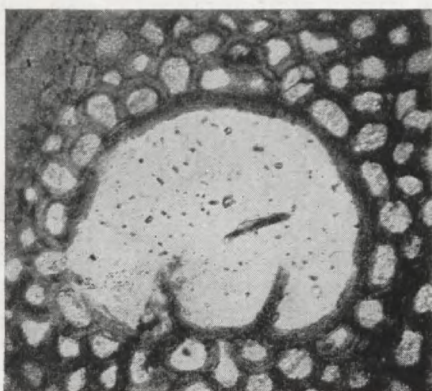
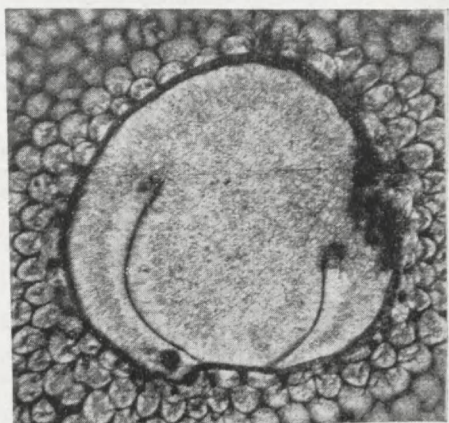
David gibt einen weiteren Unterschied zwischen *Lepidorbitoides* und den *Lepidocyclinen* an. Erstere sollen nämlich nacheinander gebildete Embryonalkammern besitzen, während diese bei *Lepidocyclinen* karyokinetisch, d.h. also gleichzeitig entstanden seien. Dies entspricht der Auffassung Douvillés, der 1915, S. 665 den Satz prägte, dass eine karyokinetische Entstehung in all den Fällen angenommen werden muss, wo die Scheidewand zwischen den Kammern I und II flach ist. Dies kann auf einfache Weise nachgeprüft werden, nämlich bei einer karyokinetischen Bildung wird man in der Scheidewand keine besonderen Öffnungen wie Stolonen finden. Man beobachtet aber solche Embryonalstolonen auch bei Formen mit flacher Scheidewand zwischen I und II, z. B. bei *Lep. isolepidinoides* und *boetonensis*. Hiermit wird die Allgemeingültigkeit des Satzes Douvillés und demnach schon hierum die Behauptung Davids hinfällig. *Lepidocyclinen* zeigen stets den Embryonalstolo, die Scheidewand I und II erscheint nur in den selteneren Fällen flach (auch bei *Lepidocyclina* s. str. hat manche Form eine gewölbte Scheidewand!) und I und II sind somit nie gleichzeitig entstanden!

Angeführte Schriften.

- 1932 Barker, R. W. Larger Foraminifera from the Eocene of Santa Elena Peninsula, Ecuador. Geol. Mag. 69, S. 302 u.f.
- 1934 Caudri, C. M. B. Tertiary Deposits of Soemba. Amsterdam.
- 1934 Cole, W. S. Oligocene Orbitoids from near Duncan Church, Washington County, Florida. J. Pal. 8, 1934, S. 21.
- 1915a Douvillé, H. Les Orbitoides: développement et phase embryonnaire; leur évolution pendant le Crétacé. C. R. Ac. Sci. Paris, t. 161, 1915, S. 664-670.
- 1915b Les Orbitoides du Danien et du Tertiaire: *Orthophragmina* et *Lepidocyclina*. C. R. Ac. Sci., 161, 1915, S. 721 et seq.
- 1921 Révision des Orbitoides. Bull. Soc. Géol. France (4), 20, 1921, S. 209-232.
- 1924 Révision des Lépidocyclines. Mem. Soc. Géol. France N. S. 1, 1924.
- 1927 Les Orbitoides de la région pétrolière du Mexique. C. R. Somm. Soc. Géol. France, 1927, S. 34-35.
- 1928 Galloway, J. J. Notes on the genus *Polylepidina* and a new species. J. Pal. 1, 1928, S. 299-303.
- 1932 A manual of Foraminifera. Bloomington.
- 1933 Gravel, D. W. Tertiary larger Foraminifera of Venezuela. Smiths. Misc. Coll. 89, 1933, pub. 3223.
- 1935 Gravel, D. W. & Hanna, M. A. Larger Foraminifera from the Moody's Branch Marl, Jackson Eocene, of Texas, Louisiana, and Mississippi. J. Pal. 1935, 9, p. 327 u.f.



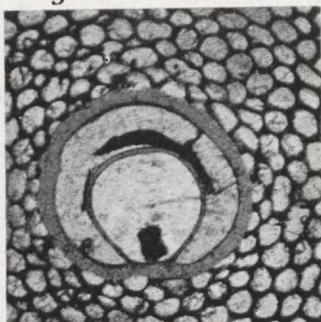
3



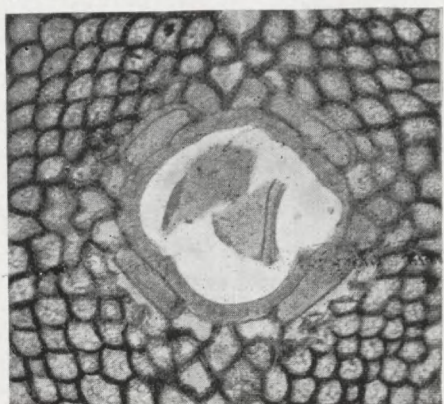
11



5



7



- 1932 Gorter, N. & Van der Vlerk, I. M. Larger *Foraminifera* of Central Falcon (Venezuela). Leidse Geol. Meded. 4, 1931-'32, S. 94 u.f.
- 1926 Hodson, H. K. *Foraminifera* from Venezuela and Trinidad. Bull. Amer. Pal. 12, No. 47, 1926.
- 1904 Lemoine, P. & Douvillé, R. Sur le genre *Lepidocyclina* Gumbel. Mém. Soc. Géol. France, Paléontologie, 2, 1904.
- 1935 Rutten, M. G. *Orbitocyclina* Vaughan, a synonym of *Lepidorbitoides* Silvestri. Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, 38, 1935, S. 186-187.
- 1932 Rutten, M. G. & Vermunt, L. W. J. The Seroe di Cueba limestone from Curacao. Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, 35, 1932, S. 228-240.
- 1928 Rutten, L. On Tertiary Rocks and *Foraminifera* from North-Western Peru. Proc. Kon. Akad. Wetensch. 31, 1928, S. 931-946.
- 1932 Scheffen, W. Ostindische *Lepidocyclinen*, I. Wetensch. Meded. No. 21. Dienst van den Mijnbouw.
- 1901 Schlumberger, Ch. Première note sur les *Orbitoides*. Bull. Soc. Géol. France (IV), 1, S. 459 u.f.
- 1927 Silvestri, A. Sul genere „*Lepidorbitoides*“ A. Silvestri e di un suo nuovo giacimento. Mem. Pont. Accad. Sci. Nuovi Lincei, Ser. II, 10, S. 109-140.
- 1932 Tan Sin Hok. On *Cycloclypeus* Carpenter, I. Wetensch. Meded. No. 19. Dienst v. d. Mijnbouw.
- 1934 Über mikrophäre *Lepidocyclinen* von Ngampel (Rembang, Mitteljava). Ing. Ned.-Indië: IV, Mijnbouw & Geol., 1, 1934, S. 203-211.
- 1932 Todd, J. U. & Barker, R. W. Tertiary *Orbitoids* from North Western Peru. Geol. Mag. 69, S. 529 u.f.
- 1924 Vaughan, T. W. American and European Tertiary larger *Foraminifera*. Bull. Geol. Soc. America, 35, 1924, S. 785-822.
- 1927 Larger *Foraminifera* of the genus *Lepidocyclina* related to *Lepidocyclina* mantelli. Proc. U. S. Nat. Mus., 71, art. 8, p. 1-5.
- 1929a Studies of Orbitoidal *Foraminifera*: the subgenus *Polylepidina* and *Orbitocyclina*, a new genus. Proc. Nat. Ac. Sci. 15, 1929, S. 288-295.
- 1929b Species of *Orbitocyclina*, a genus of American Orbitoid *Foraminifera* from the Upper Cretaceous of Mexico and Louisiana. J. Pal. 3, 1929, S. 170-175.
- 1929c *Actinosiphon semmesi*, a new genus and species of orbitoidal *Foraminifera*, and *Pseudorbitoides trechmanni* H. Douvillé. J. Pal. 3, 1929, S. 163-169.
- 1933 *Orbitoididae* (In J. A. Cushman's *Foraminifera*, their classification and economic use. 2d. Edition 1933).
- 1932 Vaughan, T. W. & Cole, W. S. Cretaceous Orbitoidal *Foraminifera* from the Gulf States and Central America. Proc. Nat. Ac. Sci. 18, S. 609-616. 1932.
- 1908 Vredenburg, E. W. The Cretaceous *Orbitoides* of India. Rec. Geol. Surv. India, 36, 1908, S. 171-213.
- 1924 Van der Vlerk, I. M. *Foraminiferen* uit het Tertiair van Java, I. Wetensch. Med. No. 1. Dienst v. d. Mijnbouw.
- 1929 Groote foraminiferen van N. O. Borneo. Wetensch. Med. No. 9. Dienst v. d. Mijnbouw.
- 1934 Whipple, G. L. Larger *Foraminifera* from Vitilevu, Fiji. In: Ladd, H. S. Geology of Vitilevu, Fiji. Bernice P. Bishop Museum, Bull. 119, S. 141 u.f.
- 1930 Yabe, H. & Hanzawa, S. Tertiary foraminiferous Rocks of Taiwan (Formosa). Sci. Rep. Tôhoku Imp. Univ. Sendai, Ild Series, 1930, 14, No. 1.

Erklärung zu den Figuren.

Die Belegstücke befinden sich im Museum des „Dienst van den Mijnbouw“, Bandoeng, Java.

Fig. 1. *Lep. (Neph.) fragilis* Cushman. 50 ×.

Chipola River, 6 Fusz über dem Hochwasserstand, Marianna, Florida. Sammlung F. B. Summer. Auf jeder Seite von I eine längliche Hauptauxiliarkammer. Die drei sichtbar gemachten Interauxiliarkammern um I wurden möglichst gut rekonstruiert. Um II zahlreiche Nebenauxiliarkammern des Typus von *Eulepidina*, vgl. Fig. 5. Die Innenumrisse des Embryonalapparates wurden retuschiert.

Fig. 2. *Lep. (Eulep.)* sp. 30 ×.

Tjiapoos, Süd-Bantam, Java. Sammlung Nr. 6. Kat. P. J. Nr. 4085. Man findet links für *Eulepidina* abnormal grosse Nebenauxiliarkammern. Die erhöhten Innenränder der Stolonen sind sichtbar. Der Externwand von I fehlt die fächerförmige Anordnung der Auxiliarkammern, obwohl der Embryonalapparat trybliolepidinenartig ist. Links unten ist ein Hauptstolo zu sehen.

Fig. 3. *Lep. (Eulep.)* sp. 30 ×.

Dieselbe Fundstelle. Sammlung Nr. 6. Kat. P. J. Nr. 4086. Die Wände benachbarter Nebenauxiliarkammern sind zumeist miteinander verwachsen. Die Hauptauxiliarkammern sind gleich gross wie die anderen Auxiliarkammern.

Fig. 4. *Lep. (Eulep.)* sp. 30 ×.

Dieselbe Fundstelle. Sammlung Nr. 8. Kat. P. J. Nr. 4087. Das Bild zeigt einen Hauptstolo und eine unregelmässige Hauptauxiliarkammer.

Fig. 5. *Lep. (Eulep.) mediocolumnata* van der Vlerk. 50 ×. Topotypus, S. Telakai, Ost-Borneo. Kat. P. B. Nr. 1575. Die benachbarten Auxiliarkammern sind einander sehr genähert, sodass ihre Wände sich oft berühren. Nur symmetrische Interauxiliarkammern sind ausgebildet.

Fig. 6. *Lep. (Neph.)* sp. 100 ×.

Rechter Nebenflusz des S. Riko p. 59-60 K, Ost-Borneo. Kat. P. B. Nr. 1576. Zwei Haupt- und zwei Nebenauxiliarkammern sind vorhanden. Die Haupt- und Nebenstolonen sind im Schliff zu beobachten. Die Nebenstolonen zeigen erhöhte Innenränder. Auf den Nebenauxiliarkammern sind Auxiliarkammern zweiter Ordnung ausgebildet.

Fig. 7. *Lep. (Neph.) ferreroi* Provale. 100 ×.

Tjibodjong p. 13-14, Süd-Priangan, Java. (Blatt 26) Kat. P. J. Nr. 4088. Die Figur ist mit I nach unten orientiert. Die Haupt- und Nebenstolonen sind erhalten. Die Wände der Auxiliarkammern sind einschichtig, die der Interauxiliarkammern dreischichtig.

Fig. 8. *Lep. (Neph.) ferreroi* Provale. 100 ×.

Dieselbe Fundstelle. Kat. P. J. Nr. 4089. Der Embryonalapparat ist trybliolepidin. Es sind im ganzen fünf Auxiliarkammern vorhanden.

Fig. 9. *Lep. (Trybl.) spatiosa* Scheff. 60 ×. Holotypus.

Tjidjere, linker Nebenflusz des Tjitaroem. Tegalwaroe-Länder. West-Java (Blatt 30). Kat. P. J. Nr. 4090. Das gleiche Stück wie bei Scheffen, 1932, Taf. 9, Fig. 2. Die Wand der rechten Embryonalkammer ist imperforat, ein Stolo ist hier sichtbar. Die über diesem Stolo gebildete Kammer ist eine Nebenauxiliarkammer. Letztere zeigt ein perforates Dach bzw. Boden, ihre Äquatorialwand ist aber imperforat. Die Wand der linken Embryonalkammer ist perforat. Die hier ersichtliche peri-embryonale Kammer ist anscheinend eine Interauxiliarkammer.

Fig. 10. *Lep. (Trybl.) stellata* (Scheff.) 50 ×. Cotypus.

K. Lawak, Tegal, Mittel-Java (Blatt 58). Kat. P. J. Nr. 4091. Dasselbe Stück wie bei Scheffen 1932, Taf. 10, Fig. 3. Zwei Haupt- und vier Nebenauxiliarkammern sind vorhanden. Die Nebenstolonen zeigen ihre verdickten Innenränder. Die Interauxiliarkammern sind fächerförmig angeordnet. Zwischen den zwei rechten Nebenauxiliarkammern beobachtet man eine herzförmige Kammer. Der Stolo zwischen I und II ist zu sehen.

Fig. 11. *Lep. (Trybl.) rutteni* van der Vlerk. 100 X. Topotypus.

Tjiboerial, südwestlich Bandoeng, Java. Kat. P. J. Nr. 4092. Hinsichtlich der Grösze sind die Haupt- nicht mehr von den Nebenauxiliarkammern zu unterscheiden. Neun Nebenauxiliarkammern sind ausgebildet, sie berühren sich nicht. Mit Ausnahme einer Stelle (links unten) sind nur symmetrische Interauxiliarkammern zu sehen. Nebenstolonen sind stellenweise erhalten geblieben.

Fig. 12. *Lep. (Lep.) boetonensis* van der Vlerk. 125 X.

Nebenflusz in der Nähe des Biwaks, Oe Wani p. 3, Nord-Boeton. Kat. P. C. Nr. 571.

I, II: Embryonalkammern.

I, I': Hauptauxiliarkammern, mit den Hauptstolonen. Die Pfeile geben die Wachstumsrichtung an. Nebenstolonen sind nicht zu sehen.

II fehlt die symmetrische Interauxiliarkammer.

Fig. 13. *Lep. (Neph.) isolepidinoides* van der Vlerk. 125 X. Cotypus.

S. Oema p. 67, Ost-Borneo. Kat. P. B. Nr. 1577. Vgl. van der Vlerk, 1929, Fig. 48b, zur Erreichung der gleichen Orientierung ist diese Figur um 135° nach links zu drehen.

I, II: Embryonalkammern.

I, I': Hauptauxiliarkammern.

2 : Nebenauxiliarkammer.

a-d, a'-d': Interauxiliarkammern.

s : Interauxiliarkammern.

Die am Stück sichtbaren Stolonen sind eingezeichnet. Die Wachstumsrichtung ist mit Pfeilchen angedeutet.

Fig. 14. *Orbitocyclina minima* (H. Douv.). $\pm 40 \times$. Aus Vaughan, 1929b, Taf. 22, Fig. 3.

Fig. 15. *Orbitocyclina minima* (H. Douv.) $70 \times$. Aus M. G. Rutten, 1935, Fig. 6. Die eingezeichneten Pfeile geben die Spirale an.

Fig. 16. *Lep. (Polylep.) proteiformis* Vaughan. $\pm 40 \times$. Aus Vaughan, 1929a Fig. 8.

Die Umrisse der Kammern im Zentrum sind mit Tusche nachgezogen. Die Pfeile geben die Wachstumsrichtung an.

Fig. 17, 18. „*Lepidorbitoides*“ *minor* (Schlumb.) Aus M. G. Rutten, 1935, Fig. 1, 2.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Productiecijfers van Aardolie in kgtonnen.

	1935		1934	
	Oct.	t/m Oct.	Oct.	t/m Oct.
Java en Madoera..	43 467,8	393 065,6	39 905,-	425 036,6
Noord-Sumatra..	73 495,6	776 665,7	91 977,7	852 736,7
Palembang	230 779,7	2043 826,4	185 637,2	1 841 218,2
Djambi	38 186,2	283 320,2	27 264,7	255 354,3
Oost-Borneo.....	83 469,4	845 795,8	90 244,6	910 711,8
Tarakan.....	64 557,1	686 681,1	71 920,1	675 538,3
Boenjoe.....	492,-	5 259,4	688,9	7 722,7
Ceram.....	3 780,5	34 855,9	3 418,4	30 772,7
Nederlandsch-Indië.....	538 228,3	5 069 470,1	511 056,6	4 999 091,3

Productiecijfers van Steenkolen in kgtonnen.

	1935		1934	
	Oct.	t/m Oct.	Oct.	t/m Oct.
Gouvernements-mijnen	60 904,-	585 735,-	55 769,-	517 169,-
Steenkolen Mij. „Parapattan”	22 060,-	213 440,-	19 330,-	186 975,-
Oost-Borneo Maatschappij..	7 640,-	58 803,-	6 591,-	77 873,-

Mijnbouw Maatschappij Redjang-Lebong.

Gedurende de maand October werden:

8 400 tons erts vermalen van } 4,18 dwts goud per ton.
gemiddeld } 25,30 „ zilver „ „

2 010 „ sands en

6 390 „ slimes behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 1 442 ozs. goud en ca. 8 479 ozs. zilver ter gezamenlijke waarde van $\pm f$ 80 000,—.

De bedrijfskosten over October bedroegen $\pm f$ 60 000,—, terwijl voor prospecteeren werden uitgegeven $\pm f$ 4 000,—.

Mijnbouw Maatschappij Simau.

Gedurende de maand October werden:

7 680 tons vermalen van } 9,1 dwts goud per ton.
gemiddeld } 113,— „ zilver „ „

2 990 „ sands,

4 425 „ slimes en

279 „ concentraten behandeld.

Geëxtraheerd werden ca. 3 721 ozs. goud en ca. 41 119 ozs. zilver ter gezamenlijke waarde van $\pm f$ 225 000,—.

De bedrijfskosten over Oct. bedroegen $\pm f$ 110 000,—, terwijl voor montage werd uitgegeven $\pm f$ 5 000,—, en voor prospecteeren der nieuwe vergunningen $\pm f$ 3 000,—.

PERSONALIA.

H. W. Junker, tijdelijk waarnemend ingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw, is op verzoek met ingang van 16 December 1935 eervol ontheven van de waarneming zijner betrekking.

Benoemd tot ingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw, ir. O. W. Memelink, thans ambtenaar op non-activiteit, laatstelijk ingenieur 2e klasse bij dien Dienst, op een toelage boven zijn non-activiteits-salaris, werkzaam gesteld op het Secretariaat van de Bezoldigingscommissie en met bepaling, dat hij ter beschikking wordt gesteld van het Hoofd der Bangkatinwinning.

Benoemd tot geoloog bij den Dienst van den Mijnbouw, dr. J. F. van Tuyn, ambtenaar op non-activiteit, laatstelijk geoloog 2de klasse bij idem.

Benoemd tot ingenieur bij den Dienst van den Mijnbouw, ir. J. H. Westermann, thans tijdelijk waarnemend ingenieur bij dien Dienst, met bepaling, dat hij ter beschikking blijft gesteld van het Hoofd der Bangkatinwinning.

IN NEDERLANDSCH-INDIË

VI. WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: Voorloopige richtlijnen voor de exploitatie van het reservoir Pendjalin, door irs. L. J. Polderman, W. Swaan en A. M. Verschoor. — Het Provinciaal Waterbouwkundig Laboratorium te Semarang, door ir. D. H. Arends.

Voorloopige richtlijnen voor de exploitatie van het reservoir Pendjalin

door

irs. L. J. POLDERMAN, W. SWAAN en A. M. VERSCHOOR.

Beschouwing van den nuttigen, dus voor de bevoeiing beschikbaren wadoekinhoud. Nader onderzoek van de ongesuppleerde debieten bij de prise d'eau Notok en bepaling voor een reeks droogtejaren van zgn. „gestabiliseerde” debieten en de daaruit afgeleide, wekelijks wisselende verstrekkingsdebieten. Een korte slotbeschouwing toont de mogelijkheden, die de wadoek Pendjalin opent voor de oostmoesson-aanplantingen.

Inleiding.

In een vorig artikel betreffende de exploitatie van het reservoir Pendjalin van de hand van ir. L. J. Polderman (zie *De Ingenieur in Ned.-Indië* No. 7 — 1935) is uitvoerig stil gestaan bij de vulling van den wadoek Pendjalin; daarbij kwam schrijver tot de conclusie, dat in een 85% droogjaar (d.w.z. slechts in 15 van de 100 gevallen droger) het reservoir op ultimo Juni practisch vol is, wanneer men ten minste op 1 November de vulling laat beginnen.

Thans dient na te worden gegaan, op welke wijze nu de waterverstreking zal moeten plaats hebben. Het is vanzelfsprekend, dat hierbij de efficientie de voornaamste richtlijn moet vormen; evenwel is de groote moeilijkheid deze, dat elk jaar in dit opzicht zijn eigen eischen stelt, omdat zoowel de eigen Pemalidebieten bij de prise d'eau Notok, als ook de omstandigheden van het reservoir zelf (verdamping, neerslag) voor elk droogtejaar en ook voor onderscheidene perioden van een exploitatiejaar in droogtegraad wisselen. Het zal dus zaak zijn al deze factoren aan een nader onderzoek te onderwerpen.

De maanden, die thans dus onze aandacht vragen zijn Juli t.m. October. In deze periode zijn drie oorzaken aanwezig, die den wadoekinhoud beïnvloeden n.l.:

- 1). De verliezen in het reservoir i.c. verdamping, wegzakking in de bodem en kwel door den dam.
- 2). De regenval op het stroomgebied, waardoor een toename van de voor de bevoeiing beschikbare waterhoeveelheden ontstaat.
- 3). De verstrekkingsdebieten.

1). De verliezen in het reservoir.

In bovengenoemde publicatie is er reeds opgewezen, dat omtrent de verdamping eigenlijk nog geen

cijfers zijn verzameld bij gebrek aan een goeden verdampingsmeter. Dit deed voor de vullingsberekening niet zoo heel veel ter zake, omdat het begrip „vullingscoëfficiënt” werd ingevoerd, waarin de verdamping enz. was verdisconteerd. Tevens werd er echter op gewezen, dat voor de oostmoessonmaanden met hun geringen regenval en hooge verdamping de ingevoerde coëfficiënt zijn bruikbaarheid verliest, zoodat we thans wel genoodzaakt zijn terug te grijpen naar den algemeen gebruikten „afvloeïngscoëfficiënt” en een en ander te zeggen over de verdamping van reservoirpervlakken in het algemeen en van Pendjalin in het bijzonder.

Verdamping van reservoirpervlakken in het algemeen.

Door ir. D. H. Arends is voor kort een niet gepubliceerde nota samengesteld omtrent de „Verdamping van reservoirpervlakken”, waaraan de volgende gegevens zijn ontleend.

In de inleiding van deze nota wordt opgemerkt, dat de waterverliezen door verdamping veelal kleiner zijn dan die, welke een gevolg zijn van lekverliezen in de bevoeiingsleidingen, maar onder de hier te lande voorkomende verhoudingen toch doorgaans nog 5 tot 20% van de aanvankelijk opgezamelde hoeveelheid water uitmaken. Voor Pendjalin zal dit cijfer, zooals we later zullen zien, dicht bij de 5% liggen.

Maatregelen om deze verliezen te verminderen zijn, naar ir. Arends opmerkt, feitelijk niet te nemen, uitgezonderd de bestrijding van den groei van waterplanten, wat overigens ook uit een oogpunt van malariabestrijding ten zeerste is aan te bevelen. Volgens waarnemingen van P. Terlaak kunnen de verdampingsverliezen hierdoor tot 1/3 worden teruggebracht. Voorts noemt de nota de volgende cijfers van waarnemingen op Java verricht:

Door ir. A. G. L a m m i n g a werd op een rijstveld de volgende verdamping gemeten: 1885 — 1886 4,22 mm/etmaal; 1886 — 1887 3,62 mm/etmaal. De verdamping van den wadoek Djoto bij Lamongan bedraagt volgens ir. W. E l e n b a a s in den westmoesson 4 mm/dag en voor den oostmoesson 5 mm/dag.

De metingen door den dienst der B.O.W. in Madioen gaven als gemiddelden: Madioen 4,1 mm/dag (op + 64); Ngawi 4,5 mm/dag (op + 46); Magetan 5,9 mm/dag (op + 35,7); Ponorogo 4,4 mm/dag (op + 100).

Bij de inrichting van het bergmeer Ngebel tot bevoeiingsreservoir is de verdamping op grond van het 10-jarig gemiddelde van waarnemingen te Magetan aangenomen op gemiddeld 5 mm/dag in de voor ons doel beschouwde maanden (Juli t.m. October).

Sinds eind 1929 zijn bij het in de waterstaatsafdeeling Pemali—Tjomal gelegen kleine reservoir Gegerboentoe een drietal verdampingsmeters opgesteld. Het totaal gemiddelde van alle waarnemingen over de maanden Aug. tm. October bedraagt ± 7 mm. Deze waarnemingen zijn geschied met verdampingsmeters, waarvoor op grond van de publicaties van S l e i g h t een reductiecoëfficiënt van 0,60 zou moeten worden toegepast. Deze reductie is noodzakelijk, omdat de verdamping van bovengrondsche instrumenten belangrijk hooger is dan van de reservoirs zelf.

Hiermede rekening houdend komen we dan op een gemiddelde verdamping van $0,6 \times 7 = \pm 4,2$ mm.

Ook is getracht de verdamping te berekenen uit de daling van den reservoirspegel. Daartoe is van dag tot dag voor een vrijwel regenlooze periode (geen

afstrooming op het reservoir) de daling van den reservoirspegel door aftapping nagegaan. De gemiddelde uitkomst in de maanden Juli, Augustus en September 1930 bedroeg 7,3 mm per etmaal.

Ons inziens terecht wordt door ir. A r e n d s hierbij opgemerkt, dat aan dit cijfer niet veel waarde kan worden gehecht, doordat het afgetapte debiet zoo laag was en gemeten werd met een gewoon meetschoot met een bodembreedte van 0,30 m. De toestroom-snelheid tot dit meetschot is in de berekening verwaarloosd. Hierbij komen dan nog de afleesfouten op de peilschaal.

Verdamping reservoir Pendjalin.

Na het bovenstaande is het wel duidelijk, dat het niet gemakkelijk is om voor Pendjalin uit deze reeks weinig betrouwbare en sterk uiteenlopende cijfers een keuze te doen.

Bijlage 1 geeft nog enkele cijfers voor Pendjalin in regenlooze of althans nagenoeg regenlooze perioden. Ingeval er niet wordt afgetapt, kan dan uit de peilschaalstanden van het reservoir direct de verdampingshoogte worden berekend. Hierin demonstreert zich tevens de onnauwkeurigheid der meting, omdat opwaaiing e.d. gemakkelijk een fout van 50% kunnen veroorzaken. Ook hier dus weer sterke fluctuaties. Het hooge cijfer van de laatste 11 dagen van Augustus met een gemiddelde van 14 mm valt wel bijzonder in het oog. Voordat hierop verdere berekeningen mogen worden gebaseerd, zullen meerdere soortgelijke waarden moeten worden gemeten. Ook de verschillende nihil-cijfers in September vallen op. Of hierbij windstilte en een hooge relatieve vochtigheid van de lucht als oorzaken zijn aan te wijzen, kan thans niet meer worden nagegaan.

Bijlage 1. Gegevens betreffende de exploitatieperiode van de wadoek Pendjalin tusschen 1 Augustus en 10 October 1934.

Periode	Peil in reservoir		Vermindering reservoir inhoud in m ³	Regenval in mm	Afgetapt in m ³	Door verdamping verloren gegaan in m ³	Gem. water-opp. in m ²	Verdamping in mm per etmaal.
	Begin	Eind						
I—10 Aug.	332,19	332,16	25 000	nihil	nihil	25 000	—	3
11—20 „	332,16	332,11	25 000	nihil	nihil	25 000	—	5
21—31 „	332,11	331,66	282 000	nihil	186 408	95 592	625 000	14
I—10 Sept.	331,66	331,21	250 000	8	281 376	nihil	580 000	nihil
11—20 „	331,21	330,04	600 000	nihil	604 800	nihil	—	nihil
21—30 „	330,04	329,39	300 000	4	290 520	9 480	435 000	2
I—10 Oct.	329,39	328,71	250 000	137	374 112	—	—	—

Gemiddelde verdampingshoogte van 1 Augustus tot 20 September bedraagt $\pm 4,6$ mm per etmaal.
Idem in de maand Augustus ruim 7 mm per etmaal.

Voor onderstaande berekeningen is nu uitgegaan van een constante verdampingshoogte van 6 mm per etmaal. Dit cijfer, dat ook bij het ontwerp is aangenomen, schijnt — gezien de bovengenoemde waarnemingen — aan den hoogen kant te zijn. Echter mag niet uit het oog worden verloren, dat het Patoegoran'sche klimaat zich kenmerkt door hevige winden, die zooals bekend, de verdamping sterk doen toenemen.

Waarschijnlijk is men echter toch met deze aanname aan den veiligen kant, zelfs al houdt men er

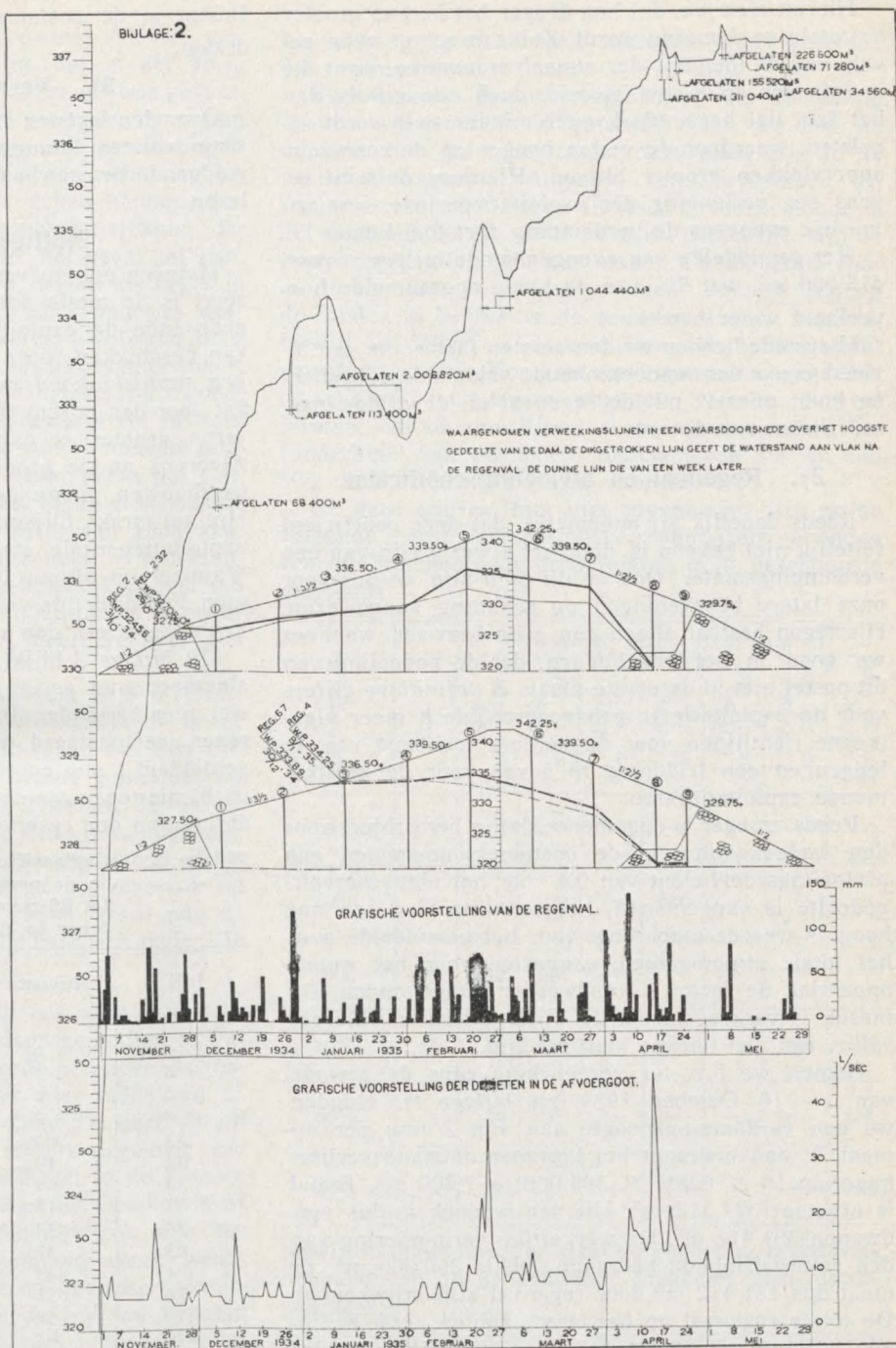
rekening mede, dat in dat cijfer begrepen is de kwel door het damlichaam. Zooals uit *bijlage 2* blijkt, is de gemeten hoeveelheid kwelwater slechts gering. Bij een nagenoeg leeg reservoir bedraagt het debiet in het begin van den westmoesson ± 6 l/sec, hetgeen bij een voor 2/3 gevuld reservoir oploopt tot ± 12 l/sec ¹⁾.

1) Zie voor de nadere toelichting omtrent de herkomst van dit water het meergenoemd artikel in No. 7 — 1935 van dit tijdschrift.

Hierbij kunnen de extreme waarden der debiet-kromme gevoelig buiten bespreking blijven, omdat die waarschijnlijk veroorzaakt zijn door regenval op het damtalud, doch in geen geval afkomstig zijn van kwelwater (De eveneens in de grafiek opgenomen regenvallen doen in vele gevallen dit verband duidelijk zien). Nemen we nu eens een oogenblik aan, dat die toename van 6 l/sec zuiver afkomstig is van kwelwater en dat deze hoeveelheid gedurende de oostmoessonexploitatie constant wordt afgevoerd. Deze aanname is wel gerechtvaardigd, omdat geconstateerd is, dat het brondebiet, dat een deel van het gemeten kwelwater vormt in oost- en westmoesson, schommelt tusschen 3 en 5 l/sec. In een tijdsverloop van 3 maanden is dan het hierdoor verloren gegane quantum nog slechts $\pm 60\,000\text{ m}^3$. Zooals wij later nog zullen zien, bedraagt de verdamping in die zelfde periode (1 Augustus t.m. 31 October) rond $475\,000\text{ m}^3$, berekend op een basis van 6 mm per etmaal. Zou dit laatste cijfer met 1 mm worden verminderd, dan wordt de verdamping rond $80\,000\text{ m}^3$ minder. Dit cijfer is dus ongeveer van de orde van grootte van de hoeveelheid kwelwater, zoodat alles bijeen genomen de boven gefixeerde verdampingshoogte van 6 mm plausibel kan worden genoemd.

Wanneer we nu willen trachten de grootte der verdamping gedurende de exploitatieperiode te bepalen, stuiten we op de moeilijkheid, dat het verloop van het wadoekpeil nog niet bekend is en we zijn dus wel genoodzaakt vooruit te loopen op de later te vinden resultaten. Aangezien het wadoekpeil mede afhankelijk is van de grootte van de verdamping, kan men alleen probeerderwijze tot een oplossing komen.

Men kan nu voor de verschillende droogtejaren de totale verdamping bepalen door telkens het peil aan het begin van een exploitatiweek te nemen, hierbij het bijbehorende reservoiroppervlak af te lezen uit de oppervlaktekromme en dit te vermenigvuldigen met de bovenaangenomen 6 mm verdampingshoogte



per etmaal en met het aantal exploitatiedagen (zie het voorbeeld in *bijlage 6* voor een 50% droog jaar). Men vindt dan de gemiddelde totale verdamping gedurende de exploitatiweek. Deze berekening leidt tot de volgende resultaten voor de geheele periode:

Exploitatieperiode	Droogtejaar	Verliezen door verdamping in m^3
I Augustus — 20 October	50 %	436 700
I „ — 23 „	60 %	452 000
I „ — 24 „	70 %	463 200
I „ — 28 „	80 %	483 900
I „ — 31 „	90 %	503 400
I „ — 31 „	95 %	516 800

Hieruit zien we, dat hoe droger het is, hoe grooter de totale verdamping wordt. Zulks is echter geen gevolg van de toename der etmaalverdamping, want die is constant op 6 mm gesteld, doch een gevolg van het feit, dat het wadoekwater minder snel wordt afgelaten, waardoor de peilen hooger en de reservoir-oppeervlakken grooter blijven. Hierdoor ontstaat tevens een verlenging der exploitatieperiode, wat natuurlijk eveneens de verdamping doet toenemen.

Het gemiddelde van evengenoemde cijfers is rond 475 000 m³, wat 5% van de totale opgezamelde hoeveelheid water beteekent.

Hiermede hebben we den eersten factor, die van invloed is op den wadoekinhoud, voldoende toegelicht en komt punt 2, n.l. de regenval en de afvloeïngscoëfficiënt aan de orde.

2). Regenval en afvloeïngscoëfficiënt.

Reeds dadelijk zij opgemerkt, dat deze coëfficiënt feitelijk niet bekend is, door het afwezig zijn van een verdampingsmeter. Ook op dit punt zijn we dus voor onze latere berekeningen op schatting aangewezen. Hiertegen bestaat alleen dan geen bezwaar, wanneer we goed in het oog houden, dat de bedoeling van dit opstel niet in de eerste plaats is *definitieve* cijfers voor de exploitatie te produceeren, doch meer algemeene richtlijnen voor de verdere toekomst vast te leggen en een leidraad te geven voor de eerstkomende exploitatiejaren.

Reeds vroeger is opgemerkt, dat in het project voor den wadoekaanleg in de oostmoessonmaanden een afvloeïngscoëfficiënt van 0,4 voor het niet-reservoirgedeelte is aangenomen, hetgeen uiteraard een nog hoogere waarde meebrengt voor het gemiddelde over het totale stroomgebied, aangezien voor het wateroppervlak de factor 1 kan worden aangehouden. De indruk is verkregen, dat dit cijfer echter in vele gevallen aan den hoogen kant zal zijn.

Nemen we b.v. ter vergelijking eens de periode van 1—10 October 1934 (zie *bijlage 1*). Houden we een verdampingshoogte aan van 2 mm per etmaal ²⁾, dan bedraagt het hierdoor ontstane verliesquantum $10 \times 0,002 \times 365\,000 = 7\,300$ m³. Totaal is afgetapt 374 112 m³. Uit den wadoek is dus verdwenen 381 412 m³. De werkelijke vermindering van den reservoirinhoud bedraagt slechts 250 000 m³. Er moet dus 131 412 m³ door regenval zijn bijgekomen. De totale regenval op het stroomgebied heeft bedragen 605 129 m³, zoodat de afvloeïngscoëfficiënt dus wordt $\frac{131\,412}{605\,129} = 0,217$.

Het behoeft wel geen nader betoog, dat dit cijfer in den loop der exploitatieperiode aan sterke fluctuaties onderhevig zal zijn, aangezien tal van factoren als b.v. droogtegraad van het jaar, verdeling van den regenval over de beschouwde periode, alsmede het peil van den wadoek daarop hun invloed zullen doen gelden. Naar het verband tusschen al deze factoren zal eerst na eenige jaren, wanneer meer gegevens zijn verzameld, kunnen worden gezocht. Laten we dus voorloopig aannemen, dat de afvloeïngscoëf-

2) Dit cijfer is met opzet laag gehouden, omdat het in 6 van de 10 dagen vrij belangrijk heeft geregend. De kans, dat de gemiddelde etmaal-verdamping hierdoor niet onbelangrijk is gereduceerd, is dus groot.

ficiënt in de oostmoessonmaanden constant 0,2 bedraagt.

3). Verstrekingsdebieten.

Over den laatsten of derden factor, n.l. de verstrekingsdebieten, kunnen we kort zijn. Deze worden met voldoende betrouwbaarheid op de venturimeters afgelezen.

Nuttige wadoekinhoud.

Hetgeen ons nu verder in de eerste plaats interesseert is de totale hoeveelheid water, waarover men gedurende de exploitatieperiode voor de bevoeiing kan beschikken; deze grootheid zullen we den *nuttigen wadoekinhoud* noemen. Het zal straks blijken, dat door den regenval deze hoeveelheid in de meeste jaren grooter is dan de maximale wadoekinhoud. Alvorens nu de grootte van den regenval nader te beschouwen, moge nog een opmerking voorafgaan. Het zal straks blijken, dat het aanvangsmoment der exploitatieperiode steeds nagenoeg 1 Augustus is. Wanneer op ultimo Juni de wadoek vol is, dan kan men zich direct de vraag stellen, hoe of het staat met het verloop van den wadoekinhoud in de maand Juli.

Uit *bijlage 3* blijkt, dat de regenval in Juli in het algemeen niet gering is. Nu is deze maand in 1934 wel zeer bijzonder droog geweest. Slechts 2× werd regen geconstateerd, waarvan één regenbui van slechts gemiddeld 1 mm en één van 29 mm. Toch werd praktisch, niettegenstaande de verdamping, geen vermindering van den reservoirinhoud waargenomen.

Bijlage 3. Geclassificeerde regenvallen te Patoegoeran in de perioden: Juli, Augustus, 1 Augustus tot 30 September en 1 Augustus tot 15 October in de jaren 1900—1933.

Juli	Augustus	1 Augustus — 30 September	1 Augustus — 15 October
0	0	0	0
0	0	0	33
0	0	20	40
0	0	33	90
12	0	56	103
14	10	69	185
15	11	82	201
23	18	103	232
30	33	107	264
43	37	148	309
61	49	201	364
64	51	208	374
90	52	242	421
112	64	261	602
114	68	271	684
141	69	288	740
151	81	290	748
189	84	312	794
190	90	389	797
196	114	401	845
203	115	438	880
215	130	540	956
216	161	559	987
219	209	582	1 004
222	231	759	1 151
289	304	812	1 162
324	345	813	1 239
390	361	852	1 311
392	462	1 052	1 380
435	463	1 182	1 567
531	517	1 377	1 713
537	530	1 509	1 714
566	761	1 726	2 003
622	955	1 918	2 308

Nu moet men bij de beschouwing van dit verschijnsel er wel op bedacht zijn, dat in het vorig jaar de wadoek slechts tot 2,5 miljoen m³ was gevuld. Zou er b.v. dus toen in verband met een vertraging in de toestrooming in de voorafgaande periode, niet-tegenstaande het uitblijven van regen, toch nog afvloeijing op het reservoir plaats gehad hebben, dan mag men daaruit nog niet de conclusie trekken, dat zulks *steeds* en in de zelfde mate het geval zal zijn. Door een hooger wadoekstand, welke als regel in de maand Juli zal optreden, kunnen bronnetjes worden afgesloten en zal de hoeveelheid kwelwater door het damlichaam toenemen. Het reservoiroppervlak is bovendien belangrijk grooter bij vol reservoir, zoodat ook de verdamping een veel belangrijker rol zal spelen, en zoo zouden er nog enkele punten meer te noemen zijn. Hiertegenover blijft echter staan het feit, dat de regenval in het algemeen in de beschouwde maand veel hooger is dan het cijfer van 1934 aangeeft, zoodat eenvoudigheidshalve maar is aangenomen, dat we op 1 Augustus nog beschikken over 9,5 miljoen m³ water. Een hooger quantum is in ieder geval uitgesloten, aangezien het meerdere over den overlaat zou wegstroomen.

Tevens wordt nu duidelijk, waarom ir. Polderman in zijn artikel, waarin voornamelijk de droge jaren de aandacht vroegen, is uitgegaan van een vulgingsperiode van November tot ultimo Juni. Het zal n.l. juist in die droge jaren voorkomen, dat in de maand Juli t.g.v. de verdamping enz. geen toename, doch zelfs een afname van den reservoirinhoud plaats heeft. Stellen we den eisch van een vol reservoir op ultimo Juni, dan krijgen we in ieder geval nog de grootste hoeveelheid water beschikbaar, die onder die omstandigheden mogelijk is.

Na dit korte intermezzo gaan we thans over tot de nadere beschouwing van de dagregenvallen te Patogoeran voor de hier beschouwde maanden Augustus t.m. 15 October. We spreken hier reeds van 15 October, omdat we later zullen zien, dat deze datum in een gemiddeld droog jaar (50%) nagenoeg het einde der exploitatieperiode beteekent. In de drogere jaren ligt die datum tusschen 15 en 31 October in of zelfs nog daar voorbij. Strikt genomen zou men dus bij de berekening van de hoeveelheid water, welke gedurende de exploitatieperiode op het reservoir afstroomt, moeten uitgaan van de bij een bepaald droogtejaar behoorende periode b.v. 1 Augustus tot en met 23 October bij een 60% droog jaar enz. Deze werkwijze is echter vrij omslachtig, omdat men dan de berekening enkele malen zal dienen te herhalen, aangezien een wijziging in de op het reservoir afstroomende hoeveelheid wederom van invloed is op de lengte der exploitatieperiode.

Bij beschouwing der regencijfers blijkt echter, dat in de 1e helft van October minder regen valt dan in de 2e helft, zooals trouwens is te verwachten. Nu is het echter de vraag, of het juist gezien is om op het eind der exploitatieperiode op een vrij groote inhoudstoe name te rekenen. Immers een voorzichtige exploitant zal tijdig overgaan tot maatregelen, die de waterverstrekking beperken. Om deze reden is er op gerekend, dat in de tweede helft van October de regenval op iederen dag gelijk is aan het gemiddelde van den regenval in de eerste helft dier maand in het bijbe-

hoorende droogtejaar. Deze aanname is dus weer aan den veiligen kant.

Evenals zulks in ons vorig artikel voor de vulling in den westmoesson is geschied, gaan we ook nu bepalen, hoe groot de totale regenvallen zijn in de perioden Augustus, Augustus t.m. September, en Augustus t.m. 15 October. In *staat 1*, voorkomende in het artikel in No. 7 — 1935 van dit tijdschrift, zijn de maandregenvallen van het station Patogoeran voor de jaren 1900 — 1933 opgenomen. Daaruit kunnen de totalen in de genoemde perioden worden bepaald, terwijl in *bijlage 3* deze cijfers zijn gerangschikt naar hun grootte. Men kan vervolgens deze gegevens op Goodrich-papier uitzetten, waarbij dan zal blijken, dat de durlijnen dezer waarnemingen, inzonderheid voor de takken tusschen een 5% en een 50% nat jaar, rechte lijnen vormen.

Uit deze grafiek (hier niet opgenomen) zijn nu de volgende meest waarschijnlijke regencijfers gevonden voor de bijbehorende droogtejaren in de beschouwde perioden:

Droogtejaar	Te verwachten regenval in mm in							
	Aug.	1 Aug. t.m. Sept.	1 Aug. t.m. 15 Oct.	1 Aug. t.m. 20 Oct.	1 Aug. t.m. 23 Oct.	1 Aug. t.m. 24 Oct.	1 Aug. t.m. 28 Oct.	1 Aug. t.m. 31 Oct.
50%	92	349	660	764	—	—	—	—
60%	57	235	490	—	626	—	—	—
70%	33	152	348	—	—	466	—	—
80%	16	85	230	—	—	—	356	—
90%	5	33	115	—	—	—	—	203
95%	2	13	58	—	—	—	—	106

terwijl in onderstaanden staat de gegevens, betrekking hebbende op de verschillende maanden, zijn bijeengebracht:

Droogtejaar	Te verwachten regenval in mm in:		
	Augustus	September	1e helft Oct.
50%	92	257	311
60%	57	178	255
70%	33	119	196
80%	16	69	145
90%	5	28	82
95%	2	11	45

Met behulp van de cijfers uit de laatste kolom van dezen staat kunnen nu weer de totalen in de laatste 5 kolommen van den voorafgaanden staat worden berekend.

Vervolgens vinden we nu de wadoek-suppletie in de verschillende jaren door de regenhoogte voor de periode 1 Augustus t.m. 20 October (resp. 23 October enz.) te vermenigvuldigen met den bovenaangenomen afvloeiingscoëfficiënt 0,2 en het oppervlak van het stroomgebied (4,417 km²), terwijl de nuttige wadoek-inhoud voor de verschillende droogtejaren wordt verkregen door van de op 1 Augustus beschikbare 9,5 miljoen m³ de door verdamping verloren gegane hoeveelheden af te trekken en dit bedrag daarna te vermeerderen met de zooeven berekende suppleties.

We krijgen dan de volgende resultaten:

Droogte- jaar	Berekening nuttige wadoekinhoud in m ³			
	Inhoud wadoek in m ³	Verdam- pingsver- lies in m ³	Suppletie door re- genval in m ³	Nuttige wadoek- inhoud in m ³
50%	9 500 000	436 700	674 800	9 738 100
60%	idem	448 800	507 900	9 559 100
70%	idem	463 200	411 360	9 448 160
80%	idem	483 900	314 200	9 330 300
90%	idem	505 000	180 000	9 173 900
95%	idem	516 800	93 650	9 076 850

Waterverstrekking.

Nu we den nuttigen wadoekinhoud kennen voor de verschillende droogtejaren, kunnen we overgaan tot bespreking van de waterverstrekking.

In de in het artikel van ir. Polderman genoemde nota, behoorende bij het oorspronkelijk project, is gerekend op een nuttigen wadoekinhoud van 7 miljoen m³. Dit lage cijfer is een gevolg van het feit, dat niet gerekend werd op wadoeksuppletie ten gevolge van den regenval, terwijl daarentegen wel rekening werd gehouden met de verdamping. Voorts is uitgegaan van de gedachte, dat de meest economische verstrekkingperiode zou liggen tusschen 1 Augustus en eind October. Op deze basis komt men tot de volgende verstrekkingquanta in de verschillende maanden:

Augustus (31 d) 1 429 860 m³;
 September (30 d) 2 767 470 m³;
 October (31 d) 2 859 719 m³.

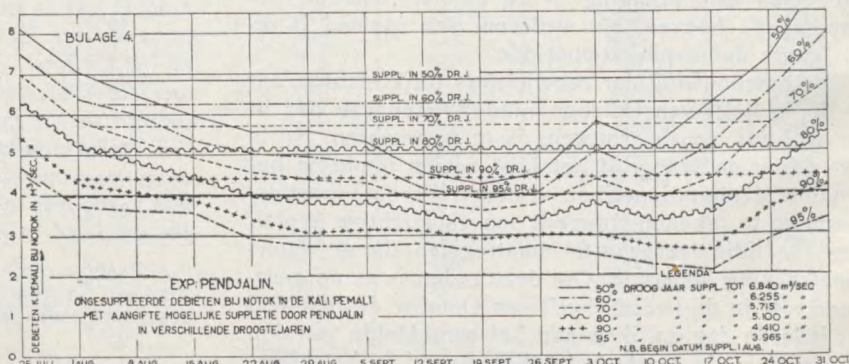
Ten einde ook voor de tweede helft van October voldoende water beschikbaar te hebben, is het debiet voor Augustus gesteld op de helft van dat der volgende maanden.

Bij dit schema is uitgegaan van een waterverstrekking aan een rietaanplant, welke in grootte overeenkomt met de bij de Pendjalin-uitbreiding vastgestelde oppervlakten en is voorts rekening gehouden met de waargenomen lage Pemali-debieten in de laatste helft van October.

Nu is er echter in de laatste jaren verandering in deze situatie gekomen door de bestrijding van den witten padiboorder in het West-Pemaligebied. Door den Landbouwvoorlichtingsdienst wordt n.l. de datum vastgesteld, waarna men eerst met den westmoesson-padiaanplant mag beginnen. Deze datum, die verband houdt met de vlucht der vlinders, valt in den regel eerst eind November of begin December. Door dezen laten aanzet van den westmoesson aanplant in het grootste deel van het Pemaligebied is van het vroeger hinderlijke watertekort in de tweede helft van October in de laatste jaren geen sprake meer, integendeel is meestal een surplus aanwezig. De wadoeksuppletie behoeft dus na 15 October eigenlijk niet meer plaats te hebben, uitgezonderd dan in een zeer droog jaar.

De vraag is nu volgens welk beginsel het periodiek te suppleeren debiet moet worden bepaald. Een nageoeg constante waterverstrekking kan moeilijk rationeel worden geacht, omdat de Pemalidebieten in het begin van den oostmoesson belangrijk grooter zijn dan in de latere maanden.

Bij nadere beschouwing blijken er twee factoren te zijn, die *van invloed zijn* op de grootte der suppletie. Deze zijn in de eerste plaats de Pemalidebieten bij de prise d'eau Notok, het punt, waar de waterverstrekking aan het Beneden-Pemaligebied een aanvang neemt, en voorts de *waterbehoefte* van laatstgenoemd gebied en de daarmee samenhangende aard en uitgestrektheid van den aanplant. Aangezien de uitgestrektheid van den aanplant vooral zal afhangen van het profijt, dat van het Pendjalinwater zal kunnen worden getrokken, bestaat daaromtrent thans weinig zekerheid, zoodat zij voorloopig buiten beschouwing moet worden gelaten. Voor onze verdere berekening zullen we dus alleen uitgaan van de bij Notok gemeten Pemalidebieten onder aanname voorts, dat de waterbehoefte van het geheele gebied *constant* is.



Noodig was het daarom deze debieten aan een nader onderzoek te onderwerpen en wel volgens de meer toegepaste Goodrich-methode. Daartoe is nagegaan het verloop der debieten in de verschil-

lende droogtejaren (50, 60, 70, 80, 90 en 95%). In *bijlage 4* zijn de resultaten dezer berekeningen grafisch voor de periode 25 Juli tot 31 October uitgezet (de gerangschikte debieten vindt men in *bijlage 5*).

Bijlage 5. Gemiddelde beschikbare debieten bij Notok in de K. Pemali in de jaren 1919 — 1933 in volgorde van hun grootte in m³/sec.

22—28 Juli	29 Juli 4 Aug.	5—11 Aug.	12—18 Aug.	19—25 Aug.	26 Aug. 1 Sept.	2—8 Sept.	9—15 Sept.	16—22 Sept.	23—29 Sept.	30 Sept. 6 Oct.	7—13 Oct.	14—20 Oct.	21—27 Oct.	28 Oct. 3 Nov.	Percentage (nat jaar)
4,48	4,19	3,81	3,43	2,78	2,40	2,55	2,87	2,65	2,77	2,40	2,53	2,01	2,54	3,65	3,33
5,23	4,35	4,00	3,51	3,39	3,54	3,33	3,09	3,12	3,01	2,85	2,65	2,38	3,38	3,95	10,00
5,69	5,16	4,55	4,28	3,77	3,61	3,60	3,37	3,28	3,54	3,68	3,15	2,74	4,85	4,21	16,67
6,64	5,33	4,60	4,73	4,10	3,75	4,44	3,43	3,29	3,54	3,72	3,47	3,68	5,37	6,50	23,33
6,79	5,47	5,58	4,98	4,55	4,36	4,49	3,82	3,79	3,81	4,27	3,73	4,59	5,40	7,25	30,00
7,11	5,86	5,76	5,03	4,64	5,38	4,62	4,05	3,87	4,01	5,42	3,96	5,10	5,94	7,55	36,67
8,54	6,98	6,37	5,89	4,72	5,44	4,94	4,26	4,09	4,08	5,51	4,47	5,11	6,60	7,68	43,33
8,78	7,29	6,54	5,92	5,44	5,80	5,03	4,58	4,23	4,54	5,57	5,19	5,14	7,98	8,99	50,00
8,79	7,61	6,64	6,27	6,03	5,89	5,20	4,83	4,33	5,18	6,16	6,12	5,92	8,34	10,40	56,67
8,88	7,73	7,43	6,66	6,39	6,87	5,76	4,86	4,44	5,18	6,40	6,61	6,71	8,75	11,65	63,33
8,98	8,09	8,14	7,55	6,43	7,03	6,10	5,08	5,19	5,35	7,37	7,49	8,43	9,12	14,17	70,00
9,18	8,63	8,42	8,38	7,48	7,47	6,31	5,18	5,65	7,41	8,82	8,06	11,13	9,64	14,42	76,67
9,93	9,30	8,66	8,82	8,72	7,58	9,30	5,76	5,95	7,57	12,27	9,78	12,48	11,37	15,64	83,33
9,96	9,78	9,70	9,13	8,81	10,36	9,78	9,51	8,16	10,32	13,19	12,77	13,35	15,65	17,68	90,00
11,07	10,52	10,95	9,87	9,26	12,97	9,89	11,58	11,39	11,49	13,51	18,58	20,00	22,56	24,54	96,67

Hierbij is gebruik gemaakt van de waarnemingen in de jaren 1919 t.m. 1933 en is voor de in even genoemde grafiek aangeduide data (1 Augustus, 8 Augustus enz.) het gemiddelde genomen van de week, waarvan die datum den middelsten dag vormt. De hierdoor verkregen benadering der debietkromme wordt voor het onderhavige doel alleszins voldoende geacht.

Hieruit zien we, dat in alle droogtejaren in de laatste week van Juli een ernstige debietinzinking inzet, hetgeen in overeenstemming is met de in dezen opgedane ervaring. Eveneens is daaruit waar te nemen, dat in de laatste week van October het debiet over de geheele linie belangrijk stijgt.

Het behoeft wel geen uitvoerig betoog, dat in een bepaald jaar de waargenomen debieten bij Notok zich om de lijn van het bijbehorende droogtejaar zullen bewegen.

Zooals reeds boven is opgemerkt, is nu uitgegaan van de praemisse, dat de debieten bij Notok gedurende ieder droogtejaar constant moeten blijven, hetgeen dus beteekent: een aanname van een constante waterbehoefte gedurende de wadoekverstrekking-periode. De grootte van dat constante debiet is voor elk droogtejaar anders, aangezien, behalve de grootte van het „dal” tusschen de lijn van het constant debiet en de ongesuppleerde Notokdebetkromme, ook de nuttige wadoekinhoud voor elk jaar wisselt.

Echter vormen de beide genoemde factoren, n.l. constant debiet enerzijds en limiteering tot den nuttigen wadoekinhoud anderzijds, de voorwaarden ter bepaling van de hoogteligging van de verstrekkingslijn. De uit den wadoek af te laten hoeveelheden zijn dus uit deze grafiek af te lezen als de verschillen tusschen het constante debiet en de ongesuppleerde gemiddelde kalidebieten. In den ondervolgenden staat

zijn, telkens voor de periode van een week, deze quanta nader aangegeven.

Suppletie uit wadoek Pendjalin in eenige droogte jaren

Verstrekk. periode	50% Dr. j.	60% Dr. j.	70% Dr. j.	80% Dr. j.	90% Dr. j.	95% Dr. j.
1 — 7 Aug.	0,185	0,105	0,150	0,140	0,250	0,305
8 — 14 Aug.	0,625	0,560	0,550	0,485	0,440	0,375
15 — 21 Aug.	1,075	1,050	0,955	0,910	0,785	0,725
22 — 28 Aug.	1,275	1,250	1,230	1,225	1,195	1,150
29 Aug. — 4 Sept.	1,410	1,375	1,360	1,310	1,315	1,240
5 — 11 Sept.	1,935	1,775	1,650	1,450	1,300	1,205
12 — 18 Sept.	2,455	2,210	2,000	1,730	1,425	1,295
19 — 25 Sept.	2,475	2,255	2,025	1,800	1,475	1,315
26 Sept. — 2 Oct.	1,695	1,660	1,650	1,535	1,425	1,350
3 — 9 Oct.	1,355	1,500	1,590	1,550	1,585	1,595
10 — 16 Oct.	1,115	1,440	1,585	1,655	1,780	1,790
17 — 23 Oct.	0,290	0,525	0,700	1,095	1,305	1,475
24 — 31 Oct.	—	—	—	0,300	0,510	1,855
Max. verbr. in millioen m ³	9,507	9,461	9,358	9,154	8,981	8,893
Nuttige wadoek- inhoud	9,74	9,56	9,45	9,33	9,17	9,08

N. B. In natte jaren schema voor 50% droog jaar aanhouden.

Hierbij dient men wel in het oog te houden, dat deze berekening in ieder geval na een jaar of 5 moet worden herhaald, omdat door ontbossing e.d. de rivierdebieten vermoedelijk nog steeds terugloopen en onze grafiek dus dan op dit punt wellicht weer wijziging behoeft.

Deze methode, die door den vorigen sectie-ingenieur van Tegal, ir. W. S w a a n is uitgedacht en uitgewerkt, bezit bijzondere aantrekkelijkheden. Met

het oog op het zich nog op de wadoekexploitatie in te stellen cultuurschema in het Pemaligebied, zal men zich later een nauwkeuriger beeld kunnen vormen omtrent de waterbehoefte volgens dat toekomstige schema en komt men wellicht tot de conclusie, dat die totale waterbehoefte in de beschouwde oostmoessonperiode niet steeds constant zal zijn; in dat geval zal men de horizontale lijn, die het debietdal aan de bovenzijde afsluit, kunnen vervangen door een kromme of gebroken lijn, waarna deze berekening herhaald dient te worden. Dit eischt vanzelf eenig meerder rekenwerk, doch heeft men zich eenmaal deze moeite gegeven, dan kan bij het uitblijven van belangrijke wijzigingen in het cultuurschema van het Pemaligebied lange jaren een nuttig gebruik daarvan worden gemaakt.

Voor de goede orde mogen de gestabiliseerde debieten bij Notok in de verschillende droogtejaren hieronder nog een plaats vinden:

50% — 6,84 m ³ /sec;	80% — 5,100 m ³ /sec;
60% — 6,255 „ ;	90% — 4,410 „ ;
70% — 5,715 „ ;	95% — 3,965 „ ;

Thans is de praktische vraag aan de orde, hoe we nu eigenlijk moeten exploiteeren, want vanzelfsprekend weten we nooit vooraf, welke droogtegraad ons te wachten staat. Hierdoor zijn we dus wel gedwongen ons telkenmale te oriënteren naar een achterliggende periode en wel op de volgende wijze.

Na een week van exploitatie, waarin de schuiven van den wadoek niet worden veresteld, nemen we het gemiddelde der in die periode — met aftrek van de suppletie — bij Notok voorgekomen debieten en gaan na met welk droogtejaar dit debiet overeenkomt ³⁾. Dit kan dus gebeuren op *bijlage 4*. Bij het gevonden droogtejaar bepalen we nu de grootte van het gestabiliseerde debiet en daaruit het bedrag der suppletie. In den *staat*, voorkomend op pagina VI 155, zijn voor de verschillende droogtejaren weeksgewijze die quanten nader aangegeven. De dan gevonden hoeveelheid wordt in de *komende* week verstrekt. Een voorbeeld moge een en ander nog verduidelijken.

Vinden we, dat in de exploitatieweek van 15 — 21 Augustus de debieten bij Notok schommelen tusschen 5,5 en 4 m³/sec en werd in die periode 1,050 m³/sec uit Pendjalin gesuppleerd, dan zoekt men op *bijlage 4*, welk gemiddeld droogtejaar bij een debiet van 5,5 — 1,050 = 4,45 m³/sec tot 4 — 1,050 = 2,95 m³/sec behoort en vindt dan een 90% droog jaar. Volgens den evenbedoelden *staat* behoort de suppletie dan 1 195 l/sec te zijn in de periode 22 t.m. 28 Augustus. Heeft men natter jaren dan 50%, dan kan men wel veilig uitgaan van de suppletie, behorende bij een 50% droog jaar.

Wanneer we nu nog even *bijlage 4* wat nader bekijken, dan is het zeer opvallend, dat de aanvangsdata van de suppletie uit Pendjalin in alle droogtejaren zeer dichtbij 1 Augustus liggen. Deze datum kan

derhalve worden gefixeerd. Dalen nu de debieten in Juli reeds belangrijk, dan is het steeds geraden om aan den drang van belanghebbenden om met de wadoeksuppletie te beginnen niet toe te geven, een catastrofaal geval natuurlijk uitgezonderd.

Het eind der exploitatieperiode is echter uiteenlopend. In de zeer droge jaren komen de minimale debieten eerst in October voor, zoodanig zelfs, dat dan, — als uitzondering op den regel — voor de westmoessonbevloeiing van het Oost-Pemaligebied, waar de normale plantdatum (15 October) met het oog op de witte boorderbestrijding *niet* hoeft te worden verlaet, in de tweede helft dier maand onvoldoende water beschikbaar is. Voortzetting der wadoeksuppletie is in zulke tijden dan zeer zeker gewenscht, waardoor de droogleggingsperiode, die feitelijk in de laatste helft van October is gedacht, tot een minimum moet worden beperkt en de vulling zoonoodig eerst eenige dagen na 1 November een aanvang zal moeten nemen. Dit laatste is geen bezwaar, omdat — zooals in het meergenoemd artikel van ir. Polderman werd gevonden — bij sluiting op 1 November in een 85% droog jaar de wadoek ultimo Juni bijna gevuld is. In de eerste plaats zou het wel zeer toevallig zijn, indien 2 zeer droge jaren elkander onmiddellijk opvolgden, en bovendien hebben we toch altijd nog de speling van de maand Juli, waarin in vele gevallen de toestrooming naar den wadoek hooger is dan de verliezen door verdamping en kwel.

In aansluiting met reeds bovengemaakte opmerkingen willen we er nog op wijzen, dat waar juist in October zich een belangrijke wijziging in het cultuurplan voordoet (de westmoessonpadiaanplant in het Oost-Pemaligebied neemt dan een aanvang), daarmee dus ook de waterbehoefte verandert. Inzonderheid dit deel der grafiek zal in de komende jaren dan ook de bijzondere aandacht van den exploitant moeten hebben.

Men kan nu het exploitatieschema voor resp. een 50, 60, 70, 80, 90 en 95% jaar nader uitwerken. Een voorbeeld van een dergelijk schema is voor een 50% droog jaar gegeven in *bijlage 6*. In kolom 1 zijn de exploitatieperioden aangegeven. Kolom 2 en 3 vermelden de te verstrekken hoeveelheden in m³/sec en in m³ totaal. In kolom 4 is de te verwachten verdamping aan de hand van het bekende wadoekpeil en op een basis van 6 mm per etmaal bepaald. Kolom 5 geeft dan aan de totale inhoudsvermindering van den wadoek in de beschouwde periode. Voor de berekening der inhoudstoename t.g.v. atmosferischen neerslag is aangenomen, dat een evenredige verdeling daarvan over de dagen der maand plaats heeft. De maandregenvallen zijn reeds boven gecijferd, zoodat rekening houdende met een stroomgebied van 4,417 km² en een afvloeiingscoëfficiënt van 0,2 ⁴⁾, kolom 6 kan worden ingevuld. Kolom 7 geeft de algebraïsche som der kolommen 5 en 6, terwijl 8 en 9 de resp. hierbij berekende wadoekinhouden en -peilen weergeven.

3) Verliezen tusschen wadoek en prise d'eau zijn hierbij verwaarloosd, wat naar de algemeene ervaring geoordeeld, in de meeste gevallen wel nagenoeg met de werkelijkheid zal strooken, omdat bij vermeendering van een kalidebiet — voornamelijk als deze kali de lage terreinzakken volgt — de verliezen slechts in onbeduidende mate zullen toenemen.

4) De laatste ervaring van dezen zeer drogen oostmoesson (1935) leert reeds, dat den afvloeiingscoëfficiënt nog belangrijk beneden dit cijfer kan dalen; i.v.m. den lagen regenval in die droge maanden is dit echter niet van groote beteekenis.

Bijlage 6. Berekening meest waarschijnlijke inhoud en meest waarschijnlijk peil in een 50% droog jaar op verschillende tijdstippen gedurende de exploitatie

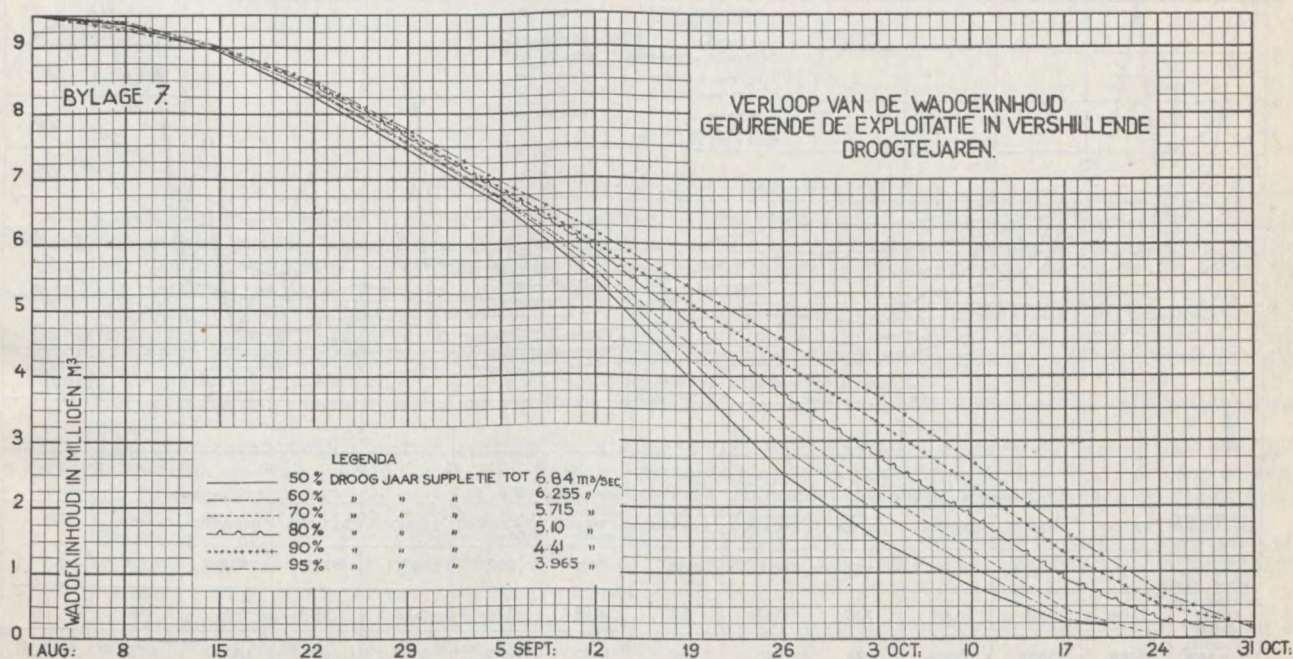
Exploitatie-periode (e.p.)	Af te tappen hoeveelheid m ³ /sec	Uit reservoir in e.p. onttrokken m ³	In e. p. verdampt m ³	Totaal van kolom 3 en 4 m ³	In e. p. door regenval bijgekomen m ³	Algebraische som van kolom 5 en 6 m ³	Inhoud reservoir op eind e. p. m ³	Peil reservoir op eind e. p.	Toelichtingen
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tot 1 Aug.	—	—	—	—	—	—	9 500 000	339,50	e.p. = exploitatieperiode. Gestabiliseerd debiet bedraagt 6,84 m ³ /sec. Nuttige wadoekinhoud 9 738 100 m ³ .
1 — 7 Aug.	0,185	112 000	52 300	164 300	18 400	145 900	9 354 100	339,38	
8 — 14 Aug.	0,625	378 000	52 000	430 000	18 400	411 600	8 942 500	339,04	
15 — 21 Aug.	1,075	650 000	50 900	700 900	18 400	682 500	8 260 000	338,48	
22 — 28 Aug.	1,275	771 000	49 100	820 100	18 400	801 700	7 458 300	337,75	
29 Aug. — 4 Sept.	1,410	853 000	46 800	899 800	38 100	861 700	6 596 600	336,98	
5 — 11 Sept.	1 935	1 170 000	44 200	1 214 200	53 000	1 161 200	5 435 400	335,80	
12 — 18 Sept.	2,455	1 485 000	40 200	1 525 200	53 000	1 472 200	3 963 200	334,18	
19 — 25 Sept.	2,475	1 497 000	34 600	1 531 600	53 000	1 478 600	2 484 600	332,16	
26 Sept. — 2 Oct.	1,695	1 025 000	27 300	1 052 300	74 400	977 900	1 506 700	330,46	
3 — 9 Oct.	1,355	820 000	21 000	841 000	128 200	712 800	793 900	328,80	
10 — 16 Oct.	1,115	674 000	14 700	688 700	128 200	560 500	233 400	326,50	
17 — 20 Oct.	0,290	100 000	3 600	103 600	73 300	30 300	203 100	326,30	
Totalen.....		9 535 000	436 700	9 971 700	674 800				

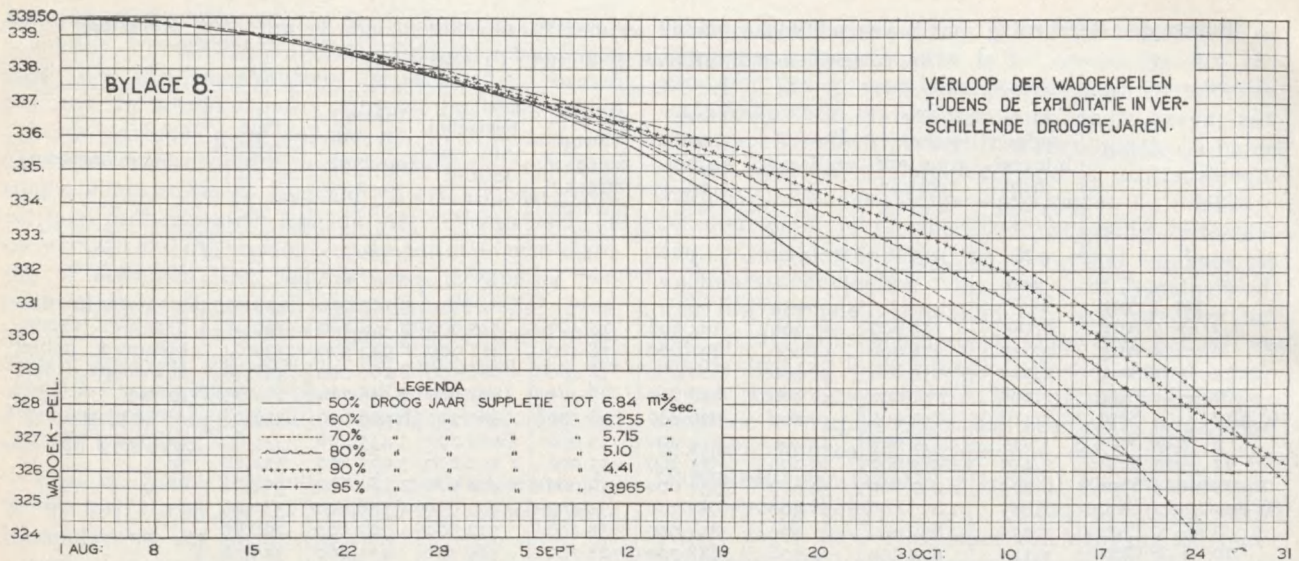
Bij uitwerking blijkt, dat bij de hier voorgestelde schema's op het einde der exploitatieperiode steeds een surplus in den wadoek overblijft. Zulks was reeds te verwachten, omdat bij vergelijking van den nuttigen en van den verbruikten wadoekinhoud in den staat, voorkomende op pagina VI 155, blijkt, dat de eerste steeds grooter is dan de laatste. Dit is uit den aard der zaak geen bezwaar, omdat deze speling de veiligheid van het schema verhoogt.

Aan de hand der boven besproken tabellen zijn nu in de *bijlagen 7 en 8* de meest waarschijnlijke inhoud en peilen voor de verschillende droogtejaren nader grafisch uitgezet. Deze lijnen geven een zeer overzichtelijke controle op den op een gegeven mo-

ment gedurende de exploitatie aanwezigen wadoekinhoud.

Ten einde nu de boven uitgewerkte methode op een concreet geval toe te passen is nagegaan, welke resultaten zouden zijn bereikt, zoo in het jaar 1930 wadoeksuppletie zou hebben plaats gehad. Daartoe zijn op de *bijlage 9* de werkelijk opgetreden Notokdebieten grafisch uitgezet en de suppletie bepaald op de ons thans bekende wijze. Hieruit blijkt in de eerste plaats, wat met den bouw van een wadoek als Pendjalin, die gezien de grootte van het daarvan profijt trekkende gebied (44 000 bouw) zeker niet tot de groote reservoirs mag worden gerekend, nochtans bereikt kan worden.





Zooals blijkt zou men in het jaar 1930 ongeveer 1,2 miljoen m^3 hebben overgehouden, hetgeen op de 9,5 miljoen m^3 een belangrijk bedrag is. Bij oppervlakkige beschouwing zou men dit een ietwat vreemd resultaat kunnen achten, omdat men zich toch zoo nauw mogelijk aan den droogtegraad van het jaar heeft aangesloten.

Toch is dit resultaat begrijpelijk, hetgeen uit de volgende redeneering moge blijken.

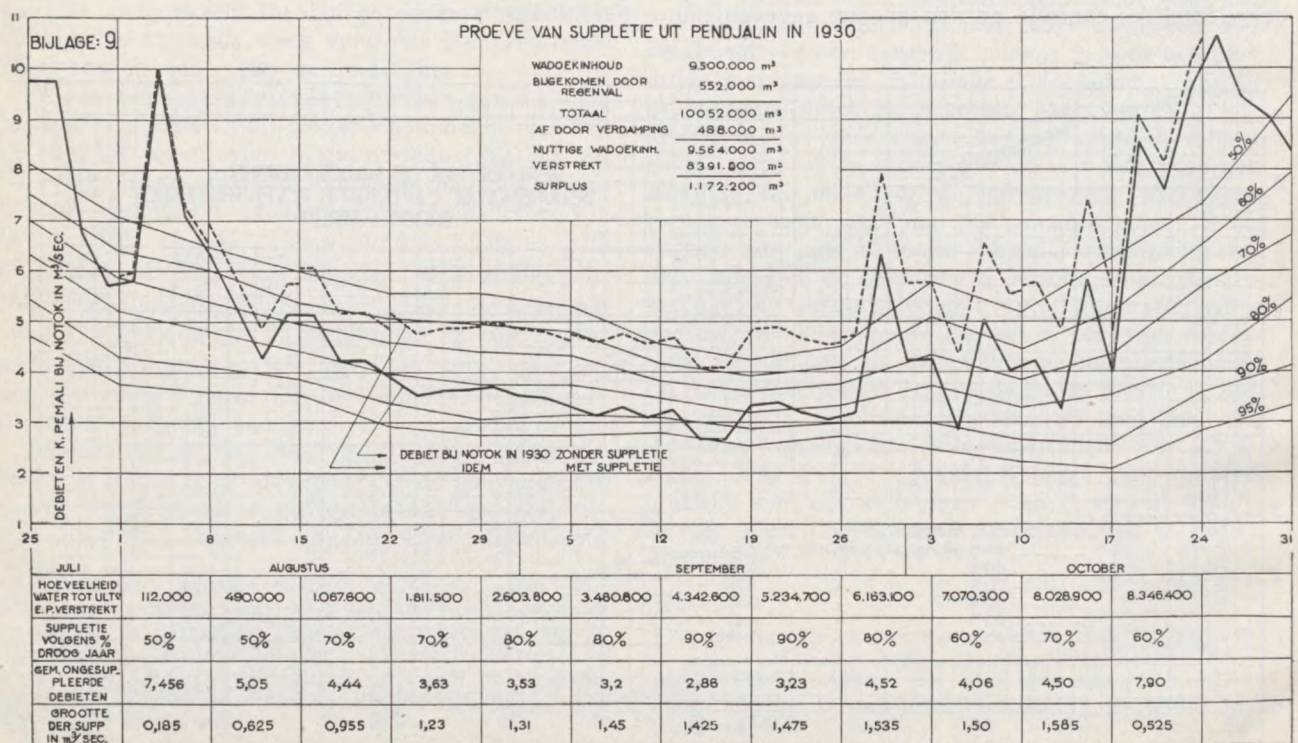
Zooals de grafiek (bijlage 9) doet zien, is het jaar 1930 aanvankelijk zeer droog, doch in het laatste deel van het exploitatie-tijdvak treedt een veel natere periode in.

Raadplegen we nu den staat op pagina VI 155 dan zien we, dat in Augustus en September (alleen de eerste week maakt hierop een uitzondering) de grootte der suppletie toeneemt met de natheid van het jaar. Hoe natter het dus is, hoe meer water uit Pendjalin

wordt afgelaten en omgekeerd. Voor 1930 krijgen we dus het geval, dat in de beide eerste maanden betrekkelijk weinig is gesuppleerd.

Nu komt echter October met een vrij plotselinge en niet onbelangrijke debietstoeiname. Uit den evengenoemden staat zien we echter weer, dat in deze maand de grootte der suppletie omgekeerd evenredig is aan den droogtegraad van het jaar. Hoe natter het is, doe minder men suppleert. In 1930 zal dus ook voor de laatste exploitatiemaand betrekkelijk weinig behoeven te worden afgelaten, zoodat dus gedurende de geheele periode de waterversprekking gering is geweest en dus het surplus belangrijk.

Het omgekeerde geval is evengoed mogelijk. Begint men met een vrij nat jaar en gaat dat tegen October over in een zeer droog jaar, dan zou voortdurend een hoog quantum moeten worden gesuppleerd, waardoor op het eind een tekort ontstaat.



Een dergelijke berekening gaf voor het jaar 1925 een tekort van rond 327 000 m³. Dit is op de 9,5 miljoen m³ een veel mooier resultaat dan 1930 te zien geeft. Toch blijkt ook hier de aanpassing aan den nuttigen wadoekinhoud niet volmaakt.

Beide voorbeelden demonstreeren op duidelijke wijze waar de zwakheden van de hier uitgewerkte methode liggen. Al heeft men zich bij het bepalen der suppletie voor de onderscheiden perioden zoo nauw mogelijk aangepast aan den bijbehorenden droogtegraad, het feit blijft bestaan, dat al heeft men daarmee den *gemiddelden* droogtegraad van de exploitatieperiode in zijn geheel benaderd, de totaal gesuppleerde hoeveelheid nog zeer uiteenlopend kan zijn en dus de afwijkingen van den nuttigen wadoekinhoud zeer verschillend.

Men zou deze quaestie ook als volgt kunnen toelichten. Wanneer men in een bepaalde week b.v. het quantum voor een 80% droog jaar suppleert, dan dient men daarbij in het oog te houden, dat deze hoeveelheid feitelijk is bepaald in de vóóronderstelling, dat gedurende de geheele verdere exploitatieperiode de zelfde droogtegraad optreedt. Alleen alle daarbij behorende suppleties geven het totaal, dat gelijk is aan den nuttigen wadoekinhoud.

Het zou immers ook wel zeer merkwaardig zijn, wanneer men bij alle mogelijke combinaties van de in den laatstbedoelden staat neergelegde verstrekingsdebieten steeds den nuttigen wadoekinhoud dicht benaderde.

Bovendien is, voor zoover bekend, een betere benaderingsmethode niet voorhanden. Men weet voorts nooit, wat de grilligheid der natuurverschijnselen in de directe toekomst brengt. Alleen wanneer het mogelijk zou zijn, een verband te ontdekken tusschen de bekende verschijnselen van het heden en de werkelijkheid van de toekomst, waarmede een nieuwe vergelijking tot oplossing van de onbekende zou kunnen

worden opgesteld, zouden nieuwe perspectieven kunnen worden geopend.

Slotbeschouwingen.

Ten slotte nog enkele beschouwingen omtrent de resultaten, die met het Pendjalinwater zijn te bereiken op het punt der aanplantuitgestrektheid.

Gaan we uit van een suikerrietaanplant van rond 6 000 bouw, hetgeen de toekomstige uitgestrektheid in het Pemaligebied is met inbegrip van de door Pendjalin verkregen uitbreiding, en rekenen we nu voorts op 1000 bouw preferente sadon (oostmoessonpadi) in de bandjirgolongan in de omgeving van Brebes, dan kan onder aannahme van een verliespercentage tusschen de prise d'eau en het veld van 40% van het debiet, gerekend bij de stuw, of 67% (2/3) van de verstrekte pasten op het veld, bij een 24 uur verstrekking op het veld van 0,15 l/s/b aan riet, 0,8 l/s/b aan padi en 0,12 l/s/b aan polowidjo in een gemiddeld, dus 50% droog jaar, nog ruim 20 000 bouw polowidjo worden geplant, aangezien het gestabiliseerde debiet voor dat jaar 6,840 m³/sec bedraagt. Dit is reeds een hoog cijfer, als men rekent, dat in het vrij normale jaar 1934 slechts 1250 bouw riet in den grond is gebracht, terwijl de uitgestrektheid aan polowidjo een maximum van 16 000 bouw heeft bedragen.

In een 95% droog jaar zouden bij dezelfde pasten voor 6 000 bouw riet en 1 000 bouw padi 5 750 bouw met polowidjo kunnen worden geplant.

Uit deze enkele cijfers ziet men reeds, dat de inheemsche bevolking, zelfs bij een volledige occupatie der rietuitbreiding, toch ook belangrijke voordeelen van het Pendjalinreservoir geniet. Wellicht dat nadere studie nog verdere perspectieven opent, doch gemeend wordt, dat voorloopig voldoende inzicht is verkregen om in de eerstkomende jaren een bruikbare basis voor de wadoekexploitatie te vormen.

Het Provinciaal Waterbouwkundig Laboratorium te Semarang¹⁾

(1 Juni 1934 — 1 Juni 1935)

door

ir. D. H. ARENDS,

ingenieur bij 's Lands Waterstaat met verlof.

Voorwoord: De wisseling in de dagelijksche leiding van het provinciaal waterbouwkundig laboratorium te Semarang, in verband met het vertrek van ir. A r e n d s met buitenl. verlof, bood een ongezochte gelegenheid tot het opstellen van een overzicht betreffende genoemd laboratorium in zijn huidige omvang, van de daarin gedurende een jaar verrichte proeven, zoomede van de bereikte resultaten.

Het lijkt niet overbodig er de aandacht op te vestigen, dat het Semarangsch laboratorium het uitgesproken karakter draagt van een veldlaboratorium; de daar aangezette modelproeven beoogen in de eerste plaats een spoedige en zuiver practische oplossing van de zich in de practijk van den Waterstaatsdienst van de Provincie Midden-Java voordoende problemen.

Het laboratorium mocht zich echter ook in de beschouwde periode wederom verheugen in enkele opdrachten van buiten.

Van overwegend belang met betrekking tot eerstgenoemde taak is gebleken de centrale ligging, omdat contact met de practijk in vele vormen niet kan worden ontheerd (plaatselijk onderzoek van het object, dat beproefd zal worden; het vernemen van de ervaring door de beheerders daarmede opgedaan; onderzoek naar de conditie van den plaatselijken bodem; vaak noodig nader overleg tijdens de proef enz.).

De tot op heden genomen proeven hebben geleid tot besparingen bij de uitvoering van werken van meerdere tienduizenden guldens, terwijl exploitatiemoelijkheden bij bestaande kunstwerken uit den weg konden worden geruimd.

1) Ter publicatie aangeboden namens het hoofd van den Prov. Waterstaatsdienst van M.-Java en voorzien van een voorwoord door ir. W. H. Steenaart. Red.

Inleiding.

De inrichting van het provinciaal waterbouwkundig laboratorium te Semarang is in het verslagjaar niet onbelangrijk uitgebreid, zie fig. 1. De wijzigingen bestaan in:

- 1e) een vergroting van het terrein voor waterloopkundige proefnemingen;
- 2e) de inrichting van een laboratorium voor grondonderzoek;
- 3e) de oprichting van een station voor verdampingswaarnemingen.

De waterloopkundige afdeling.

Ten einde tegemoet te komen aan de gevoelde behoefte aan modelproeven op grotere schaal dan tot dusverre mogelijk was, is n.l. het bestaande proefterrein uitgebreid met een door afgraving op de juiste hoogte gebrachten lap grond van ongeveer 1 000 m². Daartoe was het o.a. noodig de bestaande werkloods over te brengen naar de overzijde van de Pendrikanleiding.

Het nieuwe proefterrein wordt bediend door een inlaat met R o m i j n-schuif met een capaciteit van 300 l/sec. Het beschikbare verval bedraagt 75 à 90 cm.

De bestaande proefterreinen 1a en 1b werden door omlegging van de afvoerleiding, waardoor zij tot dusverre gescheiden waren, naar den rand van het terreinen tot één aaneengesloten terrein vereenigd, eveneens met de bedoeling modellen van rivierbochten e.d. op grotere schaal dan tot dusverre te kunnen uitvoeren.

Op het oogenblik wordt derhalve beschikt over:

een proefterrein (No. 1a-b)	ca 300 m ²
een proefterrein (No. 6)	ca 300 „
een proefterrein (No. 8)	ca 1000 „
een proefgoot (No. 2) 2,00 × 0,75 ×	4,00 m
een glazen	
proefgoot (No. 3) 0,70 × (0,5 à 0,7) ×	8,00 „

een proefgoot (No. 4)	2,25	×	—	×	9,00	m
een proefgoot (No. 5)	6,00	×	0,55	×	12,30	„
een proefgoot (No. 7)	1,20	×	0,86	×	13,00	„

De proefgoten worden over het algemeen gebruikt voor modellen van enkele kunstwerken. De glazen proefgoot dient voor tweedimensionale onderzoeken (mooten van stuwdammen e.d.), terwijl de proefterreinen in de eerste plaats bestemd zijn voor modellen van rivierbochten en andere groote objecten. Het werken op grotere schaal brengt mee, dat de bouw van de modellen dikwijls meer tijd vordert. Om bovendien de modellen zoo lang mogelijk te kunnen laten staan met het oog op eventueel benodigde nadere onderzoeken naar aanleiding van tijdens de uitvoering verkregen gegevens enz., is het gewenscht over meerdere proefterreinen en goten te beschikken.

Bovendien wordt hierdoor een meer soepele werkwijze verkregen; modellen voor minder urgente onderzoeken kunnen van te voren gereed gemaakt worden, terwijl met de proefnemingen gewacht wordt tot daarvoor tijd beschikbaar is.

Bij de modellen dient zorg gedragen te worden, dat de snelheid voldoende is om het bodemmateriaal voldoende in beweging te doen komen.

Hiertoe staan twee wegen open:

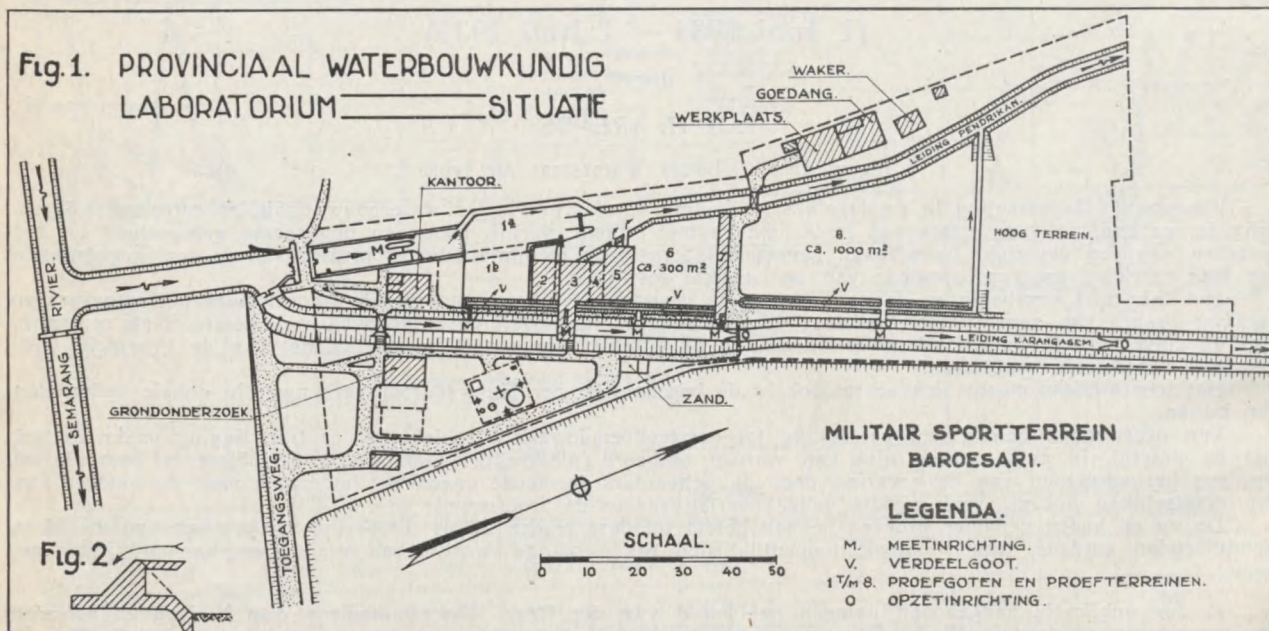
- 1e) gebruik van een voldoende groote modelschaal, waarbij als bodemmateriaal meestal zand kan dienen;
- 2e) gebruik van een lichter bodemmateriaal (gemalen puimsteen of bruinkool e.d.) bij kleinere modellen.

Het laatste wordt nogal kostbaar en stelt wegens de kleinere schaal van het model ook hogere eischen aan de meettechniek. In Kalisari ²⁾ wordt daarom meestal de eerste weg gevolgd. In het uiterste geval kan de verticale schaal in verhouding tot de horizontale vergroot worden.

De modellen van kunstwerken e.d. worden ver-

2) Plaats van het laboratorium.

Fig. 1. PROVINCIAAL WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM — SITUATIE



vaardigd van hout of gemodelleerd in klei en afgepleisterd met P. C.-specie. Waterstanden worden afgelezen met haakpeilschalen, voorzien van nonius, welke aflezing in 0,1 mm toelaten. Nauwkeurige debietmetingen worden verricht met een meet-schot van Rehbock of van Thomson.

Het waterloopkundig laboratorium heeft in de laatste jaren reeds overtuigend zijn nut bewezen. Niet alleen zijn belangrijke besparingen er aan te danken geweest, maar bovendien is de meerdere zekerheid, dat de uit te voeren werken aan de verwachting zullen voldoen in het bijzonder bij moeilijke gevallen als rivierverbeteringen (kribben e.d.), van veel belang.

Verrichte onderzoeken.

Inlaatsluis Tepoes (Bedono-Boetoe).

Dit werk dient voor bandjirontlasting van de K. Bedono naar de Kali Delangoe en tevens via de Soedagaranleiding naar de K. Djali, en is gelegen nabij Koetoardjo. De capaciteit van het hoofdkanaal vóór het verdeelpunt is normaal 50 m³/sec, terwijl gerekend is op een maximalen afvoer van 75 m³/sec. De inlaat heeft 7 openingen van 3 m, afgesloten door kleppen, die bij een bandjirstand van + 14,50 automatisch moeten opengaan. Op 1 km achter den inlaat ligt het vorenbedoelde hoofdverdeelwerk. Ten gevolge van sterke opzanding van het eerste deel van het kanaal was de capaciteit van de bandjirafleiding vrijwel tot nul gereduceerd.

Bij een modelonderzoek bleek, dat bij den aan dit kunstwerk gegeven vorm rond 90% van het bovenstrooms ingestrooide zand den inlaat binnendringt. Na lang zoeken werd een belangrijke verbetering bereikt door het aanbrengen van een drempel op den voorvloer (skimming-wall) van bijzonderen vorm (met luifel fig. 2) en hoogte en voorts door verkleining van de inlaatbreedte (door opoffering van één opening van den inlaat) ten behoeve van een meer geleidelijke instrooming, en den bouw van een gebogen vangmuur beneden de laatste inlaatopening. De binnendringende hoeveelheid zand werd hierdoor ongeveer met 90% gereduceerd. De automatische kleppen hebben na deze wijziging hun beteekenis verloren en kunnen verwijderd worden. Het bleek verder mogelijk om de doorsnede van de woelkom belangrijk kleiner te maken, waardoor bereikt wordt, dat het resterende binnendringende zand beter in het kanaal meegevoerd wordt. Ook kon een vergroting van het bodemverhang van het hoofdkanaal worden bewerkstelligd, waardoor de uitschurende werking bij kleine debieten versterkt wordt. Aan het hoofdverdeelwerk bleken eenige minder ingrijpende wijzigingen noodig. Dit hoofdverdeelwerk bestaat uit een sluis in de doorgaande leiding en in de onder ongunstigen hoek uit het hoofdkanaal aftakkeende verbinding naar de Soedagaranleiding. De toestrooming was in het laatste geval zeer slecht en werd verbeterd door den straal van de afronding naar deze aftakking te vergroten en twee leimuren aan te brengen.

De woelbak in de doorgaande leiding bleek onvoldoende te werken. De vloer moest verlengd en

van een eiddrempel voorzien worden. Over de lengte van de uitwoeling werd de watermassa tusschen verticale muren opgesloten. Speciaal gevormde blokken in de hoeken van vloer en leimuren voorkomen aantasting van den bodem.

De capaciteit van de verbouwde bandjirontlastsluis bedraagt resp. 32 en 66 m³/sec in plaats van 50 en 75 m³/sec, met welke vermindering echter in dit geval genoeg kan worden genomen.

Inundaties bij Lekok.

Met het oog op de voorgenomen bandjirvrijmaking van den weg Lekok — Poerwodadi moest naar middelen gezocht worden om te voorkomen, dat hiermee een verhooging van de bandjirstanden gepaard zou gaan. Reeds indertijd is op grond van een model-onderzoek een oplossing aangegeven, waaraan echter voor de uitvoering eenig bezwaar verbonden was (hooze kosten en minder eenvoudige fundeering). Er is nu een nieuw model op grotere schaal gebouwd (verticaal 1 : 20 en horizontaal 1 : 400) voor een hernieuwd onderzoek om zoo mogelijk met eenvoudiger middelen het gewenschte doel te benaderen.

K. W. Wonokerto.

Deze aflaatluis is er één van een aantal soortgelijke kunstwerken, waarvan de onderbouw is voorzien in het Plan Oost-Semarang, en welke uitgerust zullen worden met automatische stuwkleppen van een capaciteit van 12 of 18 m³/sec per klep. Voor het kleine type werd reeds eerder een systematisch onderzoek ingesteld. Bij het K. W. Wonokerto was een onderspuier geprojecteerd, welke bij beproeving niet bleek te voldoen en vervangen moest worden door een gewone spuibuis. Vorm en afmetingen van den bijbehorenden woelbak werden bepaald. Daarbij kwam aan den dag, dat het gewenscht was om den stortvloer achter de kleppen lager te leggen dan oorspronkelijk was geprojecteerd; hierdoor kon de vloer korter gemaakt worden.

K. 13. P.

Verschillende inspectiewegbruggen in het Pemaligebied werden door ontgroning bedreigd en moesten van een woelkom voorzien worden. Tijdens de uitvoering bleek de dagwijdte van de bruggen verkeerd te zijn opgegeven voor de proeven; er rees twijfel omtrent de mogelijkheid om de met behulp van ingebouwde blokken (chicanes) verkregen goede energievernietiging te behouden bij evenredige wijziging der maten alleen. Een nieuw modelonderzoek werd daarom noodig geacht. Hierbij bleek, dat het stroombeeld na de wijziging inderdaad geheel veranderd was (Wellenform i.p.v. Tauchstrahl). Een nieuwe minder gevoelige vormgeving voor het kunstwerk werd geprobeerd.

Stuw Soewadoek (K. Goeng).

Het onderzoek betrof de spuiing en energievernietiging bij een geprojecteerde stuw, behorende tot de detailbevloeiing uit het reservoir Gembong. Het onderzoek was bijna afgesloten, toen verplaatsing van de stuw naar een andere situatie noodig

bleek, waar de omstandigheden een drempelstuw toelaten.

Brug Tjikawoeng (Banjoemas).

Door verlegging van de kali werden de linker oprit en het rechter landhoofd van de brug in den provincialen weg bedreigd. Het landhoofd werd op grond van eerder genomen proeven tijdelijk beveiligd met twee kleine kribben en een bell-bund. De proeven in verslagjaar hadden ten doel middelen te vinden om het inscharen van den oever bij den linker oprit te voorkomen. De meest doelmatige oplossing bleek te zijn: het terugvoeren van de rivier in haar oude bedding met behulp van een drietal kribben, waardoor de stroomdraad weer haaks op de brug komt te loopen.

Duiker Kendal.

Dit kunstwerk voert een afvoerleiding onder de Westerleiding van de Kaboejoetanbevoeiing door. Tengevolge van ontgronding waren de taludbetselingsen van den woelbak ingestort en dreigde de leidingdijk af te schuiven. Bij de herstelling moest rekening gehouden worden met de grondgesteldheid. De grond werkt sterk en heeft weinig schuifweerstand (hersteld talud 1 : 3½). Wegens de eerstgenoemde omstandigheid werd de buitenkant van den herstelden woelbak zoo recht mogelijk gehouden.

K. W. Kedoenggoepit (Koedoes).

Deze watervang, die reeds eerder van een nieuwen, laaggelegen stortvloer werd voorzien, wordt door voortgaande erosie van de kali bedreigd. De kalibodem is reeds weer tot 3 m beneden den verlaagden vloer uitgeschuurd. De ontgronding blijkt thans vooral bij kleine debieten en overeenkomstige lage waterstanden plaats te hebben. De grotere bandjirs zijn als gevolg van de nauwe kali-bedding en de daarmee samenhangende hoge waterstanden ongevaarlijk. Teneinde op de kosten te besparen is de herstelling ontworpen in den vorm van een beneden de bestaande stuw te bouwen nieuwen stortdam van 30 m inplaats van 50 m kruinslengte. Deze vermindering van stortlengte was toelaatbaar, doordat een goed afgeronde kruin is toegepast, waarvoor de afvoercoëfficiënt belangrijk gunstiger is. Ook kon op het benodigde vulmet-selwerk worden bespaard. Rekening werd gehouden met een mogelijke verdere uitschuring van 2 à 3 m.

Schotbalkstuw Soengai Lenggang.

Het onderzoek werd verricht op verzoek en voor rekening van de N. V. Billiton Mij. Ten behoeve van het tinbaggerbedrijf moet bovenstrooms van de plaats van het te bouwen kunstwerk een bepaalde waterstand gehandhaafd worden. Dit zal geschieden door een schotbalkstuw met 16 openingen van 4 m wijdde. De geëischte afvoercapaciteit bedraagt 600 m³/sec, waarbij een stijging van het bovenwater met 0,50 m toegelaten is. Het maximum verval in het kunstwerk bedraagt 4,50 m.

Het modelonderzoek had ten doel den gunstigen vorm van stuwkruin en woelbak te bepalen.

Als stuwtype werd gekozen een S-vormige ojiefdam. Het modelonderzoek bestond uit drie gedeelten, n.l.

- 1e. bepaling van den juisten stuwkopvorm voor de geëischte afvoercapaciteit;
- 2e. bepaling van den juisten woelbakvorm, opdat geen ontgronding optreedt;
- 3e. een onderzoek aan een volledig model m.h.o. op de toestrooming, neren e.d.

Het resultaat is duidelijk op bijgaande foto's waar te nemen.

Naaldstuw Doeari.

Dit kunstwerk moest worden omgebouwd tot meetinrichting, waardoor het debiet op geringe breedte zou worden geconcentreerd. De werking van de bestaande woelkom bleek reeds voordien onvoldoende, zoodat ontgronding van de er naast gelegen schutsluis plaats gehad heeft. Voorzieningen moesten worden getroffen, bestaande uit een muur met syphonnerende openingen en een nieuwen stortvloer.

Doorlaat Kemoesoek.

Onder een scheeven wegdoorlaat moest een stort-helling aangebracht worden, welke eveneens scheef gedacht was. In het model bleek dit een zeer onbevredigende waterbeweging te geven, zoodat tot wijziging in een normaal stortvlak met den zandkoffer haaks op den stroom werd besloten. Ook de afmetingen van den woelbak werden empirisch bepaald.

Serie Hevels Serang.

Dit werk is gedacht ter ontlasting van de kali Serang met 150 m³/sec in de kali Joana (Rawah Besar). Het onderzoek is nog niet afgesloten. Het modelonderzoek geeft bij te verwachten waterstanden een capaciteit van rond 32 m³/sec voor één opening van 1,25 × 2,50 m; het nuttig effect is daarbij rond 1,25 en maximaal circa 1,4 bij willekeurige opvoering van het verval in den hevel.

Kribben K. Kaboejoetan.

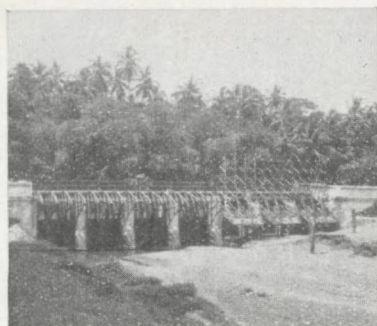
Ter plaatse is de regentschapsweg door inscharing van den oever weggeslagen. Door het aanbrengen van een krib kan het noodige voorland gevormd worden om den weg weer te kunnen aanleggen. De weg is van belang als toegangsweg voor het aan te leggen reservoir Melahajoe.

Behalve voor de bovenbeschreven proeven, werden in verslagjaar nog opdrachten ontvangen voor het verrichten van onderzoekingen ten behoeve van: de stuw Notok (herstelling stortvloer, verbetering spuis-luis en tareeren stuwkop); de stuw Nambo (oever-aantasting en tareeren); de doeltreffendheid van een wateropvoerwerktuig; het ontwerp van de stuw Serajoe; de stuw Kedjene (tareeren); het ontwerp van een woelbak achter een tunneluitloop en idem bij het pompstation Poerworedjo.

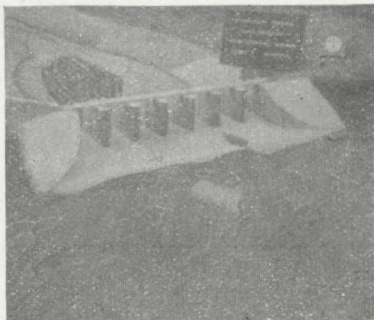
Deze onderzoekingen zijn nog niet begonnen c.q. afgesloten.

Het laboratorium voor grondonderzoek.

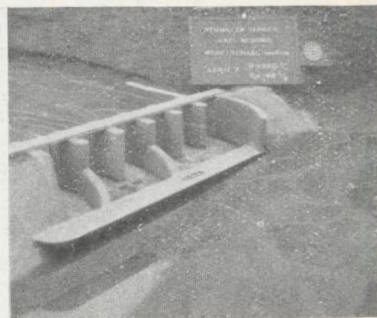
Van de militaire autoriteiten werd toestemming verkregen tot occupatie van een driehoekig hoog-



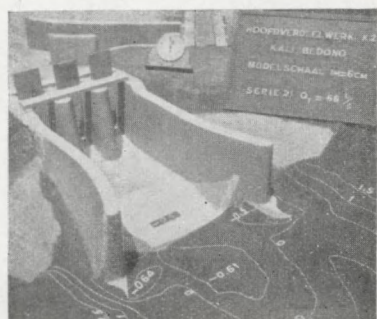
1



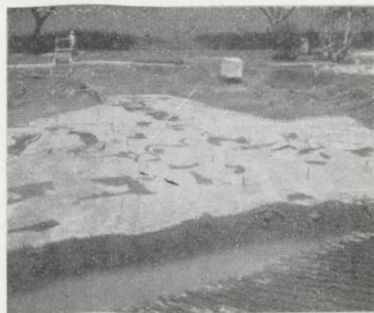
2



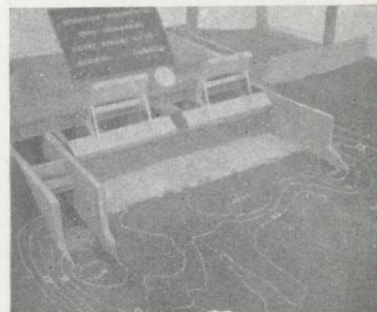
3



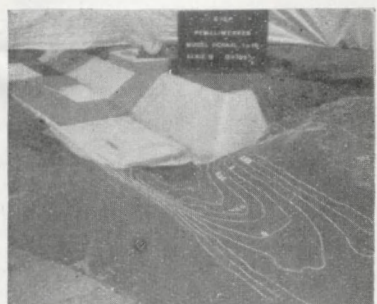
4



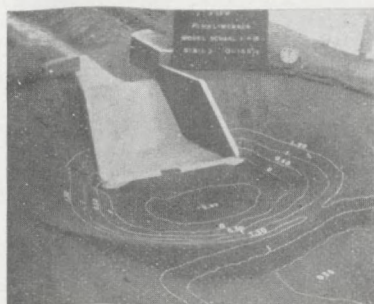
5



6



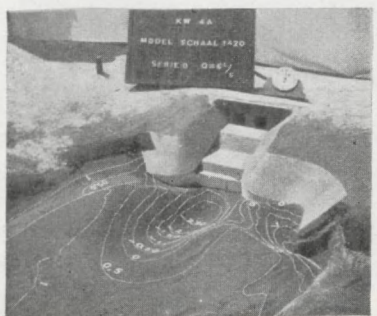
7



8



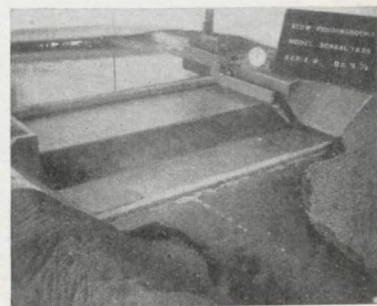
9



10



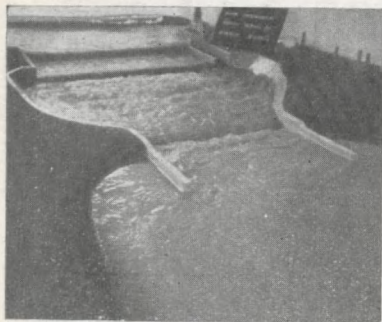
11



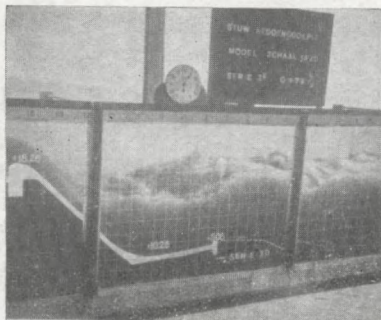
12

1. Bedono-Boetoe , inlaatsluis (werkelijkheid)
2. idem , „ model best. toestand
3. idem , „ „ verbetering
4. idem , verdeelsluis „ „
5. Lekok , model inundatie-gebied
6. K.W. Wonokerto, model (ontwerp)

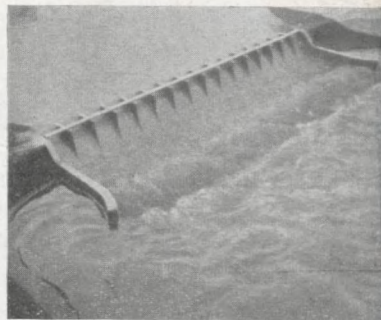
7. K. 13. P. , model bestaande toestand
8. idem , model verbetering
9. Stuw Soewadoek , model (ontwerp)
10. Duiker Kendal , model bestaande toestand
11. idem , model verbetering
12. Stuw Kedoenggoepit, model bestaande toestand



13



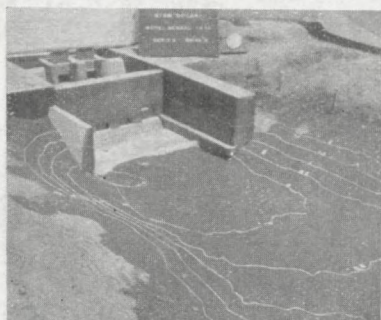
14



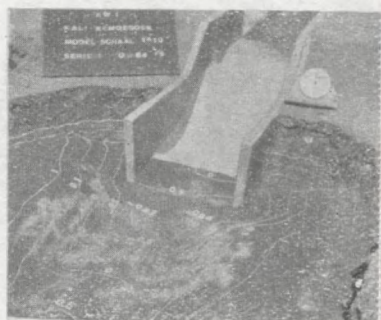
15



16



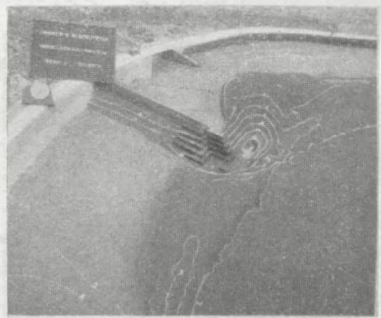
17



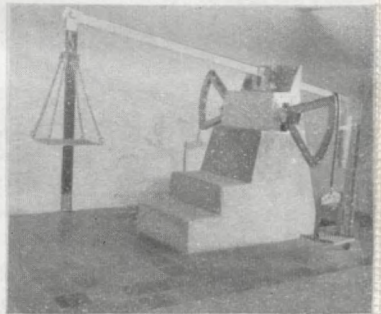
18



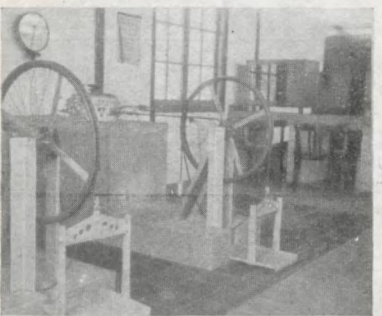
19



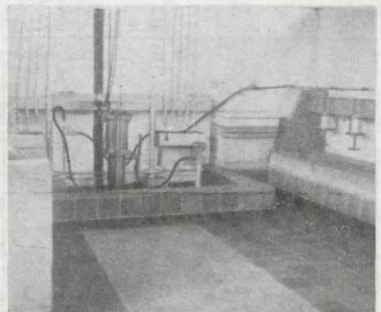
20



21



22



23



24

13. Stuw Kedoenggoepit , model verbetering
 14. idem , model stortvlak (2-dim.)
 15. K. W. Soengei Lengang , model (ontwerp) waterbeweging
 16. idem , model „ uitschuring
 17. Naaldstuw Doeari , model verbouwing
 18. Doorlaat Kemoesok , model (ontwerp)

19. Krib Kaboejoetan , model (ontwerp)
 20. idem , model „
 21. Lab. grondonderzoek , toestel a
 22. idem , toestel'en b
 23. idem , toestellen c en f
 24. Verdampingsstation , overzicht.

liggend terrein, dat aansluit op het terrein van het waterloopkundig laboratorium. Op dit terrein werd een gebouwtje van 6×9 m opgericht, waarin de laboratoriuminrichting, afkomstig van de dammen Gembong en Pendjalin, is ondergebracht. Op het oogenblik wordt beschikt over de volgende toestellen.

- a. Apparaat voor meting van den schuifweerstand (wrijving en cohesie) bij natuurlijk vochtgehalte. Hierbij behooren 10 stel bronzen bakken voor de grondmonsters en 5 vóórpers-cylinders, waaronder de grondmonsters zoo lang worden onderworpen aan den lateren proefdruk, tot dat hun watergehalte overeenkomt met het normale vochtgehalte bij dien proefdruk.
- b. Twee (geheel gelijke) apparaten voor meting van den schuifweerstand, waarbij de spanning van het poriënwater geregeld kan worden (schuifweerstand bij verzadiging met water onder druk).
- c. Een apparaat voor meting van den doorlaatbaarheidscoëfficiënt van grond bij verschillende vervallen en eveneens bij vijf verschillende normale drukken op den grond. Theoretisch is de doorlaatbaarheidscoëfficiënt onafhankelijk van het verval en zou dus het gemiddelde van de 5 metingen genomen kunnen worden. De invloed van de samenpersing van den grond op de doorlaatbaarheid is veelal zeer groot.
- d. Voor de uitvoering van de mechanische analyse (zeef- en slib-analyse) zijn aanwezig twee microbalansen en het verdere benodigde (zeven, glas- en porseleinwerk, droogstoven etc.). Hiermee wordt ook het s.g. en vochtgehalte van den grond bepaald.
- e. De plasticiteit van den grond als functie van het vochtgehalte kan worden vastgelegd met het valkegel-apparaat van de Zweedsche Staatspoorwegen.
- f. Een toestel voor de bepaling van het normale vochtgehalte in den grond afhankelijk van den normalen druk op grond en poriënwater.

Doel der proeven.

Het grondonderzoek-laboratorium is opgezet als zuiver practijk-laboratorium. Alleen die proeven worden gedaan, waarvan de resultaten in een of ander opzicht directe bruikbaarheid beloven. Dit geldt dus allereerst de bepaling van physische constanten, die voorkomen in formules der grondmechanica. Dit zijn voornamelijk: de schuifweerstand, de doorlaatbaarheidscoëfficiënt en het soortgelijk gewicht.

Bij fundeeringsvraagstukken speelt bovendien een rol: de samendrukbaarheid, zoodat, wanneer dergelijke problemen zich voordoen, aanschaffing van een toestel hiervoor gewenscht is.

De *schuifweerstand* wordt in sterke mate beïnvloed door het vochtgehalte van den grond. Dit laatste wordt daarom bepaald en vastgelegd in % vocht t.o.v. de droge stof. Het vochtgehalte hangt op zijn beurt af van de spanning in grond en poriënwater. Deze afhankelijkheid moet dus vastgelegd wor-

den; een toestel, waarmede beide spanningen geregeld kunnen worden, is aanwezig. Uit het spannings-vochtgehalte- en vochtgehalte-schuifweerstand-diagram laat zich de schuifweerstand in elk punt van een grondlichaam bepalen. Na bepaling van het soortelijk gewicht van den grond (afhankelijk van vochtgehalte en druk) kan nu de stabiliteitsberekening worden uitgevoerd.

De *doorlaatbaarheidscoëfficiënt* is afhankelijk van den normalen druk op den grond. Het is dus noodig dit verband te kennen om een berekening op te kunnen stellen naar de te verwachten kwel door een dam e.d.

De mechanische analyse (slib- en zeef-analyse) wordt verricht teneinde de onderzoeken te kunnen aansluiten op die, welke elders verricht worden, en omdat hieruit een indruk verkregen kan worden over de te verwachten doorlaatbaarheid en schuifweerstand (dus als controle).

De uitvoering van de mechanische analyse heeft slechts dan zin als het grondmateriaal op overeenkomstige wijze verwerkt zal worden (hydraulisch-vuldam) of als het materiaal van nature uit korrels van verschillende grootte bestaat (rivierafzettingen). Indien echter de zoogenaamde fijnkorrelige grond ter plaatse door verweering van een ander materiaal (vulcanische asch, rots) is ontstaan, zonder dat transport door water of wind heeft plaats gehad, dan is het mogelijk of zelfs waarschijnlijk, dat geen feitelijke korrelstructuur aanwezig is. Dergelijke grondsoorten hebben een soort skeletbouw en zijn het beste te vergelijken met een zeer zacht gesteente. Zij zullen onder water niet van zelf uiteenvallen. Voor de uitvoering van een slibanalyse zijn dan verschillende kunstgrepen noodig als fijn wrijven, koken of toevoegen van chemicaliën. Het idee van de mechanische analyse wordt daarmee geweld aangedaan en het resultaat is afhankelijk van de hoeveelheid mechanische of chemische energie, die aan het fijn maken wordt besteed. Op deze wijze kan ook van graniet een zeef- en slibanalyse plaats hebben! De practijk wijst dan ook uit, dat b.v. lateriet geheel andere eigenschappen heeft dan uit de zgn. korrelsamenstelling naar analogie van andere grondsoorten verwacht zou mogen worden. Een ander zwak punt van de slibanalyse is veelal de noodzaak om bij de uitvoering daarvan voor de fijnere fracties ammonia of zoutzuur toe te voegen. De ionenconcentratie wordt daardoor geheel gewijzigd. Colloidchemisch is dit niet toelaatbaar. Ten slotte lijdt de vergelijkbaarheid van de door verschillende laboratoria verrichte analyses onder het verschil in methode, als o.a.:

slibanalyse door bezinking in bekertjes;
idem volgens tegenstroom-principe;
idem uit soortelijk gewicht van de slibwater-kolom-bepaling van de korrelfracties volgens equivalente diameter (ronde korrels) uit de formule van Stokes of door rechtstreeksche waarneming onder een microscoop.

Bij de fijnere fracties heeft veel invloed, of al dan niet gedestilleerd water wordt gebruikt. Eigen-

lijk moet men dus om elders verrichte analyses te kunnen vergelijken weten, hoe zij uitgevoerd zijn.

Valkegelapparaat. De geschiktheid van grond voor dammen en wegen hangt o.a. af van zijn neiging tot verpappen onder invloed van water. De consistentie kan in getallen vastgelegd worden door meting van de indrukking van een kegel van bepaalde vorm en gewicht bij verschillend vochtgehalte. Deze methode is ontwikkeld door de Zweedsche Staatsspoorwegen, en heeft het voordeel ten opzichte van de elders bijna uitsluitend gebruikte *Atterberg*-sche cijfers, dat zij een doorlopende grafiek geeft in plaats van enkele getallen, en dat de persoonlijke factor is uitgeschakeld. Niet vergeten mag worden, dat *Atterberg* landbouwkundige was, en dat zijn consistentiegrenzen een reële landbouwkundige betekenis hebben. Het is slechts niet duidelijk, hoe men uit deze cijfers voor technische doeleinden conclusies zou kunnen trekken, die geen speculatief karakter dragen.

Volgens dr. ir. van Es ³⁾ zou men uit de grootte van het verschil van vloeigrens en kleefgrens (zoo genaamd positief of negatief surplus) kunnen afleiden, of de grond een hoogen of lagen schuifweerstand heeft. Bij een stabiliteitsberekening spelen echter niet de schuifweerstand als geheel, doch de beide componenten daarvan een rol, zoodat het aan sterken twijfel onderhevig schijnt of ooit op de grootte van het surplus een quantitative conclusie zal kunnen worden gevestigd, nog afgezien van het klaarblijkelijk bestaan van uitzonderingen op bovengenoemden regel. Het schijnt dan ook niet voor tegenspraak vatbaar, dat rechtstreeksche metingen van den schuifweerstand, waaruit wrijvingscoëfficiënt en cohaesie kunnen worden afgeleid, verre de voorkeur verdienen boven min of meer speculatieve methodes, die hoogstens een kwalitatief resultaat kunnen geven, wellicht zelfs nog onder de beperking van gelijksoortigen geologischen oorsprong van de vergeleken grondsoorten.

Daar in het bijzonder de vloeigrens en uitrolgrens zeer algemeen bepaald worden en in Amerika een mechanisch toestel voor de bepaling van de vloeigrens is geconstrueerd zou de laboratoriuminrichting t.z.t. daarmee eventueel aangevuld kunnen worden, teneinde de onderzoekingen hier en elders te kunnen vergelijken.

Niet onvermeld mag blijven, dat *Terzaghi* (die de *Atterberg*-sche cijfers in de grondmechanica heeft ingevoerd) op het Zweedsche val-

kegel-apparaat scherpe kritiek heeft uitgeoefend.

Kleiballenproef. Een eenvoudige, doch ruwe methode om de waterdichtheid van een grondsoort te constateeren, is het vormen van een aantal ballen van 6 cm Ø, die onder water bewaard worden. Hoe langer het duurt voor zij uiteenvallen, hoe waterdichter de grond is.

Krimpproef. De krimp wordt bepaald tusschen vloeigrens en na uitdroging bij ruim 100° aan blokjes van 7 bij 2 bij 1½ cm, waarop twee streepjes zijn gekrast.

Verrichte proeven.

- 1e. Ten behoeve van den dam Gembong werden tijdens de uitvoering talrijke monsters onderzocht op korrelsamenstelling, krimp en waterdichtheid (kleiballenproef) zie verslag ir. van Veen in *De Ingenieur in N.-I.* No. 2 — 1935.
- 2e. Ten behoeve van de herstelling van den dam Gegerboentoe, welke 8 maal is afgeschoven, werd het dammateriaal onderzocht. De herstelling is in zooverre een succes, dat sindsdien geen afschuiving meer is voorgekomen.
- 3e. Het grondonderzoek voor den dam Pendjalin gaf aanleiding tot een wijziging van het geprojecteerde dwarsprofiel, teneinde meerdere zekerheid tegen afschuiving te krijgen.

Het verdampingsstation.

De hiervoor benoodigde apparatuur is grootendeels afkomstig van het verdampingsstation in de Rawah Pening. Doel is het vastleggen van de afhankelijkheid van de grootte van de verdamping, van de daarop invloed hebbende meteorologische factoren en van de grootte van de verdampingspan.

Aanwezig zijn:

- a. een verdampingspan groot 10 m²;
- b. „ „ „ 1 m²;
- c. „ „ „ 0,1 m²;
- d. een verdampingsweegschaal van Wild;
- e. een hygograaf (registreerende haarhygrometer);
- f. een thermograaf voor de luchttemperatuur;
- g. twee dubbele thermografen voor de watertemperatuur (één voor a, één voor b en c);
- h. een electrisch registreerende anemometer;
- k. een natte en droge bol-thermometer (voor controle van e);
- l. aspiratie-psychrometer (id.);
- m. een registreerende *Hellman*-regenmeter;
- n. twee gewone regenmeters;
- o. een barometer (eigenlijk hoogtemeter).

3) 1er Congrès des grands barrages 1933 Volume III, Q. 2a, R. No. 21 p. 125.

