

AUS DER PROTHETISCHEN ABTEILUNG (LEITER: PROF. DR. FRITSCH)
DER ZAHNÄRZTLICHEN UNIVERSITÄTSKLINIK „CAROLINUM“
ZU FRANKFURT AM MAIN (DIREKTOR: PROF. DR. LOOS)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS DICKENUNTERSCHIEDSVERMÖGEN BEI UNABGESTÜTZTEM ZAHNERSATZ

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER ZAHNÄRZTLICHEN DOKTORWÜRDE

EINER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT FRANKFURT AM MAIN

VORGELEGT VON

KONRAD RUESS

APPROB. ZAHNARZT AUS KASSEL-WILHELMSHÖHE

SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH 1933

SONDERABDRUCK AUS DER
DEUTSCHEN MONATSSCHRIFT FÜR ZAHNHEILKUNDE. 1933, HEFT 8

AUS DER PROTHETISCHEN ABTEILUNG (LEITER: PROF. DR. FRITSCH)
DER ZAHNÄRZTLICHEN UNIVERSITÄTSKLINIK „CAROLINUM“
ZU FRANKFURT AM MAIN (DIREKTOR: PROF. DR. LOOS)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS DICKENUNTERSCHIEDSVERMÖGEN BEI UNABGESTÜTZTEM ZAHNERSATZ

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER ZAHNÄRZTLICHEN DOKTORWÜRDE

EINER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT FRANKFURT AM MAIN

VORGELEGT VON

KONRAD RUESS

APPROB. ZAHNARZT AUS KASSEL-WILHELMSHÖHE

SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH 1933

SONDERABDRUCK AUS DER
DEUTSCHEN MONATSSCHRIFT FÜR ZAHNHEILKUNDE. 1933, HEFT 8

ISBN 978-3-662-28035-5
DOI 10.1007/978-3-662-29543-4

ISBN 978-3-662-29543-4 (eBook)

Aus der Praxis der Weichwachs-Registrier- und Kontrollmethode nach *Hanau*, die in der Frankfurter Klinik für totalen und partiellen Ersatz angewandt wird, ergab sich im Laufe der Zeit die Frage, wie groß eigentlich das Dickenunterscheidungsvermögen oder, wie wir es bisher ausdrückten, das Tastvermögen der Patienten ist, auf das wir bei unserer 3-Teil-Registrierung als wesentliche Unterstützung dieser Methode großen Wert legen.

Zugleich mit diesen Untersuchungen kam es uns darauf an, einmal festzustellen, wie sich überhaupt der einfache Zahnersatz im Vergleich zu dem festsitzenden und abnehmbaren abgestützten Ersatz bezüglich dieses Empfindungsvermögens verhält.

Da diese Arbeit eine Fortsetzung der Arbeit von *Hollstein* darstellt, lasse ich zuerst die Versuche folgen, die den Zweck haben, das Dickenunterscheidungsvermögen von fertigen, vollständig unabgestützten partiellen und totalen Prothesen festzustellen.

Die Literatur dieses Gebietes ist nicht sehr ergiebig. Schon die von *Theil* erwähnte Tatsache, daß sich weder die Physiologen, noch die Zahnärzte mit diesem Thema beschäftigt haben, ist wiederum festzustellen. Spezielle Untersuchungen sind auf diesem Gebiete überhaupt noch nicht unternommen. Was man in der Literatur darüber findet, geht nicht über allgemein gehaltene Angaben hinaus. So wird z. B. im Lehrbuch der Zahnheilkunde von *Port-Euler* nur gesagt: „Durch künstliche Gebisse wird das Tastvermögen wesentlich beeinträchtigt. . . . Die noch stehenden Zähne können wesentlich in ihrem Tastgefühl behindert werden.“ Dasselbe sagt *Türkheim* in seiner ausführlichen Arbeit über „die Sinnesphysiologie der Mundhöhle“, daß nämlich „der Tastsinn in der Mundhöhle sowie das Tastvermögen der Zähne durch künstliche Gebisse stark beeinträchtigt werden.“

Ob und wie weit das Tastvermögen durch das Tragen von Prothesen herabgesetzt ist, das soll durch vorliegende Arbeit festgestellt werden.

Bevor ich jedoch zu meinen eigenen Untersuchungen übergehe, ist es notwendig, die Physiologie des Tastsinns und der Mundschleimhaut nebst der dazugehörigen Literatur zu besprechen.

Was ist eigentlich unter „Tasten“ zu verstehen? Hierüber sagt *v. Frey*: „Das Zusammenwirken von Drucksinn und Kraftsinn (oder auch Muskelsinn genannt), wie es bei der als „Tasten“ bezeichneten Betätigung stattfindet, ist einer gegenseitigen Unterstützung dieser beiden Sinne und einer vollkommeneren Ausnutzung ihrer Leistungsfähigkeit gleichzuachten.“ Auf der äußeren Haut stellt der Haarnervenkrans eine den Druckreiz übertragende Einrichtung dar. Es ist ja festgestellt, daß die Zahl der Druckpunkte mit der Zahl der Haare ungefähr übereinstimmen. An haarlosen Flächen, wie sie die Schleimhäute darstellen, sind nur die Meißnerschen Körperchen als Receptionsorgane des Drucksinns aufzufassen. Wenn man zwischen den Zähnen etwas abtasten will, so empfinden zuerst die Zähne und, beim Plattenträger die Schleimhaut, einen Druck oder eine Berührung, die durch den Drucksinn empfunden werden. Die Druckempfindung entsteht durch eine Deformation der den Druck aufnehmenden Fläche, stellt also ein Druck- oder Spannungsgefälle dar, wodurch die unter der Hautoberfläche liegenden Receptionsorgane in Erregung versetzt werden und somit das Druckgefühl zum Bewußtsein gelangen lassen. Wenn *v. Frey* in seiner Definition sagt, daß beim „Tasten“ auch der Muskel- oder Kraftsinn eine Rolle spiele, so läßt sich dies in der Mundhöhle erläuternd belegen. Bei der Tastbewegung des Unterkiefers, die ausgeführt wird, wenn man etwas zwischen den Zahnreihen abtasten will, ist die Muskulatur stets in einer gewissen Spannung. Diese Spannung löst die Erregung des Muskelsinns aus, mit deren Hilfe man feststellen kann, mit welcher Kraft man die Zahnreihen schließt, und ob es sich um einen dickeren oder dünneren Gegenstand handelt, den man mit den Zähnen festhält. Aber die Empfindung, daß sich etwas zwischen den Zahnreihen befindet, wird in erster Linie durch den Drucksinn vermittelt, während der Muskelsinn dabei nur eine unbedeutende Rolle spielt.

Die Verteilung der Druckpunkte auf der Schleimhaut der Mundhöhle wurde zuerst von *Kiesow* untersucht, in der Hauptsache aber die hinteren Teile derselben, wie der weiche Gaumen, die Uvula, die Gaumenbögen usw. Er fand dort aber nur sehr wenig Druckpunkte. Am empfindlichsten waren nach *Kiesow* die Zungenspitze, die auf die geringsten Berührungsreize reagierte; dann folgten das Lippenrot, der harte Gaumen, Zungenmitte, Mundwinkel, weicher Gaumen, Uvula und vordere Gaumenbögen. *E. H. Weber* untersuchte die verschiedensten Hautstellen auf die Unterschiedsempfindlichkeit von 2 Spitzen eines Zirkels hin, also den sogenannten Raumsinn. Gegenüber einer Entfernung der Zirkelspitzen an der Zungenspitze von 1,1 mm fand er am harten Gaumen eine solche von 13,5 mm, also eine beträchtlich geringere Strecken- und Flächenwahrnehmung. *Türkheim* behauptet nun, daß die Webersche Zahl von 1,1 mm für die Zungenspitze zu hoch gegriffen sei, denn er fand bei 2 von seinen 6 Versuchspersonen Werte von 0,4 und 0,58 mm. Ähnliches wurde auch von *Hollstein* festgestellt. *Schriever* brachte die Schmerzempfindlichkeit und die Tastempfindlichkeit der Mundhöhle zueinander in Beziehung. Er sagt, daß „Teile des harten Gaumens in 70% der Fälle für Nadelstiche unempfindlich seien. Der rauhe Teil des Gaumens sei analgetisch, während der glatte Teil besonders am Rande hypalgetisch sei. Jedoch gehe die Ausbreitung der Druckpunkte in keiner Weise mit der Schmerzempfindlichkeit einher. Es gäbe Stellen in der

Mundhöhle, die schmerz-, aber nicht tastempfindlich seien, also auch umgekehrt solche, die bei erhaltener Tastempfindlichkeit keine Schmerzempfindlichkeit besäßen. Gerade diese Beobachtung könne man als Stütze der v. Freyschen Lehre von der Spezifität der Sinnesnerven ansehen.“ Auch in dieser Beziehung gehen die Meinungen scheinbar noch auseinander, denn *Wundt* ist der Ansicht, daß jede gesteigerte Sinnesempfindung in Schmerz ausstrahlen kann. *Goldscheider* selbst ist es gelungen, Druckpunkte unterschmerzlich zu erregen und zu erreichen, daß erst bei stärkerer Reizung ein Schmerz auftrat. Daraufhin kommt er zur Ablehnung spezifischer Sinnesnerven. Demgegenüber steht die v. Freysche Schule, *Kiesow* und *Türkheim*, die behaupten, daß Druck- und Schmerzempfindungen an verschiedenartige Nervenendigungen gebunden seien.

Zusammenfassend sei über die Physiologie der Mundhöhle — soweit es für diese Arbeit interessiert — folgendes gesagt. Die Verteilung der Druckpunkte in der Mundhöhle ist ganz verschieden. Am empfindlichsten sind die Zungenspitze und das Lippenrot; sodann folgt der harte Gaumen. Die hinteren Teile der Mundhöhle sind weniger empfindlich für Druckreize. Die hohe Empfindlichkeit der Zungenspitze und der Frontzähne für Druckreize mag mit der Gewohnheit zusammenhängen, dieselben zum Abtasten und Abbeißen von feineren Sachen zu gebrauchen. Der Tastsinn ist eine Kombination von Drucksinn und Kraftsinn. In der Hauptsache ist aber der Drucksinn dabei beteiligt. Über die Tastfähigkeit bei schleimhautgetragem Zahnersatz bestehen in der Literatur keinerlei genauere Angaben.

Es soll also Aufgabe dieser Arbeit sein, vor allem dem Praktiker zu zeigen, was für Fremdkörper bezüglich ihrer Dicke der prothesentragende Patient mit seinen künstlichen Zähnen zu unterscheiden imstande ist, und welche Bruchteile von einem Millimeter genügen, um Artikulationsfehler mit ihren Folgen wie Druckstellen und sogar Funktionsuntüchtigkeit der Prothese in Erscheinung treten zu lassen.

Die Versuche habe ich im wesentlichen nach den Angaben *E. Theils* gemacht. Dieser hatte in seiner Arbeit: „Bis zu welchem Grade kann die Tastfähigkeit der menschlichen Zahnreihenglieder festgestellt werden?“ angegeben, daß seine Versuchspersonen im Durchschnitt einen Draht von 0,049 mm zwischen den Zähnen zu fühlen imstande waren. Er gab für das ganze Gebiß einer Person die gleichen Zahlen an und untersuchte im Höchstfall bis zu den 6-Jahr-Molaren.

Da ich für meine Versuche mit stärkeren Drähten rechnen mußte, besorgte ich mir solche bis zu 1 mm hinauf. Die Reihenfolge der Versuchsdrähte war folgende: 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55; 0,60; 0,65; 0,70; 0,75; 0,80; 0,90 und 1,00 mm. Diese Drähte waren auf kleinen Messingplättchen befestigt, die alle mit der Größenzahl versehen waren. Bis zu 0,50 mm benutzte ich Platiniridium-Drähtchen, die gegenüber den Platindrähtchen den Vorzug der größeren Härte besitzen und deshalb nicht so leicht zerkaut wurden. Für die Drähtchen über 0,5 mm hatte ich verzinnte Kupferdrähte in Gebrauch. Alle diese an Messingplättchen befestigten Drähte waren in einer Glasschale untergebracht, die zwecks Desinfektion mit „Desinfex“ gefüllt war. Im Laufe der Untersuchungen stellte es sich heraus, daß ich für die hinteren Teile der Zahnreihen eine bessere Fixie-

rung der kleinen und kleinsten Drähte nötig hatte. Ich nahm Injektionskanülen und schob den Draht bis auf etwa 1 cm hinein. So war es mir möglich, ohne große Schwierigkeit bis zu den letzten Zähnen zu gelangen. Peinlichst habe ich, da sich die Drähtchen durch den dauernden Gebrauch abnutzten und plattgebissen wurden, auch darauf geachtet, daß ich stets mit unbeschädigten Drähtchen arbeitete, daß ich also jeweils nach kurzer Zeit die Stärke der Drähtchen mittels Mikrometerschraube nachprüfte.

Im allgemeinen habe ich die Versuche folgendermaßen durchgeführt. Nach Abdeckung der Zunge entweder mittels Zellstoff — was aber bei der Dauer der Versuche von den Versuchspersonen sehr unangenehm empfunden wurde —, oder durch Befestigen einer Wachsplatte an der palatinalen Fläche der Zahnreihen der oberen Prothese, so daß die Okklusionsflächen der Zahnreihen nicht durch die Zungenspitze abgetastet werden konnten, brachte ich die Drähtchen zwischen die Zahnreihen und ließ den Patienten dieselben nach irgendeinem Fremdkörper „abtasten“ oder „absuchen“. Eine Empfindung mußte die Versuchsperson durch Heben der linken Hand angeben. Im Anfang ging ich der Reihe nach von oben nach unten in der Stärke der Drähtchen. Es erwies sich aber im Laufe der Zeit als zweckmäßiger, einige größere Sprünge zu machen. Zum Beispiel nahm ich zuerst 0,5 mm; dann 0,15 mm, welches — in meinem Beispiel — keine Empfindung mehr auslöste. 0,25 mm gab wieder Empfindung an; 0,20 mm auch noch; 0,15 mm wiederum nicht mehr. Folglich habe ich 0,20 mm als die erreichbare Reizschwelle angenommen.

Insgesamt habe ich 70 Personen mit partiellen, vollkommen unabgestützten Prothesen untersucht. Zuerst habe ich die Frontzahngegend Zahn für Zahn bei meinen Untersuchungen vorgenommen. Dann, nachdem ich eine ungefähre Vorstellung von den Werten hatte, die ich ungefähr im Seitenzahnbereich erreichen würde, bin ich zuerst auf der linken Seite, dann rechts nach den Molaren zu mit meinen Drähten gegangen. Bei ungünstig artikulierenden Ersatzstücken war es natürlich notwendig, die Stücke erst einzuschleifen und dann, nachdem sich der Patient daran gewöhnt hatte, die Untersuchungen zu machen. Meistens markierte ich mir die Berührungsflächen durch vorheriges Kauen auf Blaupapier. Ersatzstücke, die neu eingesetzt waren, habe ich nicht untersucht, da dieselben ja meist zwischen natürlichen Zähnen klemmen und der Patient nicht daran gewöhnt ist. Es sind meist Versuchspersonen, die den Ersatz bis zu 4 Jahren tragen. Unter 4-Wochen-Tragen der Ersatzstücke habe ich gar nicht untersucht.

Bei meiner Versuchsreihe von 70 partiellen Prothesen habe ich natürlich die verschiedenartigste Verteilung zwischen noch stehenden natürlichen Zähnen und künstlichen Zähnen angetroffen. Das Durchschnittsalter der Patienten war 54 Jahre, und zwar verteilen sich die Ersatzträger auf 35 männliche im Alter von 27—75 Jahren und 35 weibliche Personen von 30—70 Jahren. Die Versuchspersonen setzten sich aus allen Schichten der Bevölkerung zusammen.

Zuerst habe ich die *natürlichen Zähne gegen ebensolche* in einer Tabelle zusammengefaßt und dabei noch die Unterscheidung gemacht zwischen Zähnen, die als Klammerzähne benutzt wurden und die im Frontzahngebiet bis zu den Eckzähnen und solchen, die im Seitenzahnbereich waren. Bei allen diesen ver-

schiedenen Einteilungen bestanden bei den Resultaten doch nur Unterschiede zwischen 0,097 mm und 0,120 mm, so daß ich alle Ergebnisse, in denen natürliche Zähne gegen ebensolche mit oder ohne Klammer trafen, zusammenfaßte.

Die Einteilung in der angegebenen Weise beizubehalten, schien mir auch aus dem Grunde nicht ratsam, da durch diese Teilung zu wenig Einzelresultate auf die einzelnen Abteilungen fielen und diese dann nicht mehr als Durchschnittswerte angesehen werden konnten.

Die höchste Reizschwelle war bei 0,02 mm, während die niedrigste bei 0,4 mm lag. Dieser starke Unterschied ist nur darauf zurückzuführen, daß bei Patienten im Durchschnittsalter von 54 Jahren die Zähne größtenteils sehr stark gelockert und vom Parodontium entblößt sind, also das Aufnahmeorgan für diese Druckreize stark geschädigt ist. Als Durchschnittsergebnis erhielt ich bei 203 Einzelresultaten von 24 Versuchspersonen 0,097 mm. Diese Ergebnisse liegen jedoch im Rahmen der Arbeit von *Hollstein*, so daß ich auf eine weitere Besprechung verzichte.

Wie verhält sich nun aber der *natürliche Zahn gegen einen künstlichen Zahn* bei einem partiellen Ersatzstück. Meine Untersuchungen erstreckten sich hierbei auf 66 Versuchspersonen. Die Einteilung habe ich genau wie im vorigen nach Front- und Seitenzahnbereich vorgenommen.

Im *Frontzahnbereich* ergab meine Untersuchung bei 53 Personen einen Durchschnitt von 0,165 mm, d. h. der Durchschnitt der Versuchspersonen hat einen Draht von 0,165 mm Stärke noch zwischen künstlichen und natürlichen Zähnen empfunden. Im *Seitenzahnbereich* war wieder eine andere Einteilung nötig, je nachdem es sich dort um eine Prothese mit Zwischensattel oder eine Prothese mit frei endendem Sattel handelte, welchen ein natürlicher Zahn gegenüberstand. Bei der frei endenden Prothese habe ich hier als auch bei den noch folgenden Resultaten die Unterscheidung zwischen nahe am Klammerzahn und weiter nach dem frei endenden Sattel zu gemacht.

Im Durchschnitt erhielt ich bei *Schaltprothesen*, die einen natürlichen Zahn als Gegenzahn hatten:

0,210 mm

während ein *natürlicher Zahn gegen einen Prothesenzahn nahe der Klammer* nur einen Unterschied von $\frac{1}{100}$ mm ausmachte, nämlich

0,221 mm.

Noch geringer war der Unterschied *nach dem distalen Ende* des frei endenden Sattels zu:

0,224 mm.

Da sich diese Ergebnisse in ganz geringen Grenzen bewegen, lasse ich jetzt eine *Zusammenstellung* aller der Ergebnisse folgen, bei denen ein *natürlicher Zahn einem Prothesenzahn gegenüberstand*.

Tabelle 1.

Anzahl der Einzelresultate	293
Anzahl der Versuchspersonen	66
Feinstes Drähtchen	0,02 mm
Stärkstes Drähtchen	0,60 mm

Den Hauptanteil an dieser großen Summe der Einzelresultate haben die Drähtchen von 0,07—0,40 mm mit insgesamt 247 Ergebnissen, das sind ungefähr 80%

Das Durchschnittsergebnis habe ich hierbei mit 0,193 mm errechnet, also nicht ganz $\frac{2}{10}$ Millimeter.

Wir ersehen also aus den bisherigen Resultaten, daß das Dickenunterscheidungsvermögen der natürlichen Zähne untereinander und Prothesen gegenüber wesentlich herabgesetzt ist.

Aus der Tab. 1 ist weiterhin ersichtlich, daß sich die höchste erreichte Reizschwelle von 0,02 mm von der niedrigsten Reizschwelle mit 0,60 mm sehr weit entfernt. Dabei spricht einmal die Intelligenz der Patienten, wie ich später darlegen werde, zum andern die verschieden hohe Empfindlichkeit der Patienten und zum letzten und in der Hauptsache die Befestigung der Zähne im Kiefer mit. Nur auf diese Art läßt sich die hohe Spanne zwischen den Ergebnissen erklären.

Wie verhalten sich nun *Prothese zu Prothese* in ihrem Dickenunterscheidungsvermögen? Hier haben wir es nur mit der Tastempfindung der Schleimhaut zu tun, wo also die Zähne als feineres Aufnahmeorgan ausfallen. Die Ergebnisse habe ich hier noch mehr spezifiziert, wie die folgenden Tabellen zeigen.

Tabelle 2

gibt uns an, wie sich ein Prothesenzahn, der neben einer Klammer steht, gegen eine freie endende Prothese verhält.

2	Einzelresultate	von 0,02 mm	Drahtstärke	etwa	2,5%
3	„	„	0,03 mm	„	3,7%
4	„	„	0,05 mm	„	5,0%
2	„	„	0,07 mm	„	2,5%
2	„	„	0,08 mm	„	2,5%
1	„	„	0,09 mm	„	1,3%
5	„	„	0,10 mm	„	6,2%
4	„	„	0,15 mm	„	5,0%
14	„	„	0,20 mm	„	17,5%
19	„	„	0,25 mm	„	23,7%
10	„	„	0,30 mm	„	12,5%
9	„	„	0,40 mm	„	11,2%
2	„	„	0,50 mm	„	2,5%
1	„	„	0,55 mm	„	1,3%
1	„	„	0,90 mm	„	1,3%
1	„	„	1,00 mm	„	1,3%

Tabelle 3

gibt uns dasselbe für den 2. Zahn neben der Klammer an:

1	Einzelresultate	von 0,03 mm	Drahtstärke	etwa	1,2%
6	„	„	0,05 mm	„	7,0%
4	„	„	0,08 mm	„	4,7%
1	„	„	0,10 mm	„	1,2%
7	„	„	0,15 mm	„	8,3%
14	„	„	0,20 mm	„	16,5%
6	„	„	0,25 mm	„	7,0%
17	„	„	0,30 mm	„	20,0%
19	„	„	0,40 mm	„	22,2%
7	„	„	0,50 mm	„	8,3%
1	„	„	0,60 mm	„	1,2%
1	„	„	0,70 mm	„	1,2%
1	„	„	0,80 mm	„	1,2%

Tabelle 4

gibt uns die Ergebnisse für den 3. und, soweit noch vorhanden, 4. und 5. Zahn an:

2 Einzelresultate	von	0,05 mm Drahtstärke	etwa	1,3%
1	„	„	0,07 mm	„
6	„	„	0,08 mm	„
4	„	„	0,10 mm	„
26	„	„	0,15 mm	„
15	„	„	0,20 mm	„
27	„	„	0,25 mm	„
24	„	„	0,30 mm	„
20	„	„	0,40 mm	„
9	„	„	0,50 mm	„
6	„	„	0,55 mm	„
8	„	„	0,60 mm	„
1	„	„	0,65 mm	„
4	„	„	0,70 mm	„
1	„	„	0,90 mm	„
1	„	„	1,00 mm	„

Die Ergebnisse zu allen 3 Tabellen wurden von 47 Versuchspersonen erhalten.

Bei Betrachtung der *Tabelle 2* sehen wir, daß sich die Reizschwelle zwischen 0,02 mm und 1,0 mm bewegt. Ich glaube, diese als extreme Resultate werten zu können, so daß als das größte Mittel die Werte von 0,10 mm bis 0,50 mm mit insgesamt ungefähr 78% der Ergebnisse gerechnet werden können.

Als Mittelwert ergab sich bei der Zusammenstellung: *1. Prothesenzahn neben der Klammer gegen eine frei endende Prothese*

0,243 mm Stärke des Versuchsdrahtes.

Tab. 3 weist ungefähr dieselben extremen Resultate auf wie *Tab. 2*. Als Mittelwert wurde für den *2. künstlichen Zahn neben der Klammer gegen eine frei endende Prothese*

0,287 mm

errechnet.

Bei der *Tab. 4* bewegen sich die Ergebnisse in der Hauptsache zwischen 0,15 mm und 0,40 mm und ergeben als Mittelwert für *3 und mehr Zähne neben der Klammer gegen eine ebensolche frei endende Prothese*

0,308 mm.

Eine Zusammenstellung aller 3 Tabellen (2—4) würde den Wert ergeben, der bei Prothesenträgern gefunden würde, die im Oberkiefer und Unterkiefer eine partielle Prothese mit frei endenden Sätteln tragen. Das Ergebnis wäre da bei 320 Einzelresultaten von insgesamt 47 Versuchspersonen *0,286 mm, d. h. einen ungefähr $\frac{3}{10}$ mm starken Fremdkörper würde der Durchschnittspatient mit partiellen schleimhautgetragenen Prothesen im Molarenbereich empfinden.*

Ich machte vorhin schon auf die verschiedenartigen Reizschwellen bei den einzelnen Tabellen aufmerksam. Wenn man die *Tab. 2—4* daraufhin durchsieht, kann man Werte von 0,02 mm bis zu 1,00 mm feststellen. Wie ist dies nun zu erklären! Einmal könnte die Dauer des Tragens von Ersatzstücken mitsprechen, d. h. daß sich im Laufe der Zeit die Schleimhaut daran gewöhnt, mit den Ersatzstücken feinere Unterschiede festzustellen. Diese Beobachtung habe ich bei

meinen Versuchen fast durchweg gemacht, daß sich der Patient an den Ersatz erst gewöhnen mußte, ehe ich meine Versuche mit den Drähten durchführen konnte. Einmal habe ich den Versuch bei einer neu eingesetzten Prothese gemacht. Der Draht von 1 mm wurde nicht empfunden. Als der Patient nach einer Woche zur Nachschau kam, erreichte ich im Durchschnitt 0,4 mm. Andererseits habe ich aber auch die Erfahrung gemacht — allerdings nur in einigen wenigen Fällen —, daß, nachdem der Ersatz 4—5 Jahre getragen war, die Versuchspersonen ziemlich schlechte Angaben machten. Dies lag meiner Meinung nach aber daran, daß die Prothesen nicht mehr voll auf der Schleimhaut ruhten, sondern durch die Knochenresorption auf dem Gaumendach schaukelten und dadurch beim Schlußbiß die Alveolarfortsätze nicht mehr gleichmäßig belasteten.

Zum anderen spielt bei den verschiedenartigen Resultaten die verschiedene Empfindlichkeit der Patienten und ihre Intelligenz eine große Rolle.

Ich habe bei meinen Versuchen Personen aller Bevölkerungsschichten gehabt, habe aber keine Unterschiede in den Ergebnissen gefunden, auf Grund derer ich irgendeinen Schluß auf die Art ihrer Beschäftigung hätte ziehen können. Im wesentlichsten konnte ich mir auf Grund der Angaben, die ich von ihnen bezüglich der Versuche erhielt, und ihr Verhalten einen ungefähren Überblick über den Ausfall der Ergebnisse machen.

In einem Falle hatte ich einen 59jährigen Gärtner zur Untersuchung. Ich erhielt bei diesem Patienten, der wohl bei der Sache war, sonst aber einen robusten Eindruck machte, trotz eifrigster Bemühungen kein einziges Resultat. Ich habe zuletzt den Stiel einer Sonde zwischen die Zahnreihen gelegt, und er konnte keinen Unterschied zwischen dem normalen Zubeißen und der Sperrung feststellen. Diese Art Patienten ist mir zweimal vorgekommen.

In andern Fällen, zumeist bei totalen Ersatzstücken, versuchte ich zuerst mit 1 mm = keine Empfindung; sodann mit 0,5 mm = wiederum keine Empfindung. Dann wieder 1 mm, und der Patient gab mir daraufhin regelmäßig an, ob ich den Draht dazwischen hatte oder nicht, denn zu meiner eigenen Kontrolle habe ich den Draht auch oft weggelassen, ohne daß der Patient etwas davon sehen konnte.

Eine ganz genaue Lokalisation der Druckempfindung habe ich bei Prothesen, wo also die Schleimhaut alleiniges Receptionsorgan war, in den allerseltensten Fällen erhalten. Nur bei einem natürlichen Zahn wurde der Druck auf denselben verlegt, während der Prothesenzahn als Gegenbeißer keine genaue Lokalisation auf der Schleimhaut verursachte. Oftmals wurden die Patienten dadurch in ihren Angaben irritiert, als sie als wesentliches Moment die Weiterleitung des Geräusches zum Ohr vernahmen. Diese Fortleitung des Geräusches geschieht auf knöchernem Wege, so daß es also keinen Zweck hatte, die Ohren zuzustopfen.

Bei den von mir bestellten Versuchspersonen waren auch solche, die über irgendeine Druckstelle klagten, allerdings oft erst, während ich meine Untersuchung machte. Ich erinnere mich dabei eines Falles, der dies ziemlich deutlich zeigte.

Die Patientin von 70 Jahren gab auf mein Befragen, ob irgendwelche Störungen, wie z. B. Druckstellen, beständen, nichts an. Ich untersuchte zuerst die rechte Seite, da im Frontzahnbereich in keiner Bißphase Berührung statt-

fand. Das Ergebnis war dort im Durchschnitt 0,3 mm. Sodann ging ich zur linken Seite über und begann dort bei dem 1. Prämolaren. Bei 0,3 mm gab die Patientin plötzlich einen Schmerz an, der im Unterkiefer zwischen den Schneidezähnen lokalisiert war. Ich fragte, ob sie in der letzten Zeit beim Essen dort einen Druckschmerz empfunden habe, worauf sie mir angab, „daß ab und zu dort eine unangenehme Empfindung sei, als ob etwas unter der Platte säße. Sie nehme den Ersatz dann immer nach dem Essen heraus und spüle ihn ab. Dann spüre sie aber nichts weiter.“ Ich untersuchte daraufhin die Schleimhaut etwas genauer und konnte an dieser Stelle auf dem Kieferwall eine deutliche, etwa 1 cm lange und 2—3 mm breite Epitheltrübung feststellen. Hier saß die Prothese also unregelmäßig auf und verursachte die Druckstelle.

Noch in mehreren Fällen ist es mir gelungen, mit Hilfe eines Drähtchen von manchmal 1 mm Stärke, aber oft auch schon bei einer Dicke von 0,5 mm Druckstellen genau zu lokalisieren.

Oftmals habe ich dasselbe auch ausprobiert bei Patienten, die ihre Prothesen im Papier hatten, weil ihnen eine Druckstelle zu große Beschwerden machte. Klinisch war keine genaue Lokalisation möglich, desgleichen waren die Angaben der Patienten zu ungenau, als daß man nun irgendwo etwas hätte wegnehmen können. Erst mit Hilfe des Versuchsdrähtchens konnte man eine genauere Lokalisation feststellen.

Weiterhin hatte ich bei meinen Versuchen mehrfach Gelegenheit, auf Grund meiner Ergebnisse geringste Artikulationsstörungen herauszufinden.

Auch hierzu ein deutliches Beispiel: Der 39jährige Kaufmann H. trug nur ein oberes Ersatzstück, während im Unterkiefer noch alle Zähne in gutem Zustand vorhanden waren. Die Zähne des rechten Oberkiefers waren durch Osteomyelitis verloren gegangen. Meine ersten Ergebnisse ließen durch ihre Unregelmäßigkeit auf irgendeine Artikulationsstörung schließen. Ich lasse hier der besseren Übersicht wegen das Schema mit den Ergebnissen folgen (s. Abb. 1).

Auf Grund dieser unregelmäßigen Ergebnisse fragte ich nun den Patienten, ob er beim Kauen nie das Gefühl habe, daß er ungleichmäßig mit den Zähnen zusammenkomme. Da erklärte er mir, daß er — wenn er länger mit dem Ersatz gekaut habe — das Gefühl habe, als sei „die Schleimhaut auf der linken Seite durchgescheuert.“ Die Störung konnte nach diesen Angaben und auf Grund der Ergebnisse nur an der Artikulation liegen. Ich habe den Ersatz sofort ein-

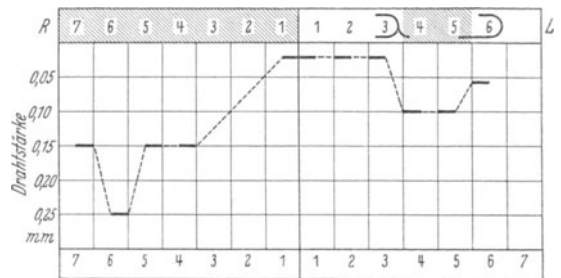


Abb. 1.

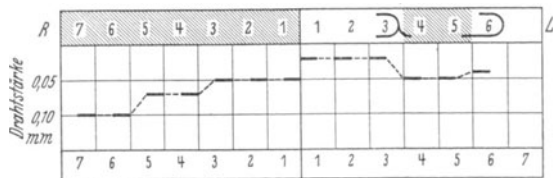


Abb. 2.

Abb. 1 u. 2. Die obere Zahlenreihe bezeichnet die Zähne des Oberkiefers, während die untere die Zähne des Unterkiefers angibt. Die gestrichelten Zahlen deuten auf die künstlich ersetzten Zähne. Links oben |3 und |6 wurden von Klammern umfaßt.

geschliffen und nach 8 Tagen wieder untersucht. Der Patient gab weiter keine Beschwerden an. Im Gegenteil habe er jetzt das Gefühl, als ob er keinen Ersatz trage, so gleichmäßig komme er mit den Zähnen aufeinander.

Ich führe hier das Ergebnis nach dem Einschleifen des Ersatzes an (s. Abb. 2).

Das Ergebnis zeigt, daß wir es links mit einem Unterschied von 0,05 mm und rechts mit einem solchen von 0,1 bis 0,2 mm zu tun hatten.

In dieser Art habe ich durch meine Untersuchungen ungefähr 5 Fälle eingeschliffen.

An dieser Stelle will ich nun noch einen Fall erwähnen, den ich allerdings beim totalen Ersatz zu sehen bekam. Der Patient erklärte mir, daß er eine Druckstelle im Unterkiefer links in der Gegend der Prämolaren und Molaren habe. Bevor ich mir das klinische Bild ansah, nahm ich einen Draht von 1 mm Stärke und konnte dadurch die Druckstelle auf die genaueren Angaben hin unter den 2. Prämolaren lokalisieren. Das klinische Bild gab mir in diesem Falle durch eine ungefähr 5 mm lange und 2 mm breite Wundfläche auf dem Kieferwall recht. Da die betreffende Stelle des Ersatzstückes eine Rauigkeit zeigte, nahm ich dieselbe fort. Zugleich artikulierte ich das Stück durch Beschleifen der Ersatzzähne mit Hilfe von Blaupapier ein. Ich trug dem Patienten nun auf, nach ungefähr 8 Tagen wieder zu kommen. Als er dann erschien, sagte er mir, daß der Schmerz noch immer vorhanden sei. Zudem zeigte die Schleimhaut im linken Unterkiefer in der Länge und Breite des Kieferwalles eine Epitheltrübung bis ans distale Ende der Prothese. Ich prüfte mit meinen Versuchsdrähten und erhielt auf der linken Seite bis zu 0,2 mm Ergebnisse, während rechts der Draht 1 mm gerade noch wahrgenommen wurde. Ich habe daraufhin nochmals sorgfältigst eingeschliffen. Das Resultat meiner Untersuchungen war in der darauffolgenden letzten Sitzung durchweg 0,15 mm. Die Artikulationsstörung und damit die Druckstelle beruhten also darauf, daß die linke Seite um etwa $\frac{8}{10}$ mm höher war als die rechte Seite. Dadurch wurde die Schleimhaut auf dieser Seite zu stark belastet und verursachte somit die über die ganze linke Kieferhälfte fortlaufende Epitheltrübung.

Als letztes folgt nun bei der allgemeinen Untersuchungsmethode noch die Reihe der totalen Prothese. Bei dieser Untersuchung mit den Drähten habe ich eine Versuchsreihe von 28 Personen im Durchschnittsalter von 62 Jahren gehabt. Wie beim partiellen Ersatz handelte es sich auch hier um Leute aus allen Bevölkerungskreisen. Nur gestalteten sich die Versuche etwas schwieriger, als man nicht erst den Patienten auf einem noch vorhandenen Zahn die Tastprobe ausführen lassen konnte, damit er eine Vorstellung von der Wahrnehmung erhielt, die ich von ihm für meine Versuche verlangte. Zu diesem Zwecke habe ich hier zuerst mit 1 mm begonnen und bin dann auf 0,5 mm hinuntergegangen. Oftmals reagierten die Patienten auf das letztere schon beim ersten Versuch. Manchmal war es mir aber erst nach längerem Bemühen möglich, irgendein Ergebnis zu erlangen. Wenn aber erst einmal die Wahrnehmung gemacht war, so reagierten die Versuchspersonen sehr genau, d. h. auf die von mir wiederholten Täuschungen hin wurde keine Empfindung angegeben. Bei meinen 100 Versuchspersonen habe ich es nur in 2 Fällen erlebt, daß ich auf meine — dann auch dauernd wiederholten — Täuschungsversuche hin noch bejahende

Angaben erhielt. Diese Fälle habe ich in meinen Ergebnissen überhaupt nicht berücksichtigt, da sie als objektive Untersuchungsergebnisse nicht zu werten sind.

Der besseren Übersicht halber lasse ich die Ergebnisse getrennt nach Frontzähnen, die also die Schneide- und Eckzähne umfassen, nach Prämolaren und Molaren folgen:

Tabelle 7. *Frontzähne.*

Feinstes Drähtchen	0,08 mm
Stärkstes Drähtchen	0,75 mm
Anzahl der Einzelresultate	142
Anzahl der Versuchspersonen	25
<i>Durchschnittsergebnis für die Frontzähne</i>	<i>0,220 mm</i>

Tabelle 8. *Prämolaren.*

Feinstes Drähtchen	0,10 mm
Stärkstes Drähtchen	0,80 mm
Anzahl der Einzelresultate	108
Anzahl der Versuchspersonen	27
<i>Durchschnittsergebnis im Prämolarenbereich</i>	<i>0,280 mm</i>

Tabelle 9. *Molaren.*

Feinstes Drähtchen	0,10 mm
Stärkstes Drähtchen	0,80 mm
Anzahl der Einzelresultate	90
Anzahl der Versuchspersonen	27
<i>Durchschnittsergebnis im Molarenbereich</i>	<i>0,34 (0,339 mm)</i>

Diese Ergebnisse bewegen sich in gleichmäßiger Abnahme um je $\frac{6}{100}$ mm von der Front nach den Molaren hin. Desgleichen haben wir hier, wie auch bei den Ergebnissen der partiellen Prothese, Unterschiede von 0,7 mm zwischen der höchsten und niedrigsten erreichten Reizschwelle. Über die Erklärung dieser Unterschiede habe ich weiter oben schon berichtet.

Nach Betrachtung aller der Ergebnisse, die sich aus den allgemeinen Untersuchungen über das Dickenunterscheidungsvermögen bei einfachem Zahnersatz ergaben, komme ich auf die in der Einleitung meiner Arbeit angeführten Untersuchungen über die Größe des Dickenunterscheidungsvermögens, welches wir bei der Registriermethode nach *Hanau* zur Korrektur unserer Arbeiten heranziehen.

Zum Verständnis der Untersuchungen, die sich auch auf den Arbeitsgang bei der Herstellung des Ersatzes bezogen, ist es notwendig, einen kurzen Überblick über das Registrierverfahren nach *Hanau* zu geben. Im wesentlichen halte ich mich an die Ausführungen von *E. Starck* über „Ventilrand-Prothese und Hanaumethode“.

Bei der intraoralen Weichwachs-Registrier- und Kontrollmethode nach *Hanau* ist ein Hauptfordernis das „drucklose Registrieren“, d. h. der Patient soll beim Schließen der Kiefer mit Bißschablonen und Wachszwischenschablonen überall gleichmäßig aufeinanderkommen, ohne irgendeinen Druckunterschied auf der Schleimhautunterlage zu verspüren. Dies ist eine der Grundforderungen, die *Hanau* für die Anwendung und Verwertbarkeit seiner Methode angibt.

Wir registrieren bei Totalersatz mit vollkommen starren Basisplatten. Zu diesem Zwecke stellen wir uns einen Funktionsabdruck her und machen die Bißschablonen nicht wie üblich aus Schellack, sondern wir vulkanisieren die Basis des späteren Ersatzstückes vornweg. Die Bißwälle stellen wir aus schwarzer Kerrmasse her, um möglichst stabile Unterlagen zu haben. Diese Bißschablonen werden im Munde des Patienten weiter dahin vervollständigt, daß wir die richtige Bißhöhe festsetzen und für das Registrieren in den verschiedenen Bißphasen noch eine Wachszwischenlage von 3—4 mm Dicke einschieben können. Wenn wir das alles sorgfältigst geprüft haben, stellen wir uns nach vorausgegangener Gesichtsbogenregistrierung für die Grundstellung und Vorbißstellung unsere Wachsschablonen her. Zu diesem Zweck nehmen wir eine Wachsplatte, erwärmen dieselbe ganz gleichmäßig in warmem Wasser und legen sie so zusammen, daß wir eine etwa 3—4 mm dicke Wachsschablone erhalten, die über die ganze Länge der Bißwälle reicht. Es ist unbedingt notwendig, das Wachs in Wasser zu erweichen, da nur dies eine gleichmäßige Durchweichung desselben garantiert, die, wie wir weiter unten sehen werden, für das drucklose Registrieren von ausschlaggebender Bedeutung ist. Wir bringen nun die Wachsschablone zwischen die Bißwälle und weisen den Patienten an, die Kiefer in der von uns angegebenen Stellung zu schließen. Wie *Starck* in seiner Arbeit sagt, ist es notwendig, von den Patienten nicht ein „Zubeißen“ zu verlangen, da der Patient dann dem Sprachgebrauch nach ein Schließen unter Okklusionsdruck versteht, sondern den Kiefer ohne Druck aus einer geringen Öffnungsbewegung heraus zu schließen.

Nun erst kommt als der für uns wichtigste Teil dieser Methode die Kontrolle, ob der erzeugte Druck auch wirklich nahe dem Nullpunkt ist. Hierfür gibt *Starck* drei Möglichkeiten der Nachprüfung an, die ich als prinzipielle Forderungen hier noch einmal einfügen will:

„1. Wir prüfen bei leichtem Kieferschluß die Beweglichkeit der Schablonen mit dem Finger;

2. Genaue Beobachtung bei leichtem Öffnen und Schließen, ob die Schablonen gleichmäßig zusammenkommen.

3. Wir werten das Tastgefühl des Patienten aus, indem wir ihn durch Fragestellung veranlassen, die Stellen anzugeben, wo ein ungleichmäßiges Zusammentreffen stattfindet oder Druck besteht.“

Den letzten Punkt habe ich für meine Untersuchungen als Grundlage angenommen. Wenn der Patient also den Mund geschlossen hat, fragen wir ihn, an welcher Stelle er beim Schließen zuerst mit den Wällen aufeinander kommt und wo er auf der Schleimhaut einen Druck verspürt. Wir fragen ihn also nicht: Ist ein Druck vorhanden?, sondern „Wo kommen sie zuerst auf und wo verspüren Sie einen Druck?“ Wir nützen hier also das Druckunterscheidungsvermögen des Patienten aus. Gibt uns der Patient irgendeine Stelle an, so ist an dieser ein Registrierfehler, der durch Neuerweichen der Wachszwischen- schablone bei unserer Registrierung zu beseitigen ist. „Keinesfalls“, so sagt *Starck*, „darf man diesbezügliche Angaben der Patienten unberücksichtigt lassen.“ Wir wollen es also durch die Angaben der Patienten erreichen, daß wir

völlig drucklos die Registrierung ausführen. Dies ist der Sinn der obenerwähnten Forderung des völlig gleichmäßigen Erweichens und Zusammenlegens des Waxes. Wir registrieren sowohl in Schlußbiß- oder Grundstellung, als auch in 6 mm-Vorschubstellung. Hierin unterscheidet sich die Hanausche Methode von anderen ähnlichen Methoden, daß nämlich bei ihr ein Vorschub von 6 mm erforderlich ist, während andere geringere Vorschubbewegungen verlangen. Mit Hilfe dieser Vorschubstellung stellen wir unter Ausnutzung des Christensenschen Phänomens die Neigung der Gelenkbahn fest.

Eine Erklärung des Christensenschen Phänomens gibt *Max Müller* in seiner Preisarbeit: „Unerwartete Ergebnisse der mathematischen Untersuchung des Christensenschen Phänomens!“ Er schreibt dort, daß *Carl Christensen-Kopenhagen* im *Korrespondenzblatt für Zahnärzte 1902, Januarheft*, zuerst auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht habe und dieselbe dann später nach ihm den Namen *Christensensches Phänomen* erhalten habe. Er erklärt nun diese Erscheinung folgendermaßen: „Die Gelenkbahn liegt mit der Artikulationsbahn auf ein und demselben Kreisbogen bzw. auf einer Linie, die, von Fall zu Fall, mit der vorhandenen Artikulationsbahn korrespondiert. — Wenn nun der Unterkiefer und mit ihm also der Gelenkkopf auf der Gelenkkreisbahn vorwärts und damit abwärts geschoben wird, so muß sich die untere Bißschablone in ihrem rückwärtigen Teile, also in der Molarengegend, senken, sie muß sich von der oberen Schablone entfernen. Diese individuell größere oder geringere Entfernung der unteren von der oberen Bißplatte, dieses Klaffen der Zahnreihen, dieses Entstehen des nach rückwärts zu keilförmigen Raumes nennt man das *Christensensche Phänomen*. Je mehr nun während der Kiefervorschubbewegung die untere Schablone sich von der oberen entfernt, je steiler sie nach unten gedrückt wird, desto steiler muß die Gelenkbahnneigung sein. Vermöge dieser Schlußfolgerung soll deshalb mit dem *Christensenschen Phänomen* die Steilheit der Gelenkbahn eines Patienten zu eruieren sein.“ *Müller* berechnet nun in seiner Arbeit die Neigung der Gelenkbahn aus gegebener Vorschubstellung von 1,5 mm bis zu 4 mm und gegebener Molarsenkung von 0,1 mm bis zu 2 mm. Aber nur bei 2 mm Vorschub rechnet er mit 0,1 und 0,3 mm Molarsenkung und erhält dort Werte von 8° und 26° Gelenkbahnneigung. Bei 3 mm Vorschub beginnt er erst von 0,5 mm Molarsenkung an zu rechnen und bei 4 mm erst von 1 mm an. Bei letzterem errechnet er einen Wert von 38°. Er sagt dann selbst, daß sich „mit Hilfe des Phänomens sämtliche Gelenkbahnen ermitteln lassen würden, die geringer als 41° seien. Man käme auf diese flachen Bahnen, wie sie uns die Knochenbahnen zeigten, wenn man noch geringere Molarsenkungen annehme.“ Sodann schreibt er wörtlich: „Wenn wir also vermittels der *Christensen-Methode* die Gelenkbahnwinkel unter anderem nur mit $\frac{1}{10}$ oder $\frac{2}{10}$ mm Molarsenkung herauszufinden imstande sind, so ist die Methode an sich zwar richtig, aber im Munde können wir mit solchen geringen Bruchteilen eines Millimeters nicht operieren.“ Weiterhin sagt *Müller*: „Wir sehen also, daß sich das Christensensche Phänomen nur um $\frac{1}{4}$ mm ändert, die zugehörige Gelenkbahnneigung schon um 10°, 12°, ja 15° abweicht. $\frac{1}{2}$ mm Änderung des Phänomens, eine Änderung, die wir doch im Munde kaum wahrnehmen können, schon 20° Differenz an Gelenkbahnneigung bringt . . .“

Wir müssen also bei der Ausnutzung des Christensenschen Phänomens zur Feststellung der Gelenkbahnneigung mit Bruchteilen von Millimetern rechnen. Welche Größe uns das Dickenunterscheidungsvermögen der Patienten, welches wir bei der Feststellung beider Bißphasen durch alle unsere Kontrollmöglichkeiten ausnützen, liefert, das festzustellen sollte alleinige Aufgabe dieses Teils der Arbeit sein.

Hierzu war es nach mehreren Vorversuchen notwendig, noch eine andere Untersuchungsmethode herauszufinden, die unseren Forderungen, die wir beim oben beschriebenen Registrieren an die Patienten stellen, gleichkam. Hierzu war es einmal nötig, auch mit Bißplatten zu arbeiten und zum andern, der Wachszwischenschablone, die ja einen großflächigen Druckreiz ausübt, einen gleichwertigen entgegensetzen. Die Versuchsdrähte genügten uns zu diesem Zwecke nicht, da sie kleinflächige Reize darstellen. Ich habe mir zu diesem Zwecke kleine Metallplättchen in Größe von $0,7 \times 2,0$ cm anfertigen lassen, und zwar in einer Stärke von 0,1, 0,15, 0,2 mm und weiter aufwärts bis zu 0,5 mm in je $\frac{1}{20}$ mm Abstand justiert. Meine Versuche gestalteten sich nun folgendermaßen. Die Kerrwälle der Bißplatten brachte ich nach der Hanaregistrierung und ihren Einbau in den Artikulator in der Grundstellung zueinander plan in Okklusion. Sodann habe ich mit diesen Bißplatten, bei denen der harte Kerrwall des Unterkiefers auf denselben des Oberkiefers genau passen mußte, durch Zwischenlegen der Metallplättchen im Seiten- und Frontbereich untersucht. Als weitere Kontrolle zwischen klein- und großflächigem Reiz habe ich die Untersuchung mit den Drähtchen auch bei den Bißwällen ausgeführt. Zum Schluß kam beim fertigen Ersatz die Untersuchung mit den Drähten.

Es bleibt mir also nur noch übrig, die Ergebnisse der Versuche mit den Bißwällen und Metallplättchen anzuführen.

Ich habe hierbei 6 Versuchspersonen gehabt. Es kam mir bei diesen Versuchen nicht darauf an, wie bei den vorigen, aus einer großen Zahl von Versuchen einen Mittelwert herauszufinden, sondern der Hauptzweck, der hiermit verfolgt wurde, war der, festzustellen, ob es uns mit Hilfe des Empfindens der Patienten möglich ist, Bruchteile von Millimetern festzustellen, so wie es Müller fordert, wenn die intraorale Messung der Gelenkbahn Bedeutung behalten soll. Ich habe hierbei, wie aus den nachfolgenden Tabellen ersichtlich ist, nicht nur Patienten untersucht, die mit ihren Ergebnissen über dem Durchschnitt des Gesamtergebnisses lagen, sondern auch solche, die schlechter in ihren Resultaten waren. Zur besseren Übersicht führe ich hier die einzelnen Versuchspersonen getrennt an, und zwar in der folgenden Versuchsreihenfolge.

Zur besseren Veranschaulichung gebe ich hier erst ein Schema meiner Tabellen:

Versuchsperson X:

Zahnschema.

7 6 5 4 3 2 1 | 1 2 3 4 5 6 7

1. Ergebnisse des Versuchs mit Bißwällen und Plättchen
2. Ergebnisse des Versuchs mit Bißwällen und Drähten.
3. Zum Vergleich die Ergebnisse der Personen aus den Tab. 7—9.

Versuchsperson A:

	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7
1.			0,30 mm				0,20 mm			0,30 mm				
2.			0,50	0,40 mm			0,25 mm		0,40	0,50 mm				
3.			0,65	0,40 mm			0,08 mm (!)		0,40	0,65 mm				

Versuchsperson B:

	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7
1.								durchweg 0,10 mm						
2.				0,50 mm				0,40 mm				0,50 mm		
3.			0,30	0,20 mm	0,10	0,09 mm		0,20 mm	sperrt					

Versuchsperson C:

	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7
1.				0,20 mm				0,15 mm				0,20 mm		
2.				0,40	0,25 mm			0,20 mm		0,25	0,30 mm			
3.				0,30 mm				0,30 mm				0,25 mm		

Versuchsperson D:

	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7
1.								durchweg 0,20 mm						
2.				0,40 mm				0,50 mm				0,40 mm		
3.			0,50	0,40 mm				0,30 mm				0,50 mm		

Versuchsperson E:

	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7
1.				0,20 mm				0,15 mm				0,20 mm		
2.				0,50 mm				0,30 mm				0,50 mm		
3.			0,40	0,30 mm				0,20 mm		0,30	0,40 mm			

Versuchsperson F:

	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7
1.								durchweg 0,10 mm						
2.				0,30 mm				0,25 mm				0,30 mm		
3.				0,10 mm				0,10 mm				0,15 mm		

Diese Ergebnisse weisen in ihren einzelnen Versuchsreihen selbst auch Unterschiede auf. Am geringsten sind dieselben in Spalte 1. Dort gleichen sich die Resultate am besten aus, während Spalte 2 die schon erwähnte Abnahme der Empfindlichkeit nach dem Molarenbereich zu aufweist. Bei der Versuchsperson D scheint es sich um eine Ausnahme zu handeln, wie sie mir bei den 100 untersuchten Personen höchstens viermal vorgekommen ist. Spalte 3 zeigt, daß ich nicht nur Durchschnittsergebnisse bei dieser Reihe hatte. Ein Vergleich der Spalten 1 und 2 gibt uns auch gleich den Unterschied, der zwischen einem klein- und einem großflächigen Reiz besteht, an. Bei den Drähtchen können wir von einem kleinflächigen und bei den Plättchen von einem großflächigen Reiz sprechen. Kleinflächige Reize ergeben, wie es ja natürlich erscheint, gröbere Resultate als großflächige Reize, bei denen eine größere Anzahl von Rezeptoren gereizt wird.

Man könnte nun fragen, weshalb hat man denn nicht für alle Versuche die großflächigen Reize wirken lassen. Ich glaube sagen zu können, daß dies in praxi ein Unding gewesen wäre. Man hätte mit noch dünneren Plättchen

untersuchen müssen, als es die 0,02 mm starken Drähte darstellen. Bei letzteren hatte man schon große Mühe, sie im Molarengbiet in die richtige Lage zu bringen. Diese dünnsten Metallplättchen wären uns nach einmaligem Gebrauch schon zerkaut worden, denn wir haben ja keine planen Flächen bei unseren Zähnen, sondern Höcker! Man hätte also im allgemeinen noch dünnere Plättchen als 0,02 mm gebraucht und diese einfach wegen Unhandlichkeit auszulassen, das hätte das ganze Ergebnis, objektiv betrachtet, stark in Zweifel ziehen müssen. Man bedenke doch nur, daß ein Stückchen Seidenpapier, welches eine Stärke von etwa 0,02 mm hat, noch deutlich zwischen den Zahnreihen empfunden wird. Die dickeren Bleche von 0,1 mm, wie ich sie für die Prothesen benötigt hätte, hätten der Höcker wegen erst für jeden Gegenzahn gestanzt werden müssen.

Was bedeuten uns nun die letzten Ergebnisse? Ich zitierte vorhin ausführlich, was *Max Müller* über den Grad der Molarensenkung und die Wertbarkeit des Christensenschen Phänomens darlegte. Er ging dabei von einem Vorschub bis zu 4 mm aus und berechnete in der Hauptsache erst von 0,5 mm Molarensenkung an die Steilheit der Gelenkbahn. Bei der Hanaumethode arbeiten wir aber mit einem Vorschub von 6 mm und erhalten dabei schon etwas größere Molarsenkungen. Wenn es nun aber möglich ist, wie es meine Versuche gezeigt haben, mit Dickenunterschieden von $\frac{2}{10}$ mm, ja sogar von $\frac{1}{10}$ mm im Munde zu operieren, so werden wir bei der Gelenkbahnneigung auch zu Werten kommen, die im Bereiche des Natürlichen liegen. *Müller* hat ja in 2 Fällen mit solchen Werten gerechnet und erhielt dabei Winkel von 8° und 26°. Und somit glaube ich, daß die Methode, wie wir sie im Frankfurter Unterricht anwenden, in jedem Falle zu guten Ergebnissen führen kann, sofern sie nach den genauen Angaben Hanaus angewandt wird. Der Beweis für die Brauchbarkeit dieser Methode wird täglich durch ihre Anwendung erbracht.

Sodann kam es uns im wesentlichen auch darauf an, festzustellen, ob und inwieweit das Dickenunterscheidungsvermögen des Prothesenträgers im Munde herabgesetzt ist. Hierfür genügte uns der kleinflächige Reiz mit Hilfe des Drähtchens vollauf, denn es sind doch meist nur Körnchen, die die Patienten zwischen den Zähnen verspüren. Auch diese Frage dürfte zur Genüge durch die Arbeit erschöpft sein.

Zusammenfassung.

Gegenüber den Arbeiten von *Hollstein*, *Mares* und *Theil*, in denen die Tastempfindung, bzw. das Empfindungsvermögen für Dickenunterschiede von Körpern zwischen natürlichen und künstlichen Zähnen bzw. auf natürlichen Zähnen abgestütztem Ersatz geprüft wurde, hatten diese Untersuchungen das Ziel, das Empfindungsvermögen des Zahnfleisches auf dem künstliche Gebißplatten tragenden Alveolarkamm festzustellen für Körper, welche zwischen die obere und untere künstliche Zahnreihe eingelegt wurden.

Es wurden zwischen die der Prothesenbasis aufgesetzten Wälle und gegenüberliegenden künstlichen Zähnen bzw. zwischen je einen Wall oder je einen künstlichen Zahn Drahtstücke eingelegt und die Grenzwerte der noch wahrenzunehmenden Stärken festgestellt.

Es fanden sich folgende Ergebnisse: Durchschnittlich wurde noch eine Drahtstärke von 0,193 mm wahrgenommen.

Als Mittelwert für die wahrgenommene Stärke eines auf einen künstlichen Zahn neben einer mit Klammer an diesem Zahn befestigten frei endenden Prothese ergab sich 0,243 mm für die benachbarten beiden künstlichen Zähne ein Wert von 0,287—0,308 mm.

Insgesamt ergab sich, daß das Periodontium (dessen Empfindlichkeit *Hollstein* geprüft hat) ein wesentlich feineres Empfindungsvermögen für Dickenunterschiede hat als die Schleimhaut, auf welcher die den künstlichen Zahn tragende Basisplatte liegt; ferner, daß das Wahrnehmungsvermögen verstärkt wird durch die dem Zahn an- und aufliegenden, die Prothese tragenden Klammern.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Vermittlung der Tastempfindung bei den *Hollstein'schen* Untersuchungen durch den körpereigenen Zahn vermittelt wird, während bei diesen Untersuchungen ein körperfremder oder den Druck vermittelnder körpereigener Zahn berührt wird.

Für die Prothetik ergibt sich darauf als praktische Folgerung der bedeutende Unterschied zwischen einem Zahnersatz, der nur von der Schleimhaut getragen wird, und einem solchen, welcher gegen die körpereigenen Zähne durch Klammervorrichtungen abgestützt ist.

Die Lokalisation des aufgelegten Fremdkörpers ist auffallend genau.

Die Beobachtungen zeigen, daß die im *Hanau*-Registrierverfahren schon praktisch gewordene Prüfung des Sitzes von Prothesen durchaus verwertbare und den Arbeitsgang der künstlichen Prothese rektifizierende Resultate hat.

An dieser Stelle möchte ich nicht versäumen, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Fritsch, für die Überlassung der Arbeit und für die gütige Unterstützung meinen besten Dank auszusprechen. Ferner danke ich Herrn Prof. Dr. Loos, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Bethe und Herrn Dr. Thielemann für ihre wertvollen Anregungen.

Literaturverzeichnis.

- v. Frey*, Die Tangoreceptoren des Menschen. Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie **11** — Physiologie. 3. Aufl. 1920. — *Goldscheider*, Neue Tatsachen über die Sinnesorgane der Haut. Arch. f. Anat. und Physiologie. — Weitere Untersuchungen zur Physiologie der Sinnesnerven. Physiologische Abhandlungen. Suppl. 1885. Pflügers Arch. **168**. — *Kiseow*, Zur Psychophysiologie der Mundhöhle. Z. Psychol. **33**, 424/443 (1903/1904). — *Müller, Max*, Unerwartete Ergebnisse der mathematischen Untersuchung des Christensen'schen Phänomens. Über negative Gelenkbahnen. Dtsch. zahnärztl. Wschr. **1928**, 673 ff u. 729 ff. — *Port-Euler*, Lehrbuch der Zahnheilkunde. 4. Aufl. 1929. — *Schenk-Gürber*, Leitfaden der Physiologie des Menschen. Stuttgart 1927. — *Schriever*, Die Schmerzempfindlichkeit der Mundhöhle. Z. Biol. **1925**. — *Starck, Erwin*, Ventilrandprothese und Hanau-Methode in ihrem Verhältnis zu den üblichen Methoden des totalen Zahnersatzes in der allgemeinen Praxis. Zahnärztl. Rdsch. **1930**, Nr 43/44. — *Theil, E.*, Bis zu welchem Grade kann die Tastfähigkeit der menschlichen Zahnreihenglieder festgestellt werden?. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. **1931**, Nr 49, H. 6, 270—278. — *Türkheim*, Die Sinnesphysiologie der Mundhöhle. Dtsch. Zahnheilk. **1921**, H. 52. — *Weber u. Wundt*, zit. nach *Türkheim*.