

XV.

Untersuchungen über die elektrische Reizbarkeit der Haut bei Gesunden und Kranken.

Von

Dr. **Drosdoff**

aus St. Petersburg.

Aus dem elektro-therapeutischen Institute von Prof. Dr. Erb in Heidelberg.



Obwohl die Hautempfindungen eine grosse Rolle beim Acte der Zusammensetzung der bewussten Vorstellungen über die äussere Welt spielen und eine grosse Bedeutung in der Pathologie, Diagnostik und Therapie der Nervenerkrankungen haben, ist doch die Physiologie der Functionen der Hautnerven noch wenig ausgearbeitet, und begegnen wir auf diesem Gebiete einer grossen Lücke und einem wesentlichen Meinungsunterschiede zwischen verschiedenen Beobachtern.

H. Weber*), der die Grundlage zur Untersuchung der Hautempfindung gelegt hat, nimmt zwei verschiedene Kategorien an: 1. den Drucksinn und 2. den Temperatursinn, wobei er zur ersten Kategorie den Raumsinn, die Schmerzempfindungen etc. rechnet.

Meissner**) trennt von diesen zwei Kategorien von Hautempfindungen noch eine dritte — die Tastempfindung ab. — Bernstein***) erkennt auch drei Arten von Empfindungen an. Brown-Séquard†)

*) Der Tastsinn und das Gemeingefühl: Wagner's Handwörterbuch der Physiologie.

**) Henle und Pfeufer's Zeitschrift. wie T. IV.

***) Die fünf Sinne des Menschen. Leipz. 1875.

†) Journ. der Physiologie. VI., No. 22 und 23.

erweitert noch mehr den Begriff der specifischen Hautempfindungen, indem er folgende fünf annimmt: a) Empf. der Berührung, b) Empf. des Kitzels, c) Empf. des Schmerzes, d) Empf. der Temperatur und e) Empf. der Muskelcontraction. Ludwig*) theilt die Hautempfindungen nur in zwei Kategorien: a) allgemeine Hautempfindung. b) besondere Hautempfindung, die entweder auf mechanische (directer Druck, Bewegung) oder thermische (durch Temperaturschwankungen) Weise hervorgerufen werden könne; der Empfindungsunterschied hängt nur von diesem oder jenem Reize ab. Brücke**), der zum Theil dieser Ansicht huldigt, betrachtet den Schmerz, den Kitzel, das Schaudern u. s. w. als eine veränderte allgemeine Hautsensibilität und macht diese Veränderung von verschiedenen Reizarten, die besondere Empfindungen der Tastnerven erregen, abhängig. — Er bezweifelt auch die Existenz von specifischen Nerven für Temperaturempfindung, obwohl es ihm gelungen ist, durch thermische und mechanische Reize von einander gänzlich verschiedene Reflexe an Kaninchen hervorzurufen, und gesteht zu, dass die Bahnen, auf welchen die Hautempfindungen zum Centrum fortgeleitet werden, noch im Dunklen sind. Endlich finden wir bei Hermann***) die Eintheilung der Hautempfindungen nach ihrer specifischen Qualität. Er erkennt ausser den Tastempfindungen noch Wollust-, Muskel- und Bewegungsempfindungen als ganz besondere specifische Sinne.

Nicht nur in dieser Frage der specifischen Hautempfindungen existirt eine so grosse Mannichfaltigkeit von Ansichten, sondern es ist auch die noch wichtigere Frage von der verschiedenen Empfindlichkeit der Hautnerven in verschiedenen Hautregionen neuerdings bezweifelt worden. Nach den Arbeiten von H. Weber†), Nothnagel††), Goltz†††), Eulenburg*†) u. A. wissen wir, dass verschiedene Hautregionen verschieden auf denselben Reiz reagieren, und die Differenz der Empfindlichkeit ist sehr bedeutend, indem der Ortsinn (nach Weber) zwischen $\frac{1}{2}$ —30 Par. Lin., der Temperatursinn (nach Nothnagel) von $0,2^{\circ}$ — $1,2^{\circ}$, der relative Drucksinn (nach Eulenburg) von $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{16}$ schwankt.

*) Lehrbuch der Physiologie.

**) Vorlesungen über Physiologie. Wien 1875. S. 240—241.

***) Grundriss d. Physiologie des Menschen. Berlin 1877. S. 422—432.

†) Bericht der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaft zu Leipzig 1852 S. 85.

††) Deutsches Arch. f. klin. Medic. T. II. S. 283.

†††) Centralblatt d. medic. Wissenschaft 1863 No. 18.

*†) Berliner klin. Wochenschrift 1869 No. 44.

Die eben erwähnten Beobachter sowohl als auch die Physiologen Meissner*), Ludwig**), Brücke***), Hermann†) u. A. machen diese Differenz der Empfindlichkeit verschiedener Hautregionen von verschiedener Reizbarkeit der Nerven selbst, von grösserer oder geringerer Ausbreitung der Nervenfasern, theils auch von dem Bau ihrer Endorgane abhängig. Leyden††) dagegen und nach ihm Bernhardt†††) bestreiten vollständig diese Ansichten der Physiologen und nehmen die Erregbarkeit der Hautnerven auf der ganzen Hautoberfläche vollständig gleich an. — Leyden untersuchte die elektrische Erregbarkeit der Haut (gegen Inductionsströme) und bekam bedeutende Unterschiede der elektrischen Hauterregbarkeit in verschiedenen Hautregionen: von 25—145 Mm. Rollenabstand (Oeffnungsschlag) mit tetanisirendem Strome von 60—180 Mm. Rollenabstand, Bernhardt von 4,0—14,12 Mm. Rollenabstand. Diese Beobachter halten die von ihnen gefundenen Differenzen für unbedeutend, und geben sich Mühe, diese Schwankungen der elektrischen Hauterregbarkeit nur durch verschiedene Leitungswiderstände der Epidermis zu erklären.

Ohne auf die Analyse des Bestehens einer Gruppierung der Hautempfindungen in den Nervencentren einzugehen, die noch schwerer der experimentellen Untersuchung, als die specifischen Hautempfindungen zugänglich sind, wollen wir nur die Meinungsdivergenzen über die Hautnervenerregbarkeit in verschiedenen Hautregionen berücksichtigen. Wir sind schon bei unseren Untersuchungen der Empfindlichkeit der Haut beim Rheumatismus articulo-rum acutus*†) auf die Schwierigkeiten der Frage: „ob die Hautempfindlichkeit von den Nerven selbst oder von Widerstandsverschiedenheiten der Epidermis auf verschiedenen Hautstellen abhängt“ gestossen. Wir waren aber damals ausser Stande, näher auf diesen streitigen Punkt einzugehen und ihn zu untersuchen.

In Folge dessen ging ich mit grösster Bereitwilligkeit auf den Vorschlag des Herrn Prof. Dr. Erb ein, die elektrische Hautempfind-

*) l. c.

**) l. c.

***) l. c.

†) l. c.

††) Virchow's Arch. Bd. 31. Heft 1. S. 1.

†††) Sensibilitätsverhältnisse der Haut. Berlin 1874.

*†) Material zur Patholog. und Therap. des acuten Gelenkrheumatismus. Dissertation. St. Petersburg. 1876. (Russisch.)

lichkeit der Tabeskranken im Verhältniss zu der Gesunder zu untersuchen. Zur Aufgabe stellte ich mir: 1. die elektrische Hauterregbarkeit bei Gesunden und ihre Abhängigkeit von Hautwiderständen nach einer einfachen und praktisch leicht und schnell ausführbaren Methode zu untersuchen; 2. die erhaltenen Data mit der Erregbarkeit bei Tabischen zu vergleichen; 3. eine Erklärung des schon von vielen Gelehrten beobachteten Remak'schen Phänomens — die verlangsamte Leitungsgeschwindigkeit für Schmerzempfindungen gegenüber den Tastempfindungen — zu versuchen.

I.

Hauterregbarkeit

beim Gesunden, deren Beziehung zur Epidermis und elektrische Zonen.

Um die elektrische Erregbarkeit der sensiblen Hautnerven zu prüfen, haben wir bis jetzt nur zwei Methoden: die erste von Leyden*), die zweite von Bernhardt**).

Leyden prüfte die Hauterregbarkeit beim Menschen mittelst des inducirten Stromes.

Scheinbar entspricht seine Methode den physiologischen Forderungen, und schon seit längerer Zeit wird eine analoge Methode in physiologischen Laboratorien, um Nerven bei Thieren (Fröschen) zu reizen, geübt. Der Unterschied beider Methoden besteht in einer unbedeutenden Modification der Elektroden: die Physiologen benutzen zwei von $\frac{1}{2}$ —1 Ctm. von einander abstehende Kupferdrähte, die in irgend einer Handhabe befestigt sind. Leyden schlägt einen Zirkel, dessen Schenkel aus zwei Stecknadeln bestehen, die mit kleineren Verdickungen enden, und die 1 Ctm. weit von einander abstehen, vor. Durch die Zirkelschenkel, die zum Anlegen an die Haut bestimmt sind, geht ein Strom aus einem Daniel'schen Elemente, welches mit einem du Bois'schen Schlittenapparat verbunden ist. Der Grad der Hauterregbarkeit wird durch den Rollenabstand bei minimaler Reizung gemessen.

Der physiologische Zirkel von Leyden und seine Methode hat unseres Erachtens bei der Anwendung für wissenschaftliche Zwecke der Untersuchung der Hauterregbarkeit beim Menschen gewisse Nachtheile: 1. wissen wir noch nicht, wie weit die kleinen lineären Ab-

*) l. c. S. 13.

**) Deutsch. Arch. f. klin. Med. XIX. 1877. S. 382.

stände der spitzen Elektroden den Entfernungen zwischen den Nervenendverzweigungen und, ihrer zerstreuten Anordnung wegen, ihrem quantitativen Sensibilitätsvermögen entsprechen, wie man denn auch verschiedene Reaction auf dem angesetzten Weber'schen Zirkel erhält; 2. die geringe Oberfläche und der geringe Abstand der Schenkelspitzen des Leyden'schen Zirkels vermindern die Stromstärke und die Verbreitung in der Haut, verglichen mit den Elektroden, die in der Elektrotherapie gebraucht werden; 3. trifft man selten bei einem praktischen Arzte einen Leyden'schen Zirkel, den er besitzen muss, um nur annähernd über die relative Hautreizbarkeit beim Kranken nach den von Bernhardt*) zu dem Zwecke vorgeschlagenen Tabellen zu urtheilen; 4. Unkenntniss und Nichtberücksichtigung der verschiedenen Widerstände der Epidermis; 5. Unsicherheit und Verschiedenheit der Resultate, je nachdem man mit den Zirkelspitzen ein in der Haut liegendes Nervenstämmchen trifft oder nicht. —

Um die Beziehung der Epidermis zu diesem oder jenem Grade der Nervenreizbarkeit und deren elektrischen Widerstand zu bestimmen, benutzte Leyden entweder die Maceration der Epidermis oder Entfernung durch Vesicatoren, wobei die blosgelegte Haut direct gereizt wurde. Diese Methode scheint uns auch etwas roh für normale Untersuchungen der Reizbarkeit der Hautnerven zu sein, und es ist auch kaum berechtigt, wissenschaftliche Schlüsse über die physiologische Reizbarkeit aus Beobachtungen an einer zerstörten und entzündeten Haut zu ziehen.

Die zweite Untersuchungsmethode der Hautnervensensibilität, speciell Schmerzempfindlichkeit mit constantem Strome ist von Dr. Bernhardt**) publicirt worden. Der Verfasser benutzt 30 Elemente der constanten Siemens'schen Batterie (Daniel El.), führt in die Kette einen Kurbelrheostat (in Nebenschliessung) ein, dann legt er eine breite feuchte Elektrode — Anode — in die linke Hohlhand, und die mit einem elektrischen Pinsel verbundene Kathode auf die zu untersuchende Hautstelle, dann verändert (vermehrt) er allmähig den Widerstand im Rheostaten durch fortschreitenden Kurbelwechsel von Null angefangen bis 3000 S. E. u. s. w., bis der zu Untersuchende einen intensiven Schmerz an der Stelle des Pinsels empfindet. Die Differenz in der Zahl der ausgelösten S. E. der Rheostatwiderstände dient

*) l. c. S. 3.

**) l. c. S. 5.

zum Ausdrucke der Nervenreizbarkeit an verschiedenen Hautstellen bei derselben Anzahl von Elementen.

Der Verfasser sagt: „Es ist hier nicht wie bei der Prüfung mit dem mit der secundären Spirale des Inductionsstromes verbundenen metallenen Zirkel, dass man zuerst bei geringerer Stromesstärke das nicht schmerzhaftes Gefühl des eigenthümlichen Ziehens und Zingerns empfände, sondern die Empfindung ist sofort schmerzhaft, natürlich, je nach dem Bildungsgrade oder der Furchtsamkeit des zu Untersuchenden in kleineren Grenzen schwankend.“

Bernhardt sieht die Vorzüge seiner Untersuchungsmethode in der sofortigen Schmerzhaftigkeit beim constanten Strome, verglichen mit dem allmäligen Zuwachs der Reizung beim Gebrauch des Inductionsapparates und hält jene für ein besseres Zeichen der Hauterregbarkeit, als die vom Untersuchten selbst gemachten relativen Angaben bei minimalen und maximalen Reizungen mittelst des Inductionsstromes. Es ist uns nicht gelungen, uns bei den Untersuchungen mit dem constanten Strome von dessen Vorzügen zu überzeugen und irgend welche positive Resultate nach dieser Untersuchungsmethode zu bekommen.

Nach der Methode von Dr. Bernhardt haben wir bei vielen Personen die Hautsensibilität geprüft und auch zu wiederholten Malen an uns selbst. Die Versuche wurden mit einer Stöhrer'schen Batterie von 30 Elementen angestellt. Da aber diese Elemente stärker wie die Daniel'schen in der Siemens'schen Batterie sind, so nahmen wir anstatt 30 nur 20 Elemente, und was das Uebrige betrifft, so folgten wir den Angaben von Bernhardt. Die Resultate unserer Untersuchungen nach dieser Methode an fünf Gesunden und einem Tabischen waren fast die gleichen: 20 Elemente mit eingeschalteten Widerständen im Rheostate schon von 20—30 S. E. verursachten fürchterliche Schmerzen und gaben Blasen an allen Hautstellen ausser der Planta pedis und der Vola manus, wo selbst 30 Elemente mit oder ohne Reostat keine Empfindung des Stromes hervorriefen. Wiederholte Untersuchungen ergaben dieselben Resultate.

Bei diesen unbefriedigenden Resultaten der von Bernhardt angewandten Methode glaubten wir, dass die Schuld am Rheostaten liege. Bei Wiederholung des Versuches ohne Rheostat kamen wir zu demselben Resultate, sogar mit Anwendung einer geringeren Anzahl von Elementen und wobei die Stromesstärke allmäligen anwuchs von 1 bis 6 Elementen. Hierbei wurden an den erwähnten Körpertheilen Schmerzempfindungen wahrgenommen. Endlich nahmen wir den Wasserrheostat nach Stöhrer und eine Batterie mit kleinen

Elementen, hierbei bestätigten sich die negativen Ergebnisse der Bernhardt'schen Versuchsweise: nämlich die Hautsensibilität mittelst des schmerzzerregenden Stromes an der Kathode zu bestimmen. Ausser den starken nahmen wir auch mittlere und schwache Ströme (8—15 Stöhrer) und untersuchten nach dem Vorschlage von Dr. Bernhardt die Sensibilität nur mit einer breiten Elektrode, die wir an die Brust setzten, anstatt sie in die Hand zu geben. Hierbei wurde theils der Kurbel, theils der Wasserrheostat benutzt. Bei einer jeden Vorwärtsbewegung der Kurbel- um eine Zahl (feine Abtheilung der S. E.) brachte der Pinsel ein brennendes Gefühl hervor. Das Auftreten eines Schmerzgefühls entspricht nicht immer dem weiteren Fortbewegen der Kurbel. — Es ist bekannt, dass die Schmerzempfindungen nicht nur von der Zahl der S. E., sondern auch von der Zeitdauer der Einwirkung des Pinsels auf der zu untersuchenden Hautstelle abhängen. Der Schmerz und das Brennen treten oft bei derselben Anzahl von Elementen mit einander auf. Daher macht der zu Untersuchende undeutliche Angaben über das Ineinanderübergehen des leichten Brennens und Schmerzgefühls. Eine Controle durch wiederholte Untersuchung ist hier meistens fast unmöglich, da an der schmerzhaften Stelle Blasen auftreten und die Haut so verändert wird, dass eine weitere Untersuchung kaum zu etwas mehr führen kann, als ein dem zu Untersuchenden peinliches Gefühl zu verursachen.

Tabelle A.

Die Prüfung der Hautsensibilität mittelst des galvanischen Stromes.

Bezeichnung der Versuchsstellen.	Bei 20 El. Stöhr. rer, Anzahl der Siemen'schen Einh., bei wel- cher Schmerz auftritt.	Bei 15 El. Stöhr. Anzahl der Siemen'schen Einh., bei wel- cher Schmerz auftritt.	Bei 8—10 El. Stöhr. Anz. der Siemen'schen Einh., bei wel- cher Schmerz auftritt.	Bei 10 El. Stöhr. Grad d. Eintauchens d. Drähte im Wasser- rheostate von Stöhrer.
Wange..... r. {	20 S. E.	50 S. E.	60 S. E.	4
l. {	20 S. E.	80 S. E.	—	15,3
Supraclav..... r. {	20 S. E.	90 S. E.	100 S. E.	15,7
l. {	20 S. E.	—	1000 S. E.	10,2
Schultergelenk r. {	20 S. E.	800 S. E.	—	—
l. {	20 S. E.	110 S. E.	—	—
Oberarm..... r. {	20 S. E.	50 S. E.	800 S. E.	5
l. {	20 S. E.	80 S. E.	1000 S. E.	5
Unterarm..... r. {	20 S. E.	60 S. E.	—	3
l. {	20 S. E.	70 S. E.	1000 S. E.	5
Oberschenkel r. {	20 S. E.	100 S. E.	200 S. E.	10,8
l. {	20 S. E.	400 S. E.	700 S. E.	7,2
Wade..... r. {	20 S. E.	900 S. E.	800 S. E.	3
l. {	20 S. E.	200 S. E.	1000 S. E.	2,3
Vola manus .. {	Empfinden keine Schmerzen, bei schwachen wie bei starken Strömen.			
Planta..... {				

Mit dieser Tabelle schliessen wir unsere Betrachtungen über die Methode von Dr. Bernhardt und die Untersuchungen der Hautsensibilität mit dem constanten Strome. Leider zeigt die Tabelle, dass die Zahlen nicht gleichmässig sind, sondern verschieden, je nach den Ansatzstellen und nicht einmal auf beiden Seiten gleich. Bei Gesunden und Kranken haben wir nahezu gleiche Zahlen. Die Zahlen sind vielmehr abhängig vom Widerstand der Epidermis; die Einschaltung des Galvanometers zeigt, dass sofort, wenn überhaupt der Strom durchgeht, Schmerzempfindung eintritt. Wenn wir noch hinzusetzen, dass der zu Untersuchende bei diesen Experimenten mit Blasen bedeckt wird, die 1—3 Tage bestehen, so wird wohl die Methode nicht gerade praktisch brauchbar sein.

Somit ergaben sich die beiden von uns geprüften Untersuchungsmethoden der elektrischen Hautempfindung als zu wenig genau, um als wissenschaftliche und für die Praxis brauchbare gelten zu können.

Unsere eigenen Untersuchungen über die Hautsensibilität bei Gesunden und Kranken sind mit einem Inductionsstrome gemacht worden.

Die Methode des Experimentirens war die allergewöhnlichste. Es wurde von uns ein du Bois'scher Schlittenapparat mit einer Secundärspirale von 7147 Drahtwindungen und zwei Bunsen'sche Elemente gebraucht, die Elektroden dann mit der Secundärspirale verbunden. Die eine Elektrode war eine breite Platte, die andere war ein metallischer Pinsel. Die Pinseldrähte waren aus Messing mit Silber zusammengeschmolzen von unbedeutender Härte und Elasticität. Der Pinsel war 10—15 Mm. lang, die Pinseldrähte waren in einem messingenen Cylinder eingesetzt, wo sie leicht zu verschieben waren. Diese Einrichtung erlaubte dem Pinsel eine beliebige Länge zu geben, indem man ihn aus dem Cylinder herauszog oder hineinschob, und die verschiedene Länge ergab eine grössere oder kleinere Berührungsfläche der Drähte mit der Haut. Wir zogen den Pinsel auf 2—3 Ctm. Länge aus seinem Cylinder, wobei der Durchmesser des ganzen Pinsels 2—3 Ctm. gross wurde, dadurch wird die gleichzeitige Beeinflussung einer grösseren Hautfläche erreicht und es werden die Zufälligkeiten einer Localisation des Stromes mittels einer einfachen metallischen Spitze vermieden. Die zweite Bedingung für die Untersuchung der Hautsensibilität ist die, dass der Pinsel glatt abgeschnitten sein muss, damit er mit seinen einzelnen vorspringenden Drähten die Haut des zu Untersuchenden nicht steche; die unglatt abgeschnit-

tenen Pinsel stechen leicht ein und rufen eine Verwechslung mit schwächeren oder stärkeren Empfindungen des Inductionsstromes hervor. Bei feineren Untersuchungen muss man constant auf diese Zufälligkeit aufmerksam sein, und, um Fehlern vorzubeugen, muss man in zweifelhaften Fällen die Angabe des zu Untersuchenden damit zu controliren suchen, dass man den Strom unterbricht und ihn über seine Empfindung bei geschlossener und geöffneter Kette Rechenschaft geben lässt. Nachdem wir solche Vorsichtsmassregeln vorgenommen hatten, setzten wir eine breite, mit lauwarmen Wasser angefeuchtete Elektrode — Anode — auf das Sternum, die Pinsel-Kathode, ganz leicht aufgesetzt, an die zu untersuchende Stelle, und setzten den Inductionsstrom in Gang. Wir haben immer einen tetanisirenden Strom angewandt. Der Rollenabstand im Anfange der Untersuchung war so gross, dass er für die Hautempfindung unmerklich war; dann wurde die secundäre Rolle langsam und gradatim vorwärts geschoben. Der zu Untersuchende musste zuerst die leichteste Stromesempfindung (Empfindungsminimum) und dann das eintretende Schmerzgefühl angeben. Die Rollenabstände für diese beiden Empfindungen wurden in Millimetern abgemessen und notirt.

Die elektrischen Widerstände der Epidermis suchten wir dadurch zu bestimmen, dass wir galvanometrische Messungen der Stromstärke vornahmen, die bei einer bestimmten Elementenzahl an den gleichen Hautstellen, welche zur Prüfung der Sensibilität gedient hatten, vorhanden war. Die verschiedenen Schwankungen der Stromstärke dienten uns als Ausdruck des verschiedenen Widerstandes der Haut an verschiedenen Körperstellen. Bei diesen Bestimmungen benutzten wir die Methode des Herrn Prof. Dr. Erb*) und folgten pünktlich den Anweisungen, welche derselbe in seinem Aufsatz über „Tetanie“ etc. gegeben hat. Wir benutzten dazu einen Strom von 12 El. Stöhrer und bestimmten seine Stärke bei der Application der feuchten Elektrode an den verschiedenen Hautstellen mittelst eines in die Kette eingeführten Galvanometers. Die Abweichungen des Galvanometerzeigers wiesen uns auf die verschiedenen Widerstände hin an den Punkten, wo die Sensibilität der Hautnerven geprüft wurde. Hierbei war die Elektrode gut mit lauwarmem Wasser befeuchtet, die Anode wurde an das Sternum, die Kathode an die zu untersuchende Hautstelle angesetzt.

Auf diese Weise bestimmten wir die elektrische Hautsensibilität und den Epidermiswiderstand an verschiedenen Körperstellen bei zehn

*) Dieses Archiv Bd. IV. Hft. 2. S. 272.

über elektrische Hautsensibilität von Gesunden bei Anwendung

Bezeichnung der Versuchsstellen.	1 Dr., 28 J., H. weich. mäss. trockent. Fettpolst. ger. Epid. an Vola man. und Planta ped. wenig entwickelt.		2 Dr., 25 J. Haut zart. Fettpolst. zieml. entw. Epid. dünn. Musk. mäss. stark. Haut feucht.		3 Dr., 31 J. Haut zart, dünn, mässig feucht. Musk. mäss. Epid. und Fett- polster ger. Schweiss zwischen den Zehen.		4 Dr., 31 J. Haut zart, dünn, Fettpolst. unentw. Epidermis an Vola manus Planta ped. mässig entw. Schweiss zwischen d. Zehen.		5 Arbeiter, 20 J. Haut derb. Musk. kräftig. Haut an Händen und Füßen dick.		6 Tagelöhner, 30 J. Haut dick. Fett- polster mässig. Musk. stark. Epider- mis an Händen und Füßen dick.		7 Hausknecht, 28 J. Musk. sehr kräft. Fettpolster gering. Haut an Füßen dick.	
	M.	Schm.	M.	Schm.	M.	Schm.	M.	Schm.	M.	Schm.	M.	Schm.	M.	Schm.
Stirn	222	175	222	180	230	170	230	185	250	180	210	155	204	178
Zunge	—	—	—	—	204	170	195	145	210	175	180	150	178	178
Wange	{r. 250	167	250	168	231	170	242	155	245	170	220	152	205	205
	{l. 250	170	255	185	227	170	245	160	244	170	230	153	202	202
Hals vorne	238	160	232	170	214	184	202	152	—	—	213	155	182	182
Nacken	230	160	240	185	220	155	208	152	232	180	210	152	180	180
Oberschlüsselgr.	{r. 218	160	231	172	201	165	215	159	—	—	205	145	170	170
	{l. 218	155	230	178	200	160	210	155	—	—	200	140	165	165
Schultergegend.	{r. 210	148	220	180	210	148	198	152	220	170	205	145	178	178
	{l. 205	140	220	178	210	150	188	143	221	170	198	139	175	175
Oberarm (flex.)	{r. 202	153	216	155	205	144	191	140	212	160	190	139	178	178
	{l. 203	155	210	150	208	140	188	138	215	165	182	138	176	176
Oberarm (ext.)	{r. 201	150	213	158	200	142	182	140	218	145	172	135	169	169
	{l. 200	149	210	152	205	141	181	138	216	145	172	130	168	168
Ellenbogen	{r. 200	145	205	157	200	142	198	135	210	160	173	125	165	165
	{l. 202	142	202	161	205	141	182	134	208	160	171	126	166	166
Vorderarm	{r. 205	142	185	155	175	144	205	140	215	155	180	125	168	168
	{l. 204	144	195	168	174	144	196	139	213	155	174	122	170	170
Vola manus	{r. 139	114	158	120	155	115	153	121	146	122	142	115	144	144
	{l. 140	116	157	120	152	110	159	125	145	124	142	108	143	143
Fingerspitzen	{r. 144	122	175	135	160	128	162	130	150	125	148	115	148	148
	{l. 146	128	175	140	161	125	162	126	150	126	146	114	142	142
Handrücken	{r. 188	141	198	149	178	138	162	116	158	138	160	112	145	145
	{l. 190	144	200	147	176	137	158	120	156	137	150	117	138	138
Warzengegend d. Br.	{r. 195	148	218	180	188	143	185	150	—	—	185	130	170	170
	{l. 192	150	217	180	191	145	190	140	—	—	178	126	164	164
Nabelgegend	{r. 193	148	197	159	185	143	182	130	208	160	185	120	170	170
	{l. 189	148	199	159	182	142	184	132	—	—	183	119	175	175

[illegible]

gesunden Personen. Es waren vier Doctoren, ein Spitaldiener, ein Bierbrauer, ein Hausknecht, drei Tagelöhner. Sämmtliche Untersuchungen sind 2—3 Stunden nach der Mahlzeit vorgenommen worden. Wir berücksichtigten hierbei den Zustand der Haut, ihre Dicke und den Grad der Trockenheit der Epidermis etc., ferner das Fettpolster, die Muskulatur, kurz Alles, was nur den Widerstand und ihre Hauterregbarkeit hätte modificiren können. Diese unsere Bemerkungen kann der Leser in der Tabelle B.*) oberhalb der Ziffercolonnen finden. In derselben Tabelle sind noch folgende Daten gegeben: 1. faradische Hauterregbarkeit bei zehn gesunden Personen an 34 verschiedenen Körperstellen, 2, Leitungswiderstände an denselben Stellen, 3. Unterhalb der Ziffercolonne befinden sich die Differenzen angegeben — allgemeine maximale die ganze Körperfläche, und partielle maximale, die verschiedenen Körpertheile betreffend. 4. Rechts Durchschnitzzahlen der Hauterregbarkeit und Leitungswiderstände. 5. Mittlere Quanta für einige Körperregionen (Gesicht, Hals, vordere und hintere Rumpffläche, Arme, Beine, Hände, Füße, Finger und Zehen) — elektrische Zonen.

Die Tabelle (B.), in der sämmtliche Resultate unserer Untersuchungen der elektrischen Hauterregbarkeit bei gesunden Individuen zusammengestellt sind, erlaubt uns folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Die Schwankungen der elektrischen Hauterregbarkeit an verschiedenen Körperstellen sind sehr verschieden. Die Differenzen, die wir in der Tabelle B. finden, sind sehr frappant. Z. B.

		1		2		3		4	
Differenzen:				M. Sch.		M. Sch.		M. Sch.	
Allgem. maxim.		131—78		139—85		115—84		121—87	
Zwischen Wang. Oberarm	r.	48—14		34—13		26—26		51—15	
	l.	47—15		45—35		29—30		57—22	
„ Wange Ober-	r.	55—17		50—58		36—22		59—38	
	l.	60—15		56—27		36—34		65—32	
schenkel									

etc. Tabelle B.

Nach diesen Zahlen, glauben wir, wird Niemand an der grossen Verschiedenheit der Hauterregbarkeit zweifeln und diese Zahlendifferenzen für unbedeutend halten.

2. Ungleiche Hautsensibilität an verschiedenen Stellen hängt von den verschiedenen Graden der Erregbarkeit der

*) Siehe S. 212—215.

Hautnerven selbst ab und kann unmöglich durch die Widerstände der Epidermis erklärt werden.

In der Tabelle B. begegnen wir oft einer vollständigen Disharmonie zwischen der Grösse des Epidermisleitungswiderstandes und der Hauterregbarkeit. An Stellen einer geringen Leitungsfähigkeit begegnen wir einer starken Erregbarkeit und umgekehrt. Dies tritt besonders in den Regionen des Rückens, der Gesässmuskeln, der Supraclaviculargegend, der Hand und der Fusssohlen hervor. Im Bereiche der Gesässmuskeln zeigt das Galvanometer eine viel grössere Ablenkung als oberhalb des Schlüsselbeines, während die Erregbarkeit der letzteren Stelle viel grösser ist, als die der ersteren:

	1	2	3	6	} etc. Tabelle B.
R. glutea r. . .	200—8°	208—6°	205—6°	118—15°	
	1	2	3	6	
R. supraclavic. r.	218—5°	231—3°	221—4°	205—3°	

Vola manus und die Fusssohle mit den Zehen zeigen noch mehr die Unabhängigkeit der Hauterregbarkeit vom Epidermisleitungswiderstande, indem trotz der hier grossen Leitungswiderstände doch die sensiblen Nerven relativ sehr leicht erregt werden:

	1	9	4	5	} etc. Tabelle B.
Vola manus r. . .	139—5°	143—7°	153—3°	146—5°	
	1	9	4	5	
Fingerspitzen r. . .	144—1°	145—3°	160—1°	150—4°	
	3	5	7	10	
Planta ped. r. . .	118—4°	119—3°	120—3°	112—3°	
	3	5	7	10	
Zehenspitzen r. . .	129—3°	120—2°	114—2°	142—4°	

Was die Erklärungen von Leyden über die erhöhte Erregbarkeit zwischen den Zehen betrifft, so steht sie auch mit unseren Untersuchungen im Widerspruche. Die Erregbarkeit zwischen den Zehen ist gewiss hochgradig, doch steht sie durchaus nicht im Verhältnisse mit dem Epidermisleitungswiderstande dieser Stellen. Dieser ist verglichen mit anderen Körperstellen nicht so gering, dass man daraus im Stande wäre, die hohe Erregbarkeit zwischen den Zehen zu erklären, wie man es aus der Tabelle B. sieht.

	3			4			9		
	M.	Sch.	LW.	M.	Sch.	LW.	M.	Sch.	LW.
Zwischen 1. u. 2. Zehen r.	160	—148	—3°	162	—140	—2°	165	—138	—5°
l.	150	—148	—6°	160	—135	—2°	160	—139	—4°
Zwischen 2. u. 3. Zehen r.	140	—125	—3°	160	—125	—2°	136	—120	—2°
l.	148	—12	—5°	165	—120	—2,5°	135	—110	—2°
u. s. w. Tab. B.									

Dazu kann noch unser Schluss in Bezug auf die Unabhängigkeit der sensiblen Erregbarkeit der Hautoberfläche von der Dicke der Epidermisschichte fast durch einen jeden Fall und durch Mittelzahlen aus der Tabelle bestätigt werden.

3. Die Vertheilung der verschiedenen Sensibilität der Hautnerven hat eine gewisse Gesetzmässigkeit und die ganze Hautoberfläche kann man nach ihrer Erregbarkeit in zehn Zonen eintheilen.

Aus den Tabellen von Bernhardt, Leyden und unseren eigenen Tabellen (Tabelle B.) haben wir die Ueberzeugung gewonnen, dass die Differenzen der Hautsensibilität an nahe aneinanderliegenden Hautstellen verschwindend klein und in so hohem Grade den individuellen Eigenthümlichkeiten und der Stimmung des zu Untersuchenden unterworfen sind, dass es schwer ist, deren Gesetzmässigkeit zu verfolgen. Infolge dessen kann man leicht bei Gruppierung verschiedener Grade der Hauterregbarkeit an benachbarten Hautdistrikten z. B. (Theile des Antlitzes, der Nase, der Stirne und andere Theile) irre gehen. Wir wissen bis zur Zeit weder anatomische noch physiologische Grenzen für die Erregbarkeit der minimalen benachbarten Hautdistrikte und haben keine Mittel, um darüber klar zu werden, um so mehr als wir nicht im Stande sind, zu sagen, in wie fern unser Erreger die Integrität der kleinen sensiblen Hautkreise stört. Ohne diese Vorkenntnisse haben wir keine Anhaltspunkte für eine vernünftige Eintheilung, die Verschiedenheit der Sensibilität an benachbarten Hautstellen zu erklären und die feinsten Uebergänge der Erregbarkeit von einer Stelle zur andern zu begreifen. Es ist dagegen etwas anderes, die verschiedenen Grade der Hauterregbarkeit nach einzelnen grösseren Körperregionen zu gruppieren. Die Grenzen ihrer verschiedenen Sensibilität bleiben meist constant und genau bestimmbar. Solche Regionen mit geringeren Sensibilitätsschwankungen innerhalb derselben sind für elektrische Hauterregbarkeit leicht zu constatiren. So finden wir in der Tabelle B. grössere Hautgebiete, in welchen nur unbedeutende Sensibilitätsschwankungen beobachtet werden, die

scharf von ihren Nachbarsgebieten durch ihre Sensibilität sich abgrenzen. Solche Zonen wechseln mit weiteren ähnlichen ab. Diese Gebiete oder Zonen von verschiedener elektrischer Sensibilität sind durch Klammern gekennzeichnet.

Bei Zuhülfenahme dieser elektrischen Zonen könnte man die Gesetzmässigkeit der Hauterregbarkeit folgender Massen ausdrücken: die Hautsensibilität vom Antlitze gegen die Peripherie ist in folgender Reihenfolge der Hautregionen in Abnahme begriffen:

	Min.	Schmerz	Leitungswiderstand
1. Antlitzzone	232,5	165,2	22,2°
2. Halszone	212,0	156,5	9,3°
3. Oberarmzone	200,7	146,4	6,9°
4. Vorderarmzone	193,3	142,3	4,5°
5. Die vordere Rumpffläche	188,1	142,3	6,5°
6. Die Oberschenkelzone . .	184,2	140,0	5,3°
7. Rückenzone	184,6	143,0	7,1°
8. Unterschenkelzone m. dem Fussrücken	178,1	133,0	3,4°
9. Handzone	154,2	123,6	2,5°
10. Die Fusssohle und die un- tere Fläche der Zehen .	138,8	117,6	2,9°

Die Erregbarkeit der Zunge in der ersten Zone und der Glans penis in der sechsten Zone sind nicht mit in die Zonen eingerechnet, da sie eine andere Sensibilität haben. Die Rückenzone besitzt fast die gleiche Sensibilität mit der Oberschenkelzone, kommt aber derselben nach, weil ihr Widerstand geringer ist.

Innerhalb dieser scharf von einander abgegrenzten Zonen, finden wir nur einen unbedeutenden Unterschied in dem Gebiete von Flexoren und Adductoren, von Extensoren und Abductoren (an den Extremitäten). Die Sensibilität über den ersteren ist etwas höher, als die über den letzteren. Die 9. und 10. Zone zeigt eine grössere Sensibilität an den Finger- und Zehenspitzen als an Handtellern und Fusssohlen.

Die von uns beobachtete Vertheilung der Sensibilität nach Zonen steht mit der Weber'schen Theorie, mit der Vertheilung des Drucksinnes von Eulenburg und des Temperatursinnes von Nothnagel nicht im Widerspruche. Sie bestätigt dagegen die allgemeine Gesetzmässigkeit der Gruppierung von spezifischen Empfindungen auf der Hautoberfläche.

4. Das Verhältniss zwischen minimalen und schmerzen-

den Empfindungen schwankt zwischen 6—88 M. (nach Mittelzahl von 11—73,6) Rollenabstand. Diese Rollenabstände vermindern sich bei den Schmerzempfindungen mit wachsender Stromesstärke. Tab. B.

5. Die elektrosensible Erregbarkeit ist auf beiden Seiten (links und rechts) fast genau gleich. Nach unserer Untersuchung bleibt die rechte Seite (Tab. B.) in der grossen Mehrzahl der Fälle gewissermassen bevorzugt. Uebrigens sind die Differenzen unbedeutend, sie sind individuellen Schwankungen unterworfen und bedürfen noch einer weiteren Bestätigung.

6. Bei jungen Leuten ist die Hauterregbarkeit eine grössere als bei alten. (Tab. B. Fall 2 und 5.) Bei der arbeitenden Klasse ist sie geringer, als bei der nicht arbeitenden Klasse. Diese Beobachtungen sind aber ungenügend um, darauf gestützt, eine grössere oder geringere Erregbarkeit bei jungen Individuen zu behaupten.

7. Individuelle Erregbarkeitsschwankungen sind nicht zu leugnen, aber sehr gering; sie sind also im Bereiche der elektrischen Zonen sehr gering und üben fast keinen Einfluss auf die Vertheilung der Sensibilität in diesen Zonen.

Nachdem wir die hier erwähnten Verhältnisse der elektrischen Hauterregbarkeit bei Gesunden studirt hatten, benutzten wir die gefundenen Data zum Vergleich der Hauterregbarkeit bei Tabeskranken.

II.

Die elektrische Hautsensibilität

bei Tabischen, das Remak'sche Phänomen und die spezifische elektrocutane Empfindung.

Es ist schon lange bekannt, dass bei Tabes dorsalis viele sensible und motorische Nerven Störungen erleiden. Prof. Erb*) constatirte in vielen Fällen für die motorischen Nerven eine herabgesetzte Erregbarkeit. Leyden**) weist dasselbe für die sensiblen Hautnerven nach. Er erkennt eigentlich zwei Phasen der Hauterregbarkeit bei dieser Krankheit an: die erste findet in der Hyperästhesie der Hautnerven, die zweite mehr constante in der Herabsetzung und dem vollständigen Verluste der Sensibilität ihren Ausdruck.

*) l. c. S. 301. T. II.

**) l. c. S. 29. T. D.

Die Hyperästhesie ist von ihm nur an einigen bestimmten Punkten beobachtet worden und manifestirte sich durch das gleichzeitige Auftreten des Schmerzes und der minimalen Empfindungen.

Wir hatten die elektrische Hautsensibilität bei 7 Tabischen nach der schon oben erwähnten Methode geprüft, indem wir auf Anregung des Prof. Erb untersuchten, ob die neuerdings als ein frühes Symptom der Tabes angegebene auffallende Analgesie nicht durch die faradische Prüfung der Hautsensibilität mit grösserer Leichtigkeit und in ziffermässiger Weise constatirt werden könnte. Vier von diesen Kranken hatten nur unbedeutende atactische Störungen, bewegten sich frei und gingen ihren gewöhnlichen Geschäften nach. Sie hatten alle mehr oder weniger Analgesie und eine herabgesetzte Reflexerregbarkeit. Einer bewegte sich mit einem Stocke mit Mühe. Die atactischen Erscheinungen waren bei ihm sehr ausgesprochen. Die beiden andern konnten weder stehen noch gehen. Sie hüteten das Bett schon ungefähr seit einem Jahre. Die Musculatur war bei diesen schon stark abgemagert. Die Analgesie war so hochgradig, dass tiefe Nadelstiche gar nicht empfunden wurden. Die Tabelle C.*) enthält ausführliche klinische Notizen bei jedem einzelnen Falle.

Die Resultate unserer Untersuchungen der Hautreizbarkeit bei Tabeskranken treten am schärfsten beim Vergleiche mit Gesunden nach Tabelle B. und C. hervor. Es bleibt uns nur noch übrig einige Schlüsse zu ziehen, die zur Orientirung in diesen Tabellen dienen sollen:

1. die faradische Hauterregbarkeit bei Tabischen ist verglichen mit der normalen bedeutend herabgesetzt und zwar am ganzen Körper z. B.

	Ober-		Vorderarm	Glut.	Untersch.
	Wange	schlüsselgg.			
	M. Sch.	M. Sch.			
Normal 1. .	235—160	215—158	205—155	195—158	182—130
Tabes 1. . .	190—150	160—130	160—120	155—114	158—110
Tabes 2. . .	206—132	190—132	168—133	150—125	
Tabes 3. . .	185—166	158—145	145—124	120—	
Tabes 6. . .	198—170	150—110	160—150 etc.	S. C. u. B.	
Tabes 5. . .	167—138	„ „	„ „		

2. Bei Tabischen geht die Herabsetzung der Hautsensibilität nicht parallel mit den atactischen Erscheinungen,

*) Siehe S. 222—225.

T a

Hautsensibilität bei Tabischen.

Bezeichnung der Versuchsstellen.	1		2		3		4	
	K., 34 J. 2½ J. krank. Ataxie unbedeut. Geht frei. i. Finger u. Zeh. Gef. d. Pelzigs. Untersch. leicht. Berühr. nur leicht. Stich empf. unbed. Schmerz. Reflexe intact. Fettpolster mässig. Haut zart.		M., 37 J. alt. Architekt. Vor 17 Jahren Lues durchgemacht. Seit 1 J. geringe atactische Erscheinungen. Haut welk u. zart. Fettpolster gering. Muskulatur schlaff. Gang gut.		H., 32 J. War syphilit. 3 J. krank. Gut genährt. Geht gut. Ataxie unbedeutend. Das Stehen auf einem Fuss ist unsicher.		C., 36 J. Eisen Beamter. Ung 7 J. krank. Ataxie gering. Geht auf Stock gut. U deutl. Schmerz bei tief. Stiche. Empf. d. Berühr. u. d. Localis. normal. Reflexe herabgesetzt. Haut dünn. Muskel mürbe. Fettpolster u. Ep. wenig entwick.	
	M.	Schm.	M.	Schm.	M.	Schm.	M.	Schm.
Stirn	190	180	—	—	—	—	195	178
Wange.....	{r. 206	132	185	166	167	138	190	150
	{l. 204	134	193	181	172	140	186	150
Hals vordere.....	—	—	—	—	—	—	180	126
Nacken	—	—	—	—	—	—	180	140
Supraclav.....	{r. 190	132	158	145	—	—	160	130
	{l. 187	134	181	153	—	—	162	135
Schultergegend.....	{r. 187	125	—	—	—	—	172	120
	{l. 173	121	—	—	—	—	172	128
Oberarm flex.....	{r. 164	125	142	129	—	—	170	129
	{l. 153	123	146	130	—	—	170	113
Ellenbogen	{r. —	—	—	—	—	—	170	127
	{l. —	—	—	—	—	—	170	117
Vorderarm	{r. 168	133	145	124	—	—	160	120
	{l. 169	134	147	127	—	—	170	124
Vola manus	{r. 145	125	—	—	—	—	115	84
	{l. 138	120	—	—	—	—	120	87
Fingerspitzen	{r. 170	132	145	120	151	124	135	112
	{l. 163	130	161	128	156	123	138	112
Dorsalseite	{r. 173	140	—	—	—	—	170	122
	{l. 165	142	—	—	—	—	180	125
Brust in der.....	{r. 163	132	—	—	—	—	176	130
	{l. 165	130	—	—	—	—	180	135
R. Nabel.....	{r. 153	125	142	123	—	—	178	120
	{l. 152	113	148	127	—	—	184	128
Lendengegend.....	{r. —	—	—	—	—	—	168	121
	{l. —	—	—	—	—	—	173	128

bellé C.
(Zwei Bunsen'sche Elemente.)

5		6		7		Nadelablenkung bei 12 El. und 150 Galvanometer- drahtwindungen							Mittelzahlen für Rollenabstände bei Minimum und Schmerz an den Versuchs- stellen.			
46 J. Beam- Sehr schwach abgekommen. fehlt nur mit Stock. Ataxie hr ausgeprägt. Weder Stiche ch Kneifen wer- empf. Berühr. act. Reflexe sehr arabges. Haut t Sugillat. in lge v. Morph- ject. bedeckt. amt 7 Gr. Mor- äm tägl. Haut mürbe.		H., 46 J. Anf. d. Krankh. vor 10 J. Ist seit 1 J. bett- lagernd. Ataxie höchst entwickelt. Empf. der Berühr. unbedeutend. Re- flexe fast verloren. Keine Schmerzen auf Stiche. Haut dünn. Musk. atrophisch.		R., 56 J. Schnei- der. Schwäche in den Füßen s. 3 J. s. 9 Monaten kann nicht mehr v. Bett ohne fremde Hilfe aufstehen. Unter- körperhälfte we- der für Stiche noch für Berühr. empfindlich. Re- flexe verl. Musk. atroph. Leichte Harnbl.-Paralyse.		1	2	3	4	5	6	7				
d.	Schm.	M.	Schm.	M.	Schm.	In Graden.							M.	Schm.	L. W.	
—	—	185	138	155	150	—	—	—	18	—	19	17	178,7	154,0	18°	
98	170	173	142	175	142	30	21	21	19	10	20	15	184,8	147,8	19,4°	
95	175	175	134	168	140	35	23	—	18	10	15	15	184,7	147,7	19,3°	
—	—	185	148	170	120	—	—	—	4	—	5	3,5	178,3	128,3	4,1°	
—	—	—	—	165	112	—	—	—	2	—	—	3	172,5	111,0	2,5°	
50	110	165	127	165	134	20	20	—	6	2	3	4	166,0	129,3	9,1°	
80	157	165	132	174	133	25	18	—	7	2	5	5	174,8	140,6	13,3°	
—	—	162	125	147	119	20	—	—	5	—	4	3	164	122,2	8°	
—	—	163	122	149	120	24	—	—	4	—	3	3	164,2	122,7	8,2°	
80	158	155	120	150	135	25	3	—	2	3	2	5	160,1	132,6	6,6°	
90	157	150	127	160	127	20	4	—	1	4	1	3	161,5	129,5	5,5°	
—	—	150	120	—	—	—	—	—	1	—	2	—	160	118,5	2,5°	
—	—	155	115	—	—	—	—	—	1	—	2	—	160,2	116	2,5°	
60	150	152	112	155	125	20	6	—	1	4	2	3	156,6	125,3	6°	
50	135	150	114	165	120	20	5	—	1	2	2	3,5	158,5	125,6	5,5°	
—	—	128	110	105	92	3	—	—	18 El.	1	—	3	1	123,2	102,7	—
—	—	127	95	110	105	5	—	—	18 El.	1	—	3	1	123,7	96,7	—
40	122	135	111	148	117	1	1	2	26 El.	2	1	1	1	147,7	128,2	—
35	120	140	125	147	116	0,5	1	—	28 El.	2	1	1	2	148,5	120,5	—
45	110	140	117	—	—	3	—	—	1	—	—	—	—	157	122,2	2°
45	110	133	115	—	—	4	—	—	3	—	—	—	—	195,2	127,3	4,5°
—	—	150	113	140	120	10	—	—	3	—	1	2,5	157,2	123,7	4,1°	
—	—	152	116	140	117	12	—	—	2	—	1	3,5	189,2	124,5	4,6°	
50	128	140	115	122	112	12	5	—	2	3	2	3	145,9	120,5	4,5°	
56	135	148	111	125	120	15	7	—	2	4	2	3	148,3	122,3	5,5°	
—	—	150	117	144	122	—	—	—	2	—	2	—	154	120	2°	
—	—	160	120	140	120	—	—	—	2	—	2	—	157,7	122,7	2°	

		1	2	3	4					
Bezeichnung der Versuchsstellen.		K., 34 J. 2½ J. krank. Ataxie unbedeut. Geht frei. i. Fin- ger u. Zeh. Gef. d. Pelzigs. Unter- schenkel leicht. Berühr. nur leicht. Stich empf. un- bed. Schmerz. Reflexe intact. Fettpolster mäs- sig. Haut zart.	M., 37 J. alt. Architekt. Vor 17 Jahren Lues durchge- macht. Seit 1 J. geringe atactische Er- scheinungen. Haut welk u. zart. Fettpol- ster gering. Muskulatur schlaff. Gang gut.	H., 32 J. War syphilit. 3 J. krank. Gut ge- nährt. Geht gut. Ataxie unbedeu- tend. Das Stehen auf einem Fuss ist unsicher.	C., 36 J. Eisen- Beamter. Ungl. 7 J. krank. Ataxie gering. Geht oh- Stock gut. Un- deutl. Schmerz bei tief. Stiche Empf. d. Berühr. u. d. Localisa- normal. Refle- herabgesetzt. Haut dünn. Mi- kel mürbe. Fet- polster u. Epi- wenig entwick-					
		M.	Schm.	M.	Schm.	M.	Schm.	M.	Schm.	
Glutaei	r.	—	—	—	—	—	—	155	114	
	l.	—	—	—	—	—	—	156	115	
Penis		—	—	—	—	—	—	175	112	
Ober- schenkel	r. { innere und vordere ..	152	148	140	125	150	110	169	115	
	{ äussere und hintere ..	154	95	—	—	—	—	166	108	
	l. { innere und vordere ..	153	97	157	120	150	102	170	112	
	{ äussere hintere	153	92	—	—	—	—	164	130	
Kniegelenk	r.	—	—	—	—	—	—	163	108	
	l.	—	—	—	—	—	—	160	112	
Unter- schenkel	r. { innere vordere	158	102	145	117	154	95	158	110	
	{ äussere hintere	158	93	158	112	—	—	165	114	
	l. { innere vordere	145	101	138	122	—	—	165	110	
	{ äussere hintere	140	105	140	120	—	—	165	110	
Dorsalseitfuss	r.	129	110	142	124	141	108	162	112	
	l.	122	105	165	127	150	112	162	115	
Plantarseite	r.	105	70	120	90	126	72	110	82	
	l.	102	65	117	92	127	65	—	—	
Fingerspitzen	r.	107	70	—	—	—	—	132	90	
	l.	105	75	—	—	—	—	130	90	
Differenzen	Allgem. minimale	104	62	75	91	46	73	85	96	
	Partielle {	Zwischen Wange und r.	34	—	40	42	—	—	30	30
		Oberarm	35	—	46	54	—	—	16	26
		Zwischen Wange und r.	48	30	50	49	33	52	32	40
		Oberschenkel	59	33	55	59	36	59	21	40

5 , 46 J. Beam- r. Sehr schwach erabgekommen. Geht nur mit Stock. Ataxie sehr ausgeprägt. Weder Stiche noch Kneifen wer- den empf. Berühr. tact. Reflexe sehr erabges. Haut mit Sugillat. in olge v. Morph- nject. bedeckt. nimmt 7 Gr. Mor- dium tägl. Haut mürbe.	6 H., 46 J. Anf. d. Krankh. vor 10 J. Ist seit 1 J. bett- lagernd. Ataxie höchst entwickelt. Empf. der Berühr. unbedeutend. Re- flexe fast verloren. Keine Schmerzen auf Stiche. Haut dünn. Musk atrophisch.	7 R., 56 J. Schnei- der. Schwäche in den Füßen s. 3 J. s. 9 Monaten kann nicht mehr v. Bett ohne fremde Hülfe aufstehen. Unter- körperhälfte we- der für Stiche noch für Berühr. empfindlich. Re- flexe verl. Musk. atroph. Leichte Harnbl.-Paralyse.	Nadelablenkung bei 12 El. und 150 Galvanometer- drahtwindungen							Mittelzahlen für Rollenabstände bei Minimum und Schmerz an den Versuchs- stellen.					
			1	2	3	4	5	6	7						
M.	Schm.	M.	Schm.	M.	Schm.	In Graden.							M.	Schm.	L. W
—	—	150	125	110	Keinen Schmerz	15	—	—	1	—	2	3	138,3	—	5,2°
—	—	145	122	112	—	17	—	—	1	—	2	2	113,6	—	5,5°
—	—	—	—	—	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—	—
20	98	146	112	108	100	5	3	5	3	1	1	3,5	140,7	—	—
—	—	158	152	105	94	10	—	—	2	—	1	2,5	145,7	112,2	3,7°
25	99	155	105	104	-95	10	2	—	4	—	1	3	144,8	104,3	3,8°
—	—	150	108	98	90	20	—	—	3	1,5	1	3	141,2	105,0	4°
—	—	160	112	100	96	—	—	—	1	—	1	—	141,0	105,3	7,1°
—	—	160	110	88	85	—	—	—	1	—	1	—	134,3	102,3	1°
25	100	140	90	100	65	15	2	6	2	2	1	4	140,7	92,0	1°
32	105	142	95	90	67	22	1	—	1	2	1,5	4	140,8	97,7	4,5°
28	98	139	85	95	82	18	3	—	2	1	3	6	135,0	99,7	5,2°
30	109	142	95	—	—	8	1	—	1	3	1	3,5	143,4	107,8	5,5°
40	118	140	90	90	60	5	2	3	1	1	2	—	134,8	103,1	2,9°
43	95	138	80	90	50	7	3	3	1	3	1	—	138,6	97,7	2,3°
05	90	50	keine Schmerzen	55	Schmerz u. Empfindung zugleich	3	1	1	2	2	3	3,5	110,1	—	3°
20	90	70	—	65	—	4	1	—	2	1,5	3	3,5	—	—	2,2°
—	—	118	80	26	Keine Schmerzen	—	—	—	2	—	2	—	95,7	—	—
—	—	115	keine Schmerzen	Fast nur leichte Empfindung	—	—	—	—	2	—	2	—	—	—	—
93	80	125	—	120	—										
38	20	21	30	20	13										
45	45	25	20	3	20										
73	70	75	77	—	—										
87	87	75	58	—	—										

besonders in der oberen Hälfte des Körpers. Fälle 2., 5., 3., 4. u. s. w.

3. Die Grenzen der elektrischen Zonen werden bei Tabischen verwaschen, oder es kommen innerhalb derselben so bedeutende Schwankungen vor, dass sie ihre Integrität verlieren. (Fälle 6., 7., 4. Tab. C.) Am deutlichsten ist dies im Bereiche des Rückens und der unteren Extremitäten zu beobachten.

4. Die Differenz des Rollenabstands zwischen leichten und Schmerzempfindungen ist in den meisten Fällen bei Tabischen nicht viel grösser als bei Gesunden. Ein viel grösseres Aneinanderrücken derselben ist von uns besonders in den Fällen 6 und 7 gesehen worden. Unsere Methode ist also nicht geeignet die Analgesie zu bestimmen, indem die Differenzen der Rollenabstände für minimale und Schmerzempfindung nicht grösser wurden. Es ist also die minimale faradische Empfindung nicht analog der Tastempfindung. Die Differenzen schwanken zwischen Min. 4 bis Mx. 62 Mm. in der Mehrzahl der Fälle.

5. Schmerzhafte Hyperästhesie im Sinne von Leyden (das Zusammenfallen der minimalen Empfindung mit dem Schmerze) tritt an einzelnen Punkten und ohne jede Regelmässigkeit (Fälle von Leyden, H. und W. in unserer Tabelle C.) auf.

Was die abnorme Steigerung der minimalen elektrischen Erregbarkeit bei Tabischen betrifft, so finden wir dieses weder in den Tabellen von Leyden C. D. *) noch in unseren eigenen. Wir hatten noch im Fall 1. eine geringe Steigerung an den Fingerspitzen zu beobachten Gelegenheit, was man eigentlich noch zu den Resten einer Erregbarkeit bei normalen rechnen kann.

6. Bei manchen Tabeskranken sind die Leitungswiderstände bedeutend gesteigert, und die Nadel zeigt ganz minimale Ablenkungen (Fälle 4., 6. Tab. C.). Es ist aber nicht möglich mit erhöhten Leitungswiderständen die Herabsetzung der faradischen Sensibilität bei Tabischen zu erklären, weil man denselben Erscheinungen auch bei solchen Tabischen begegnet, die eine ganz unbedeutende Steigerung des Leitungswiderstandes besitzen. (Fall 7., 1. 2.)

Eine zweite interessante Erscheinung bei Tabischen ist das von uns untersuchte Remak'sche Phänomen: die Verlangsamung der

*) l. c.

Schmerzleitung gegenüber der Leitung der Tasteindrücke. Remak*) bemerkte nämlich, dass bei diesen Kranken der Eindruck der Berührung der Haut und der des Schmerzes ungleich schnell zum Centrum gelangen. Der betreffende Kranke empfand eine leichte Berührung an seiner Haut sofort, Schmerzen dagegen erst einige Zeit nach erfolgtem Stiche.

Der erwähnte Kranke besass keine Störungen der Tastempfindung der Haut, er fühlte deutlich die Berührung der Haut und localisirte sie ganz genau. Dagegen konnte er nicht genau die Berührung der Nadelspitzen von der des Nadelköpfchens unterscheiden. Er besass ziemlich ausgesprochene analgetische Erscheinungen: in den Händen fühlte er tiefe Nadelstiche gar nicht.

Die Verlangsamung der Fortleitung der Schmerzempfindungen ist eigentlich schon von früheren Beobachtern bemerkt worden: Benedikt**), Eulenburg***), Hasse†) etc., indess man schenkte vor Remak's Beobachtung dem Verhältnisse zwischen den Berührungs- und Schmerzempfindungen wenig Aufmerksamkeit. Leyden††) hatte die Gelegenheit, einen dem Remak'schen analogen Fall zu beobachten, allein sein Kranker besass bedeutende Störungen der Berührungsempfindungen der Haut. Nur Naunyn†††) beschrieb gleichzeitig mit Remak eine Verlangsamung in der Fortleitung von Schmerzempfindungen eines Tabeskranken, bei welchem die Berührungsempfindungen der Haut vollständig erhalten waren; ihre Fortleitung zum Centrum war nicht verlangsamt.

Wir verfolgten das Remak'sche Phänomen an fünf von unseren Kranken 1., 3., 5., 6., 7. Tab. C.: Die drei ersten hatten vollständig normale leichte Berührungsempfindungen. Sie erkannten bei geschlossenen Augen die Berührung an der Haut und localisirten sie ganz genau. H. 6. konnte die Berührungen nicht mehr deutlich angeben, und localisirte sehr ungenau. R. 7. konnte sie gar nicht wahrnehmen. Analoge Erscheinungen von Schmerzempfindungen waren bei Allen, nur in verschiedenen Graden vorhanden: K. 1. empfand nur bei leichten Nadelstichen keinen Schmerz. Die Kranken E. und J. unterschieden die Schmerzempfindung weder von tiefen Nadelstichen

*) Dieses Archiv Bd. IV. 1874. 4. 3. S. 763.

**) Elektrotherapie. Wien 1868. S. 336, 361, 363.

***) Lehrbuch der function. Nervenkrankh.

†) Krankheiten des Nervensystems. 2. Aufl. 1869. S. 722.

††) Virchow's Archiv. Bd. 40.

†††) Dieses Arch. Bd. IV. H. 3. S. 760.

noch von starkem Kneifen, von einer einfachen Berührung empfanden sie fast gar nichts. Bei H. und R. waren die Schmerzempfindungen vollständig verloren gegangen, nur der H. besass noch ein dumpfes Gefühl für die Berührung.

Da solche Unterschiede bei Tabischen vorhanden waren, so untersuchten wir das Remak'sche Phänomen entweder durch Nadelstiche oder auch durch einzelne starke Schläge des Inductionsstroms. — Bei der letzten Untersuchungsweise befand sich eine Elektrode an der Brust des Kranken, die andere in meiner eigenen Hand, die an die zu untersuchende Stelle angelegt wurde. Auf diese Weise sollten wir einen jeden Inductionsschlag empfinden sowohl ich, als auch der Kranke gleichzeitig. Sobald der Kranke den Schlag empfand, hatte er es mir durch „ja“ anzudeuten, und dadurch war es mir leicht möglich, die Verspätung der Angabe des Kranken meiner Angabe über meine eigene Schmerzempfindung gegenüber zu constatiren.

Der Tabische K., der eine ganz unbedeutende Analgesie besass, sagte das Wort „ja“ fast zu derselben Zeit, als auch ich die Schmerzempfindung wahrnahm. C. und S. sagten „ja“ um einige zehntel Sekunden später als ich den Schmerz empfand. Die zwei letzten bemerkten etweder gar keine Schläge oder gaben sehr späte Zeichen davon ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ °); dasselbe war auch bei Nadelstichen der Fall. Also sehen wir, dass das deutliche Hervortreten der Verlangsamung bedingt wird durch die verschiedenen Grade der Analgesie, und glauben keinen grossen Fehler zu machen, wenn wir annehmen, dass das Remak'sche Phänomen nichts weiter ist, als eine besondere Variation der gestörten Schmerzempfindung der Haut dieser Kranken.

Diese Ansicht wird uns verständlich, wenn wir uns die Theorie von Brücke*) von einer besonderen Existenz verschiedener Centra für Tast- und Schmerzempfindungen in's Gedächtniss rufen. Brücke behauptet, die Letzteren liegen tiefer, als die Ersteren. Höchst wahrscheinlich ist der Weg zwischen diesen Centren bei Tabischen im Anfange der Erkrankung erschwert, und schwindet dann allmählig vollständig. Dadurch kann man unserer Meinung nach die allmähliche Entwicklung der Analgesie und des mit ihr gleichen Schritt haltenden Remak'schen Phänomens am leichtesten erklären.

*) l. c.

Ausser dem eben Gesagten, geben uns unsere Untersuchungen über die faradische Erregbarkeit der Haut bei Tabischen das Recht, noch einige Schlüsse zu ziehen in Bezug auf spezifische elektrische Empfindung in der Haut des gesunden Menschen. Aus der von uns bereits diesbezüglich angeführten Literatur ist klar ersichtlich, dass elektrische Hautempfindungen von Physiologen und Pathologen (Leyden) der Kategorie der allgemeinen Hautempfindungen, Tastempfindungen beigezählt werden. Diese bereits eingebürgerte Ansicht kann unserer Meinung nach keine strenge Kritik aushalten. Aus den Arbeiten von Puchelt*), Landry**), Eigenbrodt***) und Nothnagel†) geht hervor, dass eine partielle Empfindungslähmung für diejenige Hautempfindung existirt (Temperatursinn), welche schon aus der allgemeinen Hautempfindung (Tastempfindung) ausgeschieden ist, und vor Allem für specifisch und vollkommen selbständig anerkannt worden, welche entweder besondere Endapparate oder besondere Leitungen, oder endlich besondere Centra besitzt. Aehnlichen partiellen Empfindungslähmungen, wie sie für den Temperatursinn beobachtet sind, begegnen wir auch für die faradische Erregbarkeit bei Tabischen und Rheumatikern††).

Beim acuten Gelenkrheumatismus beobachten wir folgende Thatsache: die elektrische Sensibilität am erkrankten Gelenke ist herabgesetzt oder vollständig verloren, während in der Empfindung des Raumsinnes (Weber's Tastzirkel) und des Schmerzes (Druck, Kneifen, Stich etc.) eine Hyperästhesie merklich wird. Diese vor 5 bis 6 Jahren beobachtete Erscheinung†††) führte uns auf den Gedanken einer Existenz von besonderen für sich existirenden Endapparaten oder Centra für die elektrische Hauterregbarkeit.

Jetzt wird an Tabischen unsere Ansicht darüber bestätigt und wir finden auch bei diesen Kranken analoge Erscheinungen in der Sphäre der Hautempfindungen. In den sechs ersten unserer Fälle (Tab. C.) war die elektrische Sensibilität auf der ganzen Hautoberfläche herabgesetzt, die Tastempfindungen dagegen bei denselben

*) Referat in Canstatt's Jahresbericht 1845.

**) Recherches physiolog. et patholog. sur les sensations tactiles. Archiv. général. T. XXIX. et XXX.

***) Virchow's Archiv, Bd. XXIII. S. 571.

†) Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. II. 1867. S. 284.

††) Drosdoff, Material zur Path. und Therap. des acuten Gelenkrheumatismus. Dissertation. St. Petersburg 1876.

†††) l. c.

Kranken blieben fast ganz normal. Das Erste spricht für die Ungleichheit und nicht Identität der elektrischen und tactilen Empfindungen. Das Zweite, noch mehr unsere Annahme bestätigende, ist, dass bei voller Anästhesie (d. h. beim Verluste aller Hautempfindungen, besonders der Tast- und Schmerzempfindungen) die elektrische Hauterregbarkeit noch vorhanden bleibt, wie es aus dem Falle 7 Tab. C. ersichtlich ist. Dieser Kranke empfand an beiden Unterschenkeln und Füßen weder leichte, noch schmerzhaft (Kneifen, Stiche, Schnitte etc.), weder Temperatur- noch Druckempfindungen, während zur selben Zeit der Kranke deutlich das Minimum und Maximum (Schmerz) eines elektrischen Reizes unterschied.

Alle diese an Rheumatikern und Tabischen gefundenen That- sachen beweisen zur Genüge unsere Annahme von einer Specificität der faradischen Hautsensibilität, und wir halten es für möglich, sie aus der Reihe von anderen Hautempfindungen auszuscheiden. Diese Nerveneigenschaft — den elektrischen Reiz als einen Reiz für sich wahrzunehmen, wollen wir als „specifische elektro-cutane Empfindung“ bezeichnen.

Zum Schlusse wollen wir noch ein paar Worte über das Exner- sche Neuramoebimeter*) sagen. Wir hatten die Absicht, mit diesem Instrumente einige Bestimmungen der Nervenleitungsgeschwindigkeit bei Tabischen zu machen. — Leider entspricht das Instrument nach unseren Erfahrungen nicht seinem Zwecke: 1. wird die Glasplatte mit einer Hand bewegt, wodurch man natürlich nicht im Stande ist, die Willkür und eine Masse von Ungenauigkeiten zu vermeiden; 2. stimmt die Stromesunterbrechung nicht ganz genau mit dem Anfange des Schwingens der Feder. Das Letzte geschieht nämlich früher als das Erste im Stromesunterbrecher, der ziemlich weit von dem Bogen, der die federnde Platte in Schwingungen setzt, befestigt ist. 3. Nicht selten lockert die Befestigung der Feder sich auf und sie giebt viel langsamere und niedrigere Wellen. Wir halten es für überflüssig zu diesen physikalischen Fehlern des Instrumentes noch den Einfluss der psychischen Stimmungen auf die Genauigkeit der Messungen der Nervenleitungsgeschwindigkeit hinzuzufügen. Davon spricht Exner selbst in seiner Arbeit zur Genüge, in welcher es

*) Pflüger's Arch. 1873 Bd. 7. und 1874 Bd. 8.

ziemlich klar dargestellt ist, wie willkürlich und ungenau diese Untersuchungen selbst bei vollständigeren Apparaten als dem des Verfassers sind.

Zum Beweise wollen wir hier noch einige von uns ausgeführte Messungen der Nervenleitungsgeschwindigkeit mit dem Neuramoebimeter an Gesunden und Kranken vorführen.

Reactionszeit von der linken zur rechten Hand.

Bei Gesunden		Bei Tabischen	
1. Mal	. . 0,1600 S.	1. Mal	. . 1,830 S.
2. „	. . 0,1580 „	2. „	. . 0,1980 „
3. „	. . 0,0550 „	3. „	. . 0,1350 „
4. „	. . 0,1250 „	4. „	. . 0,1600 „
5. „	. . 0,1250 „	5. „	. . 0,1650 „
Mittelzahl	. 0,1230 S.	Mittelzahl	. 0,1677 S.

Reactionszeit vom linken Fuss zur rechten Hand.

Bei Gesunden		Bei Tabischen	
1. Mal	. . 0,1450 S.	1. Mal	. . 0,2230 S.
2. „	. . 0,1550 „	2. „	. . 0,1850 „
3. „	. . 0,0650 „	3. „	. . 0,2250 „
4. „	. . 0,0600 „	4. „	. . 0,2250 „
5. „	. . 0,1650 „	5. „	. . 0,2260 „
Mittelzahl	. 0,1180 S.	Mittelzahl	. 0,2168 S.

Kranker Fuss		Gesunder Fuss	
1. Mal	. . 0,1500 S.	1. Mal	. . 0,1200 S.
2. „	. . 0,1600 „	2. „	. . 0,1600 „
3. „	. . 0,2300 „	3. „	. . 0,1550 „
4. „	. . 0,1750 „	4. „	. . 0,1600 „
5. „	. . 0,1680 „	5. „	. . 0,1550 „
Mittelzahl	. 0,1766 S.	Mittelzahl	. 0,1500 S.

Wir bekommen also bei Gesunden eine geringere Leitungsgeschwindigkeit vom linken Fuss zur rechten Hand, als von der linken Hand zur rechten, einige Mal hatten wir auch ein solches umgekehrtes Verhältniss der Nervenleitungsgeschwindigkeit zwischen der Nase und der linken Hand, ähnliche unwahrscheinliche Resultate kommen fast bei jedem Versuche vor.

Eine von uns gesehene Verlangsamung der Leitungsgeschwindigkeit an dem kranken Fusse eines Paralytikers ist auch sehr zweifelhaft. Was dagegen die immer zu beobachtende Verlangsamung der Nervenleitungsgeschwindigkeit bei Tabischen betrifft, so halten wir die mit diesem Apparate gefundenen Resultate, verglichen mit denen bei Gesunden, nur deswegen für richtige, weil sie auch genau durch andere, viel größere Untersuchungsmethoden bewiesen sind.

Mit dem Wunsche, dass das Neuramoebimeter bald verbessert werde, können wir unsere Bemerkungen über die Nervenleitungsgeschwindigkeit schliessen.

Herrn Prof. Dr. W. Erb sprechen wir für die uns von ihm zu Theil gewordene Anleitung und Rathschläge unseren innigsten Dank aus. *)

*) Durch den Herrn Verf. sind wir ermächtigt zu bemerken, dass ihm zur Zeit der Abfassung seiner Abhandlung die Arbeit von Björnström: *Algesiometrie*, eine neue einfache Methode zur Prüfung der Hautsensibilität. Upsala 1877 nicht bekannt war.

Red.