

Aus der II. medicinischen Klinik der Kgl. Charité.

## Der Venenpuls im Lichte neuer photographischer Methodik.

Von

Dr. **Reinhard Ohm,**

Stabsarzt an der Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen und Assistent der Klinik.

(Mit 1 Abbildung und 23 Originalcurven im Text.)

### A. Einleitung.

Die Geschichte des Venenpulses reicht weit zurück. Sie ist geknüpft an die Namen Bamberger, Friedreich, Riegel, Mackenzie, Wenckebach, D. Gerhardt, Hering, François-Franck, Frédéricq, Cushny and Grosh, Morrow u. s. w. Zuletzt hat Riehl thierexperimentelle Studien über das Verhalten des Venenpulses unter normalen und pathologischen Verhältnissen gemacht. Mackenzie war der erste, der die Venenpulszeichnung klinisch für die topische Herzdiagnostik in grossem Umfange verworthe; und in der That verdanken wir dem Venenpuls die Kenntniss von den verschiedenen Formen der Herzarhythmien. Ueber die Verwendung der Venenpulsregistrirung für die topische Herzdiagnostik hat aber eine wichtige Eigenschaft der pulsirenden Jugularvene zu wenig Berücksichtigung erfahren. Das ist ihre Wirkung als elastisches Manometer, welches dem rechten Herzen aufsitzend befähigt ist, die aus der Herzfüllung und Entleerung resultirenden Strom- und Druckschwankungen anzuzeigen. Während die moderne Herzdiagnostik seit der Einführung des Elektrocardiogramms es erstrebt, die verschiedenen Herzerkrankungen durch Registrirung des elektrischen Erregungsablaufs zu erkennen, dürfte die Aufgabe der Venenpulszeichnung als klinische Untersuchungsmethode vornehmlich als Functionsprüfung des rechten Herzens aufzufassen sein, soweit es sich um die mechanische Arbeit handelt, die das Herz als Pumpwerk bei seiner Blutfüllung und Entleerung zu leisten hat. Wir wissen nun aber, dass Circulationsbehinderungen im rechten Herzen entweder die Folge primärer Myopathien oder von Klappenfehlern des linken Herzens sind. Es liegt also eine gewisse Berechtigung vor, die Jugularvene für die mechanische Arbeitsleistung des Herzens in toto als Manometer anzusehen. Diese Auffassung vom Venenpuls als Manometer würde vielleicht vorherrschend geworden sein, wenn seine Lehre im Sinne Bamberger's, Friedreich's und Riegel's weiter gefördert wäre, und wenn nicht die anderen Autoren die Venenpuls-

registrierung für das Studium der Herzrhythmen bevorzugt hätten. Besonders klar geht aus einer Arbeit Bamberger's vom Jahre 1863 die Auffassung über den Venenpuls als Indicator für Druckschwankungen hervor. Der Hauptgrund, warum die manometrische Eigenschaft der Jugularis sich nicht die gebührende Geltung verschaffte, dürfte wohl an den mangelhaften Methoden gelegen sein, die früher zur Verfügung standen. So erklärt es sich, dass das Verständniss für die erwähnte Eigenschaft des Venenpulses erschwert wurde. Durch meine photographische Methodik gelingt es nun einwandfreie Curven zu erhalten, in denen die Manometerschwankungen der Jugularis getreu zum Ausdruck gelangen. Durch gleichzeitige Registrierung der Herztöne mit dem Venenpuls konnte ich ferner eine grosse Schwierigkeit umgehen, die früher für die zeitliche Beurtheilung der einzelnen Pulswellen zu den Phasen der Herzrevolution bestand, denn die Herztöne trennen ja die Phasen der Herzrevolution von einander, indem sie, wie allgemein anerkannt, den Beginn der Systole und Diastole exact markiren.

---

Die ersten Ergebnisse meiner combinirten photographischen Methodik, d. h. der gleichzeitigen Verzeichnung des Venenpulses, Arterienpulses und Herzsalls an gesunden Menschen habe ich bereits in meiner Arbeit „Zur Lehre vom Venenpuls“ (Congressbericht des deutschen Congresses für innere Medicin, Wiesbaden, 1911, und diese Zeitschrift, 1911, Bd. 9) niedergelegt. Meine ältere, lediglich zum Studium des Venenpulses ausgearbeitete Herztönenmarkirmethode habe ich inzwischen durch ein sehr viel vollkommeneres und hochempfindliches Herzsallregistrierverfahren ersetzt. (Siehe meine Arbeit: „Die Verwendung eines Gelatinehäutchens für die Registrierung des Herzsalls“, diese Zeitschrift, 1912, Bd. 11.)

Abgesehen davon, dass meine combinirte Registriermethode eine Reihe von Einzelheiten am Venenpuls, deren Deutung früher nur das Resultat von Vermuthungen und Schlüssen sein konnte, sicherstellt, lässt sie auch neue bisher ungekannte Erscheinungen an dem Verhalten des Venenpulses erkennen. Diese Gründe berechtigen dazu, die Lehre vom Venenpuls im Lichte der neuen Methodik einer Revision zu unterwerfen.

Ehe ich die Resultate meiner Methodik vorlege, möchte ich die Registriereinrichtung in ihrer jetzigen vervollkommenen und technisch abgeschlossenen Form im Bilde bringen (siehe die Abbildung), und dazu einige Erläuterungen geben unter Hinweis auf meine Arbeiten: „Ein Apparat für photographische Registrierung von Bewegungsvorgängen“ (Münchener med. Wochenschr., 1910, No. 28) und „Eine Einrichtung für photographische Pulsregistrierung“ (dieselbe Zeitschr., 1910, No. 35).

## B. Einiges über die Methodik.

In Abänderung der in der zuletzt erwähnten Veröffentlichung beschriebenen Einrichtung habe ich zunächst die Schiene L, die früher am Boden in der Richtung des unter dem Tisch entworfenen Lichtbandes als Verlängerung der optischen Bank B aufgestellt war, oben an einem verticalen festen Stativ angebracht (siehe die Zeichnung). Sie dient

lediglich zur Führung eines Schlittens, welcher das Organ R für die Registrirung des Venenpulses trägt. Der Venenpulsschreiber kann vermittelst einer mit Zahn und Trieb versehenen Stange in senkrechter Richtung verschoben werden, während die Schlittenführung die Verschiebung in sagittaler Richtung erlaubt. Die Axe selbst, durch die die Pulsation der Vene auf das Spiegelchen s übertragen werden, ist abweichend von der früheren Construction auf Spitzen gelagert. Das Spitzenlager ist so construiert, dass das der Mitte der Welle aufsitzende Stäbchen b mit dem Spiegelchen s genau senkrechte Ausschläge beschreibt, ohne dass während der Drehungen der in ihrem Lager eingepassten Welle eine nennenswerthe Reibung entstehen oder auch das Spielen der Welle beeinträchtigt werden könnte. Das Axenlager ist, wie schon früher beschrieben, nach allen Richtungen hin verstellbar. Die Möglichkeit, das Stäbchen  $b_1$  jetzt von oben her gegen die pulsirende Vene führen zu können, bedeutet für die Aufnahmetechnik eine wesentlich Erleichterung und Vereinfachung. Nicht nur das von mir für meine Untersuchungen besonders angegebene Untersuchungsbett, sondern auch jede andere Krankenbettstelle kann für die Aufnahme benutzt werden, da sie bequem unter der Schiene Platz findet. Die Organe D für die Registrirung des Arterienpulses und H für die des Herzschalls mit ihren Spiegelchen s, sowie die Glasplatte g befinden sich im Bereiche des senkrechten Lichtbandes an Trägern, die seitlich an dem Stativ angebracht, in mehreren Richtungen verstellbar sind. An Stelle meiner alten Doppelkapsel bediene ich mich für die Registrirung des Arterienpulses einer einfachen Kapsel, die mit feinstem Gummi überspannt ist. Die Gummihaut liegt horizontal (siehe bei D!). Die Excursionen der Membrane werden central abgenommen, im Gegensatz zu der Frank'schen Methode, bei welcher die Schwingungen einer Randparthie ausgenutzt werden. Abgesehen von dem Vorzug der centralen Abnahme der Schwingungen lässt sich bei meiner Kapsel in sehr bequemer Weise, ohne das Spiegelchen zu entfernen, die Gummimembrane erneuern. Durch einen über der Kapsel verschieblichen Spannring kann ferner die Membranspannung beliebig abgeändert werden. Der Spannring dient gleichzeitig zur Befestigung der Membrane auf der Kapsel. Aus der Zeichnung bei D in der Figur ist die Function des Organs leicht zu verstehen. Eine Beschreibung der Kapsel habe ich auch gelegentlich der Veröffentlichung meiner Herzschallregistrirmethode mit dem Gelatinehäutchen gegeben, auf die ich schon oben hinwies. Diese in der genannten Veröffentlichung eingehend beschriebene und wissenschaftlich näher begründete Herzschallregistrirmethode verkörpert in der Zeichnung der kleine Apparat bei H.

Zu ergänzen habe ich ferner noch, dass zur Projection des senkrechten Spaltbildes an Stelle der kleinen cylindrischen Linse auf der optischen Bank eine biconvexe Linse Verwendung findet. Das hat den Vortheil, dass die Unterbrechungen des gesammten durch den Spalt tretenden und durch die Linse gesammelten Lichtes in nur einem einzigen Punkte — nämlich im Strahlensammelpunkte — erfolgen können. Erwähnen will ich ferner noch, dass ich in der Casette meines photographischen Kymographions eine automatische Aufwickelvorrichtung für

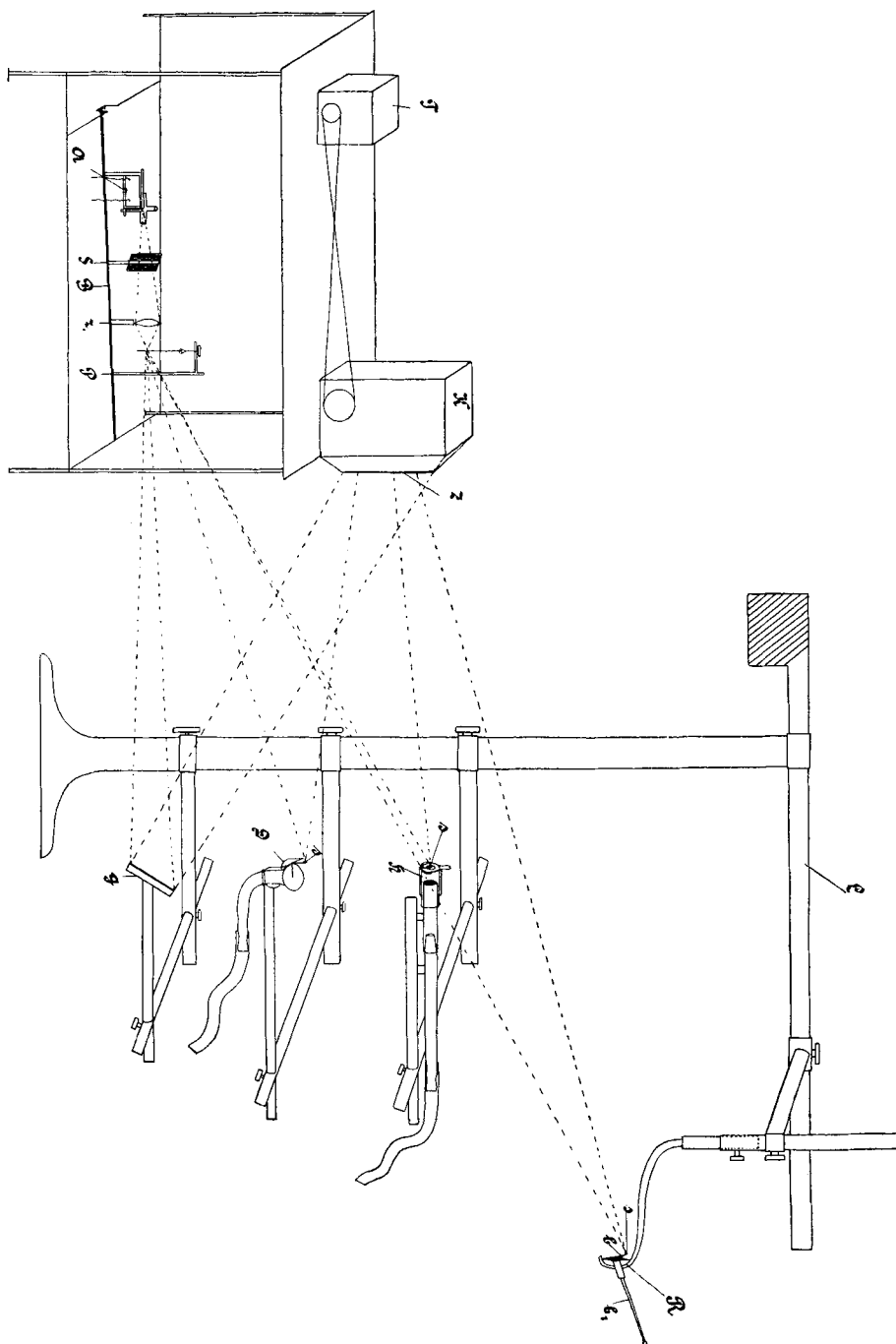
das belichtete photographische Papier angebracht habe. Das in die Casette gelangte Papier regulirt den Fall eines Gewichts, wobei es sich an einem durch das fallende Gewicht in Rotation versetzten Cylinder aufrollt.

Der mit dem belichteten Papier bewickelte Cylinder wird dann nach der Aufnahme aus der Casette genommen.

Eine ausführliche Zusammenfassung der gesammten Technik und Methodik sowie der Resultate wird in einer Specialmonographie gegeben werden.

Hingewiesen sei nur noch darauf, dass im principiellen Gegensatz zur Methodik O. Frank's meine Methodik der Natur jedes einzelnen der drei Bewegungsvorgänge besonders Rechnung trägt. Nur so ist es möglich, dass sehr naturgetreue Aufnahmen erhalten werden; so lassen sich Entstellungen am sichersten vermeiden. Die Registrirung des Herzschalls erfordert, soll sie nach Möglichkeit correct sein, eine hochempfindliche Membrane. Eine solche lässt einen hohen Grad von Dämpfung zu. Die Dämpfung wiederum schützt vor Entstellungen. Mein Verfahren mit dem Gelatinehäutchen dürfte, wie ich zeigen konnte, allen Anforderungen entsprechen. Was den Venenpuls betrifft, so erfordert seine Verzeichnung ein Verfahren, das den Eigenthümlichkeiten dieses Pulses gerecht wird. Exacte übersichtliche Venenpulsaufnahmen dürften sich am besten mit meiner Methodik auf dem Wege directer, starrer photographischer Uebertragung gewinnen lassen. Besondere Versuche überzeugten mich, dass das Lufttransmissionsverfahren, wie es von O. Frank bei seiner Methode verwendet wird, sich für den Venenpuls nicht gut eignet. Hinsichtlich der optischen Anordnung und Lichtführung bei meiner Einrichtung hebe ich den Vortheil der exacten gleichzeitigen Verzeichnung hervor. Ueber die Gleichzeitigkeit besteht während der Aufnahme, und besonders auf den gewonnenen Curven selbst, eine exacte Controle. Das wird dadurch ermöglicht, dass die von einer einzigen Lichtquelle erzeugten, und durch die Convexlinse gesammelten Strahlen im Sammelpunkte durch die die Zeit markirenden Schwingungen der Pendelstange unterbrochen werden. Der Pendelschatten fällt daher gleichzeitig auf sämmtliche Spiegelchen und die Glasplatte. Werden nun die Bewegungsvorgänge genau senkrecht übereinander verzeichnet, so vereinigen sich auf dem Papier die drei kurzen von den Spiegelchen reflectirten Pendelschatten mit dem langen von der länglichen Glasplatte zurückgeworfenen Schatten zusammenfallend zu senkrechten Schattenlinien. An einer solchen nur durch die Uebersicht möglichen Controle fehlte es bisher. Dadurch ferner, dass sämmtliche Spiegelchen das Licht in dieselbe Richtung zurückwerfen, von wo es auf sie fällt, wird die Reflexion unter gleichen Winkeln überflüssig. Die Reflexion unter denselben Winkeln würde nothwendig sein, wenn die Lichtquelle seitlich aufgestellt wäre, wie es bei anderen Methoden der Fall ist. Bei meiner Anordnung kann man also davon absehen, dass die Spiegelchen ausgerichtet in derselben Ebene übereinander liegen; sie brauchen sich nur übereinander zu befinden, wobei ein Spiegelchen mehr vorn, das Andere mehr hinten gelegen sein darf. Diese Anordnung habe ich besonders

mit Rücksicht auf die Registrirung des Venenpulses gewählt. Da dieser in gewissem Sinne auf dem Wege directer Photographie gewonnen wird,



so erheischt das eine Einstellung des Registrirorgans von Fall zu Fall, während die Spieglechen für den Arterienpuls und Herzschall stets an

derselben Stelle verbleiben können, da die Uebertragung hier durch Lufttransmission vor sich geht. Die beschriebene Projection eines senkrechten Lichtbandes mit Hülfe eines von einer einzigen Lichtquelle erleuchteten Spaltes hat den weiteren Vorzug, dass beliebig viel Spiegelchen in seinem Bereiche aufgestellt werden können, also eine Reihe von Bewegungsvorgängen auf diese Weise zu registriren sind; denn die Länge des Lichtbandes kann beliebig durch Benutzung verschieden langer Spalte geändert werden. Sie wächst auch mit zunehmender Entfernung vom Spalt. Der Lichtstreifen könnte so in einer Länge von mehreren Metern noch photographisch wirksam benutzt werden. (Die ganze Einrichtung und sämtliche dazu gehörigen Apparate stellt der Universitätsmechaniker W. Oehmke, Berlin, Luisenstrasse, her.) Die Anfertigung der Apparate unterliegt meiner ständigen Controle.

### C. Der normale Venenpuls.

Bekanntlich verstehen wir hierunter das Pulsiren der Venae jugulares, das bei Menschen mit gesunden Kreislauforganen häufig auftritt. Mehrjährige, daraufhin gerichtete Beobachtungen überzeugten mich, dass bei den meisten Menschen die Halsvenen pulsiren. Die Erscheinung ist am besten in tiefer Rückenlage wahrzunehmen. Der normale Venenpuls hat ein typisches Bild, welches graphisch dargestellt unter normalen Verhältnissen stets wiederkehrt. Wir sind auch berechtigt, von einem normalen Venenpuls zu sprechen, wenn das unter normalen Verhältnissen übliche Bild wiederkehrt bei Individuen mit nachweisbaren Veränderungen am Herzen. Man kann dann sagen, dass die Veränderungen am Herzen — gewöhnlich handelt es sich dann um leichte Abweichungen vom normalen Verhalten — keinen Einfluss auf die normale Gestaltung des Venenpulses haben.

Um das Zustandekommen des normalen Venenpulses in seinen Einzelheiten zu verstehen, ist es zweckmässig, einige Vorgänge bei der normalen Herzrevolution in Zusammenhang mit der Blut-Füllung und -Entleerung des Herzens zu betrachten und ausserdem die durch die normale Herzbewegung erzeugten intrathoracischen Druckschwankungen zu erörtern, die ja bekanntlich auf den Abfluss des Venenblutes zum Herzen von Einfluss sind.

Mit Systole oder Diastole schlechtweg bezeichnen wir bekanntlich stets die Ventrikelsystole bzw. -diastole. Während die Vorhofsystole die erste Phase der Herzrevolution darstellt, also eine eigene Periode repräsentirt, fällt die Vorhofdiastole zeitlich in die zweite Phase, in die Ventrikelsystole, und dann noch anhaltend in die dritte Phase, in die gemeinsame Herzdiastole. Wir kennen im Beginn der Ventrikelsystole eine Anspannungs- oder Verschlusszeit, zu welcher sämtliche Klappen am Herzen geschlossen sind. Denn die beginnende Drucksteigerung in den Ventrikeln hat die Atrioventricularklappen bereits zum Schluss gebracht, dagegen den von der vorhergegangenen Diastole her bestehenden Schluss der Semilunarklappen noch nicht gesprengt. Diese Sprengung kann erst erfolgen, wenn der Ventrikeldruck den

in der Aorta und Arteria pulmonalis herrschenden Druck überbietet. Eine zweite, wenn auch sehr kurze Verschlusszeit besteht auch im Beginn der Ventrikeldiastole. Auch jetzt sind sämtliche Klappen am Herzen geschlossen. Das rührt daher, weil, während die Semilunarklappen bereits im allerersten Beginn der Ventrikelererschaffung geschlossen werden, die Atrioventricularklappen zu dieser Zeit noch nicht wieder geöffnet sein können. Die Oeffnung dieser Klappen kann erst bei weiterer Zunahme der Ventrikelererschaffung erfolgen, nachdem der Druck hier soweit erniedrigt ist, dass der Vorhofdruck überwiegt. Erst dann kann ein Abfluss des Blutes aus dem Vorhof in den Ventrikel erfolgen. Diese diastolische Kammerfüllung wird mit der nächsten Präysstole vervollständigt. Die erwähnte Phase der zweiten Verschlusszeit im Beginne der Diastole wurde von Mackenzie als postsphygmische Periode bezeichnet.

Was nun die durch die normale Herzbewegung erzeugten intrathoracischen Druckschwankungen betrifft, so haben dieselben den Grund ihrer Entstehung in der systolischen Verkleinerung und diastolischen Vergrößerung des Herzens. Während der Systole entsteht daher eine Drucksenkung, während der Diastole eine Drucksteigerung im Thorax. Man hat den Zustand der systolischen Herzverkleinerung als *Meiocardie*, den der diastolischen Vergrößerung als *Auxocardie* bezeichnet. (Siehe auch Sahli's Lehrbuch der klinischen Untersuchungsmethoden!) Die systolische Verkleinerung des Herzens und die mit der intrathoracischen Drucksenkung einhergehende Aspirationswirkung erklärt die ventrikelsystolische Entleerung der Drosselvene. Ein zweites, diesen Abfluss begünstigendes Moment ist die während der Ventrikelsystole einsetzende Erschlaffung der Vorkammern, die von dem einströmenden Blut gedehnt werden. Dazu kommt als drittes, den Abfluss des Venenblutes zum Herzen unterstützendes Moment der Umstand, dass das in den extrathoracischen Venen, also auch in den Venae jugulares befindliche Blut unter Atmosphärendruck steht, sodass eine *Vis a tergo* noch mitwirkt. Normaler Weise kommt es aus den genannten Gründen stets zu einer ventrikelsystolischen Entleerung der Vene. (Vergl. auch Riegel!) Die Vene collabirt in diesem Moment, der sich in den Curven als tief abfallende Linie kundgibt. Die während der Ventrikeldiastole eintretende intrathoracische Drucksteigerung dürfte der Grund sein, warum unter gesunden Verhältnissen während der gemeinschaftlichen Herzdiastole kein Gefälle in der Vene eintritt. Andererseits ist in Betracht zu ziehen, dass bereits systolisch die Vene geleert ist.

Nach diesen Vorbemerkungen will ich nun zu der Besprechung des normalen in den Curven 1, 2, 3 und 4 dargestellten Venenpulses übergehen. In den Curven 1, 2 und 3 ist der Radialispuls und Herzschatall mitgeschrieben. In Curve 4 ist Herzschatall und Radialispuls deswegen nicht mitgezeichnet, um zu zeigen, dass die einzelnen Wellen auch in dem allein registrirten Venenpuls zu erkennen sind. Ich komme bei der Erklärung der Curven noch darauf zurück. Bemerken will ich noch, dass die Curven stets in Athemstillstand geschrieben werden. Es ist das nothwendig, um den Einfluss der nur durch die Herzbewegung hervorgerufenen Strom- und Druckschwankungen erkennen zu können. Die Curve 1 stammt

von einem gesunden Mädchen mit gesundem Kreislaufsystem. Die Herztöne sind hier mit meinem älteren Verfahren, das ich als objective Tonmarkirung hinstellen möchte, registriert worden. Man erkennt am Venenpuls deutlich drei mit jeder Periode wiederkehrende Wellen, von denen eine ein Zeittheilchen vor dem ersten Ton entsteht. (Vergl. den Fusspunkt dieser Welle zur Lage des 1. Tons!) Diese Welle kann nur die Vorhofs- oder präsysolische Welle (pr) sein. Wir wissen von ihr, dass sie durch die Contraction des rechten Vorhofs erzeugt wird. Die darauffolgende Welle fällt mit ihrem Fusspunkt zeitlich in den Bereich des 1. Herztons. Es ist das die von Hering als „Kammerklappen“, von Rihl als „vk“ bezeichnete erste Ventrikelwelle. Mackenzie hat sie bekanntlich mit „c“ bezeichnet. Die Welle verdankt ihre Entstehung dem Tricuspidalklappenschluss. Aus praktischen Gründen habe ich vorgeschlagen, sie systolische Welle zu nennen. Es sollte damit das zeitliche Moment besonders betont sein. Die Bezeichnung Kammerklappenwelle halte ich aber auch deshalb für nicht vollkommen zutreffend, weil nicht immer mit Sicherheit der rein venöse Charakter dieser Welle erkannt werden kann. Eine arterielle Verunreinigung durch mitgetheilte Carotispulsation lässt sich nicht in allen Fällen ausschliessen und zwar um so schwerer, als das zeitliche Zusammenfallen der Carotiswelle mit der Kammerklappenwelle nur eine Wellenerhebung nothwendig macht. Wenn ich auch selbst auf Grund meiner Registrirversuche und aus bestimmten andern Gründen der Ansicht bin, dass für gewöhnlich mit meiner Methode nur die rein venöse Welle registriert wird, so halte ich es doch für angezeigt, eine Bezeichnung zu wählen, die auch die eventuelle Verunreinigung der „vk-Welle“ durch die Carotiswelle wenigstens zeitlich zum Ausdruck bringt. Der Ausdruck: systolische Welle würde zeitlich die in Frage stehende arterielle Verunreinigung mitfassen. Es folgt nun eine kleine, aber scharf ausgeprägte Zacke (siehe in der Curve bei z!), welche im Bereiche des 2. Herztones gelegen ist. Dieses Zäckchen kann nur durch den Schluss der Semilunarklappen und zwar naturgemäss durch den der Pulmonalklappe zu Stande kommen. Ich habe es in meiner früheren Arbeit: „Zur Lehre vom Venenpuls“ als Semilunarklappenschlusszäckchen bezeichnet. Ich nenne es nun Pulmonalklappenschlusszäckchen und bezeichne es mit dem Buchstaben z. Diese kleine Zacke rührt her von der Erschütterung, die der prägnante Schluss der Pulmonalklappe erzeugt. Es markiert sich dieser Vorgang meistens, wenn die Klappe mit der ihr eigenthümlichen Promptheit geschlossen wird. Gleich im Anschluss an das Pulmonalklappenschlusszäckchen setzt nun die dritte Welle des normalen Venenpulses ein, die zweite in die Diastole fallende Ventrikelwelle. (Siehe in der Curve bei d!) Ueber die Herkunft dieser Welle bestehen Meinungsverschiedenheiten. François-Franck hat das kammerdiastolische Hinaufrücken der Herzbasis für die Entstehung dieser Welle verantwortlich gemacht. Landois und Wenkebach sind der Ansicht, dass die diastolische Welle mit dem Semilunarklappenschluss zusammenhängt. Morrow spricht die periphere Wiederfüllung der Vene als Ursache an und lässt sie überhaupt nicht durch ein Moment der Herzthätigkeit ausgelöst sein. Rihl ist der An-



sieht, „dass ein diastolisches Moment den Ablauf einer durch die venöse Stauung bedingten Welle mehr oder minder stark modificiren kann“. Er fasst diese von ihm als „vs + d“ bezeichnete Welle als den Ausdruck einer Stauung des venösen Blutes an den geschlossenen Atrio-ventricularklappen auf. Aus meinen Curven geht nun klar hervor, dass die diastolische Welle stark ausgebildet ist, und stets einen durchaus selbständigen Charakter aufweist. Die kräftige Erhebung setzt gleich im Beginn der Diastole unmittelbar nach dem Erklängen des 2. Herztones ein. Ihre zeitlichen Beziehungen zum 2. Herzton sind gesetzmässig. Der Beginn der Erhebung der Welle wird, wie aus den Curven ersichtlich, durch das Pulmonalklappenschlusszäckchen eingeleitet, wenn letzteres sich in der Curve markirt. Dass die Welle nicht einfach mit einer Blutstauung an den geschlossenen Atrioventricularklappen erklärt werden kann, leuchtet wohl ein. Denn dann wäre nicht einzusehen, warum sie nicht früher, und zwar schon während der Systole beginnt, was allerdings von Riehl angenommen wird. Meine Curven zeigen aber klar den rein diastolischen Beginn. Es muss also ein Moment im Beginne der Diastole die Welle zu Stande bringen. Es muss ferner dieses Moment über eine gewisse Kraft verfügen; denn sonst liesse sich die starke Welle nicht erklären. Die gesetzmässigen Beziehungen zum 2. Ton bzw. zum Pulmonalklappenschlusszäckchen legen die Vermuthung nahe, dass ein bestimmter, gleich nach dem Klappenschluss eintretender Vorgang die Ursache der diastolischen Welle ist. Das ist die Durchbiegung der Pulmonalklappe in das Lumen des rechten Ventrikels hinein, in Folge der enormen Druckzunahme in der Arteria pulmonalis. Dass dieser Vorgang eintreten muss, kann nicht Wunder nehmen, wenn man bedenkt, dass die entfaltenen Taschenventile wie elastische Membranen jedem Druck nachgeben müssen. Diese Durchbiegung nun bedeutet eine Raumverdrängung des Blutes im Ventrikel, der ja bekanntlich selbst bei maximalster Contraction niemals ganz blutleer wird, vielleicht aber auch schon zu dieser Zeit beginnt sich zu füllen. Eine Raumverdrängung erzeugt aber eine Welle. Die Welle nun pflanzt sich fort durch das Ventrikelblut und wird auch, falls die Tricuspidalklappe noch geschlossen ist, wie durch eine elastische Membrane hindurch weitergegeben zur Peripherie.

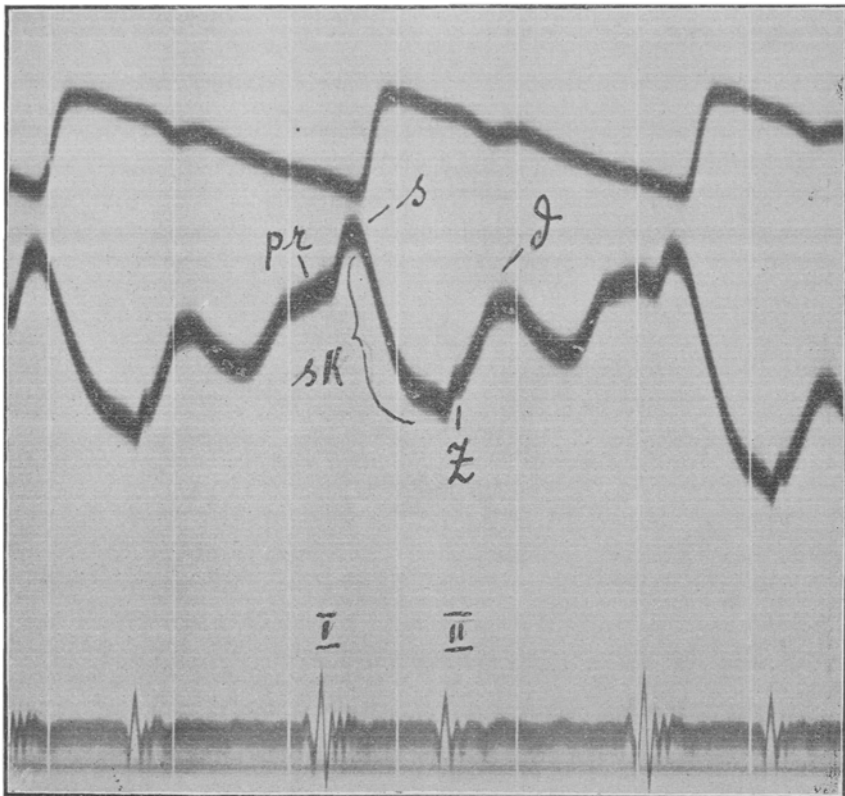
In Uebereinstimmung mit diesem Entstehungsmodus der diastolischen Welle steht die Thatsache, dass bei gesteigertem Druck im kleinen Kreislauf die Welle kräftiger als normal ist. Bei gesteigertem Druck muss eben auch die Durchbiegung der Klappe besonders stark sein. Ich werde in den später zu besprechenden Curven darauf zurückkommen. Gegen die Auffassung Morrow's, die Welle hänge nicht mit Vorgängen bei der Herzrevolution zusammen, sondern erkläre sich einfach durch die Wiederfüllung der Vene von der Peripherie her, spricht der Umstand, dass dieser Vorgang sich in vielen meiner Curven besonders ausdrückt, und zwar gewöhnlich dann, wenn die Herzrevolutionen genügend lang sind. So sieht man in Curve 5, die einen nicht völlig normalen Venenpuls darstellt, die peripherische Füllung der Vene in Gestalt der leicht gebogenen und mit P. F. bezeichneten Linie. Diese Erhebung zeichnet sich durch den geringen Abfall aus. Mit der von Riehl aufgenommenen

Stauungswelle „s“ ist diese Erhebung nicht identisch. Eine solche Stauungswelle setzt sich in Curve 5 im Anfangstheil der die peripherische Füllung darstellende Linie P. F. noch besonders ab. Die kleine Erhebung, in Curve 5 nicht besonders bezeichnet, tritt gleich im Anschluss an den Abfall der diastolischen Welle d auf. Die peripherische Venenfüllung setzt sich gewissermaassen auf sie auf. Diese Stauungswelle kommt nur beim pathologischen Venenpuls vor, und ist dann, worauf ich später zurückkommen werde, als Effect des diastolischen Abflusses aus der Vene zum Herzen und der damit verbundenen Ventrikelfüllung aufzufassen. Eine solche, wenn auch geringe, diastolische Entleerung der Vene zeigt auch in Curve 5 der Abfall der diastolischen Welle. Durch Rückstauung schwillt dabei die Vene an. Unter normalen Verhältnissen wäre dieser Vorgang erst während der Prä systole zu erwarten, weil dann erst die Kammerfüllung vollständig geworden, eine Rückstauung erzeugen könnte. Durch die Registrirung der prä systolischen Welle wird sie aber verschluckt.

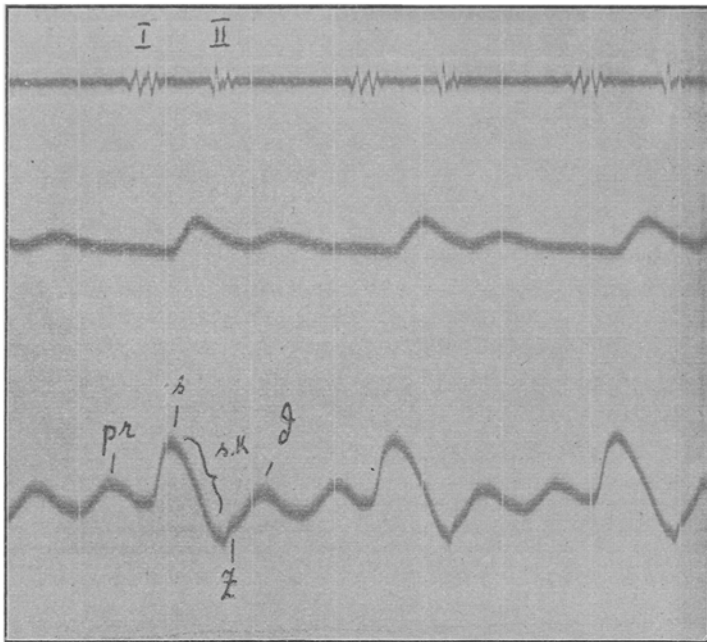
Ich muss nun auf einen Vorgang eingehen, der in allen normalen Curven deutlich ausgesprochen ist, nämlich auf den Abfall der systolischen Welle s. Dieser tiefe Abfall, den die mit s k bezeichnete Linie ausdrückt und der sich während der Austreibungszeit abspielt, zeigt die Entleerung der Vene an. Man hat diesen Abfluss des Blutes aus der Vene als systolischen Venencollaps bezeichnet. Ueber das Zustandekommen dieses Collapses während der Ventrikelsystole wurden bereits Erörterungen angestellt. Der Vergleich mit den Herztönen zeigt, dass der normale Collaps in der That rein ventrikelsystolisch ist und am Ende der Austreibungsperiode endigt. Der Vergleich mit dem Arterienpuls lehrt, dass gleichzeitig mit dem Collaps der Vene die Ausdehnung der Arterie statthat. Dieser Umstand hat dazu geführt, dem normalen Venenpuls die Bezeichnung: „negativer Venenpuls“ zu geben. Bemerkenswerth ist, dass die normale Collapslinie (s k) oft leicht gebogen erscheint, besonders im unteren Abschnitt. Und zwar ist die Convexität nach der Seite des Papierablaufs, also nach links, zur systolischen Welle hin gerichtet. Diese Krümmung ist der Ausdruck, dass die Geschwindigkeit des Abfalls sich ändert und zwar im Sinne einer Geschwindigkeitszunahme. Am Ende des Collapses lässt die Geschwindigkeit wieder nach. Die Linie wird entweder wieder gerade, oder nimmt manchmal auch eine leichte Biegung nach der entgegengesetzten Seite an, als Zeichen der beginnenden Erschwerung des Abflusses. Zu einer wirklichen Stauungswelle kommt es aber unter gesunden Verhältnissen am Ende des systolischen Venencollapses nicht. Wenigstens habe ich bei meinen zahlreichen Registrirungen normaler Venenpulse herzgesunder Menschen niemals eine echte ausgebildete systolische Stauungswelle, eine „v s-Welle“ im Sinne Rihl's und Hering's, auftreten sehen. Eine ausgebildete systolische Rückstauungswelle gelangte nur bei herzkranken Menschen in meinen Curven zur Verzeichnung. Ich werde bei der Besprechung des pathologischen Venenpulses darauf näher eingehen, sowie auf die durch Stauung bedingte veränderte Beschaffenheit der Collapslinie zurückkommen.

Zu den normalen Curven 1, 2, 3 und 4 ist noch zu bemerken, dass

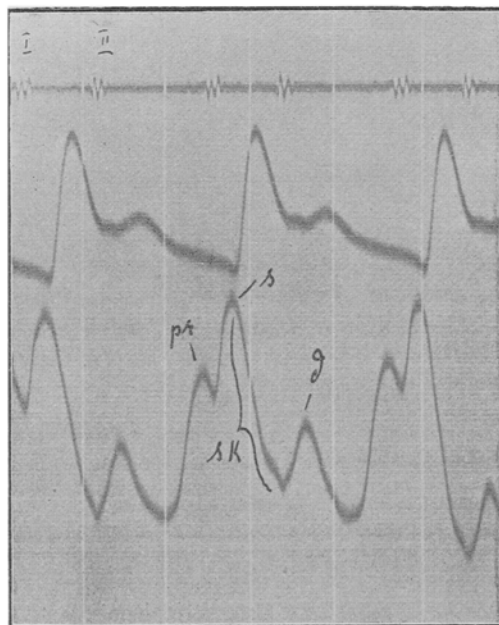
Curve 2, 3 und 4 von gesunden, kräftigen, jungen Männern mit gesunden Kreislauforganen stammen. In Curve 3 verschwindet in dem steilen Anstieg der diastolischen Welle das Pulmonalklappenschlusszäckchen. Angedeutet ist es in der zweiten Pulsperiode noch zu erkennen. Die Andeutung eines diastolischen Abflusses während der zweiten Pulsperiode ist auf einer Atomstörung zurückzuführen. In Curve 4 kann man sich an dem allein gezeichneten Venenpuls durchaus orientiren, und zwar mit Sicherheit an dem Pulmonalklappenschlusszäckchen z, welches die diastolische Welle einleitet. Die vor dem Zäckchen abfallende Linie ist der systolische Collaps mit der systolischen Welle. Die Welle davor kann nur die präsysstolische sein. Dass Curve 5 keinen normalen Venenpuls darstellt, wurde bereits erwähnt. Sie ist deswegen an dieser Stelle aufgeführt, um die peripherische Füllung der Vene und die Stauungswelle zu illustriren. Beide Bewegungen sind, wie erwähnt, in dieser Curve enthalten. Ausser den normalen systolischen Collaps sieht man auch einen geringen diastolischen Abfall, welcher zu der beschriebenen Rückstauung führt. Hierin liegt das Abnorme dieser Venenpulscurve. Der Herzschall in Curve 5 zeigt entsprechend dem Auscultationsbefunde ein systolisches Geräusch. Dieses Geräusch war bei dem Patienten die einzig nachweisbare krankhafte Erscheinung am Herzen.



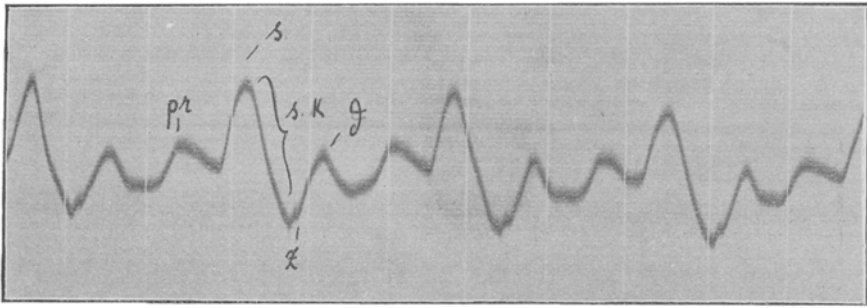
Curve 1 (natürliche Grösse).



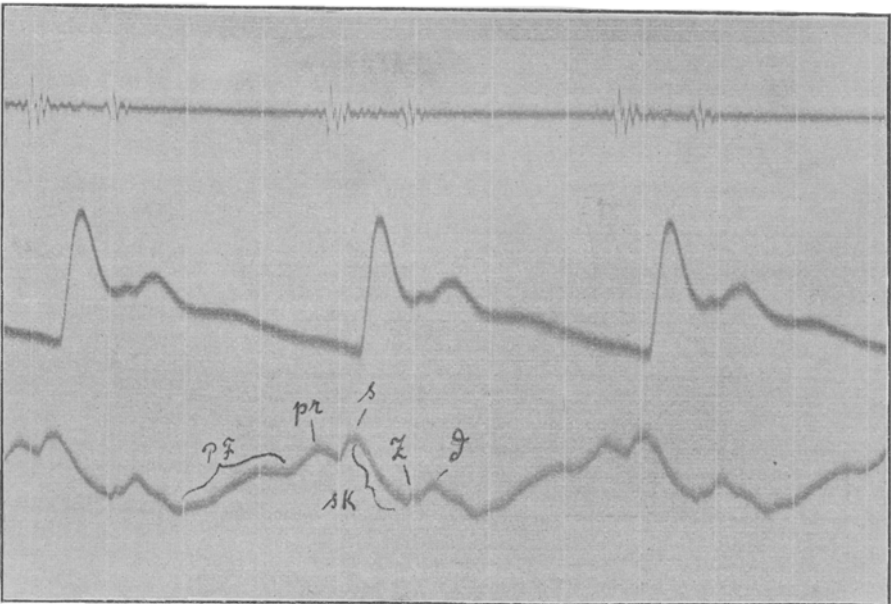
Curve 2.



Curve 3.



Curve 4.



Curve 5.

#### D. Der pathologische Venenpuls.

Der Uebersichtlichkeit halber ist eine Eintheilung des pathologischen Venenpulses erwünscht. Es mögen diejenigen Formen, bei denen die drei typischen Wellen des Pulses erhalten geblieben sind, unterschieden werden von solchen Formen, die die typischen Wellen mehr oder weniger vermissen lassen. Es ist zweckmässig, die atrio-ventriculären Formen von den ventriculären und auriculären zu trennen. Wenn auch die Formen vielfach in einander übergehen, so ist es doch vortheilhaft, diese Eintheilung aus praktischen Gründen beizubehalten. Es mag darauf hingewiesen sein, dass nur vorwiegend atrio-ventriculäre und vorwiegend ventriculäre Venenpulse in Betracht kommen. Die selteneren auriculären Formen sollen in dieser Arbeit nicht zum Gegenstand einer besonderen Erörterung gemacht werden. Da bei der Besprechung der pathologischen Formen eine Reihe von neuen bisher ungekannten Erscheinungen in den

Curven zu Tage treten, so erscheint es angezeigt, die in den Curven eingetragenen Buchstaben-Bezeichnungen vorher zu erläutern. Der Vollständigkeit halber wiederhole ich dabei noch einmal die schon im Text erwähnten Bezeichnungen des normalen Venenpulses.

- pr = präsysolische Welle.
- s = systolische Welle.
- sr = systolische Rückstauungswelle.
- sk = systolischer Collaps.
- z = Pulmonalklappenschlusszäckchen.
- d = diastolische Welle.
- PF = peripherische Venen-Füllung.
- dk = diastolischer Collaps.
- sd = systolische Druckstauungswelle.
- dr = diastolische Rückstauungswelle.

Zu den Curven bemerke ich ferner noch, dass in allen Fällen der Radialpuls gleichzeitig mit gezeichnet ist. Sämmtliche Curven sind in Athemstillstand gewonnen, bis auf eine. Bei der betreffenden Curve ist auf die Athmungsstörung hingewiesen.

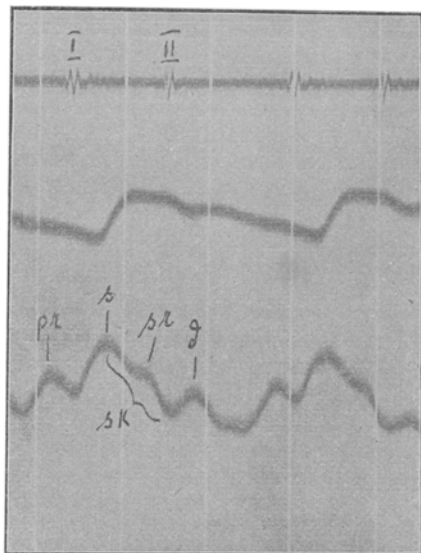
### 1. Atrio-ventriculäre Formen.

a) Formen mit erschwerter ventrikel-systolischer Entleerung der Vene und systolischer Rückstauungswelle (dazu siehe die Curven 6, 7, 8, 9, 10).

Diesen Formen liegt ein mässiger Grad von Stauung im rechten Herzen zu Grunde, der zu einer höhergradigen Deformirung des normalen Venenpulsbildes nicht führt, aber dennoch die durch die Circulationsstörung bedingten Veränderungen deutlich erkennen lässt.

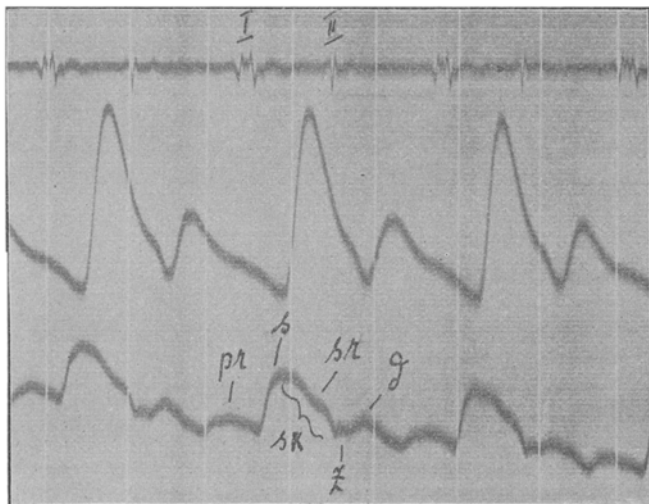
Curve 6 stammt von einem Patienten mit einer leichten Myopathia cordis. Er wurde unter der Diagnose Präscelerose in dem Krankenblatt geführt. Anamnestisch ist bemerkenswerth, dass der Patient an Angina pectoris ähnlichen Anfällen litt. Während des Anfalls bestand ein Beklemmungsgefühl in der Herzgegend, verbunden mit allgemeinem Angstgefühl. Auch in der anfallsfreien Zeit bestand ein Druckgefühl in der Herzgegend. Objectiv war am Herzen nichts Besonders festzustellen. Insbesondere konnte eine Vergrösserung des Herzens mit Sicherheit nicht nachgewiesen werden. Die Herzthätigkeit war regelmässig; die Töne hörten sich rein an. Eine geringe arterielle Hypertension war vorhanden. In dem Ablauf der Venencurve findet sich gegenüber dem normalen Verhalten eine deutliche Veränderung. Es erscheint die Collapslinie des systolischen Venencollapses nach der Seite der diastolischen Welle hin convex leicht gebogen und ferner mit einer Wellenerhebung versehen (siehe bei sr). Sonst ist der Ablauf des Venenpulses normal. Die veränderte Form der Collapslinie deutet darauf hin, dass die Entleerung der Vene unter zunehmendem Widerstand vor sich geht. Dieser Widerstand führt zu der erwähnten pathologischen Rückstauungswelle. Man muss aus dieser Curve entnehmen, dass der rechte Vorhof nicht genügend entleert ist und Blut zurücklässt. Die Folge davon ist, dass die Ent-

leerung des Blutes aus der Vene mit Schwierigkeiten vor sich geht. So kommt es zu einer Stauung, die sich in der Venenpulscurve kundgibt.



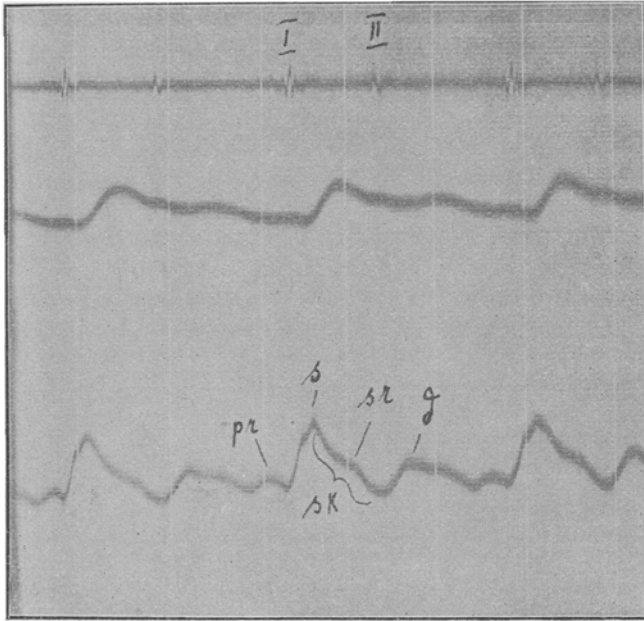
Curve 6.

In Curve 7, die von einem anderen, an leichter Myopathie erkrankten jungen Mann herrührt, ist die nämliche Veränderung in der Venenpulscurve zu constatiren. Die Collapslinie zeigt auch hier eine deutliche Durchbiegung mit der Convexität nach der Seite der diastolischen Welle hin und ebenfalls eine Stauungswelle. Objectiv war in diesem Falle eine Verbreiterung des Herzens nach rechts nachweisbar. Die Töne hörten sich rein an. Der Patient hatte zeitweise Unregelmässigkeiten, die indessen in der Curve nicht zur Darstellung gelangt sind. Es liegt hier dieselbe Veränderung vor wie in dem vorhergehenden Falle, nämlich eine Stauung im rechten Herzen.



Curve 7.

Curve 8 zeigt dieselbe Veränderung bei ungefähr dem gleichen Grade der Stauung. Das Bild stammt ebenfalls von einem Patienten mit leichter Myopathie. Die Collapslinie zeigt im Beginn normales Aussehen. Die Erschwerung kommt erst im weiteren Verlaufe der Entleerung der Vene zum Ausdruck.

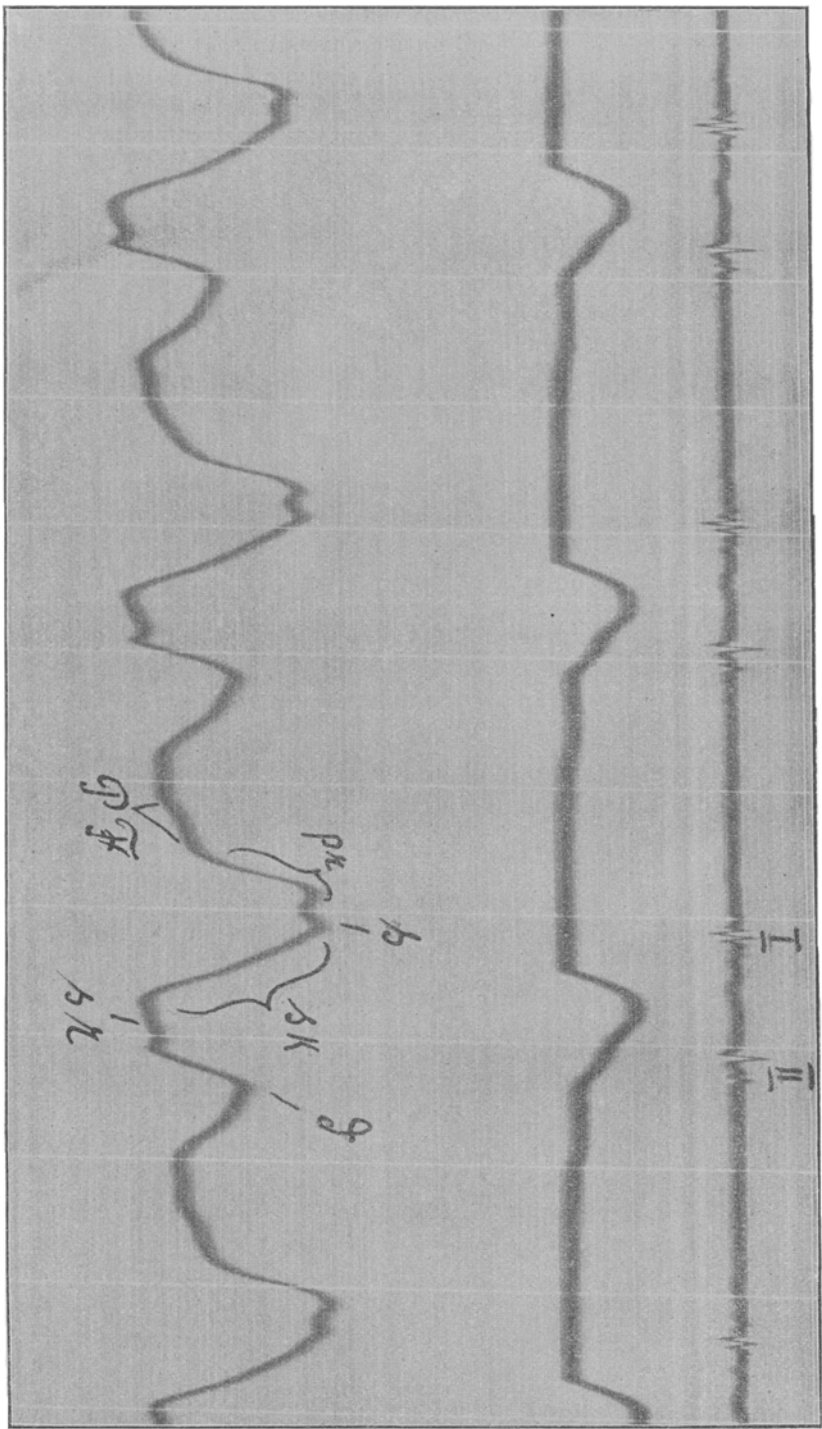


Curve 8.

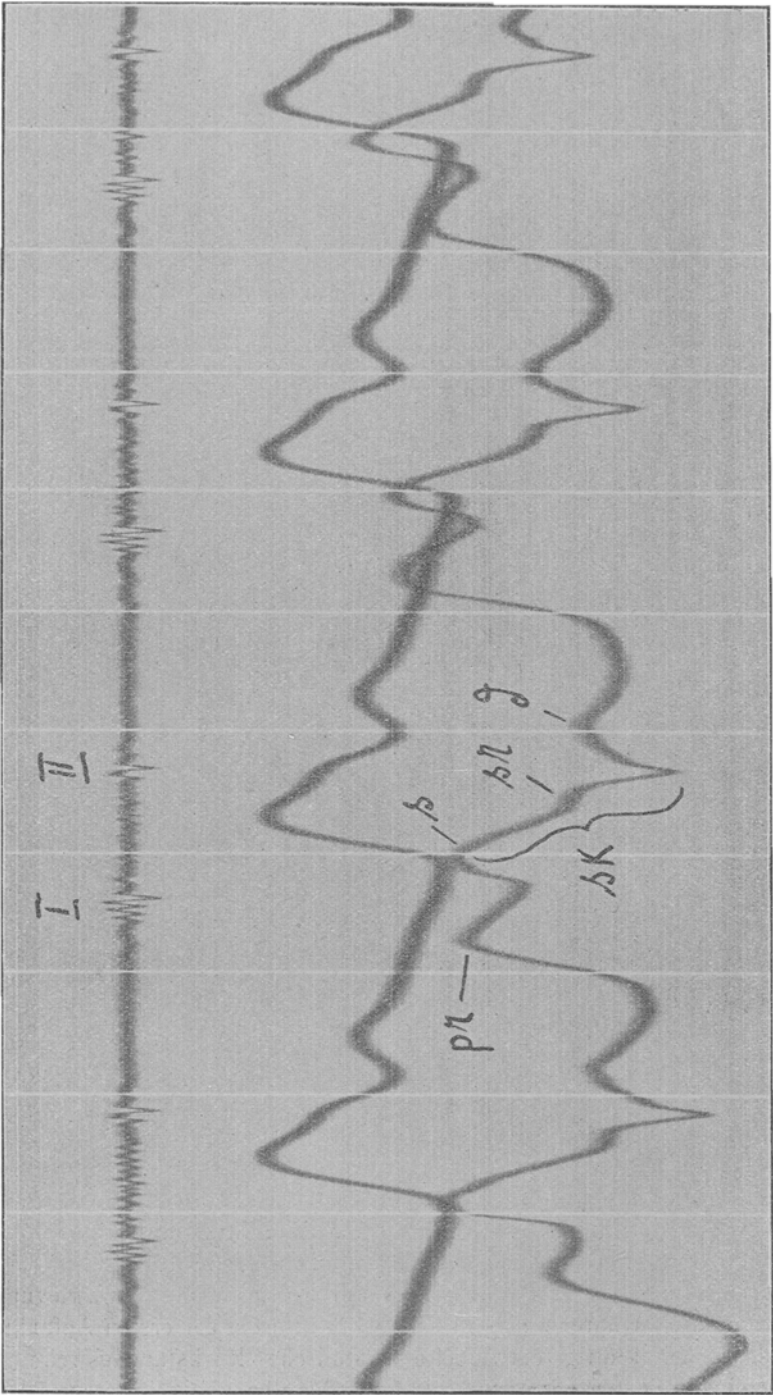
In Curve 9 ist der Fall einer Mitralstenose dargestellt. Klinisch war der Auscultationsbefund normal. Die Töne hörten sich rein an. Dagegen war der Puls klein, und die Herzfigur entsprach einer ausgesprochenen mitralstenotischen Configuration. In der Curve ist der Herzschall dem Auscultationsbefunde entsprechend normal; der Radialispuls giebt ein für Mitralstenose typisches Bild. Im Venenpuls drückt sich deutlich die Stauung in der rechten Vorkammer aus. Die Collapslinie ist nach der Diastole hin durchgebogen. Besonders deutlich ist die systolische Stauungswelle am Grunde der Collapslinie ausgeprägt. Die grosse Vorhofswelle lässt auf gute Activität des rechten Vorhofes schliessen, ohne dass er zwar fähig ist, sich vollkommen zu entleeren.

Curve 10 stammt von einem jungen Mann, bei dem entweder eine Pulmonalstenose oder ein Septumdefect vorlag. Das Vitium bestand von Jugend auf. Das auffallendste Symptom bei dem Patienten war die enorme Cyanose. Auscultatorisch wurde am lautesten über dem Sternum ein langes systolisches Geräusch gehört. Dasselbe drückt sich in der Curve deutlich aus und geht durch die ganze Austreibungszeit hindurch. Der Arterienpuls bietet nichts Besonderes. In der Venencurve drückt sich wieder die Stauung in der rechten Vorkammer aus durch dieselben Veränderungen der Collapslinie wie in den vorangegangenen Curven. Aus der grossen Vorhofswelle ist ferner die starke Activität der rechten Vorkammer ersichtlich.



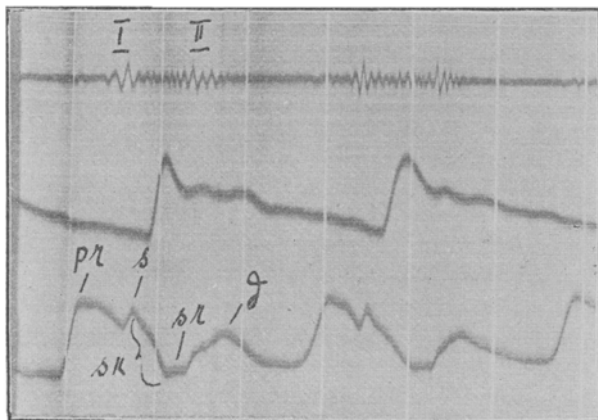


Curve 9 (natürliche Grösse).



Curve 10 (natürliche Grösse).

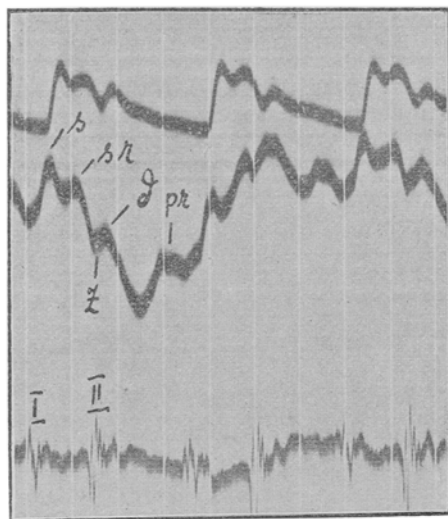
Ein ähnliches Bild giebt Curve 11, die von einem Knaben mit Aortenstenose stammt. Das systolische Geräusch ist deutlich zu sehen. Im Venenpuls ist die Vorhofswelle wieder stark ausgebildet, die Collapslinie erscheint abnorm gekrümmt und am Grunde von einer Stauungswelle gefolgt.



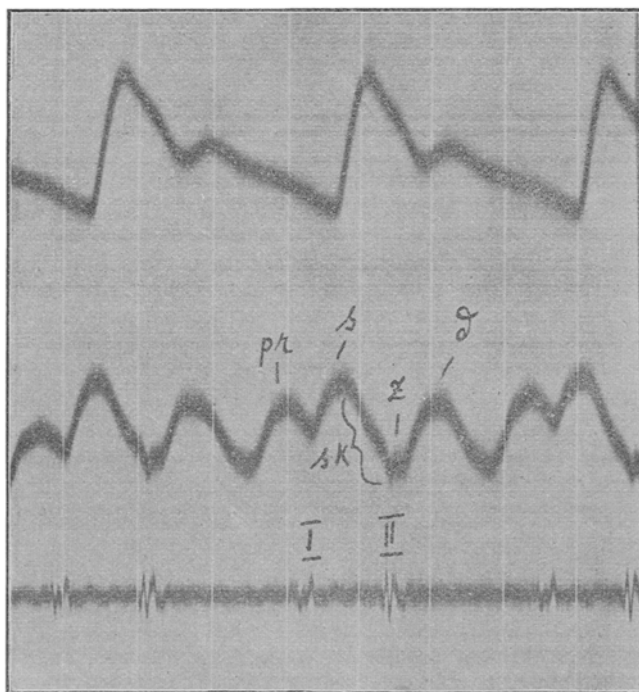
Curve 11.

Curve 12 und 13 stammen von ein- und derselben Patientin, die wegen einer Mitralinsuffizienz in stationärer Behandlung war. Curve 12 ist die erste Aufnahme, die zu einer Zeit gewonnen wurde, als leichte Compensationsstörungen vorlagen, die sich in Athemnoth, Herzklopfen und Schwindel bei grösseren körperlichen Bewegungen kundgaben. Objectiv war eine Vergrösserung des Cor nach rechts und links, ein kurzes systolisches Geräusch über der Mitralis und ein accentuirter 2. Pulmonalton festzustellen. Curve 13 wurde mehrere Monate später aufgenommen, nachdem die Patientin als gebessert entlassen war und ihre Beschäftigung wieder aufgenommen hatte. Das Geräusch über der Mitralis war zur Zeit der zweiten Aufnahme nicht mehr so deutlich zu hören, während der 2. Pulmonalton deutlich verstärkt sich anhörte. Das Herz war nur noch mässig vergrössert. Compensationsstörungen bestanden nicht. Die beiden Curven zeigen auf den ersten Blick ein verschiedenes Aussehen, so dass man glauben könnte, sie stammten nicht von ein- und derselben Patientin. Indessen rührt das veränderte Aussehen in den beiden Curven zunächst von dem geänderten Zustande der Patientin her. Zum Theil liegt das aber an der verschiedenen Geschwindigkeit des Papierablaufs (vergl. die die Zeit markirenden Schattenlinien). In Curve 12 ist der Herzschall mit meinem älteren Verfahren ohne besondere Brustwanddämpfung, in Curve 13 dagegen mit einer Dämpfungsplatte, aber ebenfalls mit der älteren Methode gezeichnet. In beiden Curven drückt sich die Accentuirung des 2. Pulmonaltons durch die grössere Schwingungsamplitude aus. Während nun in Curve 12, also bei der ersten Aufnahme, eine deutliche, kräftig entwickelte systolische Rückstauungswelle die Stauung im rechten Herzen anzeigt, fehlt dieselbe völlig in Curve 13 bei der zweiten Aufnahme, nachdem der Zustand der Patientin erheblich gebessert war. Trotz der in Curve 12 unterlaufenen Athemschwankungen

ist die systolische Rückstauungswelle deutlich zu erkennen. In Curve 13 erscheint die diastolische Welle sehr gross. Das erklärt sich aus dem hohen Druck im kleinen Kreislauf, was die Veranlassung ist, dass die Pulmonalklappe kräftiger als normal eingebogen wird und so eine kräftige diastolische Welle erzeugen kann.



Curve 12.

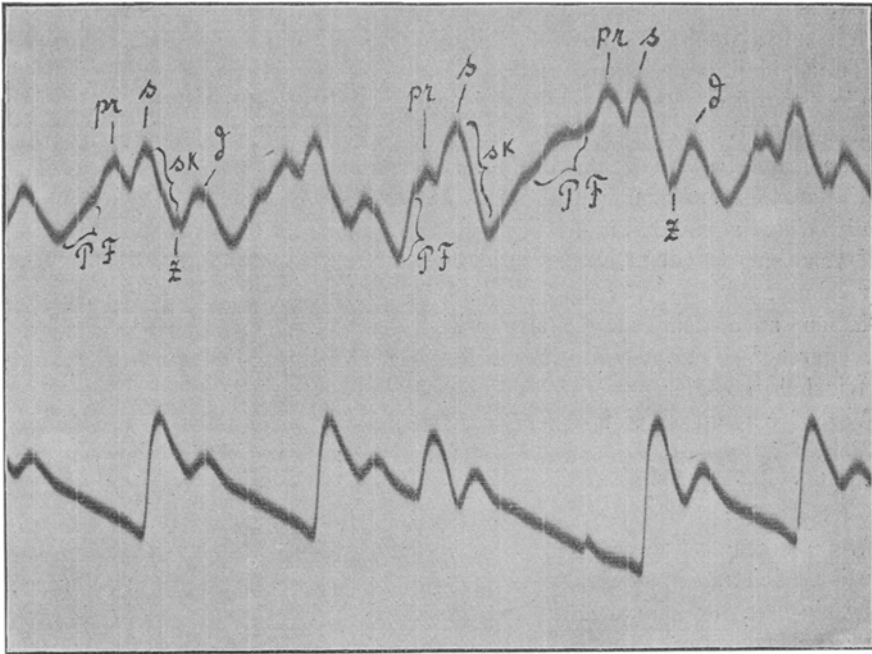


Curve 13.

## b) Eine seltenere Form mit Unregelmässigkeit. (Dazu Curve 14.)

In dieser Curve, die von einem Patienten mit postdiphtherischer Myocarditis stammt, ist der Herzschall nicht mitgezeichnet. Die Curve entstammt einer Zeit, als ich meine Herzschallregistriermethode noch nicht ausgearbeitet hatte. Es ist aber trotzdem leicht, die Curve in ihren Einzelheiten zu verstehen, nachdem durch vergleichendes Studium mit dem Herzschall die Wellen des Venenpulses in ihrem zeitlichen Verhalten geklärt sind. In dem kleinen mit z bezeichneten Zäckchen in der Curve erkennt man leicht den Moment des Pulmonalklappenschlusses, der der diastolischen Welle direct vorangeht. Man sieht den Ausdruck der peripherischen Venenfüllung bei P. F. und auf der Füllungsline die präsysstolische Welle sich aufsetzen. Die Wiederfüllung der Vene ist besonders ausgiebig im Anschluss an die Extrasystole. Die Extrasystole ist atrio-ventriculär. Man sieht auch an ihr deutlich die Füllung der Vene und die sich darauf aufsetzende Vorhofswelle, im Anschluss daran die systolische Welle mit der Collapslinie. Es fehlt in der extrasystolischen Erhebung des Venenpulses die diastolische Welle mit dem Pulmonalklappenschlusszäckchen. Man beachte das zeitlich vollkommene Zusammenfallen des Fusspunktes der extrapräsystolischen Welle mit dem Fusspunkte des Radialisextrapulses. Die gleichzeitige Contraction des Vorhofs und Ventrikels geht daraus hervor. Eigentlich müsste man erwarten, dass selbst bei völlig gleichzeitiger Zusammenziehung der Vorkammer und Kammer die extrapräsystolische Welle um ein geringes Zeittheilchen früher als der extrasystolische Radialis puls eintrifft. Denn die Jugularvenen liegen ja dem Herzen näher als die Radialarterien. Dass trotz der ungleichen Weglängen die genannten Fusspunkte dennoch zeitlich zusammenfallen, deutet auf eine bestimmte Störung in der Herzrevolution hin. Das Vorhandensein dieser bestimmten Störung findet seine Bestätigung in dem Verhalten der darauffolgenden systolischen Welle mit ihrem Abfall. Der Fusspunkt dieser Welle nämlich liegt ein Zeittheilchen hinter dem Fusspunkt des extrasystolischen Radialis pulses und der nun folgende systolische Venencollaps fällt zum Radialis puls beurtheilt in die Diastole (vergl. daneben den darauffolgenden zeitlich normalen Venencollaps bei der nächsten Pulsperiode nach der compensatorischen Pause). Diese zunächst etwas paradox erscheinenden zeitlichen Verhältnisse finden ihre Erklärung darin, dass während der Extrasystole das linke Herz sich früher contrahirt und wieder erschläft als das rechte. Mit der Annahme einer verspäteten Wellenfortpflanzung können sich die Erscheinungen nicht deuten lassen. Denn selbst wenn eine solche bei der schlechten extrasystolischen Gefässfüllung eintreten mag, so würde das Verhältniss für Vene und Arterie doch gewahrt bleiben. Gegen die Annahme einer verhältnissmässig schlechteren Füllung in der Vene und der so möglichen verspäteten Wellenfortpflanzung in ihr spricht die Grösse der extrasystolischen Venenpulswellen. Die in der Curve repräsentirten Vorgänge am Herzen im Verlaufe der Extrasystole dürften sich also so abspielen, dass sich zuerst das linke, dann das rechte Herz zusammenzieht. Dann erschläft das linke und später das rechte Herz.

Die Entleerung der Vene erfolgt für das rechte Herz ventrikelsystolisch, für das linke Herz diastolisch. Ueber noch einen wichtigen Punkt gibt die Curve mit Sicherheit Aufschluss, nämlich darüber, dass die systolische Welle in diesem Falle eine rein venöse Welle ist. Denn wäre sie eine mitgetheilte Carotispulsation, dann müsste sie ja ein Zeittheilchen dem zugehörigen Radialpuls vorausgehen. Die Extrasystole zeigt ferner eine ausgiebige Entleerung der Vene. Bei den regulären Perioden der Venencurve erfolgt die Entleerung ventrikelsystolisch, theilweise aber auch diastolisch.



Curve 14.

## II. Ventriculäre Formen.

(Dazu Curven 15—23).

Die Entstehung dieser Formen ist mit einer hochgradigen Ueberfüllung des rechten Herzens und der benachbarten Venen, d. h. des gesammten hier in Frage kommenden Systems verbunden. Während bei geringeren Stauungen im rechten Herzen die normale Gestalt des Venenpulses im Wesentlichen nur durch Veränderungen der Collapslinie und durch Auftreten einer Rückstauungswelle geändert wurde, wie wir das bei den atrio-ventriculären Formen sahen, nimmt bei grosser Stauung der Venenpuls ein völlig anderes Aussehen an. Die Entstellung des normalen Pulsbildes wird dabei so hochgradig, dass durchaus andere Curven entstehen. Der besseren Vorstellung halber ist es angebracht, die Vorgänge zu erörtern, die während der Herzrevolution in dem überfüllten System eintreten müssen. Ich bemerke dabei, dass die Blutdruckschwankungen des rechten Herzens sich am besten in die rechte Vena jugularis fort-

pflanzen können, weil die obere Hohlvene mit der rechten Vena anonyma und der jugularis ein annähernd gerades Rohr bildet, während die Vena anonyma sinistra einen starken Bogen macht. Aus diesem Grunde habe ich auch stets den Venenpuls der rechten Vena jugularis verzeichnet.

In dem blutüberfüllten System kann zunächst durch die Vorhofscontraction eine präsysstolische Welle sich fortpflanzen und an der Registrirstelle zur Verzeichnung kommen. Bei den meisten ventriculären Formen des Venenpulses fehlt indessen die Vorhofswelle. Das mag daher rühren, dass die Thätigkeit des Vorhofs durch Ueberdehnung gelähmt ist, so dass es nicht zu einer präsysstolischen Welle kommt. Die nun folgende Systole des Ventrikels bringt in ihrem Beginn den Schluss der Tricuspidalklappe zu Stande. Mit diesem Schluss entsteht wieder die systolische Welle, bei der wir, wie bei der Besprechung des normalen Venenpulses näher ausgeführt, nicht immer mit Sicherheit eine arterielle Verunreinigung durch Carotispulsation ausschliessen können. Es ist aber wahrscheinlich, dass unter den jetzt erörterten Verhältnissen die Welle allein durch den Tricuspidalklappenschluss zu Stande kommt. Dafür spricht die Grösse, die die Welle bei grossen Stauungen auszeichnet. Auf die Grössenzunahme der Welle bei vermehrter Stauung haben auch schon Hering und Rihl hingewiesen. Es folgt nun im weiteren Verlaufe der Herzrevolution der Fortgang der Ventrikelsystole. Wir haben früher gesehen, dass normaler Weise bei geleertem rechten Vorhof zu dieser Zeit der Collaps der Vene erfolgt. Bei überfülltem Vorhof ist das natürlich jetzt nicht möglich; es muss vielmehr die Vene infolge der mit der Ventrikelcontraction verbundenen Stauungszunahme im System anschwellen. Die Ventrikelsystole wird also eine besondere Welle erzeugen, die die Drucksteigerung in dem überfüllten System anzeigt. Ich möchte diese Welle als systolische Druckstauungswelle (s. d.) bezeichnen, um ihren Entstehungsmodus durch Druckzunahme in dem gestauten System anzudeuten. Die Fortpflanzung dieser Druckstauungswelle zur Peripherie kann durch die geschlossene Tricuspidalklappe natürlich nicht aufgehalten werden; denn die ausgespannte Klappe wirkt wie eine elastische Membrane, welche die Bewegung weitergibt. Zu einer Insufficienz der Tricuspidalklappe hat die Fortpflanzung der systolischen Druckstauungswelle demnach keine Beziehungen. Auf die in der Litteratur niedergelegten und sich oft widersprechenden Anschauungen der Autoren über den sogenannten „positiven Venenpuls“ bei Tricuspidalinsufficienz will ich nicht näher eingehen. Ich verweise zur Orientirung auf die in der Arbeit von Rihl „Das Verhalten des Venenpulses unter normalen und pathologischen Verhältnissen“ (diese Zeitschrift 1909, Bd. 6) erschöpfend angeführten Literaturangaben. Nach meinen Registrirungen entsteht das Bild des sogenannten „positiven Venenpulses“ stets bei hochgradiger Stauung im rechten Herzen und dem benachbarten Venensystem, wie aus den zu erörternden Curven hervorgeht.

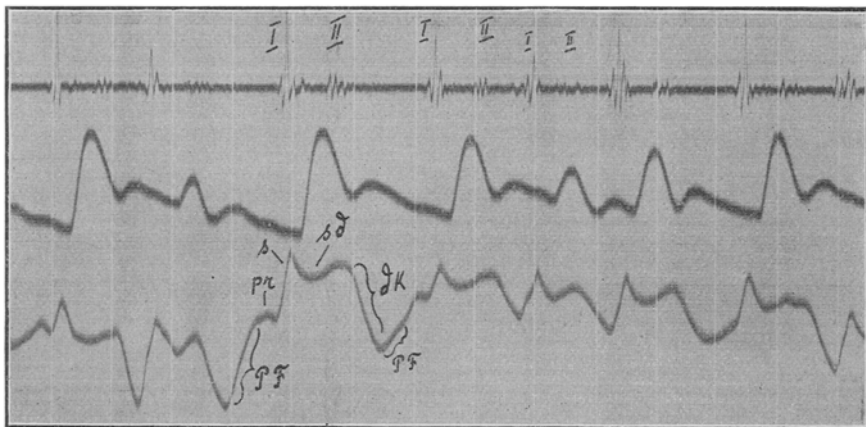
Bei der Ventrikeldiastole nun muss ein Abfluss des Blutes aus den Venen zum Herzen erfolgen, weil der Widerstand durch Drucksenkung im Ventrikel nachlässt; zum geringen Grade vielleicht auch, weil eine Ansaugung durch die elastische Kammerdiastole stattfindet. Der diastolische

Abfluss des Blutes in das schon verhältnissmässig stark gefüllte Herz erzeugt eine Rückstauung, die mit der peripherischen Füllung zusammen oft eine einzige Erhebung darstellt, und deshalb in den Curven dann nicht besonders bezeichnet ist. So ist also auch der diastolische Venencollaps, den ich an allen hier in Frage stehenden Fällen demonstrieren kann, ebenfalls der Ausdruck des stark mit Blut überladenen rechten Herzens und der benachbarten Venen, aus denen eben nur während der Diastole ein Abfluss möglich ist. Schon F. Riegel war der diastolische Collaps beim „positiven Venenpuls“ bekannt, aber auch hier im Zusammenhang mit der von ihm angenommenen Tricuspidalinsufficienz.

Hinweisen möchte ich noch auf den Umstand, dass zwischen dem Auftreten der systolischen Rückstauungswelle bei den atrioventriculären Formen und der systolischen Druckstauungswelle bei den ventriculären Formen ein Uebergang bestehen muss. Denn die systolische Rückstauungswelle ist der Ausdruck geringgradiger, die systolische Druckstauungswelle der Ausdruck hochgradiger Stauung im rechten Herzen. Der Uebergang ist dort zu suchen, wo die ventrikelsystolische Entleerung der Vene aufhört und die diastolische Entleerung beginnt. Wo in der Curve also noch ein deutlicher systolischer Venencollaps vorhanden ist, liegt eine Rückstauungswelle, wo dagegen ein diastolischer Collaps besteht, eine Druckstauungswelle vor. Auch das Vorkommen eines systolischen Collapses zusammen mit dem diastolischen deutet auf den Uebergang hin zwischen Stauungen mässigen und höheren Grades. Solche Vorgänge zeigen Curve 14 und die schon früher besprochene Curve 5. Besonders charakteristische Curven für dieses Vorkommniss habe ich erst in letzter Zeit gewonnen, nach Abschluss der vorliegenden Arbeit. Ich werde sie in einer späteren ergänzenden Mittheilung bringen.

### Erklärungen zu den Curven.

Curve 15 stammt von einem Patienten mit einem myopathischen Herzen. Das Herz war vergrössert, die Herzthätigkeit unregelmässig. Die Töne hörten sich rein an. Die Venae jugulares pulsirten deutlich.

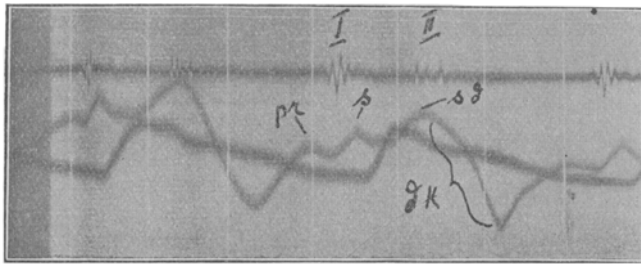


Curve 15.



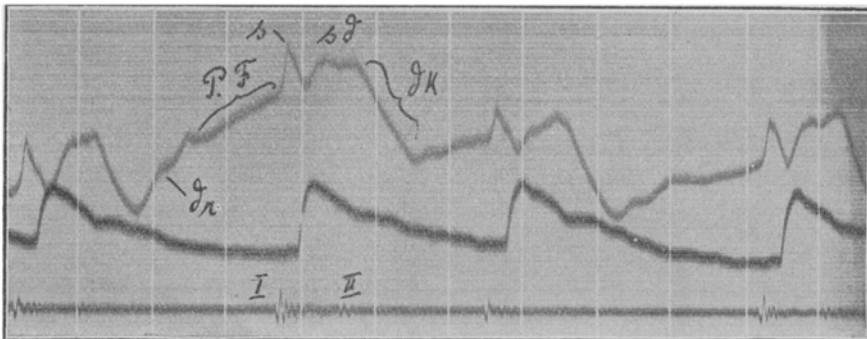
Die Pulsationen imponirten als sogenannter positiver Venenpuls; denn gleichzeitig mit dem Arterienpuls traten die pulsatorischen Erhebungen auf. Man sieht an einzelnen Perioden auf der peripherischen Venenfüllung die Vorhofswelle sich aufsetzen, an anderen Stellen wiederum fehlt sie. Neben der systolischen Welle sieht man während der Austreibungszeit die systolische Druckstauungswelle beginnen, die bis zum Anfang der Diastole anschwillt. Dann erfolgt der diastolische Collaps. Vergleiche dazu den Herzschall.

Dasselbe Bild gibt Curve 16, die gleichfalls von einem Mann mit höhergradiger Stauung in einem myopathischen Herzen stammt. Der Patient bot die gleichen Erscheinungen klinisch dar wie im vorhergehenden Fall. Es fehlten nur die Unregelmässigkeiten.

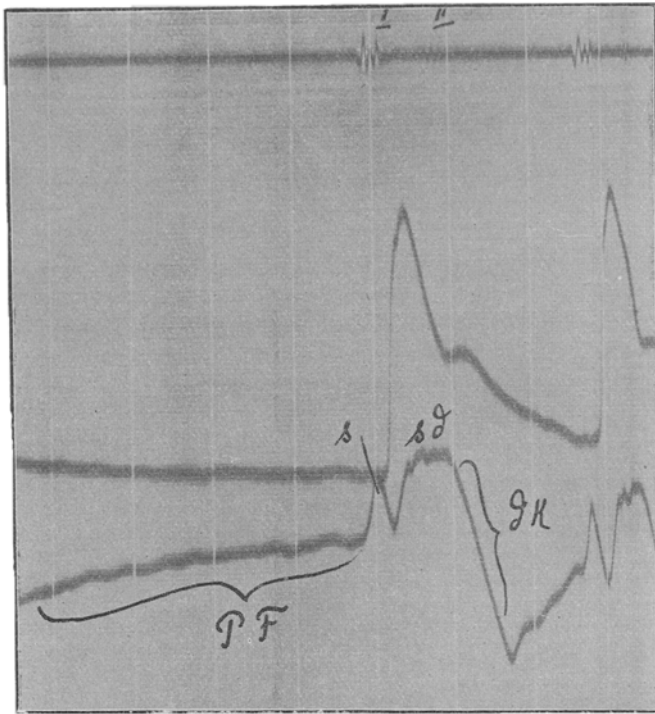


Curve 16.

Curve 17 und Curve 18 stammen von ein- und demselben Patienten, der ebenfalls an einer Myopathie höheren Grades litt. Der Puls zeigte die Beschaffenheit des Irregularis perpetuus mit deutlichen Pulsationen der Halsvenen, die wiederum als positiver Venenpuls imponirten. Man sieht neben der systolischen Welle wieder die systolische Druckstauungswelle zwischen dem ersten und zweiten Ton sich einschieben und dann den diastolischen Collaps der Vene. In Curve 18 ist die peripherische Venenfüllung besonders gut zu sehen, weil eine längere Intermittenz besteht. (Siehe den Anfangstheil in Curve 18.)

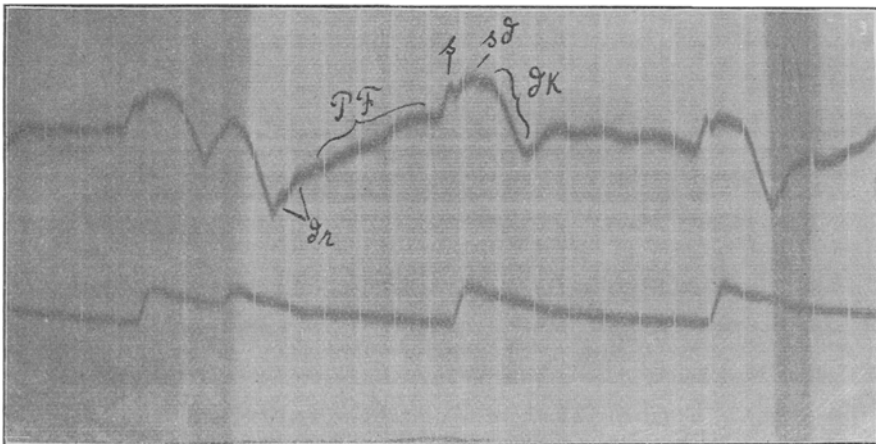


Curve 17.



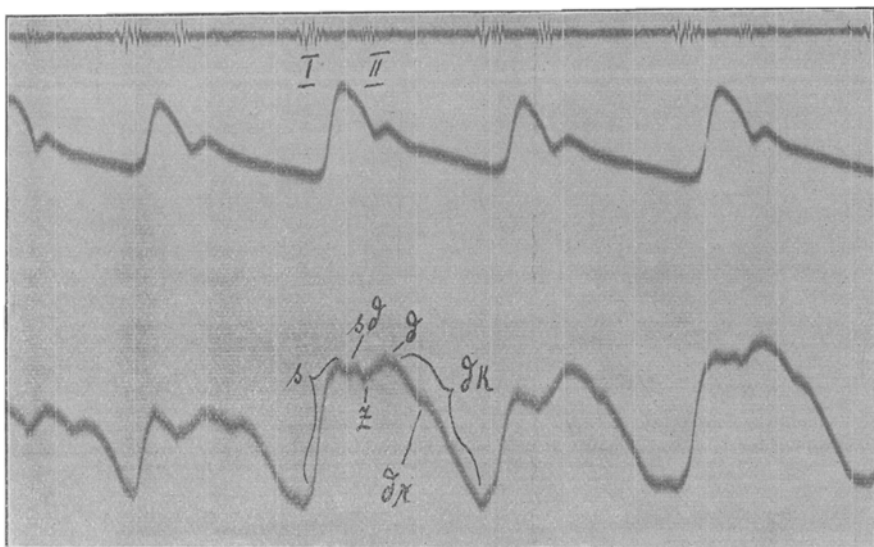
Curve 18.

Curve 19 stammt aus älterer Zeit. Der Herzschall ist hier nicht mitgezeichnet. Es ist aber nicht schwer, auch hier die Einzelheiten in der Curve zu erkennen, die peripherische Venenfüllung, die systolische Welle, die systolische Druckstauungswelle und den diastolischen Collaps. Bei der Extrasystole gehen die beiden systolischen Wellen in einander über. Der Patient war hochgradig myopathisch und hatte starke positive Venenpulsationen am Halse.



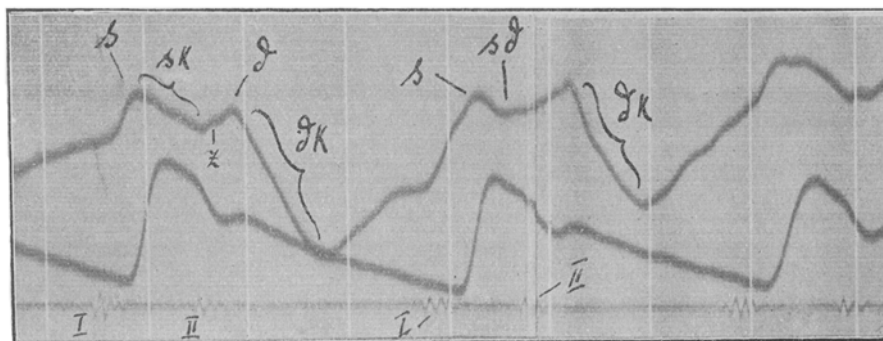
Curve 19.

Curve 20 ist von einem älteren Patienten mit Coronarsklerose gewonnen. Man sieht entsprechend den kleineren Arterienpulswellen auch die zugehörigen Venenpulse kleiner. Die systolische Welle erscheint gross, die darauffolgende Druckwelle kleiner. Im Anschluss an das Pulmonalklappenschlusszäckchen sieht man die gut ausgebildete diastolische Welle, deren abfallender Schenkel in den diastolischen Collaps übergeht unter Bildung einer diastolischen Rückstauungswelle.



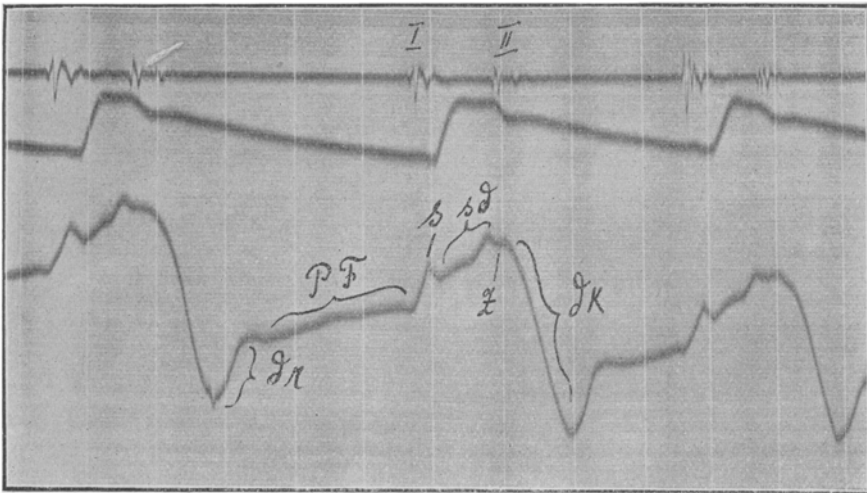
Curve 20.

In Curve 21 sieht man in der ersten Pulsperiode bei sk die Andeutung eines systolischen Collapses, dann das Pulmonalklappenschlusszäckchen mit dem Beginn der diastolischen Welle, die in den tiefen diastolischen Abfall übergeht. In der zweiten Periode beginnt aber während der Austreibungszeit die systolische Druckstauungswelle. Ein systolischer Collaps ist hier auch nicht angedeutet. Diese Erscheinungen hängen offenbar mit geringen Schwankungen der Füllung im System zusammen. Die auf den diastolischen Collaps folgende Erhebung setzt sich zusammen aus einer diastolischen Rückstauung und der peripherischen Venenfüllung. Eine präsysstolische Welle hebt sich wie bei den meisten hierher gehörenden Formen nicht ab.



Curve 21.

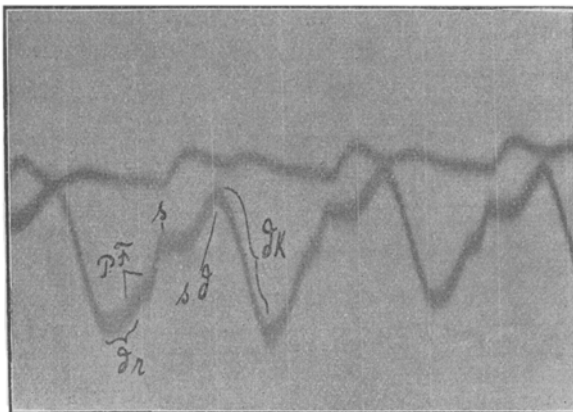
In Curve 22 ist der Fall einer Patientin dargestellt, die neben einer Myopathie, die offenbar secundär war, an Mitralstenose litt. Das Herz war im Röntgenbilde stark vergrößert und ausgesprochen mitralstenotisch configurirt. Starke strangförmige Schatten an der Spitze wiesen auf Verwachsungen hin, die aber auch an anderen Stellen zu sehen waren.



Curve 22.

Es wurde auch die Gegend des Spitzenstosses systolisch eingezogen. Auscultatorisch war im Anschluss an den 2. Ton ein leises proto-diastolisches Geräusch zu hören, das in der Curve, besonders in der ersten Herzperiode zu erkennen ist. Der Venenpuls zeigt wieder die Merkmale hochgradiger Ueberfüllung des Systems. Die systolische Druckzunahme im Manometer äussert sich in zwei von einander abgesetzten systolischen Druckstauungswellen.

Im Anschluss an den tiefen diastolischen Collaps kommt es noch zu einer grösseren Rückstauung, an die sich die Erhebung der peripherischen Füllung der Vene anschliesst. Die bestehende Verwachsung des Herzens mit der Brustwand mag den diastolischen Collaps unterstützen, da das



Curve 23.

den Abfluss hemmende Moment der Auxocardie an Wirksamkeit verliert. Erzeugt wird derselbe aber hauptsächlich wie in den vorher beschriebenen Fällen bei der bestehenden Ueberfüllung des Systems durch die diastolische Erschlaffung der Ventrikelwand.

Zum Schluss bringe ich in No. 23 noch eine Curve ohne Herzschall die ebenfalls von einer Myopathie mit starkem „positiven Venenpuls“ stammt. Die Einzelheiten im Venenpuls lassen sich gut erkennen. Zur zeitlichen Orientirung vergleiche man den Beginn des Venencollapses mit dem Beginn der diastolischen Welle des Radialpulses. Die Entleerung der Vene während der Diastole ist daraus ersichtlich.

### Schlusswort.

Ich kann die Ergebnisse meiner combinirten Registrirmethodik in folgenden Sätzen kurz zusammenfassen:

1. Die pulsirende Jugularvene besitzt die Eigenschaften eines hochempfindlichen elastischen Manometers, welches Stauungszustände im rechten Herzen getreu anzuzeigen vermag.
2. Bei Stauungen mässigen Grades ändert sich die normale Gestalt des Venenpulses in charakteristischer Weise, wobei unter Fortbestehen der drei typischen Wellen der atrio-ventriculäre Charakter des normalen Venenpulses erhalten bleibt. Die Aenderungen bestehen in einer mehr oder mindergradigen Verbiegung der Collapslinie des systolischen Venencollapses, als Ausdruck einer Erschwerung des Abflusses, und in dem Auftreten einer systolischen Rückstauungswelle (sr).
3. Hochgradige Stauungen im rechten Herzen führen zu hochgradigen Veränderungen des normalen Venenpulsbildes. Die normale atrio-ventriculäre Form macht bei diesen Zuständen der ventriculären Form Platz. Anstelle des normalen systolischen Venencollapses tritt die systolische Druckstauungswelle (sd) auf (sogenannter positiver Venenpuls). Die Collabirung der Vene erfolgt herzdastolisch oft unter Bildung einer diastolischen Rückstauungswelle.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die combinirte Registrirmethode einen grossen klinischen Werth besitzt für die Functionsprüfung des Herzens, indem seine mechanische Arbeitsleistung als Pumpwerk beurtheilt und der Grad der mechanischen Functionsstörung curvenmässig dargestellt werden kann.

### Litteratur.

- 1) H. Bamberger, Lehrbuch der Krankheiten des Herzens. Wien 1857.
- 2) Derselbe, Beobachtungen über den Venenpuls. Würzburg. med. Zeitschr. 1863. Bd. 4.
- 3) N. Friedreich, Ueber den Venenpuls. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 1. 1866.
- 4) F. Riegel, Ueber den normalen und pathologischen Venenpuls. Dieselbe Zeitschrift. Bd. 31. 1882.
- 5) J. Mackenzie, Die Lehre vom Puls. (Aus dem Englischen von A. Deutsch.) Frankfurt a. M. 1904.
- 6) J. Rihl, Ueber das Verhalten des Venenpulses unter normalen und pathologischen Bedingungen. Diese Zeitschr. 1909. Bd. 6.
- 7) R. Ohm, Zur Lehre vom Venenpuls. Diese Zeitschrift. 1911. Bd. 9.