Aus der Medizinischen Klinik der Universität in Leipzig.
(Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Curschmann.)

Vibrationsempfindung und Drucksinn.¹⁾

Von Privatdozent Dr. H. Steinert, I. Assistenten der Klinik.

Eine der wichtigsten Anregungen, die die klinische Lehre von der Sensibilität in den letzten Jahren empfangen hat, ist von einer Arbeit Strümpells ausgegangen, die im Jahre 1904 in dieser Wochenschrift erschienen ist. Der Verfasser lehrt darin, daß wir von dem Tastsinn, dem vielfach sogenannten Drucksinn der Physiologen, als der Fähigkeit, Berührungen zu empfinden, scharf zu trennen haben die Empfindlichkeit für tiefen Druck, die Fähigkeit, Druckunterschiede zu differenzieren, Druck von Tastreizen zu unterscheiden. Für dieses Vermögen schlägt Strümpell vor, die Bezeichnung Drucksinn zu reservieren. Wir folgen künftig diesem Vorschlage. Die Bedeutung der geforderten Trennung liegt nun darin, daß die Störungen des Tastsinns von denen des Drucksinns häufig getrennt vorkommen. Während wir den Tastsinn in die Körperbedeckungen zu lokalisieren haben, spricht alles dafür, daß der Drucksinn den tiefen Weichteilen ganz vorwiegend zukommt. Strümpell hat durch Versuche an Hautfalten gezeigt, daß die Haut nur eine mangelhafte Druckempfindlichkeit besitzt. Seit dem Erscheinen der Strümpellschen Arbeit haben wir die Untersuchung des Drucksinns bei Nervenkranken regelmäßig geübt, wobei uns teils einfach der Finger, teils auch das Eulenburgsche Barästhesiometer als Instrument diente. Auch wir müssen uns auf den Standpunkt stellen, daß keine Sensibilitätsuntersuchung vollständig ist, bei der der Drucksinn außer acht gelassen wurde. Als ein theoretisch interessantes Ergebnis der Berücksichtigung des Drucksinns darf angesehen werden, daß wir keine tabische Ataxie ohne erhebliche Sensibilitätsstörungen, insbesondere der tiefen Teile, mehr beobachten. Praktisch ist manchmal wertvoll, zu wissen, daß Störungen des Drucksinns zu den Frühsymptomen der Tabes gehören können.²⁾

Die Strümpellsche Drucksinnprüfung hat sich nun geeignet erwiesen, ein anderes Problem zu erhellen, das seit über

25 Jahren viele Neurologen beschäftigt hat, die Frage nach dem Wesen der Sensibilität des Körpers für Stimmgabelschwingungen und nach dem Werte der Prüfung dieser Empfindlichkeit. Es ist seit langem bekannt, daß der menschliche Körper die Schwingungen von Stimmgabeln verschiedener Schwingungszahl zwischen recht weiten Grenzen diskontinuierlich als Vibrationen zu empfinden vermag. Seltsamerweise hat man nun vielfach, so unannehmbar das, wie Herzog richtig ausführt, schon aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen ist, in dieser Vibrationsempfindung eine eigene Sensibilitätsqualität mit besonderen Nerven und Leitungsbahnen sehen wollen und hat versucht, diese Qualität ganz bestimmten Organen des Körpers zuzuschreiben, so vor allem den Knochen, aber auf den Gelenken, der Haut, und selbst den Nervenstämmen. Hat man beim Versuch, solche Anschauungen zu begründen, einerseits nicht überall den eigenartigen physikalischen Bedingungen einer sensiblen Reizwirkung von Stimmgabelschwingungen genügend Rechnung getragen, so leidet die überwiegende Mehrzahl der vorliegenden Arbeiten daran, daß die übrigen Sensibilitätsqualitäten nicht mit aller wünschenswerten Vollständigkeit geprüft worden sind. So ist bisher nur aus den Kliniken von Marinesco und Strümpell über Untersuchungen berichtet worden, die neben der Stimmgabel regelmäßig noch andere Methoden angewendet haben, um das Differenzierungsvermögen für Druckunterschiede, den Drucksinn im Strümpellschen Sinne, festzustellen. Marinesco hat wohl ein häufiges Nebeneinander von Störungen des Drucksinns und der Vibrationsempfindung konstatiert, nimmt aber schließlich doch an, daß beiden verschiedene Bahnen zur Verfügung stehen müßten. Anders Herzog, der Autor der Strümpellschen Klinik. Er kommt zu dem Resultat, daß die Stimmgabelvibrationen von den Nerven der Berührungsempfindung der Haut und von den die Druckempfindung vorwiegend vermittelnden sensiblen Nerven der tiefen Teile perzipiert werden. Zu gleichem Ergebnis haben nun die Untersuchungen unserer Klinik geführt, die teilweise schon in einer unter meiner Anleitung gefertigten Greifswalder Dissertation von Ballien 1906 dargestellt worden sind. Wenn ich im folgenden unsere Resultate kurz mitteile, so wird sich zunächst zeigen, daß die Breslauer und die Leipziger Untersuchungen, unabhängig voneinander durchgeführt, in den Hauptpunkten sich gegenseitig in wertvoller Weise bestätigen. Im einzelnen können wir die Angaben Herzogs in manchen Punkten erweitern und ergänzen. Auch möchten wir der Stimmgabelprüfung neben den anderen Methoden zur Prüfung des Drucksinns doch einen bescheidenen, selbständigen Platz einräumen.

Zunächst einige Worte über die Technik der Stimmgabeluntersuchung, für die verschiedene Methoden im Laufe der Jahre hervorgetreten sind. Man hat entweder das Differenzierungsvermögen für Stimmgabeln verschiedener Schwingungszahlen untersucht oder hat sich nur einer Stimmgabel bedient. In diesem letzteren Falle prüfte man entweder die Deutlichkeit der Empfindung vergleichend an verschiedenen Stellen, eventuell mittels elektromagnetisch betriebener Stimmgabel von konstanter Amplitude, oder man ließ den Kranken angeben, wie lange er die Vibrationen eines allmählich abklingenden Instruments empfände. Die Empfindungsdauer wurde nun entweder nach Sekunden bestimmt oder nach dem von Gradenigo in die Ohrenheilkunde eingeführten, von Rydel & Seiffer für unsere Zwecke zuerst verwendeten optischen Verfahren gemessen. Während Herzog mit Benutzung von zwei Stimmgabeln einen Mittelweg eingeschlagen zu haben scheint, hat sich uns die Beschränkung auf die letztgenannte Methode bewährt. Wir benutzten das vom Berliner Medizinischen Warenhaus gelieferte Modell einer Stimmgabel von 64 Schwingungen. Das Gradenigosche, hier nicht näher zu erklärende Verfahren erlaubt es, die Stimmgabel stets bei einem ganz bestimmten Amplitudenwert aufzusetzen, und ermöglicht, mit einer für viele Fälle ausreichenden Genauigkeit über die Intensität der vorhandenen Störungen ein Urteil abzugeben. Die hübsche von Neutra¹⁾ angegebene, speziell auch für die Untersuchung Nervöser empfohlene Methode der Er-

1) Nach einem am 26. Februar 1907 in der Leipziger Medizinischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage.

2) In dieses Kapitel gehören Bechterews Mitteilungen über seine Untersuchungen mittels eines Myosthesiometers. Neurologisches Zentralblatt 1905, S. 978.

1) Neurologisches Zentralblatt 1904.

müdungsziffern hat sich uns häufig zu Kontrollversuchen, die der Sicherung unserer Resultate dienen, nützlich erwiesen.

Auf Grund unserer Untersuchungen möchten wir uns zunächst denen mit voller Entschiedenheit anschließen, die eine ausschlaggebende Rolle der Knochen für das Zustandekommen der Vibrationsempfindung ablehnen. Wenn das subjektive Gefühl herangezogen werden darf, so spricht dieses jedenfalls dagegen, daß die Schwingungen nur in den Knochen empfunden werden. Die Deutlichkeit des Gefühls hängt durchaus nicht von der Nähe ab, in der die Stimmgabel dem Knochen adaptiert wird. Gerade über dicken Muskelmassen pflegt die Vibrationsempfindung besonders deutlich zu sein. Minor hat gezeigt, daß destruktive Erkrankungen der Knochensubstanz auf die Vibrationsempfindung keinen erheblichen Einfluß ausüben. Knochenlose Teile, Zunge, Penis, haben eine mehr oder minder deutliche Vibrationsempfindung. Wohl spielen die Skeletteile als Resonatoren oder Reflektoren der Stimmgabelschwingungen auch für die Vibrationsempfindung eine gewisse Rolle. Diese kann aber, wie Neutra gezeigt hat, von beliebigen festen Körpern übernommen werden, die wir beim Versuch einer Weichteilmasse unterlegen. Wenn die sensiblen Nerven der Knochen, was nicht unwahrscheinlich ist, sich an der Perzeption der Stimmgabelschwingungen beteiligen, so ist doch ihre Bedeutung der der Weichteilnerven völlig untergeordnet.

Daß die Haut mit ihren Tastnerven vibrationsempfindlich ist, steht einwandfrei fest. Wenn wir die Stimmgabel sehr leise auf die Körperoberfläche aufsetzen, so werden überall da, wo feine Berührungen deutlich wahrgenommen werden, auch Stimmgabelschwingungen perzipiert. Störungen der Vibrationsempfindung gehen bei dieser Art zu prüfen den Störungen des Tastsinns streng parallel. Wie die Empfindlichkeit der Haut für Druckunterschiede überhaupt, so ist auch ihre Vibrationsempfindlichkeit, wie man am besten an Hautfalten studiert, nicht besonders fein.

Viel deutlicher wird die Empfindung des Schwirrens, wenn wir die Stimmgabel mit einigem Druck der Körperoberfläche aufsetzen. Jetzt sind wir von der Tastempfindlichkeit der Haut fast völlig unabhängig geworden. Die Nerven der tiefen Weichteile haben die Vermittlung der Vibrationsempfindung übernommen. Auch an Stellen, wo die Haut für Berührungen anästhetisch ist, vermögen wir eine normale Vibrationsempfindung auszulösen, viel deutlicher als jene, die die normal tastempfindliche Haut bei leise aufgesetzter Stimmgabel zu vermitteln vermag. Die gezwungene Erklärung, daß jetzt beim Aufdrücken der Stimmgabel der durch veränderte physikalische Bedingungen, stärkere Spannung der Gewebe, stärkere Annäherung des Instruments an den Knochen verstärkte Reiz die Hautnerven so stark zu erregen vermöchte, ist nicht stichhaltig. Herzog hat zum Ueberfluß gezeigt, daß anästhetische Haut auch unter den günstigsten physikalischen Bedingungen keine Vibrationsempfindung vermittelt.

Die Nerven der tiefen Weichteile sind die besten Träger der Vibrationsempfindung. Sie geben das deutliche Gefühl des Schwirrens, das die aufgedrückte Stimmgabel auslöst, auch wenn die Haut anästhetisch geworden ist. Andererseits fehlt dieses deutlichste Vibrationsgefühl, wenn die tiefen Teile anästhetisch sind. Die Haut bildet dann nur einen mangelhaften Ersatz. Ihre Empfindlichkeit für die leise aufgesetzte Stimmgabel wird durch eine Tiefenanästhesie allerdings nicht beeinträchtigt, aber die fest aufgesetzte Stimmgabel wird bei Tiefenanästhesie kaum deshalb besser empfunden, weil die Hautsensibilität erhalten ist. Für die Beurteilung der Tiefensensibilität haben wir nun bereits in der Strümpfellschen Drucksinnsprüfung eine vortreffliche Methode, die die Feststellung streng lokalisierter Störungen gestattet. Es ist nun nach vielen Richtungen von großem Interesse, daß im allgemeinen die Ergebnisse dieser Methode in pathologischen Fällen mit denen völlig übereinstimmen, die die Prüfung mit der festaufgesetzten Stimmgabel ergibt. Prüfen wir den Drucksinn etwa mit dem Eulenburgschen Barästhesiometer, die „tiefe“ Vibrationsempfindung nach dem Gradenigoschen Verfahren, so finden wir nicht selten den strengsten Parallelismus des Grades und der räumlichen Ausdehnung der Störungen, ebenso wie wir das ganz regelmäßig für die „oberflächliche“ Vibrationsempfin-

dung und den Tastsinn finden. Prüfen wir so im selben Falle, etwa von Tabes einmal mit der leise, einmal mit der fest aufgesetzten Stimmgabel, so erhalten wir zwei, unter Umständen völlig verschiedene, jedenfalls voneinander völlig unabhängige Störungsgebiete, deren erstes mit dem der Tastsinnstörung immer zusammenfällt, während das zweite sich mit dem der Drucksinnstörung in der Regel deckt. In der Regel, aber nicht immer. Ehe ich darauf näher eingehe, sei noch eine wichtige Konsequenz der bereits besprochenen Beobachtungen näher beleuchtet.

Wie wir sehen, eignet sich auch die Stimmgabel gut für die lokalisierte Untersuchung der Tiefensensibilität. Vibrationsanästhesien nicht nur der Haut, sondern auch der tiefen Teile schneiden nicht selten mit ganz scharfer Grenze gegen das normal empfindende Gebiet ab. Die Empfindung der Stimmgabelschwingungen kommt nicht vermöge ihrer Ausbreitung im Gewebe im weiten Umkreis der Reizstelle zustande, wie Minor will. Sie wird vielmehr zum mindesten ganz vorwiegend von denjenigen Gewebsteilen vermittelt, die unter dem Stimmgabelfuß liegen. Dafür spricht auch die scharfe Lokalisation der Empfindung selbst bei völlig anästhetischer Haut. Mit ganz geringen Fehlern wird der Ort des Gefühls richtig bezeichnet, auch wenn die Berührung des Fußes der Stimmgabel nicht wahrgenommen wird. Pathologische Fehler der Lokalisation beobachteten wir nur in Fällen, wo neben den übrigen Sinnesqualitäten auch die Vibrationsempfindung hochgradig herabgesetzt war. Von einer regelmäßigen Lokalisation der Empfindung ins gesunde Gebiet oder an dessen Grenze, wie man das erwarten dürfte, falls dort die Empfindung zustande käme, war keine Rede.

Es wurde oben bereits gesagt, daß wir in der Stimmgabelprüfung insbesondere auch eine andere Methode der Prüfung des Drucksinns sehen. Wie kommt es nun, wenn wir mit beiden Methoden die Sensibilität derselben Nerven prüfen, daß die Ergebnisse in bezug auf Grad und Ausdehnung sich nicht immer decken? In dieser ebenfalls bereits angedeuteten Tatsache liegt auch der Grund für die Ablehnung a priori, die viele Autoren der Annahme einer Wesensgleichheit von Druck- und Vibrationsempfindung haben zu teil werden lassen. Ein naheliegender Moment hätte, wie schon Goldscheider und Herzog eingehend gerügt haben, nicht übersehen werden dürfen; die physikalischen Bedingungen, unter denen die Druckreize schlechthin einerseits und die Stimmgabelschwingungen andererseits zur Wirkung auf die sensiblen Nerven gelangen, sind wesentlich verschiedene. Während die Wirksamkeit von Stimmgabelschwingungen von der Schwingungsfähigkeit der Gewebe, ihrer Spannung, Elastizität, Anordnung ganz wesentlich abhängt, spielen diese Faktoren keine erhebliche Rolle bei der Prüfung des Drucksinns mittels Fingers oder Barästhesiometers. An der Haut, deren Vibrationssensibilität ganz ausschlaggebend von Spannungsverhältnissen beeinflusst wird, und an den tiefen Teilen kann man sich davon überzeugen. Gut gespannte, gut schwingungsfähige, elastische Gewebe verstärken den Vibrationsreiz sehr erheblich. So kommt es, daß am Thorax die Stimmgabel oft sich nicht als ein feines Reagens auf Drucksinnstörungen erweist. Sehr instruktive Verhältnisse können wir in manchen Fällen von Tabes finden. Wenn wir einen anästhetischen Rumpfgürtel beobachten, der die untere Thorax- und obere Bauchpartie einnimmt, so erhalten wir gelegentlich an Brust und Bauch gleiche Barästhesiometerwerte, während die schwingende Stimmgabel im Bereich des Thorax viel länger wie am Bauch empfunden wird.

Insbesondere bei Untersuchung spastisch Gelähmter führen uns physikalische Momente leicht in die Irre. Wie die aktive Spannung der Muskeln die Vibrationsempfindung verbessert (Neutra), so können auch spastisch gespannte Muskeln diese Wirkung üben. Es können auf diese Weise leichte Störungen der Vibrationsempfindung verdeckt werden, sodaß sich Scheinwidersprüche zwischen den verschiedenen Methoden der Drucksinnsprüfung ergeben.

Noch eine andere Erscheinung kann hier Schwierigkeiten machen, die ich mitteilen möchte, ohne auf ihre Genese näher einzugehen. Wir glaubten anfangs manchmal bei spastisch Gelähmten neben hochgradiger Drucksinnstörung normale Vi-

brationsempfindung zu beobachten. Die Kranken gaben dann wohl an, daß sie die Stimmgabel nicht so deutlich als in gesunden Gebieten empfänden, die angegebene Dauer aber entsprach der Norm oder übertraf sie gar. Auch in der Literatur finden sich Angaben über ein solches Auseinanderfallen von den Werten der Dauer und der Deutlichkeit der Vibrationsempfindung (Minor), und es ist die Forderung begründet worden, nach beiden Richtungen gesondert zu untersuchen, ja für vergleichende Prüfungen der Deutlichkeit der Empfindung, wie gesagt, besondere, kontinuierlich schwingende Stimmgabeln zu verwenden. In unseren Fällen klärte sich der Widerspruch folgendermaßen auf. Spastisch Kranke neigen zu starken Nachempfindungen. Nachdem uns auffällige Schwankungen in den Angaben über die Empfindungsdauer aufgefallen waren, konnten wir feststellen, daß die Kranken das Gefühl der Vibrationen vielfach länger hatten, als die Gabeln tatsächlich schwirrten, ja bei anästhetischer Haut konnten wir das Instrument entfernen, ohne daß eine Angabe über das Aufhören der Empfindung oder irgend eine Veränderung derselben erfolgte. Eine normale oder übernormale Empfindungsdauer war also in solchen Fällen von Hypästhesie durch eine Nachdauer der Empfindung vorgetäuscht. Der Beweis, daß eine wirkliche Unabhängigkeit der Empfindungsdeutlichkeit von der Empfindungsdauer vorkäme, die doppelte Untersuchung nötig machte, gilt uns deshalb noch nicht als erbracht.

Bei den Quellen noch größerer Täuschungen, wie sie bei allen Sensibilitätsuntersuchungen gelegentlich unterlaufen, will ich mich nicht aufhalten. Bei der Stimmgabeluntersuchung speziell ist auf den Druck, mit dem wir das Instrument aufsetzen, genau zu achten. Ich glaube nicht, daß aus diesem Moment sich für die Praxis erhebliche Schwierigkeiten ergeben. Der für die Untersuchung der tiefen Sensibilität geeignete mäßig starke Druck ist nach kurzer Übung erlernt. Üben wir ihn richtig aus, so spielt eine etwa denkbare Kompensation von Störungen durch den erhaltenen Tastsinn der Haut nach unserer Erfahrung keine nennenswerte Rolle.

Eine gewisse Schwierigkeit bereitet ungeübten Patienten manchmal die Unterscheidung des Gefühls des Schwirrens von dem Hören der Stimmgabel durch Knochenleitung, die auch von weit vom Hörorgane entfernten Teilen her Schallempfindungen zu vermitteln vermag (Osteoakusie, Neutra). Wenn man an dies Moment denkt, erwachsen auch aus ihm keine erheblichen Beeinträchtigungen.

Der wichtigste Fall voneinander abweichender Resultate der Strümpellschen Druckprüfung und der Stimmgabelmethode sei zuletzt genannt: wir finden nicht ganz selten Vibrationshypästhesie, ohne daß auf andere Weise eine Drucksinnstörung im selben Gebiete nachweisbar wäre. Wir nehmen deshalb an, daß wir in der Stimmgabel das feinste Reagens auf Drucksinnstörungen besitzen, und machen uns den Satz Neutras zu eigen, daß wir mittels der Stimmgabel imstande sind, unter Benutzung von Summationswirkungen die Grenzwerte des Drucksinns zu prüfen, wobei wir auch hier — im Gegensatz zu Neutra — ausschließlich an den Drucksinn im Strümpellschen Sinne denken.

Damit wären wir zur Frage nach dem praktischen Wert der Stimmgabelprüfung gekommen. Das Wichtigste wurde bereits gesagt. Da isolierte Störungen des Drucksinns vorkommen, so werden wir auch der feinsten Methode, sie festzustellen, nicht entraten wollen. In der Tat zeigte die klinische Erfahrung, daß wir z. B. bei inzipienter Tabes gelegentlich Störungen des Drucksinns finden, die die Stimmgabel aufdeckt, ehe die anderen Prüfungsmethoden ihren Nachweis gestatten, und dies gerade nicht selten in Fällen, in denen Hypästhesien anderer Sensibilitätsqualitäten überhaupt oder doch in den betreffenden Teilen — besonders die unteren Extremitäten kommen in Frage — noch völlig fehlen.¹⁾ Ist die Stimmgabel das feinste Reagens auf Drucksinnstörungen, so ist sie andererseits auch das geeignetste Mittel, sie quantitativ abzuschätzen und zu vergleichen. Wer mit der Stimmgabel und dem Eulenburgschen Barästhesiometer gearbeitet

hat, wird die Vorzüge ersteren Instruments zu schätzen wissen. Die Ergebnisse der Barästhesiometerprüfung sind viel unsicherer, die Untersuchungsfehler viel größer und schwerer zu vermeiden. Daß auch die Verwendung der Stimmgabel Übung und Kritik erfordert, ist sicher. Aber für welche Sensibilitätsprüfungsmethode gelte das nicht in hervorragendem Maße! Für die Prüfung der Hautsensibilität kann ich der Stimmgabel keine erheblichen Vorzüge vor anderen Mitteln bis jetzt zuerkennen.

Auf kasuistische Mitteilungen verzichte ich im Interesse des Umfangs der Arbeit, so instruktiv manche unserer Fälle das Gesagte zu illustrieren vermöchten. Nur über das Zusammenvorkommen von Druck- und Vibrationsempfindungsstörungen mit anderen Sensibilitätsstörungen und über ihr isoliertes Auftreten noch einige Worte. Bei der Tabes haben wir vorzugsweise folgende Gruppierungen gefunden: erstens, wie gesagt, isolierte Vibrationshypästhesien, zweitens Vibrationshypästhesien neben anderweit nachweisbaren Drucksinnstörungen, drittens dasselbe Verhalten neben Störungen der Bewegungsempfindung, viertens Störungen der Hautsinne ohne Alteration der tiefen Sensibilität und endlich Störungen aller oberflächlichen und tiefen Qualitäten. Bei cerebralen Hemi-anästhesien konnten wir uns überzeugen, daß auch die Störungen der Druck- und Vibrationsempfindung eine charakteristische Zunahme nach den distalen Teilen hin aufweisen, wie dies schon Rydel und Seiffer festgestellt haben. Vielleicht darf erwähnt werden, daß wir in zwei Fällen von Herderkrankung des Vierhügelgebiets halbseitige Druck- und Vibrationshypästhesien das eine Mal allein neben Temperaturhypästhesie, das andere Mal neben Störungen des Temperatur- und Schmerzsinns gefunden haben. Im ersten Fall mußten wir den Herd im Hirnschenkelfuß, im zweiten im Oculomotoriuskerngebiet vermuten. Regelmäßige Beziehungen zwischen den Störungen der tiefen Druck- und Vibrationsempfindung und denen bestimmter Hautsinnsqualitäten, wie sie gelegentlich vermutet worden sind, sind aber nicht bekannt.

Für eine topisch-diagnostische Verwertung der Druck- und Vibrationshypästhesien, ihre Beziehung auf bestimmte Leitungsbahnen, fehlen noch alle Grundlagen. Dagegen haben wir über die Anteile bestimmter spinaler Wurzeln an der sensiblen Versorgung der tiefen Weichteile einige Kenntnisse gewonnen. Die Projektion dieser Innervationsgebiete auf die Körperoberfläche scheint genau die Figur der Hautgebiete der betreffenden Wurzeln zu ergeben. Wir haben das für die erste Dorsalwurzel und lumbosakrale Gebiete bei der Tabes, für die fünfte und sechste Cervikalwurzel, sowie für das Gebiet der Sakralwurzeln in Fällen radikulärer Erkrankungen feststellen können.

Als die wesentlichsten Resultate meiner Untersuchungen betrachte ich folgende:

Die Stimmgabel vermag je nach der Art ihrer Anwendung sowohl die Tastnerven der Haut als die Drucknerven der tiefen Weichteile derart zu erregen, daß eine Vibrationsempfindung entsteht. Praktisch empfehlenswert ist die Stimmgabel nur für die Untersuchung der tiefen Sensibilität. Sie ist das feinste Reagens auf Störungen des Drucksinns im Strümpellschen Sinne und auch besonders zu quantitativen Untersuchungen auf dem Gebiete dieser Sensibilitätsqualität geeignet.

Literatur: Rydel und Seiffer, Archiv für Psychiatrie 1903, Bd. 37. — Goldscheider, Berliner klinische Wochenschrift 1904, S. 353. — Strümpell, Deutsche medizinische Wochenschrift 1904, No. 39/40. — Minor, Neurologisches Zentralblatt 1904. — Neutra, Neurologisches Zentralblatt 1904; Zentralblatt für innere Medizin 1904; Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde 1905, Bd. 28; Jahrbücher für Psychiatrie und Neurologie Bd. 25. — Marinesco, Sem. médicale 1905, No. 48. — Herzog, Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde 1906, Bd. 31, H. 1 u. 2. — Ballien, Dissertation Greifswald 1906.

¹⁾ Vibrationsempfindungsstörungen als Tabesfrühsymptom sind schon von mehreren Autoren beschrieben worden.