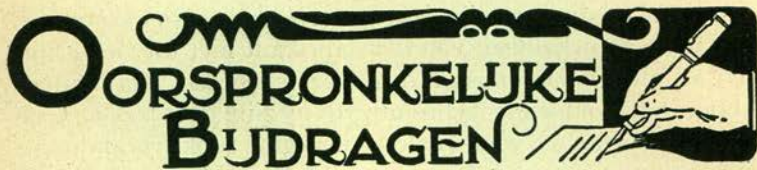


OORSPRONKELIJKE BIJDRAGEN



DE „VIERDE PHASE” DER KAUWBEWEGING BIJ DEN MENSCH; EEN HYPOTHESE DAAROMTRENT

DOOR

B. R. BAKKER

In de tandheelkundige literatuur is het aantal bijdragen over de beweging van de onderkaak bij het kauwen, door hen, die zich voor prothetische problemen interesseeren, vrij talrijk.

Voor een deel berusten zij op werkelijk experimenteel onderzoek. Puntbanen werden vastgelegd volgens de methode van Braune en Fischer¹⁾, of volgens varianten hiervan, langs mathematischen weg werden de poolbanen hieruit afgeleid en aldus de beweging vastgelegd. De methode kan met de uiterste nauwkeurigheid worden doorgevoerd maar zij leent zich niet tot het registreeren eener samengestelde beweging of van een aantal bewegingen.

Het verkregen fotografisch beeld laat het coördineeren der synchrone punten niet toe. Met haar is het slechts mogelijk een in één richting loopende puntbaan te analyseeren. Bovendien eischen de instrumenteele opzet van het onderzoek en het verwerken der gevonden data, zooveel arbeid, dat een toepassing der methode voor een groot aantal objecten op o.i. onoverkomelijke moeilijkheden stuit. En toch, waar niet de kaakbewegingen van één mensch het studie-object vormen,

¹⁾ Braune en Fischer: Abh. Kön. Sächs. Ges. d. Wissensch. Math. Phys. Kl. 17. 1891.

maar die van d e n mensch, is het onderzoek van vele individuen noodzakelijk; het à priori aannemen, dat bij hen allen de verschijnselen identiek zullen zijn is ongeoorloofd.

Bij een ander deel der publicaties is de inductieve methode ten deele of geheel zoek. Ten deele bij hen, die uit zuiver anatomische gegevens de beweging willen afleiden. Vroeger hebben wij aangetoond, dat de beperking waaraan deze werkwijze op theoretisch-mechanische gronden onderworpen moet zijn, haar voor biologische onderzoekingen onmogelijk maakt.¹⁾ Geheel zoek is de inductieve methode bij hen, die zonder het aanvoeren van bewijsmateriaal, mededeelen hoe, volgens hen, de kauwbewegingen worden gemaakt of behooren te worden gemaakt.

„Über die Art der Unterkieferbewegungen sind verschiedene Arbeiten veröffentlicht worden, aber Gysi war der Erste, der alle Erscheinungen des Kiefergelekes und der Gestaltung natürlicher Zähne in einen innerlichen Zusammenhang setzte, so dasz jeder einzelne Vorgang der Kaubewegung den anderen ohne weiteres beeinflusste, wobei auch anatomische Verschiedenheiten sich gegenseitig bedingten“. „Die Basis, auf der sich alle Artikulationslehren entwickelten, ist die sogenannten Vier-phasentheorie des menschlichen Rundbisses. Sie wurde einfach behauptet.“ Aldus kenschetst Hildebrandt²⁾ de toedracht op uitnemende wijze. Hoogstens, zou men hieraan kunnen toevoegen, zijn oppervlakkige waarneming en vergelijkend physiologische parallellen de grondslagen voor de geponeerde meeningen. Hun verband met de prothetiek is stellig veel nauwer dan de uitkomsten der exacte onderzoekingen. Of dit verband echter altijd de prothetiek ten voordeel heeft gestrekt, valt te betwijfelen. Misschien werd uit het oog verloren, dat de verschillen in kauwbeweging bij verschillende diersoorten voor den vergelijkenden physioloog geheel andere beteekenis hebben, dan die tusschen de verschillende menselijke individuen voor den prothetist. Zelfs indien men de mededeelingen

¹⁾ Bakker: Voordrachten over de theorie der prothese 1923.

²⁾ Hildebrandt: Die physiologischen und statischen Grundlagen der totalen Prothese. 1935.

van L u b o s c h ¹⁾ over het kauwen van enkele zoogdieren als juist aanvaardt, is het gewaagd en waarschijnlijk misleidend hieruit conclusies te trekken omtrent de menselijke kauwbewegingen. Volgens hem voeren de daarbij genoemde dieren de in afb. 1 geteekende bewegingen uit, in een vast rythme en met groote exactheid. Slechts bij apen, als zij b.v. een noot hebben te kraken, constateert hij afwijkingen. Bij sommige diersoorten, gaat door afronding van de hoeken, de scheiding tusschen de bewegingsphasen verloren en vloeien deze ineen. Helaas vermeldt L u b o s c h niet op welke wijze hij zijn waarnemingen deed en vastlegde. Men moet aannemen, dat hij de kauwbewegingen met het oog trachtte te volgen en wat hij zag, of meende te zien, in tekening bracht.

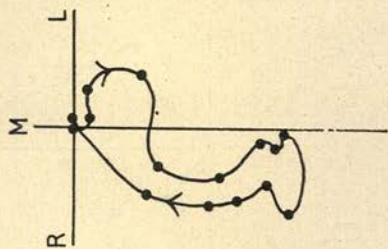
Op soortgelijke wijze is Z s i g m o n d y te werk gegaan²⁾. Met dien verstande, dat hij zijne waarnemingen slechts aan één object verrichtte, n.l. aan zich zelf. Zijn resultaat geeft hij even als L u b o s c h in een tekening weer, (afb. 2). Elk der opeenvolgende bewegingen, zegt hij, bestaande uit openen, zijdelingsche uitslag en sluiten, voltrekt zich *steeds* aan één zijde van het mediaanvlak. Zij wordt begrensd door dit vlak en, naar buccaal, door een tweede vlak, dat met het eerste een hoek van 30° maakt. De bewegingen zijn alle soortgelijk, onderling verschillen zij alleen in grootte. De openbeweging volgt een gebogen baan, concaaf naar buccaal, de sluitbeweging geschiedt volgens een rechte lijn, n.l. de verbindingslijn tusschen de diepste stand en de centrale occlusie. Z s i g m o n d y stelt daarom voor de term „Mahlzahn” te vervangen door „Malmzahn”. Z.i. is namelijk bij de kauwfunctie niet van eigenlijk malen, maar slechts van kneuzen sprake.

G y s i meent hieromtrent: „Diese trianguläre Bewegungsart wird wahrscheinlich ausgeführt bei Verarbeitung relativ weicher, nicht zu faseriger Nahrung”. Te voren heeft hij

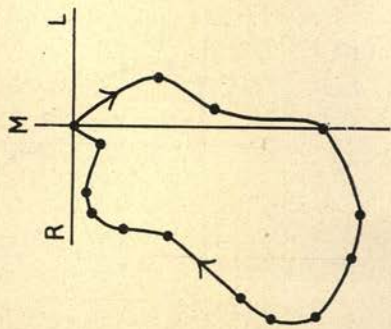
¹⁾ L u b o s c h: Universelle und spezialisierte Kaubewegungen bei Säugetieren. Biol. Zentralblatt. Bd. 27. 1907.

²⁾ Z s i g m o n d y. Ueber die Bewegungen des Unterkiefers beim Kauakt. O. Z. f. St. 1912.

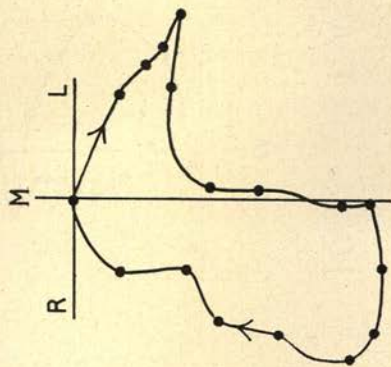
1. D.B.



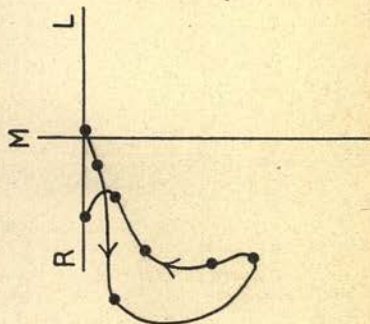
2. D.B.



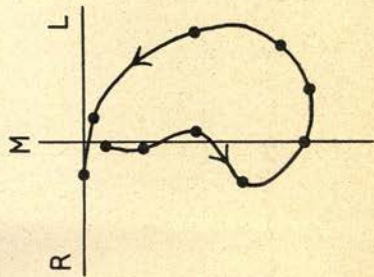
3. D.B.



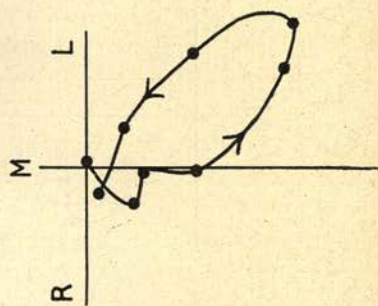
4. U.Z.



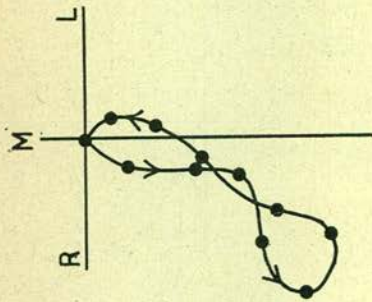
5. U.Z.



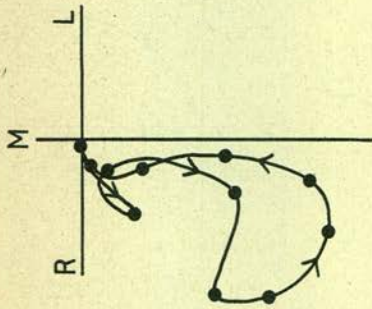
6. U.Z.



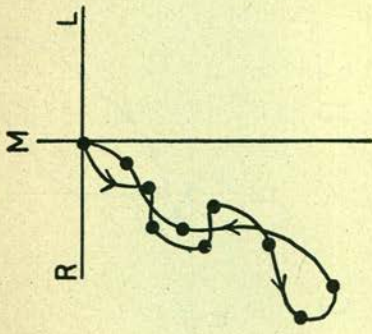
7. $F_{1/d} V.$



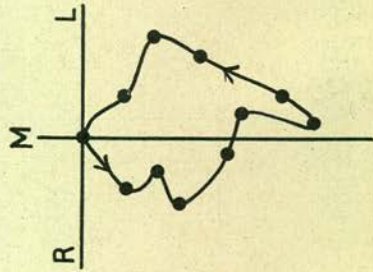
8. $F_{1/d} V.$



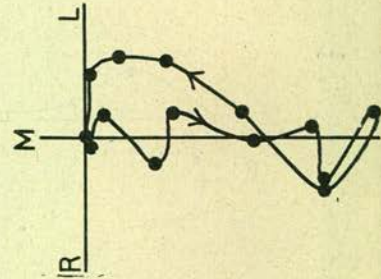
9. $F_{1/d} V.$



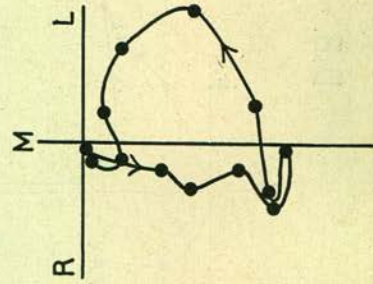
10. $F.A.$



11. $F.A.$



12. $F.A.$



reeds de meening geuit, dat in de menschelijke kauwbeweging te onderscheiden zijn:

den Okklusjonsbiss nach Art der Karnivoren,

den Vorbiss nach Art der Rodentia,

den Seitbiss nach Art der Ruminantia,

den Rundbiss, der die eigentliche menschlichen Bissart darstellt, als Kombination der drei vorher genannten Bissarten."¹⁾

„Für stark faserige Nahrung nehme ich dagegen eine quadranquäre oder ovale Bewegungsart an, die folgendermassen verläuft: aus der Okklusjonsstellung (Afb. 4 erstes Bild) öffnet sich der Kiefer durch Phase I und Phase II (Afb. 4, zweites und drittes Bild) wie Z s i g m o n d y es beschreibt, und geht dann durch Phase III (viertes Bild) in die Seitbisstellung der Zähne, so dass die Molaren sich in der Höcker-auf-Höcker-Stellung befinden (Afb. 4, viertes Bild) um jetzt während der IV Phase auf ein andergleitend in die Okklusjonsstellung (erstes Bild) zurück zu gehen.“

Dit is de kern van G y s i s beschouwingen, waartegen H i l t e b r a n d t zich zoo krachtadig verzet. Op 'deze stelling, die zooals wij aannemelijk trachtten te maken, niet zonder meer als axioma werd uitgesproken, maar op analogie met de kauwbewegingen van enkele diersoorten berust, is eigenlijk G y s i s geheele articulatie-theorie gebouwd. Die vierde Phase is het strijdpunt. Men zou echter G y s i onrecht doen indien men verzwijgt, dat deze volgens hem „eine derart geringe seitliche Bewegung darstellt, dass dieselbe von Aussen kaum wahrnehmbar ist.“²⁾

Wij achten, zoowel uit theoretisch als uit praktisch oogpunt, de zaak echter belangrijk genoeg om te probeeren of wij de „vierde phase“ konden vinden. Wij stelden daarbij aan ons onderzoek de eisch, dat het een grooter aantal objecten moest omvatten, en dat de bewegingen van ieder hiervan, niet gehinderd door aan het gebit bevestigde apparaten, en onbeïnvloed door de kennis hoe wij behooren te kauwen, objectief

¹⁾ G y s i: Der neue verstellbare Gysi-Artikulator 1914. Schw. V. f. Z. 1915.

²⁾ t. a. p.

moesten kunnen worden geregistreerd. De methode Braun e - F i s c h e r was derhalve onbruikbaar. Het lag voor de hand de kinomatograaf te bezigen.

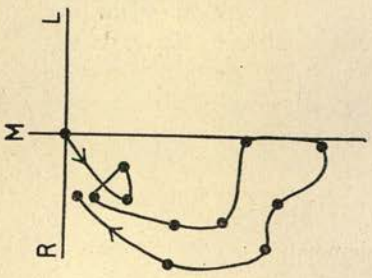
Reeds vroeger hadden wij op deze wijze gewerkt. De toen gepubliceerde resultaten¹⁾ achten wij niet meer betrouwbaar. Zij correspondeeren ook niet met de uitkomsten van het huidige onderzoek, waarbij wij, gewapend met een beter instrumentarium, meenen de toen gemaakte fouten te hebben vermeden.

De gang van het onderzoek is nu aldus: dertig studenten, allen in het bezit van een natuurlijk gebit, dat geen bijzondere afwijkingen vertoont, vormen het te onderzoeken materiaal. Op de tuber frontale van ieder hunner worden twee zwarte stippen aangebracht en op de protuberantia mentale één. Hun wordt een stuk brood gegeven om te kauwen; onder het kauwen blijft de mondopening gesloten. Zonder het hoofd te fixeeren filmt men ieder object in actie gedurende een halve minuut. Deze tijd is meer dan voldoende; achteraf blijkt dat een volledige beweging ongeveer $3/4$ seconde duurt. Met een snelheid van 16 beelden per seconde worden dus 45 volledige bewegingen van ieder gefotografeerd. Na de noodige fototechnische bewerking projecteeren wij de beelden op drie maal levensgroot. De stippen op het voorhoofd brengen wij van de opeenvolgende beelden in dekking en de opeenvolgende standen van de kinstip worden op het als projectievlak dienend vel papier aangeteekend. Op hetzelfde papier wordt de mediaanlijn getrokken. Door onderlinge vergelijking der beelden zocht men de stand uit, die geacht kan worden het best te corresponderen, met de centrale occlusie.

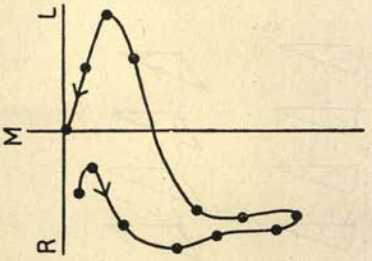
Wij zijn er ons van bewust, dat deze werkwijze niet mathematisch exact is. Zij is dit niet omdat, althans soms, de beweging van de stip op de huid niet identiek is met die van de beenige kaak. Een huidverschuiving zal een minimale vertraging en ook een verkleining der werkelijke beweging doen afbeelden. De onderliggende musculus mentalis zal echter daartoe niet veel aanleiding geven. Ook wordt het hoofd tijdens het kauwen niet stil gehouden. De hierdoor ontstane

¹⁾ B a k k e r: Ein Kapitel aus der Theorie der Prothetik. Corr. f. Z. 1930.

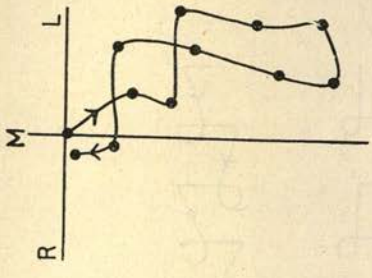
13. G.S.



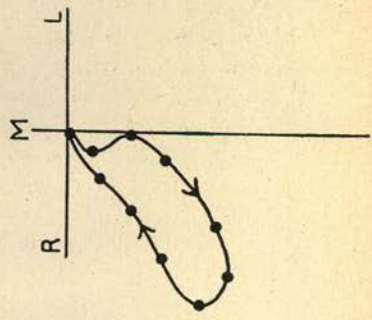
14 G.S.



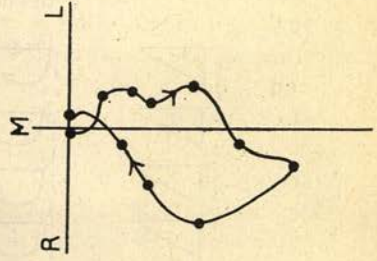
15. G.S.



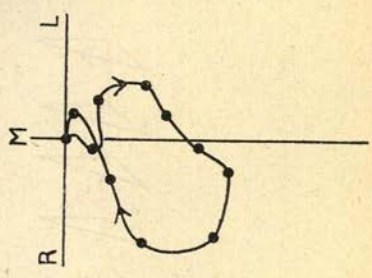
17. J.R.



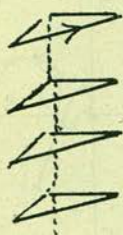
16 J.R.



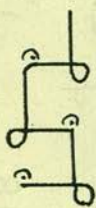
18. J.R.



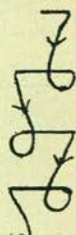
Figuur 1.



Büffel

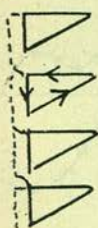


Alpaca

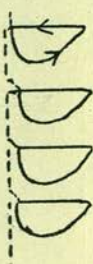


Dromedar

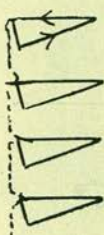
Giraffe



Bibos
sudaicus



Anoa



Ellen-
antilope

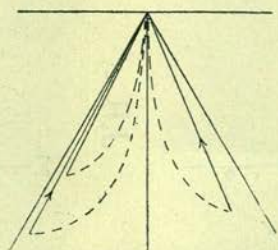
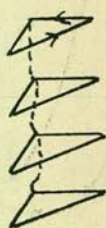


Fig. 2. (naar Zsigmondy)

fout wordt gecompenseerd door het verschuiven der beelden, zoodat de voorhoofdstippen toch elkaar dekken. Bovendien staat hier tegenover, dat het aanbrengen van een apparaat, hoe klein ook, aan de tandrij, en het fixeeren van het hoofd, naar onze ervaring, de natuurlijke kauwbeweging in sterke mate beïnvloedt en veel grooter fouten doet ontstaan. Door beide maatregelen gehinderd, voert de patiënt kunstmatige bewegingen uit. Men heeft dus te kiezen, (zoolang geen andere middelen ter beschikking staan) de juiste en natuurlijke beweging minder exact registreeren of een onnatuurlijke beweging juist af te beelden. Wij gaven aan het eerste de voorkeur.

In de meeste gevallen bleek het ons mogelijk de puntbanen te construeeren. De baan, die het dentale inferius beschrijft zal in het algemeen iets kleinere uitslagen, in verticalen en in horizontalen zin, vertoonen dan ons beeld. Tegen het publiceeren van al onze resultaten bestaan natuurlijk bij de redactie ruimte-bezwaren. Wij geven daarom slechts de figuren, die zes menschen, ieder in drie opeenvolgende bewegingen ons verschaften.

Beschouwen wij eerst iedere kromme voor zich.

Het drietal van D.B. (afb. 4) toont op enkele punten overeenkomst. In alle drie banen is het openen van de mond vergezeld van een beweging naar linksch; voor de grootste opening is bereikt, wordt de mediaanlijn gepasseerd; met nog wijd open mond bereikt hij de grootste uitslag naar rechtsch en gaat van hier uit met eenige slingingering weer terug naar den centralen stand, die met de centrale occlusie correspondeert. In alle drie gevallen wordt de centrale occlusie bereikt, en blijkens het samenvallen van meerdere stippen in de oorspronkelijke opnamen, wordt in dien stand gedurende een fractie van een seconde gepauseerd. De plotselinge zwaai van linksch naar rechtsch, zooals die in het keerpunt van kromme 3 tot uiting komt, viel bij D.B. herhaaldelijk waar te nemen. De figuren leeren verder dat hij, vergeleken bij de anderen, uitgestrekte bewegingen met relatief groote snelheid uitvoert. (De baanlengten tusschen twee stippen, die elkaar met $1/16$ seconde tijdsverschil volgen, geven een maat der snelheden.)

U.Z. (afb. 5) blijft slechts een keer van de drie aan dezelfde

kant van de mediaanlijn. Tusschen de eerste en de tweede beweging wisselt hij klaarblijkelijk de actieve zijde zonder in den oclusiestand te komen. Dit verschijnsel is voor hem, karakteristiek, maar ook voor meer anderen, wier kauwbanen hier niet zijn weergegeven. Misschien behooren zij bij de „schrokkers”.

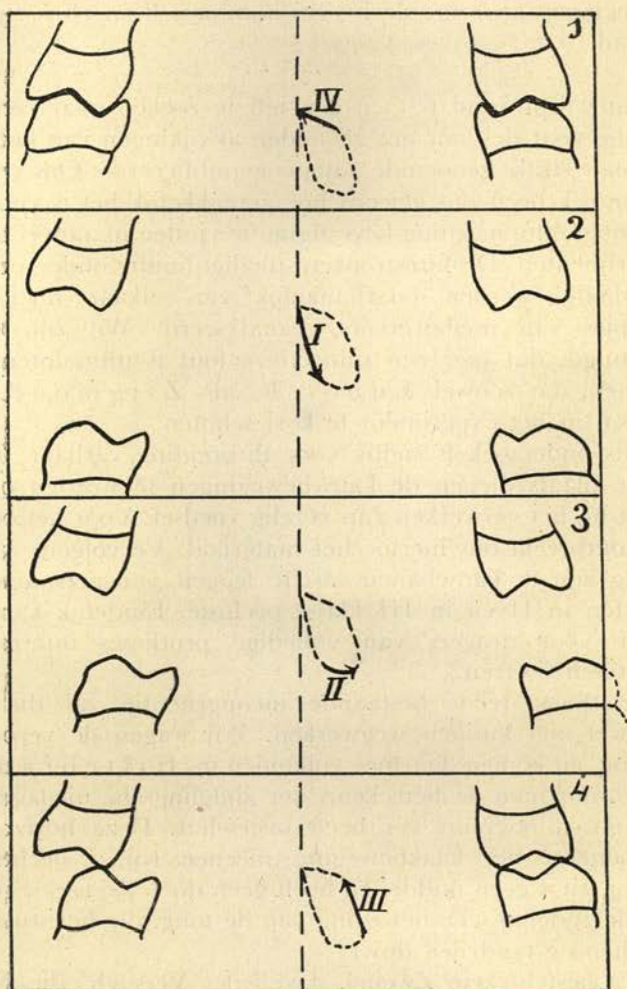
F. v. d. V. (afb. 6) beweegt de kaak overwegend aan één zijde van het mediaanvlak. Door de herhaalde kruising van de openings- en de sluitingsbaan doet de figuur de beweging gecompliceerder lijken dan zij inderdaad is. Hij bereikt wel telkens den centralen stand en houdt daar ook een moment rust. Bij een dusdanige beweging de term fasen te bezigen, lijkt echter het spraakgebruik geweld aandoen.

F. A. (afb. 7) overschrijdt bij elke beweging het mediaanvlak. Zijn actie is verwant aan die van D.B. Hij komt terug in den centralen stand. Opmerkelijk is de meermalen gevonden lus bij de wijdeste mondopening.

G. S. (afb. 8) laat evenmin „fasen” onderscheiden. Tusschen de beweging 13 en 14 bereikt hij lang niet den centralen stand; bovendien geschieden deze twee in tegengesteld zin, terwijl nummer 15 zich weer in den zelfden zin als 13 voltrekt.

J. R. (afb. 9) vertoont althans één beweging, die met de in de litteratuur beschrevene overeenkomst vertoont. Zij komt op de film echter meermalen voor. De andere hebben een minder regelmatigen vorm maar bezitten toch niet te samengestelde slingers. Dit proef-object is de eenige niet-student, maar een collega, die de betrokken litteratuur kent!

Samenvattend stellen wij vast, dat de geregistreeerde krommen de meest grillige vormen vertoonen, die alle afwijken van de door *Zsigmondy* en *Gysi* beschreven banen. Slechts beweging No. 17 benadert deze beide vormen, maar komt het dichtst bij die van *Zsigmondy* omdat de vierde phase van *Gysi* totaal ontbreekt. Van alle banen ligt een vierde deel aan één zijde van het mediaanvlak. Het bewegingsveld overschrijdt meestentijds aanzienlijk den onder een hoek van 30° met de verticale door *Zsigmondy* getrokken grens. Verschillende deelen der banen worden met ongelijke snelheden afgelegd. Veelal is de sluitbeweging



Figuur 3. (naar fig. 4 van Gysi)

sneller dan de openbeweging. Een bepaalde regelmaat is evenwel niet te constateeren. De „vierde phase” is bij deze bewegingen afwezig; slechts bij nummers 8 en 18 is zij aangeduid.

Vanzelfsprekend is men geneigd te zoeken naar een verklaring voor de door ons gevonden afwijkingen van het door de beide straks genoemde auteurs gepubliceerde. Ons vroeger onderzoek heeft ons geleerd hoe gemakkelijk het is voor een vooropgezette meening bevestiging te vinden in aanvechtbare experimenten. De filmstrooken, die het huidig onderzoek ons verschafte, werden onafhankelijk van elkaar door drie groepjes van medewerkers geanalyseerd. Wij zijn ervan overtuigd, dat hier een subjectieve fout is uitgesloten. Wij meenen, dat zoowel Lubosch, als Zsigmondy en Gysi in het experiment te kort schoten.

Ons onderzoek is stellig voor uitbreiding vatbaar. In de eerste plaats dienen de kauwbewegingen te worden onderzocht bij het verwerken van vezelig voedsel. Voor het oogenblik ontbreekt ons hiertoe het materiaal. Vervolgens zal het nuttig zijn de kauwbanen vast te leggen van personen met gebitten in II en in III klasse occlusie. Eindelijk kan hetzelfde voor dragers van volledige protheses interessante resultaten leveren.

De thans reeds bestaande incongruentie zal dit alles evenwel niet kunnen wegwerken. Wij wagen de veronderstelling, en komen daarmee volkomen in Hiltibrandskamp, dat men de beteekenis der zijdelingsche uitslagen uit dynamisch oogpunt ver heeft overschat. Deze horizontale componente der kaakbeweging, meenen wij, is slechts een gevolg, zij is geen middel en heeft geen doel. Zij is een gevolg van de zijdelingsche beweging van de tong, die het stuk spijs tusschen de tandrijen duwt.

„Es besteht kein Zweifel, dasz jeder Versuch, die Mahl-bewegungen des Menschen für alle Fälle einheitlich darstellen zu wollen, etwas gezwungenes an sich haben musz — und es kann jeder an sich selbst beobachten, dasz sie, solange der Bissen noch dick ist, viel weniger gleichmäsizig ablaufen, als gegen Ende des Kauens, wo die Führung durch die

Zahnhöcker sich wesentlich prägnanter geltend macht", zeggen Bluntschli en Winkler¹⁾. Van deze uitspraak onderschrijven wij alleen het eerste gedeelte; voor de juistheid van het tweede vonden wij geen aanwijzingen.

Men probeere eens de tong naar de kant uit te steken en de kaak in het mediaanvlak te houden, — dit lukt moeilijk. Men probeere verder de tong naar rechts uit te steken en de kaak naar links te bewegen, — dit gelukt niet!

Een mechanisch dwingend verband tusschen beide bewegingen behoeft evenwel hierin niet te worden gezien. Veeleer zij aan een automatisme gedacht, zooals de bewegingsphysiologie er meerdere kent. Is deze beschouwingswijze juist, dan zou de interessante hypothese kunnen worden opgesteld, dat de secundair-omnivore mensch bezig is slechts de resten van de bij deze ontwikkelingstrap behoorende wijze van kauwen over te houden, om zijn cultuur-voedsel te verwerken op uiterlijk dezelfde wijze, waarop hij oorspronkelijk het oervoedsel verorberde. Voorloopig zullen wij ons in ernst aan deze stoute uitspraak echter niet wagen. Zelfs het interpreteren onzer resultaten ten gunste of ten ongunste van een bepaalde prothetische methodiek laten wij liever achterwege tot bij tijd en wijle ons onderzoek verder zal zijn uitgebreid.

Utrecht, Oct. '41.

¹⁾ Bluntschli en Winkler, in het Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie van Bethe e.a.