

## VOORDRACHTEN OVER DE THEORIE DER PROTHODONTIE

DOOR

B. R. BAKKER.

616-314 089.28

(Vervolg.)

Het in onze laatste voordracht besproken geval, waarbij zoowel de C-baan als de I-baan als recht worden beschouwd is, naar zal blijken, de belangrijkste van de geheele serie mogelijkheden. Dit ontslaat vooralsnog ons echter niet van de plicht ook de anderen nader te onderzoeken. Ik vereenig enkele ervan tot groepen, die voorloopig onze aandacht zullen vragen. Verwant aan elkaar uit kinematisch oogpunt zijn n.l. de typen 2, 3, 6 en 11 en dan de typen 7, 8, 12 en 13.

Bij de eerste vier hebben wij te maken met een bewegende figuur, waarvan een punt een rechte lijn en een ander punt een cirkelboog beschrijft. Klaarblijkelijk is dit de in de mechanica bekende beweging van drijfstang en kruk. Gaat de rechte lijn, waarop zich het eene punt beweegt, door het middelpunt van den cirkel dan ontstaat de centrische kruk-beweging doet zij dit niet, dan heeft men met de excentrische kruk-beweging te doen. (fig. 59 en fig. 60).

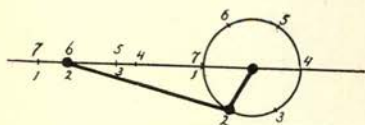


Fig. 59  
(centrische kruk-beweging)

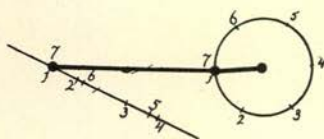


Fig. 60  
(excentrische kruk-beweging)

Zoowel de centrische als de excentrische beweging zijn als physiologische mogelijk te beschouwen. Type 3 zooals dit in fig. 51 is weergegeven stelt een beweging voor, die nóg

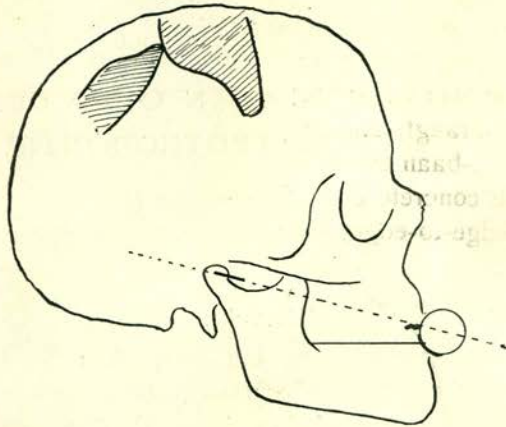


Fig. 61 (type 3, centrisch.)

excentrisch is. Immers de verlengde, rechtlijnige C-baan gaat niet door het kromte middenpunt van de I-baan. Ware echter de helling van de C-baan slechts enkele graden sterker, dan had het geval kunnen ontstaan zooals het in fig. 61

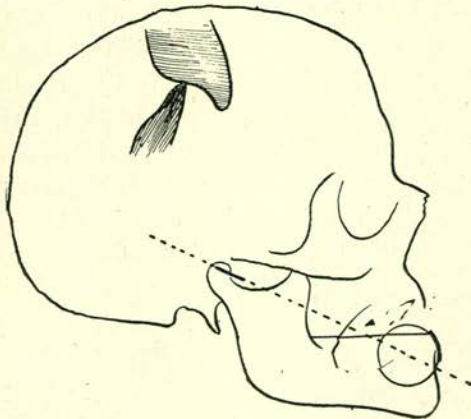


Fig. 62 (type 2 centrisch.)

is geteekend. De duidelijkheidshalve nog eens afzonderlijk

geteekende incisivi, doen in hun onderlinge verhouding zien, dat de veelal met „diepe beet” aangeduide tandstand voor dezen bewegingsvorm voorwaarde is.

Voor type 2 behoeft de centriscie beweging evenmin à priori als onmogelijk te worden verworpen. In fig. 62 is zij geconstrueerd. Zoomin de C-baan als de relatie der incisiven wijken hier van veelvuldig voorkomende vormen af.

Type 6 vraagt, blijken fig. 63 een relatief kleine kromtestraal der C-baan en een zéér vlakke I-baan. Deze constructie naderende concrete gevallen zouden moeten worden gezocht bij den „edge-to-edge” beet.

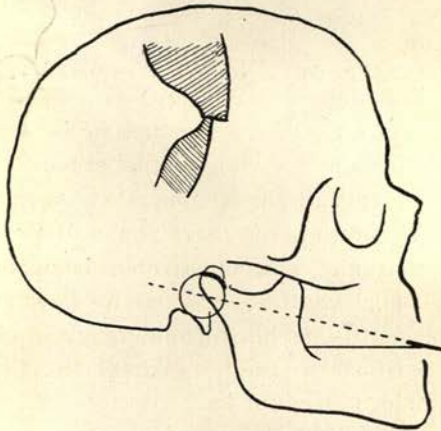


Fig. 63 (type 6 centriscie.)

Type 11 eindelijk zou verwerkelijk kunnen worden met b.v. het centrum der C-baan volgens Spee in de orbita projecteerend en een I-baan met een helling van de gemiddelde waarde volgens Gysi, n.l. van  $60^\circ$ . (fig. 64).

Dit type in het bijzonder laat echter nog talrijke andere speculaties toe met totaal andere ligging van het C-centrum, andere C-kromtestraal, andere I-baanhelling, enz. Het heeft m. i. geen nut deze alle thans na te gaan.

De tot deze vier typen terug te brengen mogelijkheden nu zijn physiologisch stellig sterk verschillend maar vinden mathematisch één oplossing, die wij volledigheidshalve willen



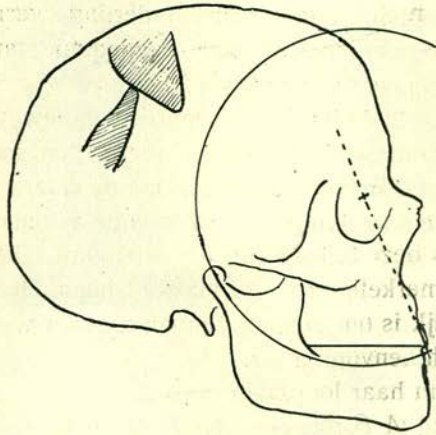


Fig. 64 (type 11, centrisch.)

behandelen. Volledigheidshalve, zeg ik, omdat men niet uit het oog moet verliezen, dat de centrische beweging der kaak als een physiologische toevalligheid moet worden beschouwd. Anders dan een toevalligheid immers kan men het gaan van I-baan door C-centrum of van C-baan door I-centrum bij den huidigen stand van ons weten bezwaarlijk noemen. Mathematisch gezien is de excentrische beweging het algemeene en de centrische het bijzondere geval. Omdat echter deze volgorde voor U en mij het gemakkelijkst is, behandelen we de centrische beweging het eerst.

Wij zullen daarbij voorloopig niet verder gaan dan tot het opsporen der poolbaan.

Klaarblijkelijk kunnen bij de centrische beweging zich drie mogelijkheden voordoen betreffende de lengte-verhouding tusschen stang en kruk. De stang kan langer zijn dan, even lang als, of korter zijn dan de kruk. In verkort schrift aldus gesteld  $s > k$ ,  $s = k$ ,  $s < k$ . Men kan nu de systematiek tot het uiterste drijven en alle drie mogelijkheden tot in de fijnste détails gaan navorschen. Maar noodig is dit voor ons niet, omdat alleen de eerste voor de prothetiek van eenig belang is. Immers  $l$  is hier de afstand C I; dit is dus de projectie op het sagittale vlak van een zijde der Bonwill-driehoek. De

lengte hiervan mag bij benadering op 8 à 9 c.M. worden gesteld. Zou nu  $s$  even lang zijn als  $k$ , of korter zijn dan  $k$ , dan moest dus I of C zich bewegen op een cirkelomtrek met een straal van minstens 8 à 9 c.M. Van den geheelen cirkelomtrek wordt bij de propaline beweging echter slechts  $\pm 1$  c.M. doorloopen en deze boog nadert bij den genoemden straal zóó dicht tot een rechte lijn, dat men het geval kan behandelen als type 1. Om deze reden houden wij ons dus aan afmetingen waarbij  $k$  aanmerkelijk kleiner is dan  $l$ . Hoewel het ten eenenmale onmogelijk is om de geheele poolbaan op papier te brengen is het toch eenvoudig een deel ervan te construeeren, dat voldoende is om haar loop te begrijpen.

In fig. 65 zij  $AB$  de stang en  $BM$  de kruk. Punt  $A$  kan slechts bewegen langs een rechte lijn, welke wij in de figuur tot  $X$ -as kiezen, en punt  $B$  slechts langs den cirkelomtrek ( $M$ ).

Overeenkomstig de algemeene constructie voor den moment-as zal deze voor elken stand van  $A$  wat  $A$  betreft steeds moeten liggen op den de  $X$  as in  $A$  loodrecht snijdende lijn, terwijl de moment-as van het punt  $B$  steeds gevonden zal worden op een door  $B$  getrokken straal van den cirkel ( $M$ ). Omdat  $A$  en  $B$  vast verbonden zijn en zij dus om hetzelfde punt draaien, moet deze moment-as worden gevonden in het snijpunt der in  $A$  op de  $X$ -as getrokken loodrechte met het verlengde van den door  $B$  getrokken straal van ( $M$ ). Voor een aantal standen bepalen wij nu de moment-as. Welke standen dit zijn is in het algemeen tamelijk onverschillg. Men zal hen uiteraard zóó kiezen, dat de constructie het gemakkelijkst kan worden uitgevoerd.

In dit geval verdeelen wij den cirkelomtrek in twaalf stukken en geven door cijfers 12 opeenvolgende standen van  $B$  aan. Bij stand 1 liggen  $AB$  en  $BM$  in elkaars verlengde. Met  $AB$  in den passer zijn nu op de  $X$  as vanuit de punten  $B_1, B_2, B_3$  enz. de punten  $A_1, A_2, A_3$  enz. aan te geven. Bij een volledige beweging doorloopt  $B$  den geheelen cirkelomtrek één maal en passeert  $A$  ieder punt tusschen  $A_1$  en  $A_7$  tweemaal. De constructie van eenige der de geheele poolbaan bepalende

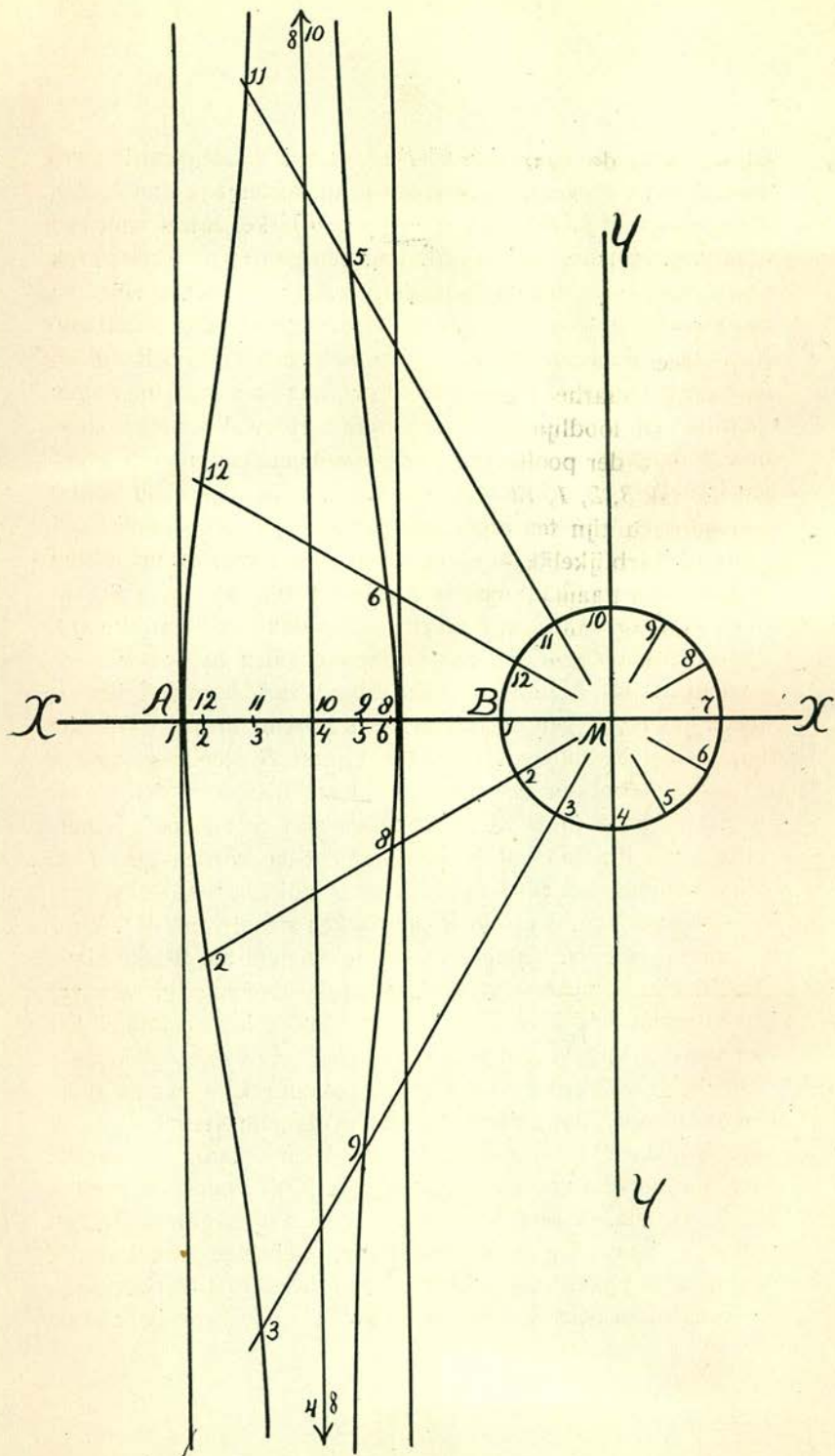


Fig. 65



punten is in de figuur thans gemakkelijk te volgen en geeft nog slechts tot eenige opmerkingen aanleiding.

De punten 2 en 12, 3 en 11, 5 en 9, 6 en 8 liggen twee aan twee symmetrisch ten opzichte van de  $X$  as, en vallen nog binnen het raam onzer teekening. De straal echter, die wij met de cijfers 4, 10 aangeven, loopt evenwijdig met de corresponderende loodlijn op de  $X$ -as en snijdt deze dus in het oneindige, waarheen derhalve de moment-assen 4 en 10 verdwijnen. De loodlijn 4, 10 is dus de raaklijn, tot welke de tak 9, 8, 7, 6, 5 der poolbaan nadert. Tot dezelfde raaklijn nadert ook de tak 3, 2, 1, 12, 11. Ons bleek reeds, dat beide takken symmetrisch zijn ten opzichte van de  $X$ -as. Bovendien bezitten zij klaarblijkelijk raakpunten in 1 en 7 met de beide door deze punten gaande loodlijnen op de  $X$ -as.

De ligging van de poolbaan in het vlak van teekening kan men dus door deze drie bekende lijnen reeds vrij nauwkeurig benaderen. Nu is alweer, even weinig als bij het door de cirkels van Cardano gekarakteriseerde type, niemand zóó los van mond, dat hij de gehééle beweging zal uitvoeren. De vier

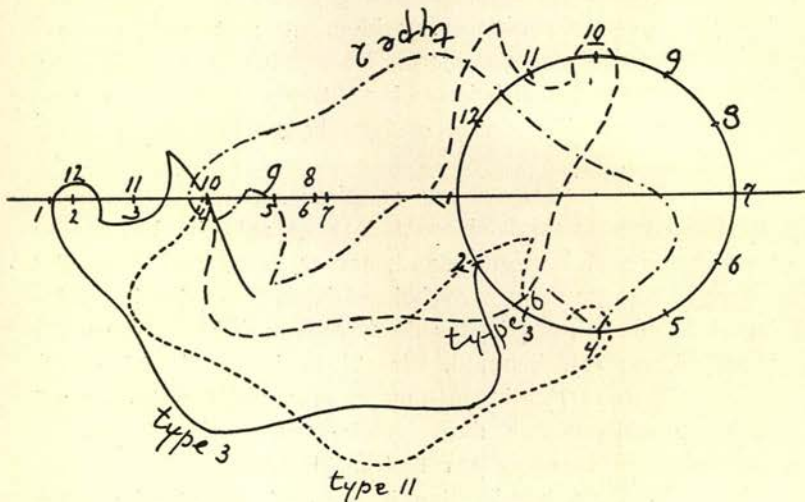


Fig. 66

typen 2, 3, 6 en 11, voorzover de rechte banen door het centrum van den cirkel gaat, vindt men echter in de totale beweging terug. Men vergelijkte hierbij fig. 66. Wordt het rechtlijnig traject 2—3 door  $C$  en de cirkelboog 2—3 door  $I$  doorloopen dan beantwoordt deze vorm aan type 3, fig. 61. Met  $C$  rechtlijnig van 4—5 en  $I$  op de boog 4—5 vindt men type 2, fig. 62.  $C$  boogtraject 4—3 en  $I$  recht traject 4—3 geeft type 11, fig. 64 en  $C$  boog-traject 10—11,  $I$  recht traject 10—11 geeft type 6, fig. 63. Men kan zelf hierbij noch verschillende variaties zoeken waarbij dan te bedenken valt dat de geheele constructie bovendien niets in wezen verandert als men haar spiegelbeeld tenopzichte van de  $Y$ -as hierbij benut. Zooals gezegd bepalen wij ons thans uitsluitend tot de behandeling van de poolbaan (of basis); de poolkromme (roulette) en de met  $A B$  (of  $C I$ ) vast verbonden punten zal men zelf kunnen construeeren. Het voorgaande echter zij voldoende om aan te toonen, *dat de vier physiologisch verschillende typen 2, 3, 6 en 11 mathematisch dezelfde oplossing vinden.*

De behandeling van het meer algemeene geval der excentrische kruk-en-stangbeweging biedt nu niet veel moeilijkheden meer. Het gegeven hiertoe is derhalve de beweging van een punt  $B$  op den cirkelomtrek ( $M$ ) en van een met  $B$  vast verbonden punt  $A$  op een rechte lijn, die niet door het middenpunt  $M$  gaat.

Deze rechte nemen wij aan als  $X$  as, terwijl een lijn loodrecht hierop en gaande door  $M$  de  $Y$  as zal zijn. Wij kiezen voor  $A$  een willekeurigen stand, aan te geven met 0. Omdat de lengte van de stang  $A B$  bekend is en  $B$  op den bekenden cirkel  $M$  moet liggen is dus de stand van  $B$  en daarmee die van de kruk  $B M$  bepaald. Klaarblijkelijk zal  $A$  zich op de  $X$ -as nu in twee richtingen kunnen bewegen. Eerst doen wij  $A$  de standen innemen, die we met de cijfers 1, 2, 3, 4 en 5 aanduiden en bepalen dan meteen de standen  $B_1$ ,  $B_2$  enz. Schuift  $A$  nu nog verder dan 5, dan zal een stand worden bereikt waarin  $M B$  en  $B A$  in elkaars verlengde liggen. Dit



punt 6 is dus in een richting de uiterste stand van  $A$  op de  $X$ -as.

Doen we vervolgens van uit 0 het punt  $A$  in tegengestelde richting bewegen naar de plaatsen  $-1$ ,  $-2$  en  $-3$ , dan zal nog iets verder de stand  $-4$  worden bereikt waarin  $B M$ . en  $A B$  samenvallen en dus de uiterste stand voor  $A$  in deze richting op de  $X$ -as wordt gevonden.  $A$  beweegt zich derhalve steeds tusschen  $-4$  en  $+6$ . Zal het vanuit de zooveen bereikte stand  $-4$  opnieuw in beweging komen dan *moet* het terug. Met  $B$  is dit echter niet het geval. Gaat  $A$  terug van  $-4$  naar  $-3$ , dan kan  $B$  dit ook den cirkelboog  $-4$  tot  $-3$  beschrijven, maar  $B$  kan ook van  $-4$  gaan naar  $-3^1$ , en zal als  $A$  weer achtereenvolgens op  $-2$ ,  $-1$ ,  $0$ ,  $1$ ,  $2$  enz. geweest is, de standen  $-2^1$ ,  $-1^1$ ,  $0^1$ ,  $1^1$ ,  $2^1$ , enz. hebben ingenomen. Bij elken stand van  $A$  behooren dus twee standen van  $B$ .

Zien wij thans hoe het staat met de moment-assen. Omdat  $A$  zich op de  $X$ -as beweegt zal de moment-as voor iederen stand moeten liggen op een loodrechte op de  $X$ - en dus evenwijdige met de  $Y$ -as. Omdat  $A$  zich slechts kan bewegen van  $-4$  tot  $+6$  zal derhalve iedere moment-as, en dus de poolbaan, te vinden zijn in het veld tusschen de in  $-4$  en  $+6$  aan de  $Y$ -as getrokken evenwijdigen. Tusschen deze twee valt een bundel evenwijdigen, die met de reeds gebruikte indices kunnen worden aangegeven. De moment-as voor den stand 0 vindt men dus op de in 0 aan de  $Y$ -as getrokken evenwijdige. Deze moment-as moet echter ook liggen op de straat  $M B_0$ , (of op het verlengde hiervan). Het snijpunt van deze beide lijnen geeft de verlangde pool,  $P_0$ . Op dezelfde wijze worden  $P_1$ ,  $P_2$  enz. bepaald. Uit de constructie blijkt dat  $P_0$  en  $A_0$  samenvallen. Het deel der poolbaan  $P_0 - P_0$  is dus nu te trekken.

Op een grooter stuk papier zou men ook nog  $P_{-1}$  kunnen construeeren. Men ziet evenwel, dat de stralen steeds minder gaan convergeeren met de evenwijdigen. Tusschen  $-2$  en  $-3$  zal de straal met de  $Y$ -as samenvallen en de pool dus

in het oneindige verdwijnen. Tusschen deze stand en — 4 zal de pool steeds aan den rechterkant van de  $X$ -as liggen en bij — 4 natuurlijk weer op de voor dezen stand reeds vastgestelde plaats terugkomen. Voor de standen —  $3^1$ , —  $2^1$ , —  $1^1$  en  $0^1$  zijn een weer aantal punten construabel binnen het veld der teekening en de polen voor de beweging  $1^1$ ,  $2^1$ , vallen hierbuiten; tusschen  $2^1$  en  $3^1$  gaat de pool weer door het oneindige om via  $3^1$ ,  $4^1$  en  $5^1$  van rechtsch weer de  $X$  as te naderen en bij 6 te bereiken.

Beschouwt men een klein stuk der baan, die mogelijk is, en doet men b.v. B (als condylus) en A (als incisaalpunt) verschuiven van 0 naar 3, dan vindt men hierin het excentrische type 11 terug. Evenzeer kan men, op de wijze als wij dit voor de centrische beweging deden, trajectdeelen opspreken voor de typen 2, 3 en 6.

Thans komen wij tot de gevallen in welke zich de punten  $C$  en  $I$  ieder op een afzonderlijke cirkelomtrek bewegen. De middelpunten dezer cirkels noemen we ( $C$ ) en ( $I$ ). (fig. 67.) Door de punten ( $C$ ),  $C$ ,  $I$  en ( $I$ ) te verbinden ontstaat een vierhoek, welker zijden een constante lengte hebben maar waarvan de hoeken tijdens de beweging alle waarden kunnen aannemen. Deze vierhoek noemt men in de mechanica, de stangenvierzijde. De punten ( $C$ ) en ( $I$ ) veranderen niet van plaats; de verbindingslijn tusschen ( $C$ ) en ( $I$ ) noemt men daarom de basis, of kortweg  $b$ ; de beide stralen heeten armen of krukken en duiden wij met de letters  $c$  en  $i$  aan; de verbindingslijn  $C I$  heet de koppelstang of in 't vervolg  $k$ .

In sommige gevallen zullen  $C$  en  $I$  de cirkelomtrekken geheel kunnen doorloopen, er ontstaat dan de dubbele kruk-beweging. In andere gevallen echter doorloopt slechts één der punten een volledige cirkelomtrek terwijl het andere zich op zijn cirkel heen en weer beweegt; een kruk-slingerbeweging is hiervan het resultaat. In de derde plaats kunnen ook beide punten zich op een deel van den cirkelomtrek heen en weer bewegen; we hebben dan de dubbele slingerbeweging voor ons. Welk van deze gevallen zich voordoet hangt af van de



lengteverhoudingen der krukken, basis en koppelstang. Vóór de volledige studie van alle mogelijkheden zij verwezen naar de leerboeken der kinematica, in het bijzonder naar het reeds vaker genoemde werk van prof. Cardinaal. Hier behoeven wij ze niet alle na te gaan omdat wij aan enkele gegevens vrijwel gebonden zijn.  $C I$  immers is een anatomisch gegeven en zal als regel 8 à 10 c.M. lang zijn, terwijl voor de arm en  $c$  en  $i$  dezelfde opmerking geldt, als wij bij de centrische

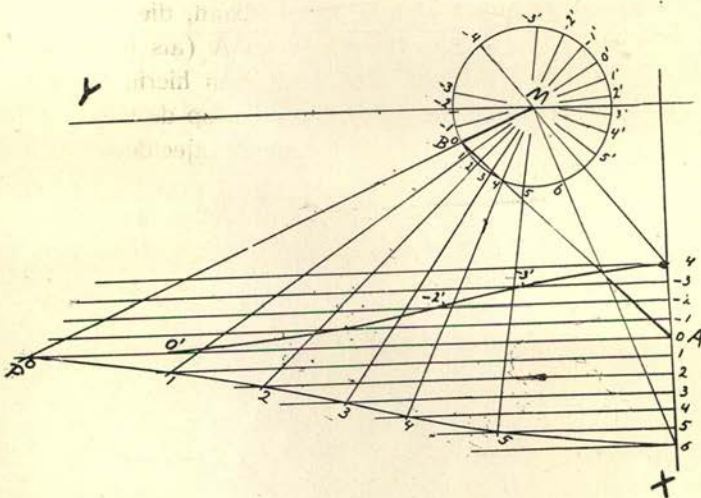


Fig. 67

stang-en-krukbeweging maakten. Zal het eenige waarde hebben om de  $C$ -baan en de  $I$ -baan als cirkels te beschouwen, dan dient men  $c$  en  $i$  relatief klein te houden; anders naderen de te doorloopen trajecten te zeer de rechte lijn en gaat het geheele geval hiermee in type 1 over.

Wij doen daarom wellicht goed direct een voorbeeld te bespreken zooals die in concreto kan voorkomen en wel een volgens type 7, reeds weergegeven in fig. 53, welke kan dienen om de beteekenis van fig. 68 gemakkelijker te zien.



In fig. 68 is afgezien van het teekenen der anatomische details; zij bevat alleen de gegevens, die kniematisch van belang zijn. Langs den door  $(C)$  en  $c$  bepaalden cirkelomtrek beweegt zich een punt  $C$ ; langs den door  $(I)$  en  $i$  bepaalden cirkelomtrek beweegt zich een punt  $I$ ; deze beide punten zijn

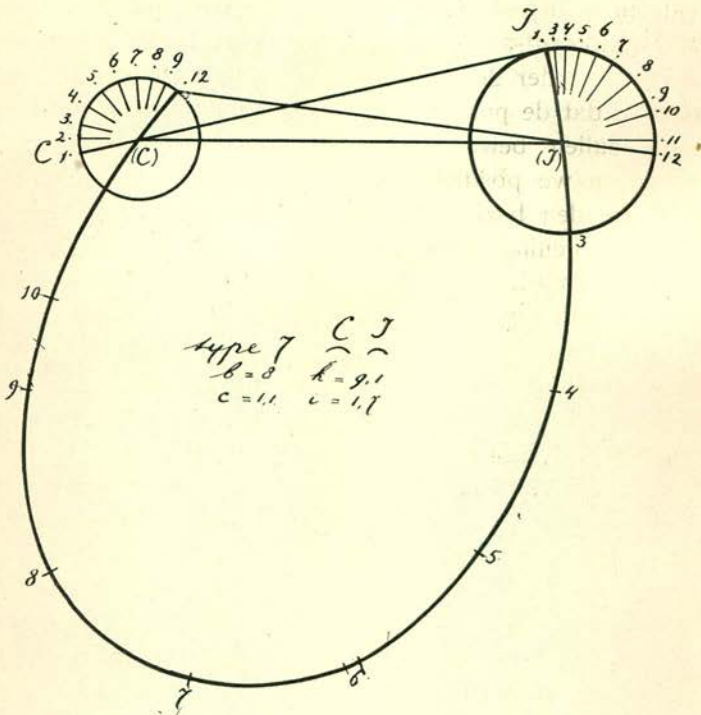


Fig. 68

verbonden door de lijn  $k$ . De aan een anatomische figuur ontleende lengtematen zijn bij de teekening vermeld. Het is duidelijk, dat geen der beide punten een volledige cirkelbaan kan beschrijven. De begrenzing der trajecten, welke wèl kunnen worden doorlopen is echter gemakkelijk te bepalen. Zoo zal  $I$  een uiterste stand hebben bereikt als  $k$  en  $c$  elkaar dekken. Dan gaat dus  $k$ , dit is  $C I$ , door  $(C)$  en door om  $(C)$

een cirkelboog te beschrijven met den straal  $k - c$  zal men in de twee snijpunten met den cirkel ( $I$ ) twee uiterste standen van  $I$  vinden, die ten opzichte van ( $C$ )( $I$ ) symmetrisch zijn. Om verwarring te voorkomen is slechts één van deze punten geteekend en aangeduid met  $I_1$ . Men houde nu in het oog, dat de moment-as bij deze beweging altijd wordt gevonden in het snijpunt van de verlengden der beide krukken. De moment-as voor den stand  $I$  is derhalve  $I_1$  zelf. Wij maken nu verder de uit het bewegingstype vanzelf volgende restrictie, dat de punten zich in denzelfden zin op de cirkelomtrek zullen bewegen. In den zin van de wijzers der klok zullen we positief noemen. Dan volgt om nader door ons te worden gezien, de stand welke door  $C_2$  is bepaald. (Om de teekening niet onleesbaar te maken zijn de verschillende standen alleen door indices aangegeven en zijn sommige punten of lijnen weggelaten, zooals nu b.v.  $I_2$ ). In den stand 2 dan, ligt de arm  $c$  in het verlengde van  $b$ ; hij, of zijn verlengde gaat dus door ( $C$ ) en door ( $I$ ). De arm  $i$  gaat vanzelfsprekend door ( $I$ ), derhalve is ( $I$ ) in dezen stand de moment-as. Actereenvolgens bepalen wij aldus een naar behoefte gekozen aantal snijpunten (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 en 10) tot wij stand 11 bereiken, waarin de arm  $i$  ligt in het verlengde van ( $C$ )( $I$ ) en de moment as dus in ( $C$ ).

Denken we nu de draaiing nog iets doorgezet tot stand 12, in welke koppelstang en arm  $i$  elkaar dekken. Op analoge wijze als straks wordt  $I_{12}$  gevonden door vanuit ( $I$ ) een cirkel te trekken met den straal  $k - c$ . Het verlengde van  $C_{12}$  ( $I$ ) snijdt den cirkel ( $I$ ) en geeft ons het punt  $I_{12}$ . Bij de gegeven lengteverhoudingen zullen  $C$  en  $I$ , mits in denzelfden zin bewegend en zonder „loskoppeling” der stangen, slechts maximaal de trajecten  $C_1 - C_{12}$  en  $I_1 - I_{12}$  kunnen doorloopen.

*Beginpunt en eindpunt der poolkromme zijn  $I_1$  en  $C_{12}$  en de poolkromme gaat door de kromtemiddenpunten van de banen der bewegende punten.*

De analyse van type 13 behoeft ons nu niet lang op te houden. De lengtematen ontleenen wij aan het in fig. 54

afgebeelde geval. Door vanuit  $(C)$  met  $k + c$  een cirkelboog te trekken en vanuit  $(I)$  met  $k + i$  vinden wij weer twee paren snijpunten, die de maximale  $I$ - en  $C$  banen aangeven.

Hoe interessant het ook moge zijn van deze dubbele slingerbeweging de poolbaan op te sporen, voor ons doel is dit alweer overbodig. Immers wij wenschen ons te bepalen tot een basaal-convexe  $C$ -baan en een dergelijke  $I$ -baan en tot dat stuk der slingering, waarbij  $I$  en  $C$  in gelijken zin langs de cirkelomtrekken bewegen. Deze voorwaarden zijn vervuld op twee stellen trajecten, waarvan er een met bijbehorende poolbaan in fig. 69 is geteekend. Het andere stel, met dáárbij behorende poolbaan kan men als volkomen tegenbeeld hiervan teekenen met  $(C)(I)$  als as van symmetrie. Men merkt

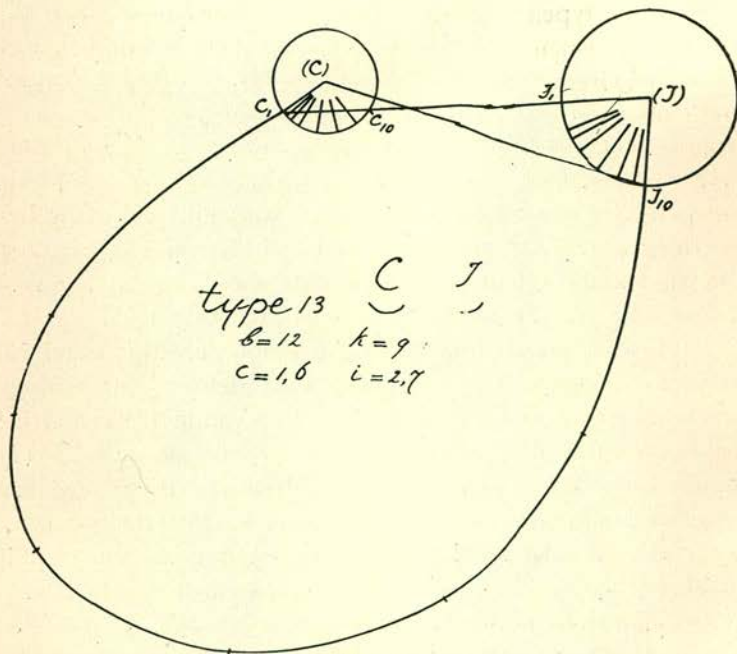


Fig. 69

op, dat de poolbaan ditmaal niet door de middenpunten der puntbanen gaan, wat verklaarbaar is aangezien  $C$  noch  $I$  de lijn  $(C)(I)$  passeeren. De eindpunten der poolbaan, die



overigens met die van type 7 een sterke gelijkenis vertoont, vallen samen met twee uiterste standen der bewegende punten, n.l. met  $C_1$  en  $I_{10}$ .

Bij deze typen 7 en 13 beiden moet eindelijk nog worden gewezen op een belangrijke eigenschap, die beide gemeen hebben. Onmiddellijk hierboven zeiden we, dat twee stel trajecten aan de voorwaarden voor type 13 voldoen en dat men ook het spiegelbeeld van onze constructie tot voorbeeld had kunnen nemen. Doet men dit, maar laat men daarbij de in fig. 54 geprojecteerde kaak in denzelfden stand, (dus van rechtsch gezien) dan verwisselt men slechts de C-baan en de I-baan en is er in principe aan de beweging niets veranderd.

De bij de typen 8 en 12 behorende constructies zullen wij hier niet opnemen. Het is ieder mogelijk, door de bij de vorige typen behorende figuren te gebruiken reeds, zich een denkbeeld hiervan te vormen. De combinaties zijn, zooals uit de vroeger gegeven tabel blijkt, C-baan convex en I-baan concaaf, of C-baan concaaf en I-baan convex. Hieruit volgt, dat een positieve draaiing van het eene punt steeds samengaat van een negatieve draaiing van het andere. Bij anatomisch waarschijnlijke baantrajecten zal men nu steeds vinden, dat de armen der stangenvierzijde voor het grootste deel der beweging slechts weinig convergeeren en dus hun snijpunt op grooten afstand ligt, terwijl zij voor enkele standen evenwijdig loopen en de te construeeren moment-as in het oneindige verdwijnt. De gebruikelijke is nu weliswaar door het construeeren van z.g.n. gereduceerde poolbanen<sup>1)</sup> nog wel tot zuivere rolling terug te brengen maar in deze voordrachten streef ik niet naar een zoodanige volledigheid en wil de uitwerking hiervan liever tot een later tijdstip uitstellen.

Ten slotte blijven nu nog de typen over, waarvan een der banen of beide een dubbele kromming vertoont, dus 4, 5, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19 en 20; schijnbaar meer dan de helft. Deze behandelen wij in een volgende voordracht.

<sup>1)</sup> Reuleaux.

(Wordt vervolgd).