

Ueber binaurales Hören und auffällige Schalllocalisation.

Einige Bemerkungen

von

MARX LOBSIEN,
Kiel.

I.

Die nachstehenden Untersuchungen sind angestellt worden ganz unbeeinflusst durch Studium der einschlägigen Literatur des vorliegenden Gegenstandes —, die übrigens, wie ich hernach gewahrte, äußerst spärlich vorhanden ist — sie wurden veranlaßt durch einen zufälligen äußeren Vorgang.

Mich floh der Schlaf, zu meiner Linken vernahm ich ein gleichartiges, sehr wenig musikalisches Geräusch. Als ich meinen Kopf dann um einen Winkel von etwa 30° nach rechts drehte, vernahm ich zu meinem Erstaunen das Geräusch nicht mehr mit dem linken Ohr sondern ausschließlich rechts, trotzdem ich genau wußte, daß es von links her stammte. Ich hatte später Gelegenheit, dieselbe Erfahrung in umgekehrter Weise zu machen. Bestätigt wurde sie endlich auch, wenn auch minder deutlich, durch einen entsprechenden Versuch mit der Taschenuhr.

Ich beschloß, zunächst darüber Klarheit zu gewinnen, ob es sich hier um ein thatsächliches Verhalten, oder eine Täuschung, um ein zufälliges Erscheinen, um eine momentane, subjective Disposition handelte.

Damit zusammen galt es die Frage zu beantworten, wie groß der Drehungswinkel oder wie groß die Zone, innerhalb der diese Schallübersetzung geschieht, beiderseits sei und

ob sich ein bestimmtes Verhältniß offenbare zwischen der Hörschärfe und der Breite dieser Zone.

II.

Apparat und Versuchsanordnung.

Mein Apparat setzt sich aus drei Haupttheilen zusammen, die nachstehend kurz beschrieben werden sollen.

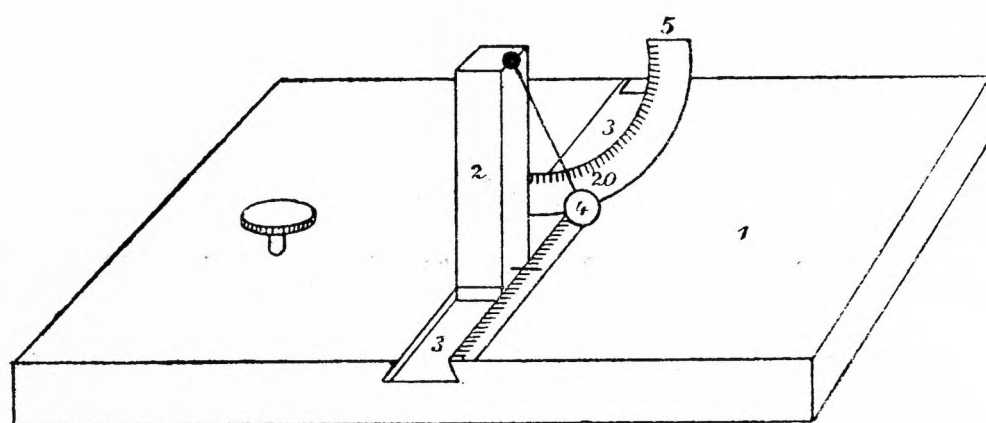


Fig. 1a.

1a. Der Fallapparat. Er besteht, wie Fig. 1 zeigt, zunächst aus einem Fuß (1), der 20 cm im Quadrat mißt. Er muß aus sehr hartem Holz oder Metall gefertigt sein. Auf demselben bemerkt man die senkrecht stehende Laufsäule 2, welche genau in die 1 cm breite Laufrinne 3 paßt, so daß sich in ihr die Säule leicht vor- und rückwärts schieben läßt, ohne ihre senkrechte Stellung zu verändern. An der Laufsäule ist oben in der Mitte eine Schnur befestigt, an der eine Kugel (4) hängt, die ein Gewicht von $2\frac{1}{2}$ g hat. An die Rückseite der Säule ist ein Quadrant mit der Gradeintheilung geheftet (5). Die Kugel fällt aus einer Höhe von 20 mm, so daß die Stärke des Schalls $= 20 \cdot 2,5 = 50$ g/mm gesetzt werden darf. Durch eine mechanische Vorrichtung, besser durch den elektrischen Strom wie bei dem bekannten Fallphonometer, wird sie in der angegebenen Höhe festgehalten. (Die Hebelvorrichtung ist hier der Einfachheit wegen nicht abgebildet.) Ein Dämpfen des Nachschlagschalles zeigte sich bei den Versuchen bald überflüssig, wegen der geringen Stärke desselben, sie betrug 0,1 — höchstens 0,2 des Normalschalles und konnte deshalb nicht störend einwirken.

1b. Dieser Fallapparat ruht auf einem dafür construirten Tisch, und ist in dessen Platte so eingelegt, daß der Fuß sich gleich der Laufsäule hin- und herbewegen läßt und zwar in gleicher Richtung mit der Bewegung derselben.

Durch die Schraube 1 läßt sich der Fuß in der gewünschten Entfernung feststellen. Diese Entfernung bestimmt man nach

der seitlich angebrachten Millimeterskala. Unter den Füßen des Tisches sind Filzstückchen befestigt, so daß sich derselbe lautlos auf seiner Unterlage fortbewegen kann. In der Querleiste 3 sind die beiden Nadeln 4 und 5 auf derselben Horizontalen senkrecht befestigt.

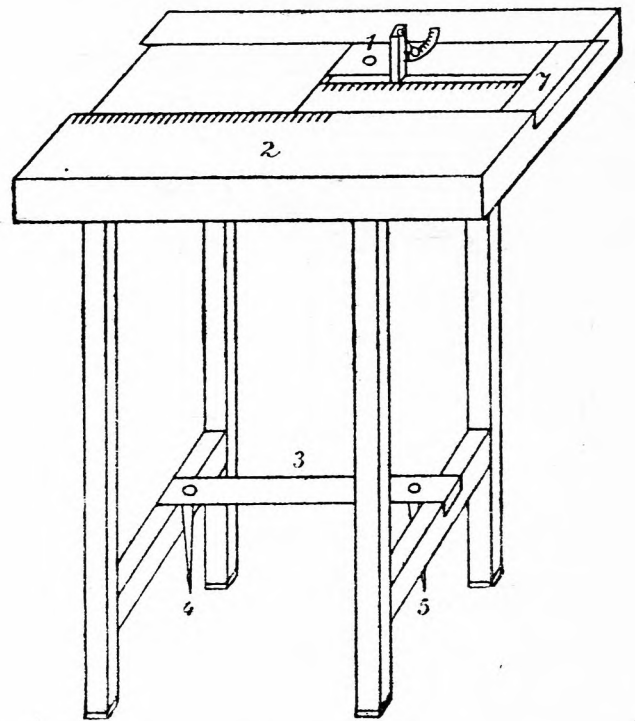


Fig. 1b.

2. Diese beiden Nadeln befinden sich bei dem Versuch über einem Kreisbogen und zwar 4 auf einem Punkte der Peripherie, 5 lothrecht über dem dazugehörigen Radius. Der Kreis, bezw. der Kreisbogen ist so groß gezeichnet, daß der Radius desselben 1,5 m lang ist. Die Durchmesser sind von Grad zu Grad über die Peripherie hinaus um eine Distanz verlängert worden, die größer ist als die Querleiste 3.

3. Ueber dem Centrum des Kreises befindet sich der Mittelpunkt des Sitzes für den Beobachter. Er ist so einstellbar, daß sich die Ohren in gleicher Höhe mit der Laufsäule befinden. Das Kinn des Beobachters ruht auf einer festen Stütze, so daß eine durch beide Ohren gedachte Gerade bei Beginn der Versuche die verlängerte Laufrinne unter einem rechten Winkel schneiden würde.

Die Versuchsanordnung gestaltete sich folgendermaßen. Die Experimente wurden in einem Zimmer vorgenommen, in welchem die peinlichste Stille herrschte und zwar am späten Abend. Nachdem ein Cursus, welcher der Uebung diente, vorausgegangen war, schritt ich zu den eigentlichen Versuchen. Der Tisch des Fallapparats stand mit den beiden Nadeln über dem Peripheriepunkt 0 und dem dazugehörigen Radius hinter dem Beobachter. Dieser 0-Radius schneidet im rechten Winkel die durch beide Gehörorgane gedachte Horizontale. Punkt 7 am Fuß des Fallapparats befindet sich senkrecht über der Nadel 5 (Fig. 1b). — Ich bemerke hier sogleich, daß die Möglichkeit der Verschiebung bei der Skala 2 für die Fälle offen gehalten worden ist, da die erste Skala nicht aus-

reicht. Der Fallapparat wurde an der rechten Seite des Beobachters, der mit dem Rücken demselben bei Beginn des Experimentirens zugekehrt war, herum geführt, so allmählich an der linken Seite vorbei zum Ausgangspunkte zurück. Die Versuche wurden in Entfernungen von je drei, hernach je neun Einheiten à 5,38 cm wiederholt. Gearbeitet wurde nach der Methode der Minimaländerungen. Der Mund wurde geschlossen gehalten, die Augen wo es Noth that verbunden.

III.

Versuchsergebnisse.

Es galt zunächst eine Einheits- oder Normaldistanz zu gewinnen für die Prüfung der Hörschärfe. Zwei Wege standen offen; entweder mußte ich mich dafür entscheiden, eine feste Distanz von vornherein zu wählen und dann die Schallstärke jeweilig zu variiren oder die Schallstärke constant lassen und die Entfernung verändern. Ich entschied mich aus nicht sehr fern liegenden Gründen für diese letztere Weise. Die genannte Normaldistanz, die zugleich Mindestdistanz sein sollte, vermuthete ich auf dem genannten 0-Radius, und sah mich darin, wie die späteren Versuche ergaben, auch nicht getäuscht. Ich fand als solche 135 mm. Bei dieser Zahlangabe ist die Radiuslänge der Kreislinie, über deren peripheren Endpunkt die Anschlagstelle der Kugel an der Laufsäule sich befindet, selbstredend außer Rechnung geblieben, sie ist ja überall gleich und kann aus Bequemlichkeit fortgelassen werden. Es handelt sich hier um Distanzen, die unter einander zu vergleichen sind und nur bei absoluter Bestimmung der Entfernung ist die Radiuslänge zu addiren.

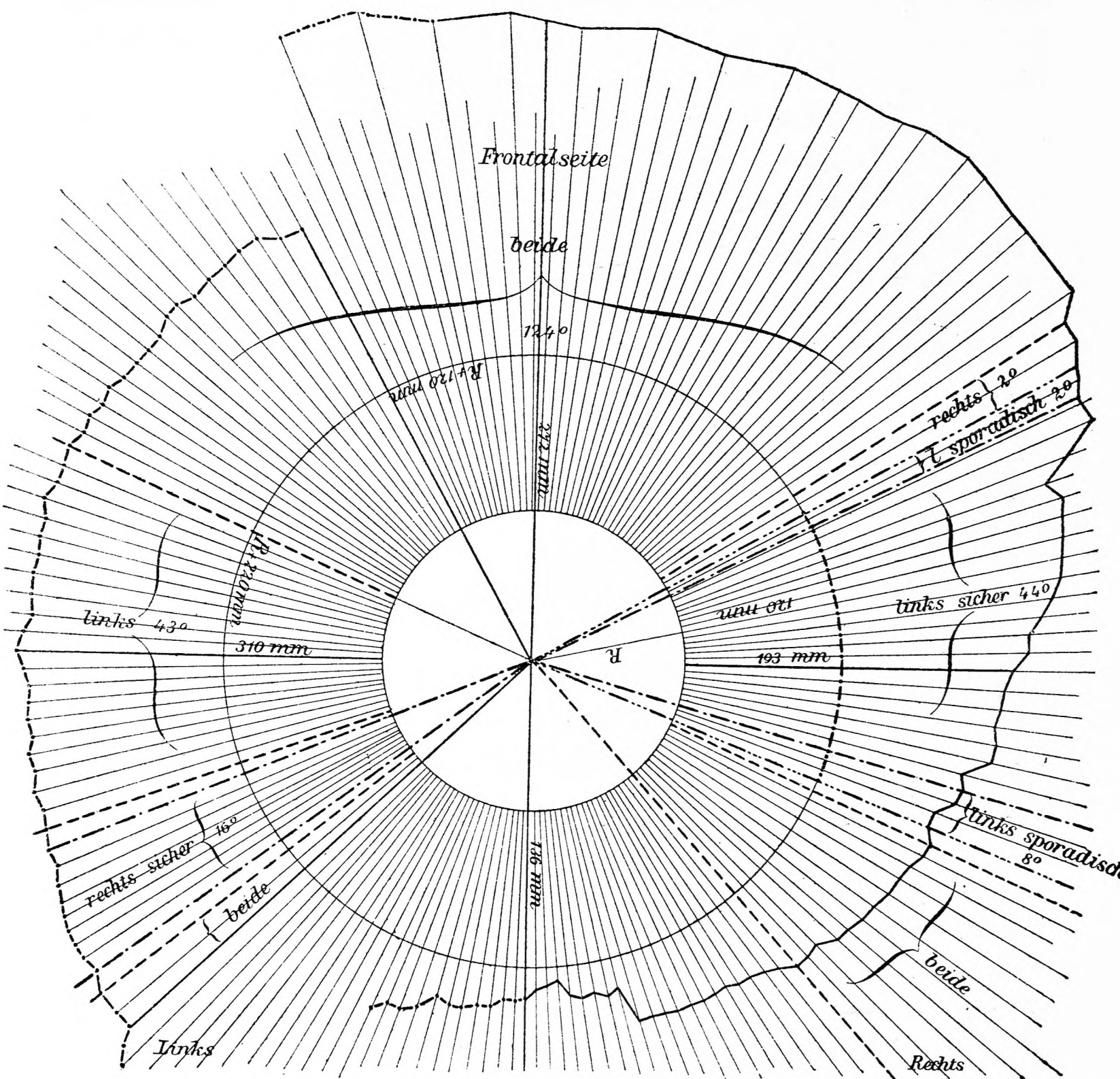
Ich möchte zunächst die Sonderergebnisse zahlenmäfsig, d. h. in Millimeterdistanzen angeben. Ich schreite dabei fort von 0 nach rechts, an der Frontalseite vorüber bis 0 zurück. Unter a sind die Distanzen, unter b die Versuchsstationen, je 5,38, bzw. 16,14 cm von einander entfernt, angegeben.

<i>a</i>	<i>b</i>		<i>a</i>	<i>b</i>
0 =	135		170	47
135	1 = 5,38 cm		171	48
135	2 = 5,38 · 2		172	49
128	3 etc.		172	50
127	4		175	51
133	5		177	52
135	6		177	53
134	7		174	54
136	8		176	55
136	9		180	56
150	10	links	182	57
150	11		180	58
150	12		192	59
151	13		192	60
152	14		190	61
152	15		191	62
152	16		191	63
152	17		192	64
155	18		200	65
155	19		200	66
156	20		207	67
158	21		216	68
161	22		222	69
161	23		222	70
161	24		224	71
166	25		225	72
167	26		227	73
169	27		229	74
171	28		233	75
173	29		247	76
173	30		247	77
158	31	rechts	254	78
160	32		256	79
161	33		260	80
161	34		272	81
161	35		274	82
163	36		279	83
164	37		279	84
164	38		281	85
164	39		283	86
165	40		287	87
166	41		289	88
167	42		290	89
168	43		292	90
168	44		297	91
168	45		297	92
168	46		297	93

1 = 16,14 cm

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
307	94	307	130
305	95	306	131
305	96	306	132
305	97	306	133
302	98	308	134
302	99	310	135
302	100	308	136
302	101	306	137
302	102	306	138
300	103	307	139
299	104	307	140
299	105	308	141
300	106	308	142
303	107	rechts 309	143
303	108	309	144
303	109	310	145
300	110	311	146
299	111	312	147
298	112	314	148
300	113	315	149
302	114	316	150
300	115	317	151
301	116	317	152
303	117	317	153
302	118	318	154
302	119	links 299	155
304	120		1 = 5,38 cm
304	121		fehlt
306	122	149	170
305	123	145	171
308	124	145	172
308	125	144	173
308	126	142	172
308	127	140	173
307	128	140	174
307	129	136	175

Die Tabelle habe ich in die nebenstehende anschauliche Curve umgezeichnet. Wo der Raum nicht ausreichte, zog ich dieselbe unter Anwendung einer gleich groſsen Subtraction weiter in den Kreis hinein. Diese Werthe mſssen selbstredend addirt werden, wenn man vergleichen will; es sind 120 mm und 220 mm.



1. Es offenbart sich zunächst eine wesentliche Differenz in der Ausdehnung der Hörzone oder, anders ausgedrückt, in der Hörschärfe. Der Diameter, welcher durch beide Ohren gedacht wird, ist in zwei Theile zu zerlegen, von denen der rechte eine Ausdehnung von 139, der linke aber von 310 mm ergibt. Die Hörschärfe des rechten Ohres zu dem Linken würde sich nach diesen Distanzen also verhalten

$$R : L = 139 : 310 = 1693 : 1890$$

d. h. das rechte Ohr wird von dem linken um das $19/17$ fache übertroffen. Unter solchen Umständen ist durchaus nicht zu verwundern, daß der Hörkreis eine wesentliche Verschiebung nach links erfährt, die Gestalt einer Ellipse annimmt. Die

Frontallinie a wird nach d verschoben und stark verlängert, während der Diameter b sich nach c herumdreht, so daß sich die geringste Hörschärfe nach rechts über die Lothrechte a , die größte nach links über dieselbe hinauschiebt — wie auch die ausgeführte Curve deutlich offenbart.

2. Unzweifelhaft sicher ist die Hauptaufgabe der vorliegenden Experiments gelöst worden, das Vorhandensein der Hör-

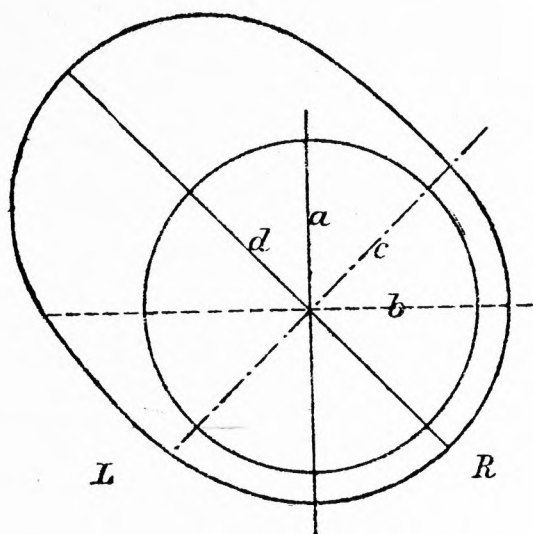


Fig. 2.

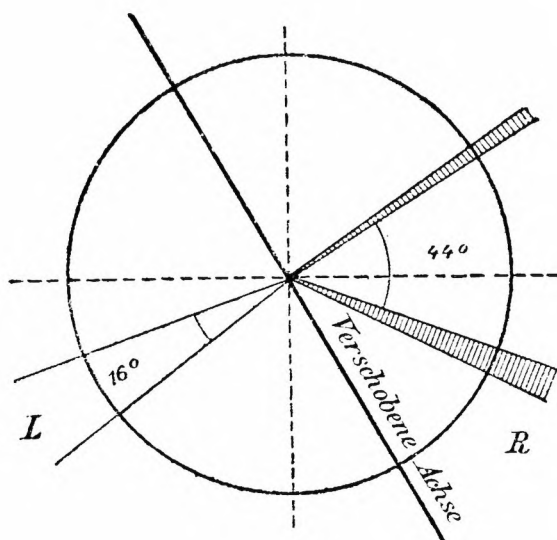


Fig. 3.

wechselzonen ist erwiesen. Auf der rechten Seite hat die Zone eine Breite von 44° . Ihr voraus geht eine Vorbereitungszone von 8° und ihr folgt ein Ausschnitt von 2° , in denen die lautere Betonung des linken Gehörorgans nur sporadisch, wenngleich immer mehr zu-, bzw. abnehmend auftritt. Innerhalb der Wechselzone aber tritt die linke Hörseite in ihr volles Recht. Der Beobachter hatte dabei die Empfindung, als ob Schallwellen an der Stirn vorbeistrichen und das linke Ohr aufsuchten.

Dagegen ist die entsprechende Zone auf der linken Seite bedeutend schmaler, sie ist nur 16° breit. Charakteristisch ist für dieselbe auch, daß sie plötzlich einsetzte und weder vorher noch nachher sich Schwankungen zeigten — wenigstens waren sie in 1,5 m Entfernung vom Mittelpunkt im Intervall 1 : 5,38 cm nicht nachweisbar. Die Größe beider Zonen verhält sich wie 16 : 44. Die Zone rechts ist also $2\frac{3}{4}$ mal so groß wie die andere. Die Lage beider Zonen zur Normalaxe a ist ebenfalls verschieden, die Zone vor dem linken Ohre ist weiter zurückgedrängt, wenngleich dieser Unterschied nur gering ist, wenn man sie in Beziehung setzt zu der oben angedeuteten verschobenen Höraxe. Man gewahrt so deutlich, daß dem schärferen linken Ohre eine größere Hörwechselzone angehört, daß das schwächere Ohr dem

überlegenen Gebiet räumen muß; größere Hörschärfe und größere zugehörige Wechselzone entsprechen einander.

Wenn aber thatsächlich ein derartiges Verhältniß zwischen Hörschärfe und zugehöriger Wechselzone besteht, dann liegt die Vermuthung nahe, daß die Existenz der Zone auf eine Linie zusammenschmelzen mußte, wenn die Hörfähigkeit beider Ohren gleich groß ist. Die Möglichkeit, daß dieser Einwand richtig sei, ist allerdings nicht von der Hand zu weisen, ihn zu erhärten ist aber um deswillen schwer, weil bekanntlich Personen, deren beider Ohren gleichgebaut sind und durchaus gleich funktionieren, zu den größten Seltenheiten gehören. Wir müssen also für die meisten Menschen mit der Wechselzone als einer Thatsache rechnen.

V.

Erklärung des Phänomens.

Es gilt hier, die Thatsache ins Auge fassen und voreiligen theoretischen Constructionen aus dem Wege gehen.

Offenbar gehört die Wechselzone in das Gebiet der Localisation der Gehörsvorstellungen. Die Angabe der Schallrichtung setzt eine Raumvorstellung voraus, die durch Tast- und Gesichtssinn gewonnen wird; denn es giebt „keinen besonderen Hörraum“, der von jener Raumvorstellung unabhängig wäre, die Schallrichtung läßt sich nur auf diesen beziehen. Im Allgemeinen neigt man der Ansicht zu, daß die Richtungslocalisation des Schalles auf indirecten Motiven beruht — und auch die vorliegende Erscheinung der Wechselzone spricht dafür.

Auf die Vorstellung von der Richtung des Schalles hat einen gewissen Einfluß die Intensität der Schallempfindung. Schallempfindungen von bekannter Stärke sind wir dann geneigt nach vorne zu verlangen, wenn sie stärker auftreten. Nicht nur ist das äußere Ohr ein Schallbecher, der besonders geeignet ist, die Schallwellen von vorne aufzunehmen, die Theile der Ohrmuschel haben auch eine feine Druckempfindlichkeit, die aber vorn noch wesentlich verstärkt wird durch eine große Zahl feiner Härchen, die sich dort befinden (WUNDT). Aus den indirecten Localisationsbedingungen heraus versteht sich auch die Beobachtung von TARCHANOFF und URBANTSCHITSCH, daß gleich starke gleichzeitige Schallerregungen in beiden Ohren in der Median-

ebene, solche von ungleicher Stärke dagegen auf der Seite des stärkeren Schalles localisirt werden.

Auch für das vorliegende Phänomen, da ein Schall auf der entgegengesetzten Seite localisirt wird, wirkt neben der Differenz in der Hörschärfe beider Organe auch die Beschaffenheit und Stellung des äusseren Ohres; sowohl für die Existenz der Wechselzone wie ihre Lage und Grösse sind beide Umstände verantwortlich zu machen. Auch der Winkel, unter dem das äussere Ohr an den Kopf geheftet ist, hat sehr verschiedene Grösse. Es ist für die Schärfe des Hörens keineswegs gleichgültig, unter welchem Winkel die Schallwellen das Ohr treffen. Am günstigsten wird immer der Fall sein, da keine oder geringste Beugung nothwendig ist, am ungünstigsten der, wo sie unter einem sehr stumpfen oder gestreckten Winkel ankommen. Darum wendet auch der Schwerhörige — und auch der normal Hörende — sein Ohr dem schwerverständlichen Geräusche durch eine Drehung des Kopfes entgegen. Daraus erklärt sich einerseits, daß der Hörumkreis nach links und rechts viel weiter ausgedehnt ist, als nach vorne und hinten und daß er sich hinten näher an das Centrum heranzieht als vorn. Hierin liegt auch die Ursache, daß sowohl vorn wie hinten, so lange die Verhältnisse annähernd gleich günstig liegen, mit Sicherheit durch beide Hörwerkzeuge der Schall aufgenommen wird. Aus gleichen Gründen ist diese Zone vorn grösser als hinten.

Sobald der Schallreiz rechts oder links die Grenze des Gebietes der relativen Gleichbegünstigung beider Hörwerkzeuge überschreitet, beginnt beiderseits eine Zone, innerhalb welcher der Reiz richtig auf der zugehörigen Seite localisirt wird. Diese Zone ist für das linke Ohr bedeutend grösser als für das rechte und wir gehen schwerlich fehl, wenn wir die Hauptursache dieser Differenz erblicken in der verschieden grossen Hörschärfe. (Anstatt Hörschärfe können wir auch den Ausdruck Schallintensität setzen; diese haben wir zwar objectiv für alle Einzelversuche gleich gesetzt, subjectiv war sie es keineswegs, sondern mußte auf der Millimeterskala erst immer dahin gebracht werden.)

Dann folgt die Wechselzone. Beharrlich wird innerhalb derselben die Schallempfindung auf der entgegengesetzten Seite localisirt. Für dieses Phänomen reichen die genannten Einflüsse als Erklärungsgründe nicht aus. Man mag für die Breite

dieser Zonen die Hörschärfe verantwortlich machen, aber der Nachweis wird sehr schwer gelingen, daß auf diesen Zonen die ungünstigste Lage des zugehörigen äußeren Ohres, dagegen die günstigste des entgegengesetzten für die Schallaufnahme vorhanden sei. Und das wäre nicht ausreichend, es müßte dargethan werden, daß dieses auch in dem Maasse der Fall wäre, daß das zugewendete Ohr ganz und gar in den Hintergrund gedrängt wurde. Hier spielen Umstände, die für uns im Verborgenen liegen, zunächst wohl physiologische. Man könnte ja annehmen, daß die Hörfähigkeit für das jeweils zugehörige Hörorgan auf dieser Zone überhaupt auf ein Minimum herabgesetzt sei, so daß dann das entgegengesetzte sich volle Geltung verschaffte. Eine volle Bindung des Hörens auf der Wechselzone darf man nicht annehmen, wie ein Versuch, das entgegengesetzte Ohr hörunfähig zu machen, zeigt — was künstlich ja hier nicht ganz gelingen kann — man müßte aber doch eine wesentliche Minderwerthigkeit der Hörfunctionen annehmen. Doch das sind nur gewagte Annahmen, die wenigstens vorab noch der näheren Begründung entbehren und so lange nur geringen Werth besitzen. Möglich ist auch, daß hier psychologische Umstände eine Rolle spielen — gegen die Annahme von Suggestionen während des Versuchs möchte ich aus der Erfahrung heraus energisch protestiren.

VI.

Ich weiß sehr wohl, daß den obigen Versuchen viele Mängel anhaften. Vor Allem würde eine größere Anzahl von Versuchsreihen mit mehreren Beobachtern manche Correctur im Einzelnen veranlassen; doch überlasse ich das der Nachprüfung und möchte nur zum Schluß wiederholen, daß die Thatsache der Existenz einer, der Größe und Lage nach variablen, Wechselzone sicher feststeht.

(Eingegangen am 11. August 1900.)
