

(Aus der Abteilung für experimentelle Psychologie des physiologischen
Instituts der Universität Turin.)

Über die Tastempfindlichkeit der Körperoberfläche für punktuelle mechanische Reize.

(Nachtrag.)

Von
F. KIESOW.

In der Festschrift, die Herrn WUNDT zu seinem siebenzigsten Geburtstage von seinen Schülern dargebracht wurde, habe ich eine längere Arbeit veröffentlicht, welche die Verteilung und Empfindlichkeit der Tastpunkte zum Gegenstande hat.¹ In dieser Abhandlung ist angedeutet worden, daß die dort mitgeteilten Versuche noch nicht den in Aussicht genommenen Abschluß gefunden hatten. Da ich inzwischen einige weitere Angaben gewinnen konnte, durch welche das dort von der Tastempfindlichkeit der Körperfläche entworfene Bild vervollständigt werden dürfte, so teile ich diese zusammen mit einigen anderen Betrachtungen hier als Nachtrag zu jener Arbeit mit.

Die Weiterführung der Versuche betraf den zweiten Teil jener Arbeit, die Empfindlichkeit der Tastpunkte. Die hierbei verwandte Methode ist genau dieselbe, die bei den früheren Versuchen benutzt wurde², so daß eine weitere Angabe darüber unnötig ist. Dagegen möchte es von Wert sein, von den Reizhaaren, die bei der Bestimmung der mittleren Schwelle des Tastpunktes in Anwendung kamen, neben den Spannungswerten auch die übrigen Konstanten anzugeben. Die nach-

¹ *Philos. Stud.* 19, S. 260 ff. 1902.

² *Ebenda* S. 296 f.

stehende Tabelle gibt hierüber Aufschluss. Die so zusammengestellten Reizgrößen gelten wie für diesen Nachtrag somit auch für jene längere Abhandlung.¹

Querschnitt	Mittlerer Radius	Kraft	Spannungswert
0,0016 mm ²	0,022 mm	1,1 mg	0,05 g/mm
0,0027 „	0,029 „	1,8 „	0,06 „
0,0027 „	0,029 „	9 „	0,3 „
0,0022 „	0,026 „	10 „	0,4 „
0,0046 „	0,038 „	19 „	0,5 „
0,0039 „	0,035 „	27 „	0,75 „
0,0066 „	0,046 „	46 „	1,0 „
0,0085 „	0,052 „	78 „	1,5 „
0,0131 „	0,065 „	130 „	2,0 „
0,0110 „	0,060 „	150 „	2,5 „
0,0110 „	0,059 „	177 „	3,0 „
0,020 „	0,091 „	319 „	3,5 „
0,0313 „	0,10 „	400 „	4,0 „
0,025 „	0,099 „	446 „	4,5 „
0,03 „	0,097 „	500 „	5,0 „
0,029 „	0,096 „	528 „	5,5 „
0,038 „	0,11 „	660 „	6,0 „
0,033 „	0,10 „	650 „	6,5 „
0,033 „	0,10 „	700 „	7,0 „

Als Versuchsperson hat mir wie bei den früheren Versuchen Herr Dr. A. FONTANA gedient, dem ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche. Untersucht wurden noch Teile der Brust, des Bauches, des Rückens, des Oberschenkels. Daneben wurden auch einige Versuche auf der Glabella, dem Augenlide und anderen Teilen des Gesichtes angestellt.

Brust.

Hier wurde bis dahin die Empfindlichkeit von 30 Tastpunkten bestimmt, die auf der Mittellinie in der Höhe des 4. Interkostalraums gelegen waren. Als mittlere Schwelle des Tastpunktes hatte sich bei einer Dichte von 21,75' Punkten pro Quadratcentimeter so ein Wert von 2,7 g/mm ergeben, wobei die Einzelwerte zwischen 1 und 4 g/mm schwankten und der häufigste Wert 3 g/mm betrug.² Ebenfalls auf der Mittellinie wurde die

¹ Bei der Berechnung ist die dem physikalischen Praktikum von WIEDEMANN und EBERT angehängte Logarithmentafel benutzt worden.

² Zit. Arbeit S. 306 f.

mittlere Schwelle des Tastpunktes nun weiter für die Höhe des 2. und des 5. Interkostalraums bestimmt. Sodann sind die gleichen Bestimmungen auch auf der linken mittleren Axillarlinie für den 5. Interkostalraum, sowie für die Mitte zwischen Proc. xiphoid. und Nabel ausgeführt worden. Gemessen wurden bei diesen und allen weiter unten zu besprechenden Versuchen die Empfindlichkeit von je 30 Tastpunkten. Die Einzelwerte, aus denen in jedem Falle der Mittelwert berechnet wurde, waren hier wie bei den früheren Versuchen Minimalwerte.

Mittellinie, Höhe des 2. Interkostalraumes.

Mittlere Schwelle des Tastpunktes: 1,55 g/mm.
Verteilung:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Prozent
0,5	1	3,3
0,75	2	6,7
1	12	40
1,5	1	3,3
2	8	26,7
2,5	6	20
	<u>30</u>	<u>100</u>

Mittellinie, Höhe des 5. Interkostalraumes.

Mittlere Schwelle des Tastpunktes: 3,47 g/mm.
Verteilung:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Prozent
1	0	0
2	3	10
2,5	2	6,7
3	10	33,3
3,5	3	10
4	6	20
4,5	3	10
5	2	6,7
5,5	1	3,3
	<u>30</u>	<u>100</u>

Linke mittlere Axillarlinie, Höhe des 5. Interkostalraumes.

Mittlere Schwelle des Tastpunktes: 3,23 g/mm.
Verteilung:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Prozent
1	1	3,3
1,5	1	3,3
2	4	13,3
2,5	1	3,3
3	10	33,3
3,5	2	6,7
4	8	26,7
5	3	10
	30	

Linke mittlere Axillarlinie, Mitte zwischen Proc. xiphoid. und Nabel.

Mittlere Schwelle des Tastpunktes: 2,4 g/mm.
Verteilung:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Prozent
1	4	13,3
1,5	2	6,7
2	8	28,7
2,5	7	23,3
3	4	13,3
3,5	2	6,7
4	2	6,7
4,5	1	3,3
	30	

Bauch.

Linea alba, Mitte zwischen Nabel und Symphysis pubis.

Mittlere Schwelle des Tastpunktes: 4,07 g/mm.
Verteilung:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Prozent
2	0	0
2,5	2	6,7
3	4	13,3
3,5	4	13,3
4	12	40
4,5	2	6,7
5	2	6,7
5,5	1	3,3
6	2	6,7
6,5	1	3,3
	30	100

Die Empfindung hat hier eine eigenartige, fast möchte man sagen, diffuse Färbung, wenigstens ist sie hier noch viel weniger

distinkt als auf anderen Körperstellen von hoher mittlerer Schwelle.

Rücken.

Hier wurden bisher auf der Mittellinie und zwar in der Höhe des 3. Rückenwirbels 30 Tastpunkte gemessen. Als mittlere Schwelle des Tastpunktes ergab sich dabei der Wert von 4,3 g/mm, wobei der häufigste Wert 4 g/mm betrug und die Einzelwerte zwischen 2 und 7 g/mm schwankten. Neu hinzu kommen hier Bestimmungen der mittleren Schwelle für die Höhe des 7. Halswirbels und für eine Stelle der Linie, welche über die Spin. il. ant. sup. hinweggeht.

Mittellinie, Höhe des 7. Halswirbels.

Mittlere Schwelle des Tastpunktes: 1,58 g/mm
Verteilung:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Prozent
0,75	3	10
1	10	33,3
1,5	5	16,7
2	8	26,7
2,5	1	3,3
3	3	10
	<hr/> 30	<hr/> 100

Mittellinie, in der Höhe der Linie, welche über die Spin. il. ant. sup. hinweggeht.

Mittlere Schwelle des Tastpunktes: 1,93 g/mm
Verteilung:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Prozent
0,75	1	3,3
1	6	20
1,5	5	16,7
2	10	33,3
2,5	3	10
3	4	13,3
4	1	3,3
	<hr/> 30	

Linker Oberschenkel.

Hier fand ich an mir selber für 50 Tastpunkte, die ca. 1 cm vom Rande der Kniescheibe entfernt zumeist auf der Mittellinie und teils etwas lateral von derselben gelegen waren, einen Mittelwert

von 1,38 g/mm, bei einer Schwankung der Einzelwerte von 0,5 bis 3 g/mm und einem häufigsten Werte von 1 g/mm. Für 54 Tastpunkte hatte sich bei mir ein Mittelwert von 1,35 g/mm ergeben.¹ Da aber Selbstprüfungen an dieser Stelle mit Fehlerquellen behaftet sein können und mein linkes Knie außerdem nicht völlig normal ist, so habe ich die entsprechende Stelle an Dr. FONTANA nachgeprüft. Für 30 Tastpunkte erhielt ich folgendes Resultat:

Vorderfläche, Mitte und äußere Hälfte, ca. 1 cm vom Rande der Kniescheibe entfernt.

Mittlere Schwelle des Tastpunktes: 1,86 g/mm Verteilung:

Schwellen in g/mm	Absolute Zahl	Prozent *
0,5	1	3,3
0,75	1	3,3
1	6	20
1,5	1	3,3
2	13	43,3
2,5	6	20
3	1	3,3
4	1	3,3
	30	

Für 50 Tastpunkte, die hier gemessen wurden, ergab sich ein Mittelwert von 1,85 g/mm, wobei die Einzelwerte innerhalb der gleichen Grenzen schwankten und der häufigste Wert ebenfalls 2 g/mm betrug. Derselbe kam 22mal vor, auf Hundert bezogen 44 mal.

In Anbetracht der hervorgehobenen Umstände bin ich geneigt, diese Werte für die richtigeren zu halten. Infolgedessen ist der aus 30 Einzelbestimmungen gewonnene Mittelwert in die unten folgenden Tabellen aufgenommen worden. Außerdem bleibt natürlich nicht ausgeschlossen, daß hier individuelle Unterschiede vorliegen können.²

Glabella.

Bei der großen Schwierigkeit, die man hier, wie auf der übrigen Gesichtshaut wegen der Menge der sehr feinen und kurzen Härchen antrifft, konnte die mittlere Schwelle des Tast-

¹ Zit. Arbeit S. 302.

² In der 1. Mitteil. hat sich auf S. 302 ein Fehler eingeschlichen. Der Wert 0,5 g/mm kam nur einmal vor, nicht zweimal, wie die Tabelle angibt.

punktes hier nur für 15 Haarpunkte bestimmt werden. Ich erhielt dabei das folgende Resultat:

Mittlere Schwelle des Tastpunktes: 0,57 g/mm.

Verteilung:

Schwellen in g mm	Absolute Zahl	Prozent
0,3	1	6,7
0,4	2	13,3
0,5	7	46,7
0,75	4	26,7
1	1	6,7
	15	

Nasenspitze und Sulcus naso-labialis.

Von sehr hoher Empfindlichkeit ist auch die Nasenspitze. Es offenbart sich dies sowohl in der grossen Dichte der Tastpunkte, als auch in der Empfindlichkeit einzelner Punkte. Als Organe dürften hier vornehmlich die Nervenkränze der Scheiden jener sehr feinen Härchen in Betracht kommen, mit denen die Nasenspitze wie besät ist. Ob daneben noch andere mitwirken, bleibt vorerst dahingestellt. Wegen der grossen Menge der feinen Härchen, die sich hier finden, sind die Bestimmungen aber sehr schwer auszuführen, da eine Berührung derselben kaum vermieden werden kann und dann, wie ich schon an anderer Stelle hervorgehoben habe¹, eigentlich immer Kitzelempfindung auftritt. Dazu kommt, daß man sich bei Anwendung so geringer Reizgrößen, wie bei diesen Messungen notwendig werden, nahe an der Grenze der Leistungsfähigkeit der Methode befinden dürfte. Es befinden sich hier Punkte, die in der Empfindlichkeit denen des unteren Lippenrots nicht weit nachstehen dürften. Doch wage ich wegen der hervorgehobenen Schwierigkeit keinen bestimmten Wert anzugeben und möchte hiermit nur die hohe Tastempfindlichkeit dieser Stelle im allgemeinen hervorheben.

Dasselbe gilt vom Sulcus naso-labialis. Auch hier ist die Kitzelempfindung infolge der leicht gegebenen Berührung der Härchen durch das Reizhaar kaum zu vermeiden. Ich beschränke mich daher auf die Angabe, daß hier, besonders in der Nähe der Nasenflügel Tastpunkte von ausserordentlich hoher Empfindlichkeit gefunden werden.

¹ Diese Zeitschr. 33, S. 429.

Linkes oberes Augenlid und dessen Wimpern.

Die Versuche wurden an Dr. FONTANA ausgeführt. Es lag in meinem Plane, die Empfindlichkeit der Augenlider zu bestimmen. Hiervon mußte aber ebenfalls bald abgesehen werden, da bei der ganz außerordentlichen Fülle von feinen Härchen, mit denen diese Körperteile bedeckt sind, solche Bestimmungen nicht durchführbar waren. Bei jedem Versuche berührte man Härchen, so daß die Kitzelempfindung auftrat. Nur so viel konnte hier ermittelt werden, daß die Tastempfindlichkeit der ganzen Oberfläche des Augenlides eine hohe ist.

Da diese Versuche fehl schlugen, so habe ich mich darauf beschränkt, die Empfindlichkeit der Wimpern vom oberen Rande aus zu messen. Auch bei diesen Bestimmungen berührt man leicht die nahstehenden Härchen. Doch kann dies bei einiger Übung vermieden werden und die Angabe der Kitzelempfindung so als Kontrolle dienen. Im ganzen wurden hier 24 Bestimmungen ausgeführt, d. h. 24 Tastpunkte auf das Minimum ihrer Empfindlichkeit untersucht. Die hieraus resultierenden Werte sind nachstehend einzeln aufgeführt worden. Jeder Wert stellt somit den Minimalwert der Empfindlichkeit dar, ohne daß durch Berührung der erwähnten Härchen Kitzelempfindung vorhanden war.¹

Äußerer Winkel		Mitte	
1.	0,4 g/mm	11.	0,4 g/mm
2.	0,3 „	12.	0,5 „
3.	0,5 „	13.	0,5 „
Nach der Mitte zu		14.	1 „
4.	1 g/mm	15.	0,5 „
5.	0,75 „	16.	0,5 „
6.	0,75 „	17.	0,5 „
7.	0,75 „	18.	0,5 „
8.	0,75 „	19.	0,5 „
9.	1 „	20.	0,5 „
10.	0,75 „	Innerer Winkel	
		21.	0,5 g/mm
		22.	0,75 „
		23.	0,5 „
		24.	0,3 „

¹ Auch diese Tatsachen dürften bestätigen, was ich ebenfalls in der mehrfach zitierten Abhandlung (*diese Zeitschr.* 33, 429f.) hervorgehoben habe, daß die Kitzelempfindung an den gesamten Tastapparat gebunden ist und nicht, wie WUNDT meint, auf die Funktion der KRAUSEschen Endkolben beschränkt sein kann.

Der Mittelwert beträgt nach diesen Messungen 0,6 g/mm, wobei die einzelnen Werte zwischen 0,3 und 1 g/mm schwanken und der häufigste Wert 0,5 g/mm beträgt.

Die Versuche mußten leider früher abgebrochen werden als in meiner Absicht lag, da Herr Dr. FONTANA durch neu übernommene Pflichten verhindert ward, mir weiter regelmäßig Zeit zu schenken und ich mich nicht entschliessen konnte, andere Versuchspersonen neu einzuüben. Immerhin dürften die im vorstehenden mitgeteilten Ergebnisse zusammen mit den früher veröffentlichten ein ungefähres Bild der Tastempfindlichkeit der menschlichen Körperoberfläche liefern können.

Suchen wir nun die Tabelle, welche ich meiner früheren Arbeit angehängt habe¹, und die sowohl aus den an FONTANA wie aus den an mir selber gewonnenen Werten zusammengestellt wurde, durch die neu gewonnenen Resultate zu vervollständigen, so erhalten wir, soweit die Empfindlichkeit der Tastpunkte in Betracht kommt, zunächst die auf S. 243 wiedergegebene Tabelle. Hierbei ist auch die Anzahl der Tastpunkte, für welche die mittlere Schwelle bestimmt wurde, mit aufgeführt worden.

Was die Einzelheiten dieser Bestimmungen angeht, so braucht hier auf diese nicht weiter eingegangen zu werden, da sie in der mehrfach zitierten früheren Mitteilung angegeben wurden.

In der früheren Mitteilung ist bemerkt worden, daß ich anfangs geplant hatte, die Bestimmungen der mittleren Schwelle des Tastpunktes für je 50 Punkte durchzuführen, daß ich aber hiervon später aus Mangel an Zeit absehen und mich dann auf je 30 Punkte beschränken mußte.² Um nun einen möglichst exakten Vergleich der Empfindlichkeit der untersuchten Hautstellen untereinander zu gewinnen, habe ich in der Tabelle auf S. 245 eine Zusammenstellung versucht, in der die Mittelwerte für alle in Betracht kommenden Körperstellen (ausgeschlossen bleiben hiervon die Glabella und die Augenlidwimpern) aus der Messung von 30 Tastpunkten bestimmt wurden. Um hierbei nicht willkürlich zu verfahren, sondern eine gewisse Regel innezuhalten, habe ich in allen Fällen, in denen bisher 50 Einzelbestimmungen ausgeführt wurden, den neuen Mittelwert aus den

¹ Zit. Arbeit S. 307.

² Zit. Arbeit S. 296.

Hautstelle	Mittlere Schwelle des Tastpunktes in g/mm	Häufigster Wert in g/mm	Minimalwert in g/mm	Maximalwert in g/mm	Anzahl der gemessenen Tastpunkte
Glabella	0,57	0,5	0,3	1	15
L. Augenlid, Wimpern	0,6	0,5	0,3	1	24
L. Handgelenk, Beugefläche	1,24	1	0,3	2,5	50
„ „ dorsale Fläche (Mitte)	1,2	1	0,3	3,5	50
„ „ Proc. styl. ulnae	1,42	1	0,4	3,5	50
„ „ radiale Fläche	1,44	1	0,5	3,5	100
L. Unterarm, Mitte der Beugefläche	1,24	1	0,5	3	100
„ „ oberer Teil der Beugefläche	1,42	1	0,75	4	50
L. Ellenbeuge	1,33	1	0,4	3	50
L. Oberarm, Mitte der Beugefläche	1,44	1	0,5	4	50
L. Fußrücken, Mitte	1,27	1	0,4	2,5	30
L. Unterschenkel, vordere Fläche (Mitte)	2,16	2	0,75	5	50
L. Unterschenkel, hintere Fläche, Wade	1,45	1	0,4	3	30
Kniescheibe, Mitte	1,93	1,5	0,5	4	50
L. Oberschenkel, vordere Fl. ca. 1 cm vom Knie	1,86	2	0,5	4	30
Brust, Mittellinie, Höhe des 2. Inter- kostalraumes	1,55	1	0,5	2,5	30
Brust, Mittellinie, Höhe des 4. Inter- kostalraumes	2,7	3	1	4	30
Brust, Mittellinie, Höhe des 5. Inter- kostalraumes	3,47	3	2	5,5	30
Brust, linke mittlere Axillarlinie, Höhe des 5. Interkostalraumes	3,23	3	1	5	30
Brust, linke mittlere Axillarlinie, Mitte zwischen Proc. xiphoid. und Nabel	2,4	2	1	4,5	30
Bauch, Linea, alba; Mitte zwischen Nabel und Symphysis pubis	4,07	4	2,5	6,5	30
Rücken, Mittellinie, Höhe des 7. Hals- wirbels	1,58	1	0,75	3	30
Rücken, Mittellinie, Höhe des 3. Rücken- wirbels	4,3	4	2	7	30
Rücken, Mittellinie, in der Höhe der Linie, welche über die Spin. il. ant. sup. hinweg- geht	1,93	2	0,75	4	30

ersten 30 eben dieser 50 Bestimmungen berechnet. In den beiden Fällen, in denen, wie die vorstehende Tabelle zeigt, der Mittelwert aus je 100 Einzelbestimmungen berechnet wurde (radiale Fläche des Handgelenks, Mitte der Beugefläche des Unterarms) wurden jeweils die 30 Bestimmungen der ersten 50 Punkte gewählt. In jener früheren Mitteilung ist weiter angegeben worden, daß auf der Beugefläche meines linken Handgelenkes 6 mal 50 reine Tastpunkte, also im ganzen 300 gemessen wurden und es sind die mittleren Schwellen aus je 50 dieser Bestimmungen dort aufgeführt worden.¹ Ich möchte hier die Bemerkung einfügen, daß die in die beiden Tabellen eingereihten Werte für diese Stelle sich auf den Ring 2² beziehen und die gemessenen Tastpunkte ca. 2,7 cm und darüber von der Handgelenksfalte entfernt liegen. In die nachfolgende Tabelle sind auch die Dichte der Tastpunkte der einzelnen Hautstellen, sowie die Schwankungen der ersteren innerhalb der Flächeneinheit mit aufgenommen worden. Diesen Rubriken habe ich auch die auf meiner linken Kniescheibe ermittelte Dichte der Tastpunkte wieder eingereiht, die ich bereits in meiner ersten vorläufigen Mitteilung³ angegeben hatte. Ich füge aber hinzu, daß ich für diesen Wert aus dem hervorgehobenen Umstände eine Allgemeingültigkeit nicht garantieren kann. Außerdem scheint die Kniescheibe in dieser Beziehung individuell zu differieren.

Aus diesen Angaben erkennt man auch die Grenzen, innerhalb welcher die einzelnen Schwellenwerte der Tastorgane der oberflächlichen Körperschichte fallen. Lassen wir zunächst die erwähnten schwer bestimmbaren Teile des Kopfes außer Betracht, so sind diese äußersten Grenzen die Werte von 0,3 und 7 g/mm. Sie schieben sich somit, wie ich bereits am Schlusse meiner früheren Mitteilung hervorgehoben habe, etwas weiter hinaus, als dies von v. FREY und mir selber bis dahin angenommen wurde. Am Kopfe aber geht die untere Grenze bestimmt noch beträchtlich tiefer hinab. So habe ich in einer anderen früheren Arbeit feststellen können, daß der Wert von 0,05 g/mm an der Zungenspitze noch überschwellig empfunden ward und ebenso konnte ich auf der Mitte des unteren Lippenaumes einen

¹ Zit. Arbeit S. 298.

² Zit. Arbeit S. 271.

³ R. Acc. di Medicina die Torino, 1900, VI, fasc. 9—12, S. 6.

Hautstelle	der Tastpunkte im qcm	schwankung im qcm	re Schwelle des Tastpunktes in g/mm	Häufigster Wert		
L. Handgelenk, Beugefläche	28,53	12—44	1,13	1	0,5	2
„ „ dorsale Fläche (Mitte)	28	24—30	1,32	1	0,3	3
L. Handgelenk, Proc. styl. ulnae	20,5	14—25	1,41	1	0,4	3,5
„ „ radiale Fläche	25,75	18—33	1,23	1	0,5	3
L. Unterarm, Mitte der Beugefläche	16,08	10—22	1,13	1	0,75	3
„ „ oberer Teil der Beuge- fläche	9,25	2—14	1,38	1	1	3
L. Ellenbeuge	12,17	7—19	1,39	1	0,4	3
L. Oberarm, Mitte der Beugefläche	9,33	7—14	1,43	1	0,5	4
	10,19	8—15				
L. Fußrücken, Mitte	23,75	22—26	1,27	1	0,4	2,5
L. Unterschenkel, vordere Fläche (Mitte)	5—5,6	—	2,16	2	0,75	5
L. Unterschenkel, hintere Fläche, Wade	5,8	—	1,45	1	0,4	3
L. Kniescheibe, Mitte	8	5—10	2,2	2	0,75	4
L. Oberschenkel, vordere Fläche, ca: 1 cm vom Knie	14,38	10—22	1,86	2	0,5	4
Brust, Mittellinie, Höhe des 2. Inter- kostalraumes	19,25	16—23	1,55	1	0,5	2,5
Brust, Mittellinie, Höhe des 4. Inter- kostalraumes	21,75	20—24	2,7	3	1	4
Brust, Mittellinie, Höhe des 5. Inter- kostalraumes	24,75	22—28	3,47	3	2	5,5
Brust, linke mittlere Axillarlinie, Höhe des 5. Interkostalraumes	20,75	19—22	3,23	3	1	5
Brust, linke mittl. Axillarlinie, Mitte zwischen Proc. xiphoid. u. Nabel	16,25	15—18	2,4	2	1	4,5
Bauch, Linea alba; Mitte zwischen Nabel und Symphysis pubis	—	—	4,07	4	2,5	6,5
Rücken, Mittellinie, Höhe des 7. Halswirbels	31,75	24—36	1,58	1	0,75	3
Rücken, Mittellinie, Höhe des 3. Rückenwirbels	23,75	21—29	4,3	4	2	7
Rücken, Mittellinie, in der Höhe der Linie, welche über die Spin. il. ant. sup. hinweggeht	15,67	11—20	1,93	2	0,75	4

Spannungswert von 0,06 g/mm noch deutlich erkennen.¹ Man könnte hier einwenden, daß die Dichte, in der sich die nervösen Endorgane in diesen Teilen vorfinden, vielleicht eine so große ist, daß man bei der Reizung nicht sicher sein kann, ob wirklich nur ein einzelnes Organ angegriffen wird, oder ob nicht immer deren mehrere gleichzeitig erregt werden. Aber auch wenn man dies zunächst dahingestellt sein läßt (die Frage kann nur mit Hilfe des Mikroskops entschieden werden), so resultiert doch so viel aus diesen Bestimmungen, daß die einzelnen Schwellenwerte tief herabgehen müssen. Dasselbe gilt von vorgenannten Teilen der Gesichtshaut. Die Schwellenwerte dieser Stellen dürfen wir wohl höher annehmen, als die erwähnten Werte der Zungenspitze und des Lippensaumes, aber im allgemeinen zweifle ich nicht, daß sie ebenfalls tiefer herabgehen als auf der übrigen Körperhaut. Eine tiefe Tastschwelle besitzt zweifellos auch der harte Gaumen der Mundhöhle. Aber hier sind exakte Bestimmungen noch schwieriger auszuführen.

Als Ursache für die Verschiedenheit der Empfindlichkeit der einzelnen Tastpunkte einer und derselben Region dürfen wir neben der ungleichen Größe oder der ungleichen Entwicklungsstufe der entsprechenden Organe vielleicht auch eine verschiedene Tiefenlage der letzteren annehmen. Dazu dürfte in einzelnen Fällen kommen, daß die Tastempfindung an Organe gebunden ist, die bei gleicher Funktion in morphologischer Hinsicht voneinander verschieden sind. Für die Unterschiede, welche sich auf verschiedenen Hautstellen finden, dürfte außerdem die Verschiedenheit in der Dicke der Epidermis in erster Linie mit in Betracht zu ziehen sein.

Ein Vergleich der beiden vorstehenden Tabellen zeigt ferner, daß bei der Neuberechnung der Mittelwerte die Häufigkeitswerte mit einer einzigen Ausnahme (Kniescheibe) keine und die Minimal- und Maximalwerte nur in wenigen Fällen eine geringe Verschiebung erlitten.

Suchen wir nun die untersuchten Hautstellen nach ihrer Empfindlichkeit in ein Verhältnis zueinander zu bringen, indem wir in einer ersten Reihe von den in der letzten Tabelle zusammengestellten Mittelwerten ausgehen und so die Stelle mit höchster mittlerer Schwelle, d. h. mit geringster Empfindlichkeit

¹ *Philos. Stud.* 14, S. 574.

gleich 1 setzen, so ergeben sich die nachstehenden Verhältnisse. Hierbei sind auch der aus 15 Einzelbestimmungen berechnete Mittelwert der Glabella und der aus 24 Bestimmungen ermittelte der Wimpern des linken oberen Augenlides mit in Betracht gezogen, während die auf der Zungenspitze, dem Lippenrot usw. gefundenen Werte von dieser Zusammenstellung ausgeschlossen bleiben.

Rücken, Mittellinie, Höhe des 3. Rückenwirbels	1
Bauch, Linea alba; Mitte zwischen Nabel und Symphysis pubis	1,057
Brust, Mittellinie, Höhe des 5. Interkostalraumes	1,239
„ linke mittl. Axillarlinie, Höhe des 5. Interkostalraumes	1,331
„ Mittellinie, Höhe des 4. Interkostalraumes	1,593
„ linke mittl. Axillarlinie, Mitte zw. Proc. xiphoid. u. Nabel	1,792
L. Kniescheibe, Mitte	1,955
L. Unterschenkel, vordere Fläche (Mitte)	1,991
Rücken, Mittellinie in der Höhe der Linie, welche über die Spin. il. ant. sup. hinweggeht	2,228
L. Oberschenkel, vordere Fläche, ca. 1 cm vom Rande der Kniescheibe entfernt	2,312
Rücken, Mittellinie, Höhe des 7. Halswirbels	2,722
Brust, Mittellinie, Höhe des 2. Interkostalraumes	2,774
L. Unterschenkel, Wade	2,966
L. Oberarm, Mitte der Beugefläche	3,007
L. Handgelenk, Proc. styl. ulnae	3,050
L. Ellenbeuge	3,094
L. Unterarm, oberer Teil der Beugefläche	3,116
L. Handgelenk, dorsale Fläche (Mittellinie)	3,258
L. Fußrücken	3,386
L. Handgelenk, radiale Fläche	3,496
L. Unterarm, Mitte der Beugefläche	3,805
L. Handgelenk, Beugefläche, 2,7 cm von der Falte entfernt	3,805
L. oberes Augenlid, Wimpern	7,167 ¹
Glabella	7,544 ²

Suchen wir auch für die Zungenspitze und das Lippenrot die Verhältnisse festzustellen, wobei wir auch die schon früher von mir auf ihre Tastempfindlichkeit gemessenen Fingerbeeren mit in Rücksicht ziehen³, so erhalten wir, wenn wir von demselben Anfangswerte ausgehen und für die Fingerbeeren rund den Spannungswert von 1 g/mm annehmen, noch folgende Verhältnisse:

¹ Aus 24 Einzelbestimmungen berechneter Mittelwert = 0,6 g/mm

² „ 15 „ „ „ = 0,57 „

³ *Philos. Stud.* 14, S. 573.

Rücken, Mittellinie, Höhe des 3. Rückenwirbels	1
Fingerbeeren der linken Hand	4,3
Mitte des unteren Lippensaumes	71,667
Zungenspitze	86

Man dürfte indes kaum berechtigt sein, den Wert von 4,3 g/mm hier gleich 1 zu setzen, da dieser ein aus 30 Einzelbestimmungen berechneter Mittelwert ist, während die Werte der übrigen Körperstellen, etwas mehr oder weniger über der Schwelle liegende, jedenfalls dem Minimalwerte nahestehende sind. Es dürfte daher gerechtfertigter erscheinen, unter den für die Höhe des 3. Rückenwirbels ermittelten Werten einen solchen zu wählen, der ebenfalls dem Minimalwerte nahe steht und diesen gleich 1 zu setzen. Wählen wir hierfür den Wert von 3 g/mm, der in 20 Prozent aller Fälle vorkam¹, so ergeben sich folgende Verhältnisse:

Rücken, Mittellinie, Höhe des 3. Rückenwirbels	1
Fingerbeeren der linken Hand	3
Mitte des unteren Lippensaumes	50
Zungenspitze	60

Sucht man schliesslich die Werte der Zungenspitze und der Mitte des unteren Lippensaumes auf denjenigen Wert der übrigen Körperhaut (mit Ausschluß der Gesichtshaut) zu beziehen, der dem dort überhaupt gefundenen Minimalwerte nahe steht und nimmt man als solchen den von 0,5 g/mm an, so kann man sagen, daß die Zungenspitze von ca. 10mal so großer, die Mitte des unteren Lippenrots von ungefähr 8mal so großer Empfindlichkeit ist.

In ähnlicher Weise könnte man eine Zusammenstellung nach den Häufigkeitswerten versuchen, die sich dann mehr oder weniger an die vorstehende anlehnen würde. Anders aber fällt das Verhältnis aus, wenn man die Dichte der Tastpunkte in der Flächeneinheit zugrunde legt und die Stelle, welche in dieser Hinsicht die geringste Empfindlichkeit besitzt, d. h. die mit geringster Dichte gleich 1 setzt. Hier gestaltet sich das Verhältnis als ein direktes, insofern mit der Zunahme der Tastpunkte in der Flächeneinheit auch die Empfindlichkeit der Stelle wächst. Nach diesem Prinzip habe ich unter Benützung der mir zu Ge-

¹ Ebenda 19, S. 307.

bote stehenden Werte die folgende Tabelle entworfen. Hierbei ist die Vorderfläche des linken Unterschenkels zum Ausgangspunkt genommen und der dort gefundene Wert von 5 rund gleich 1 gesetzt worden.

L. Unterschenkel, vordere Fläche (Mitte)	1
" " Wade	1,16
L. Kniescheibe, Mitte	1,6
L. Unterarm, oberer Teil der Beugefläche	1,85
L. Oberarm, Mitte der Beugefläche ¹	2
L. Ellenbeuge	2,434
L. Oberschenkel, vordere Fläche, ca. 1 cm vom Rande der Kniescheibe	2,876
Rücken, Mittellinie, in der Höhe der Linie, welche über die Spin. il. ant. sup. hinweggeht	3,134
L. Unterarm, Mitte der Beugefläche	3,216
Brust, linke mittl. Axillarlinie, Mitte zwischen Proc. xiphoid. u. Nabel	3,25
Brust, Mittellinie, Höhe des 2. Interkostalraumes	3,85
L. Handgelenk, Proc. styl. ulnae	4,1
Brust, l. mittl. Axillarlinie, Höhe des 5. Interkostalraumes	4,15
" Mittellinie, Höhe des 4. Interkostalraumes	4,35
L. Fußrücken, Mitte	4,75
Rücken, Mittellinie, Höhe des 3. Rückenwirbels	4,75
Brust, Mittellinie, Höhe des 5. Interkostalraumes	4,95
L. Handgelenk, radiale Fläche	5,15
" " dorsale Fläche (Mittellinie)	5,6
" " Beugefläche, 2,7 cm von der Falte entfernt	5,706
Rücken, Mitte des 7. Halswirbels	6,35

Die beiden hervorgehobenen Momente kompensieren sich zum Teil und bis zu einem gewissen Grade gegenseitig, zum Teil aber fallen sie zusammen.

Zu anderen Resultaten wird man gelangen, wenn man statt punktueller Reize Flächenreize wählt und es werden jene ebenso je nach der Größe der verwandten Reizfläche auch wieder verschieden ausfallen. Bei derartigen Bestimmungen dürften auch die Schwankungen der Dichte der Tastpunkte mit in Rücksicht zu ziehen sein.

Zu anderen Resultaten gelangt man ebenso, wenn man statt punktueller mechanischer Reize elektrische verwendet. Einige in dieser Richtung unternommene Versuche habe ich schon früher mitgeteilt.² In mühevollen Versuchsstunden habe ich sie

¹ Rund gleich 10 angenommen.

² *Philos. Studien* 14, S. 574 ff.

fortzusetzen versucht, doch ist es mir bisher unmöglich gewesen, sie auch nur zu einem vorläufigen Abschluß zu bringen. Aus den gewonnenen Resultaten aber sei hier hervorgehoben, daß ich auf Körperstellen, wie Brust, Bauch und Rücken ebenfalls Werte von beträchtlich hoher, zum Teil von sehr hoher Schwelle erhielt. Was die Abweichungen der aus der elektrischen Reizung resultierenden Werte von den bei mechanischer erzielten betrifft, so kann ich hier nur wiederholen, was ich dort bereits ausgesprochen, daß sie in den Eigenschaften der elektrischen Reizung selbst zu suchen sind.¹ Es scheint mir die von v. FREY aufgestellte Ansicht, daß durch den elektrischen Reiz wahrscheinlich nicht das Endorgan selbst, sondern der zuführende Nerv getroffen werde, viel Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Ob man deswegen den elektrischen Reiz, wie ROLLETT² in einer vorzüglichen Arbeit beanstandet, eigentlich einen unphysiologischen nennen kann, bleibt hierbei dahingestellt. Daneben wird man an andere Momente, wie die Dicke der Epidermis, den ungleichen Widerstand der Gewebe auf verschiedenen Körperstellen usw. zu denken haben.

Die mehrfach zitierte frühere Mitteilung habe ich damit beschlossen, daß ich auf die merkwürdige Übereinstimmung aufmerksam machte, die im allgemeinen zwischen den Ergebnissen, zu denen E. H. WEBER bei seinen Versuchen über die Feinheit des Ortssinnes gelangte, und meinen eigenen besteht. Ich habe hierbei bereits darauf hingewiesen, wie WEBER die Feinheit am Arme beschreibt und habe ebenso die Übereinstimmung für Brustbein, Rückgrat und Zungenspitze hervorgehoben. Durch die im Vorstehenden mitgeteilte Fortführung der Versuche bin ich in dieser Auffassung nur noch mehr bestärkt worden. Die Übereinstimmung ist in der Tat auffallend, wenn man bei WEBER Stellen, wie die folgenden liest: „Am Kopfe ist der Teil, der mit dem feinsten Tastsinne ausgerüstet ist, die Zungenspitze. Auf sie folgt der Teil der Lippen, der die Grenze zwischen der roten und nicht roten Oberfläche derselben bildet, hier ist der Tastsinn beinahe noch feiner als an den Fingerspitzen. Hierauf kommt die Nasenspitze, dann folgen die Augenlider, hernach der Oberaugenhöhlenrand in der Nähe der Glabella und die

¹ Ebenda S. 581.

² ROLLETT: *Pflügers Archiv* 74, S. 448.

Glabella selbst.“¹ „Der Tastsinn der äusseren Oberfläche der Oberlippe und Unterlippe ist feiner nach der Mittellinie zu.“² „Am Rumpfe ist der Ortssinn am wenigsten ausgebildet.“³ „Der Ortssinn in der Haut des Rumpfes ist an den beiden Enden des Rumpfes am feinsten, am oberen Teile des Halses und am After und es nimmt die Feinheit desselben gegen die Mitte des Rückens hin ab.“⁴ Usw. Die Abweichungen, welche bei annähernder Konstanz der relativen Verhältnisse auf den einzelnen Hautstellen beobachtet wurden, stehen wie zu anderen Momenten, so wohl in erster Linie zu den mehr oder weniger grossen Schwankungen der Dichte der Tastpunkte im Quadratcentimeter in Beziehung, die wir festgestellt haben, und es ist anzunehmen, dass die Werte um so konstanter ausfallen mussten, je grösser die Dichte ist und je weniger gross eben diese Schwankungen sind. So fand VALENTIN die minimalen Abstände an einigen Hautpartien oft um das vierfache und darüber variieren, während andererseits die Zungenspitze in allen Fällen ungefähr 50- bis 60 mal so fein tastete als die Mitte der Rückenhaut. Das ist aber wiederum ebendasselbe Verhältnis, zu welchem wir auf S. 248 dieser Mitteilung gelangten.⁵

Anderes als eine Übereinstimmung in allgemeiner Hinsicht vermag ich auch durch die gegenwärtige Mitteilung noch nicht darzutun. Es sind neue Untersuchungen mit neuen Hilfsmitteln nötig. Über die Einzelheiten dieser Beziehungen wird daher zu geeigneter Zeit in einer besonderen Abhandlung berichtet werden. Immerhin aber achte ich, dass die mitgeteilten Befunde bei Untersuchungen über Raumwahrnehmungen durch die Haut nicht ohne Wert und Nutzen sein dürften.

¹ E. H. WEBER: Tastsinn und Gemeingefühl. Braunschweig. 1851. Separatabdruck S. 74.

² Ebenda S. 75.

³ Ebenda S. 77.

⁴ Ebenda S. 77.

⁵ Vgl. ebenda S. 79, Note.

(Eingegangen am 11. Januar 1904.)