

ORSPRONKELIJKE BIJDRAGEN



Aus der konservierenden Abteilung (Prof. WEBER) der
Zahnklinik der Universität Köln
(Direktor Prof. Dr. ZILKENS)

ÜBER DIE SYMPTOMATOLOGIE DER PULPITIS UND EINE NEUE METHODE IHRER DIAGNOSTIK, DIE CHRONAXIEBESTIMMUNG¹⁾

VON

Prof. Dr. RUDOLF WEBER, Köln a. Rh.

616.314.18 002 07.

Dem oberflächlichen Beobachter mag es müßig erscheinen, über die Diagnostik der Entzündungen des Zahnmarkes viele Worte zu verlieren. Die Dinge scheinen ihm höchst einfach zu liegen: die entzündete Pulpa ist ja doch ein verlorenes Organ; es genügen also wenige, schematische Fragen, um eine Orientierung darüber zu bekommen, ob ein Nekrotisierungsmittel gebraucht werden darf, oder ob die Pulpa sofort extirpiert werden muss — wenn schon eine Differenzierung nach diesen beiden Wegen beliebt wird.

Er braucht dennoch keine Rechtfertigung darüber gegeben zu werden, dass eine tieferschürfende Diagnostik notwendig ist, ja nicht versäumt werden darf, um differentialdiagnostische Ueberlegungen anzustellen: Abgrenzung der Zahnschmerzen von echter Neuralgie leichteren Grades; von Schmerzen, denen eine Erkrankung der Oberkieferhöhle zu Grunde liegt; zur Feststellung des Pulpatodes oder einer as-

¹⁾ Voordracht, gehouden voor het Ned. Tandheelk. Gencotschap.

cendierenden Pulpitis, zur Dentikeldiagnose usw., um nur das Wichtigste zu nennen.

Die zahnärztliche Pulpitisdiagnose gründete sich bisher in der Hauptsache auf die Anamnese. Von den Untersuchern wird nach dem Beginn der Schmerzen, ihrer Intensität, den schmerzauslösenden Reizen, der Schmerzdauer gefragt. In den allermeisten Fällen ist aber dann mit diesen Feststellungen und Erhebungen des Augenscheines die Diagnostik erledigt, und es beginnt die Therapie. Im allgemeinen wird nach dem Schema eingeteilt: Kälteschmerz = einfache Entzündung; Wärme- und nächtlicher Schmerz = eitrige Entzündung; Mitbeteiligung des Knochens unter dem Symptom des Berührungsschmerzes wird als die Ausbreitung der Entzündung über grössere Teile der Wurzelpulpa (im Sinne der Pulpitis totalis) gewertet; die Ausstrahlung der Schmerzen in bestimmte Kopf- oder Halsregionen lässt die Unterscheidung nach dem Sitz der Ursache im Ober — oder im Unterkiefer zu.

Ganz so einfach, wie das beliebte Schema es glauben lässt, liegen die Dinge bei der Pulpitis aber nicht. Trotzdem wir ausgezeichnete Beschreibungen des Zahnschmerzes in den verschiedensten Lehrbüchern besitzen und die Problematik der Diagnostik in ihnen betont wird, ist der Glaube an die genannte schematische Einteilung in weiten zahnärztlichen Kreisen verwurzelt. Und über die Natur des Zahnschmerzes legt man sich kaum Rechenschaft ab.

Es ist ein Irrtum, wenn man meint, dass der Weg, den die Entwicklung einer Pulpitis geht, von irgendeinem Lehrbuch vorgeschrieben wird; dass auf die Hyperämie in peripheren Markteilen die partielle seröse Pulpitis folgt, auf diese die totale seröse Form, dann die partielle eitrige (abszedierende) und schliesslich die totale eitrige = phlegmonöse Pulpitis.

Wer jemals sich mit der pathologischen Histologie der Pulpa beschäftigt und die mikroskopischen Befunde mit den Angaben des Patienten verglichen hat, der weiss, dass die schematische Einteilung nach der Anamnese häufig versagt. — Nicht gerade bei der nicht zu übersehenden phlegmonösen Pulpitis,

auch nicht bei der einfachen Pulpitis, aber doch ganz gewiss bei den Uebergängen von seröser Entzündung zu Formen mit stärkeren Infiltraten oder miliaren Abszessen, und besonders dann, wenn die Frage zu klären ist, ob noch eine rückbildungsfähige, periphere Anschoppung oder schon eine wirkliche Entzündung vorliegt.

Es muss das Bestreben des Zahnarztes sein, sich in solchen Fällen über den Zustand der Pulpa Klarheit zu verschaffen: hier weil das Zahnmark vielleicht doch noch erhalten werden kann, dort weil eine Differenzierung des Behandlungsweges stattfinden muss.

Neue Wege der Pulpistherapie, wie sie von manchen Seiten heute vorgeschlagen werden, erfordern geradezu eine genaue Diagnose. Auch daran ist nicht zu denken, dass besonders die Frage, ob eine Pulpa amputiert werden darf oder nicht, von der Kenntnis der pathologischen Veränderungen abhängt.

Bevor die Mittel angegeben werden, um hier zur erfolgreichen Klärung zu kommen, muss ganz kurz auf das Wesen der Zahnschmerzen eingegangen werden. Dabei soll das praeinflammatorische Stadium, die sog. Hyperaemie, nicht eigens berücksichtigt werden.

Von vornherein darf betont werden, dass bei nicht-eitriger Pulpitis zwei Komponenten zum Schmerz führen: die *Hyperämie* der Gefäße und die *Neuritis* in den Pulpanerven. Im Beginn der Pulpitis handelt es sich um eine aktive Hyperämie; dafür spricht das Ansteigen des Schmerzes bei körperlichen Anstrengungen, die ja mit einer Steigerung des Blutdruckes einhergehen. In späteren Stadien tritt eine venöse Stauung hinzu, was sich besonders in den Abendstunden bemerkbar macht, in denen ja auch die Körpertemperatur um Zehntelgrade steigt; dass die arterielle Komponente aber wirksam bleibt, lässt sich an den klopfenden, der Pulswelle entsprechenden Schmerzen ablesen. Die Mitbeteiligung der nervösen Elemente im Sinne der Neuritis ist darin zu sehen, dass bei der serösen Entzündung häufig ziehende, anfallweise auftretende Schmer-

zen angegeben werden. Es braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden, dass dieses Symptom ja auch echten Neuralgien eigen ist.

Ich muss auch noch darauf aufmerksam machen, dass die Erregbarkeit der peripheren, hier der Pulpanerven, durch die Anhäufung saurer Entzündungsprodukte, durch eine Verschiebung der H-Konzentration, im Sinne der Schmerzauslösung zustandekommt. Die Verhältnisse in der Pulpa bedingen diese Anhäufung saurer Produkte geradezu, weil nach Ablauf der anfänglich vorhandenen Hyperämie durch Zirkulationsstörungen usw. der Abtransport dieser sauer reagierenden Produkte abgebremst und endlich ganz aufgehoben wird. Dadurch ist auch zu erklären, dass von manchen Kranken dauernde ziehende Schmerzen angegeben werden.

Weiter muss hervorgehoben werden, dass die neuritische Komponente auch dann noch zu erkennen ist, wenn zu dem Kältereiz als schmerzauslösende Ursache fast gleichzeitig der Wärmeschmerz hinzukommt. In solchen Fällen handelt es sich meist um seröse Entzündungsformen, die grössere Teile des Zahnmarkes ergriffen haben, wobei peripher — etwa der Karieshöhle benachbart — bereits Zerfallsherde geringen Umfanges aufgetreten sind.

Ich will hier davon absehen, ins Einzelne gehende Krankenbeobachtungen mitzuteilen, möchte lediglich darauf hinweisen, dass bei genauem Ausfragen des Kranken sehr häufig im Beginn der Pulpitis ein nicht anders als neuritisch zu deutender Schmerz steht, und in solchen Fällen die Patienten oft genug präzise angeben, dass sie „in Zug“ gekommen sind. Vielfach fehlen im Beginn der Erkrankung die Zeichen der Hyperämie; diese treten allerdings dann doch bald auf, wie es nach unserer Kenntnis der geweblichen Veränderungen nicht als verwunderlich bezeichnet werden kann.

In solchen Beobachtungen fehlt im Anfang also die aktiv-hyperämische Komponente. Eine plötzlich erfolgende Abkühlung wirkt als Auslösung für die neuritischen Schmerzen; die Pulpitis an sich wird sicher — vom Patienten unbemerkt

— schon eher bestanden haben. Manchmal kann es an der starken Zerstörung des Dentins gelegen haben, dass klopfende Schmerzen nicht aufgetreten sind, weil das Dach der Pulpa vielleicht eine miliare Perforation schon gehabt hat und infolge dessen eine Entlastung auftrat. Es darf hinzugefügt werden, dass es ja den Erfahrungen der Medizin entspricht, wenn plötzliche Abkühlungen zum Aufflammen peripherer Neuritiden führen können. Ueber die physikochemischen Grundlagen dieser Tatsachen beginnen wir langsam Klarheit zu gewinnen.

Im Gegensatz zu den besprochenen Formen der Pulpitis stehen in der Art und meist auch in der Intensität des Schmerzes die eitrigen Entzündungen im Zahnmark, sofern sie sich bei geschlossenem Pulpdach abspielen. Hier handelt es sich meist um venöse Stauungserscheinungen und um Schmerzen, die durch den Druck und die Ausdehnung der im Zahnmark vorhandenen Infiltrate ausgelöst werden.

Nur bei diesen — immer noch lokalisierten, nicht auf die ganze Pulpa sich ausdehnenden — Formen lässt sich eine Periodizität der Schmerzen, d.h. eine Wiederkehr zu bestimmtem Stunden erkennen, mit einer Steigerung der Intensität in der zweiten Hälfte der Nacht. Auf die Ursachen hierzu braucht nicht eingegangen zu werden, da sie hinlänglich bekannt sind. *Polet* hat vor einiger Zeit versucht, alle pulpitischen Schmerzen in ein Stundenschema zu pressen. Jedoch ist seine Einteilung der pulpitischen Schmerzen deswegen höchst unvollständig, weil er vergessen hat, der neuritischen Komponente Rechnung zu tragen. Seine Ausführungen sind nur soweit richtig, als es sich um eitrige Pulpal-erkrankungen handelt.

Es wird von manchen Zahnärzten angenommen, dass die Pulpitis schnell und heftig abläuft. Das stimmt zweifellos für einen Teil der Fälle, aber lange nicht für alle. Jeder von uns kennt Beobachtungen, bei denen die Entzündung bis zum Auftreten heftiger Schmerzen Wochen gebraucht hat. Auch hierfür sind die Ursachen gut bekannt; wir wissen,

dass das abhängt von der Weite des Wurzelkanals und des Foramen apikale (Möglichkeit der Entlastung), von der Lage der Karieshöhle (geschützte Zahnstellen, besonders approximal) usw.

Schon im Eingang wurde erwähnt, dass bei der Pulpitisdiagnose in bestimmten Fällen Schwierigkeiten vorhanden sind, Irrtümer unterlaufen, die auch zu therapeutischen Verwicklungen führen können. Es muss nachdenklich stimmen, wenn ein so gründlicher Untersucher wie *Euler* folgendes ausführt: „500 Fälle von Pulpaerkrankung, wie sie eben die Poliklinik brachte, wurden nach sorgfältigster Anamnese auf das genaueste untersucht unter Verwendung von Induktionsstrom, Thermometrie, chemischen Reizen usw. Darnach wurde die klinische Diagnose gestellt. Die 500 Zähne wurden dann jeweils gezogen, entkalkt und nach dem Schneiden der anatomischen Diagnose zugeführt. Die Gegenüberstellung der klinischen und anatomischen Diagnose ergab eine Ubereinstimmung bei der einfachen Hyperämie in 21,9 %, bei der Pulpitis acuta partialis serosa in 22,5 %, bei der Pulpitis acuta partialis purulenta in 15,3 %, bei der Pulpitis acuta totalis serosa in 6,3 %, bei der Pulpitis acuta totalis purulenta in 53 %, bei der Pulpitis chronica clausa in 27,8 %. Also in den günstigsten Fällen, zu denen ja wenigstens die Erkennung der purulenten totalen Pulpitis gehörte, fand knapp die Hälfte der klinisch angenommenen Diagnosen die Sektionsbestätigung; bei den eitrigen Formen partieller Entzündungen, deren sichere Feststellung von so grosser Wichtigkeit beispielweise für die Pulpaamputation wäre, fand sich gar nur ein Siebentel als Höchstes an Ubereinstimmung!

Dieses Ergebnis gibt — wie gesagt — zu denken, und man muss sich nach den Fehlerquellen der Diagnostik umsehen.

Für die Bestimmung der Pulpitisform aus der Anamnese gehen die wichtigsten Fehlerquellen aus dem oben Gesagten hervor. Die Ablösung des Kälte — durch den Wärmeschmerz geht nicht mit den Auftreten kleinerer Abszesse in

der Pulpa parallel, sondern hinkt dem Eintreten kleiner Einschmelzungen nach; auch solange noch aktive Hyperämie und neuritische Symptome im Vordergrund stehen, wird man immer zu gewärtigen haben, dass geringe eitrige Einschmelzungen, — die dann in der histologischen Diagnostik die Krankheitsbezeichnung prägen — übersehen werden.

Die Erregbarkeitsbestimmungen mit dem faradischen oder galvanischen Strom sind wieder mit anderen Fehlerquellen behaftet. Diese sind hauptsächlich dadurch bedingt, dass der Grad der Erregbarkeit nach der Intensität des Reizes, bzw. desjenigen elektrischen Stromes bemessen werden muss, der imstande ist, eine Schwellenreaktion hervorzurufen. Unter Schwellenreaktion kann dabei sowohl die erste Zuckung des Muskels bei Reizung des motorischen wie auch das Auftreten einer Empfindung bei Reizung eines sensiblen Nerven verstanden werden. Jedoch besagt ein auf dieser Weise gefundener Intensitätswert deshalb für die absolute Erregbarkeit des Organes nichts, weil ausser der Erregbarkeit des Organes selbst die Widerstandsverhältnisse und die Stromdichte eine grosse Rolle spielen. Diese beiden Faktoren sind rein sekundärer Natur und durch die physikalischen Versuchsbedingungen des Reizobjektes einerseits, des Elektroden andererseits gegeben. Mit dem Mass der Erregbarkeit haben sie daher nichts zu tun. Bei der Feststellung einer gewissen Reizstärke als der eben erregenden bleibt es daher unbekannt, wieviel von dieser durchfliessenden Strommenge für die Auslösung des eigentlichen Erregungsvorganges beansprucht und welcher Anteil der Stromstärke für die blosser Ueberwindung des toten Widerstandes verbraucht wird.

Im Tierexperiment besteht die Möglichkeit, die Erregbarkeit eines Nerven dadurch zu messen, dass man den isolierten Nerven direkt auf die Elektroden legt. Aber selbst unter diesen gewiss günstigsten Versuchsbedingungen waren bisher bestenfalles lediglich Aenderungen der notwendigen Reizstärke für einen Schluss auf Erregbarkeitsänderungen

verwertbar. Die *Grösse der Erregbarkeit* schlechthin konnte auch hier *nicht* angegeben werden, weil schon das blosser Abnehmen des Reizobjektes von den Elektroden und die Wiederaufbringung nach einem beliebigen Eingriff zu jedesmal stark wechselnden und zufälligen Werten für die Stromintensität führten.

Für die Zahnheilkunde, die für die Zwecke der genauen Diagnostik Erregbarkeitsmessungen als Vitalitätsprüfungen (V. P.) der Zähne dringend braucht, wurde der Wert, der bisher geübten Methoden dadurch ganz erheblich eingeschränkt, dass sich zwischen Elektrode und Reizobjekt (sensible Elemente der Pulpa usw.) der Schmelz als ein Gewebe mit in der Biologie einzigartig hohem Widerstand einschaltet. Je nach der Dicke dieser Widerstandsschichten, die bekanntlich von Zahn zu Zahn und auch von Individuum zu Individuum stark wechseln, musste man ganz verschiedene Intensitätswerte finden. Das Merkmal der Vergleichbarkeit fehlt also vollkommen. Dies gilt schon für die theoretisch einfachste Art der V. P. mit dem galvanischen Strom. Aber selbst bei dieser Methode, die einem gewissen Vorzug deshalb verdient, weil hier wenigstens die das Reizobjekt durchfliessende Gesamt-Stromstärke zu M. A. gemessen wird, hängt es von zufälligen anatomischen Umständen ab, mit welcher Dichte der in M. A. abgelesene Strom die reizbaren Elemente durchfliesst. Auch hier können bestenfalls Durchschnittswerte aus einer grossen Anzahl von Messungen erhalten werden; das Ergebnis von Einzelmessungen erlaubt keinen quantitativen Schluss. Jeder Praktikus kennt ja die Schwierigkeiten, die bei der Deutung des Ergebnisses der Vitalitätsprüfung mit dem Faradischen Strom entstehen, zur Genüge.

Es liegt auf der Hand, dass das Gesagte in noch weit höherem Masse für die V. P. mit dem Schlitteninduktorium gilt; hier ist für gewöhnlich nicht einmal die durch die Elektrode durchfliessende Stromstärke bekannt.

Für die Praxis der V. P. stellt die von *Borschke* und *Wolf*

eingeführte Prüfung mit d'Arsonvalströmen einen Fortschritt dar. Dabei handelt es sich um einen hochgespannten und hochfrequenten Wechselstrom, für den der hohe OHMsche Widerstand der Schmelzschicht in Wegfall kommt und nur noch der kapazitive Widerstand wirksam bleibt. Immerhin besteht auch bei diesem Verfahren die Abhängigkeit der gefundenen Reizstärke (Spannungen) von der unbekanntem Stromdichte weiter.

Für den Bedarf des Praktikers ist diese Methode ohne Zweifel dem bisher üblichen vorzuziehen. Das Bedürfnis nach einem *absoluten Wert* für die Erregbarkeit — unabhängig von den physikalischen Bedingungen — ist aber auch durch sie nicht befriedigt.

Ein Fortschritt kann nur dadurch möglich sein, dass ein völlig neuer Gesichtspunkt für die Erregbarkeitsmessungen überhaupt verwertet wird. Dieser Fortschritt besteht darin, dass man nicht mehr einseitig die *Reizintensität* berücksichtigt, sondern der Zeit als *entscheidendem Faktor* bei der Erregung Rechnung trägt.

Es hat in der Reizphysiologie Jahrzehnte gedauert, bis diese Wandlung in den Ansichten vollzogen war und die verschieden lange Dauer des Reizes, welche das eine oder andere Organ für seine Erregung benötigt, als das übergeordnete Merkmal erkannt wurde. Die methodische und theoretische Bemühungen der Reizphysiologie führten schliesslich zu den von *Lapique* geschaffenen Begriff der *Chronaxie*.

Was Chronaxie ist, wird am einfachsten durch ein Beispiel erklärt. Wenn man an einem erregbaren Objekt zunächst, wie bisher, die Schwelle bestimmt, z. B. beim galvanischen Strom die kleinste, eben eine Reizerfolg verursachende Intensität feststellt, so kann man diesen Schwellenreiz in seiner zeitlichen Dauer nicht beliebig verkürzen. Es findet sich vielmehr eine für jedes Reizobjekt streng charakteristische Reizdauer, unterhalb deren der Reiz unwirksam wird. Die Dauer, welche als *Nutzzeit* (*Gildemeister*) bezeichnet wird, ist voll-

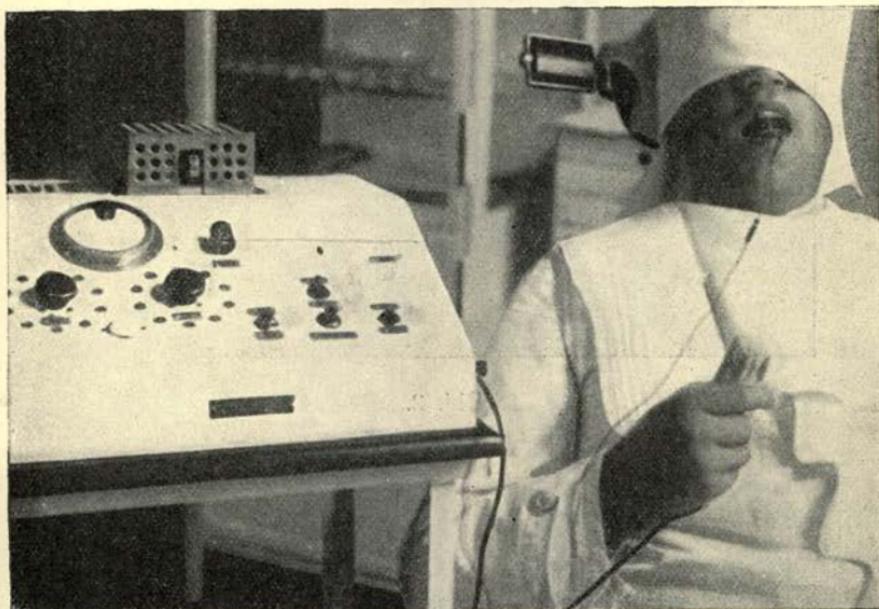
kommen unabhängig von der absoluten Grösse der Schwellenintensität und daher geeignet zur Kennzeichnung dieses Organes. Verringert man nun trotzdem die Reizdauer weiter, so zeigt sich, dass man jetzt die Intensität kompensatorisch in einem bestimmten Verhältnis erhöhen muss, um trotz der Verkürzung den Reizerfolg zu erreichen.

Man erhält für jedes beliebige erregbare Organ durch systematische Bestimmung eine Kurve, die annähernd die Form einer *Hyperbel* hat. Sie gibt an, welche Reizintensitäten zu bestimmten Reizdauern zugeordnet sind. Gleichzeitig erkennt man, dass die erste Erhebung der Kurve zu allmählich erfolgt, als dass die Nutzzeit experimentell leicht bestimmbar wäre. Zur Kennzeichnung lässt sich andererseits eine andere Zeitkonstante leichter erhalten, wenn man diejenige kleinste hinreichende Reizdauer wählt, welche bei der *doppelten* gefundenen Schwellenintensität erregt.

Die Chronaxie ist also eine Zeit. Sie gibt diejenige Dauer an, während welcher ein Strom von der doppelten Schwellenintensität fließen muss, um zu erregen. Da sie der Nutzzeit proportional ist, so folgt daraus, dass auch die Chronaxie immer gleich gefunden wird, unabhängig davon, wie hoch auch die Intensitätsschwelle liegen mag. Sie bezieht sich eben immer auf die *jeweilige* Schwellenintensität.

Die vergleichende Physiologie hat die verschiedensten erregbaren Gebilde auf ihre Chronaxie untersucht. Für die am schnellsten reagierenden Gebilde haben sich Werte ergeben, die die Grössenordnung einer tausendstel Sekunde haben. Dabei hat sich immer wieder bestätigt, dass für ein gegebenes Objekt unter den verschiedensten Versuchsbedingungen *stets die gleiche Chronaxie* gefunden wird, dass *also die Chronaxie eine Organkonstante* darstellt, genau so, wie z. B. die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregungswelle für einen bestimmten Nerven immer die gleiche ist. Veränderungen der Chronaxie werden nur dann gefunden, wenn der biologische Zustand des Organes wirklich verändert ist, wie es durch physikalische, pharmakologische oder patho-

logische Einwirkungen entstehen kann. So verändert sich z. B. die Chronaxie des Muskels bei der Degeneration des Nerven um ein Vielfaches im Sinne der Verlängerung. Es ist daher naheliegend, die *Chronaxiemessungen* zu *diagnostischen* Zwecken heranzuziehen. Tatsächlich ist sie im Begriff, in der Neurologie alle anderen Methoden zu verdrängen, weil sie



Bld. 1.

den Funktionszustand auf das Genaueste zu verfolgen erlaubt.

Es lag daher auf der Hand, die Chronaxiemessung auch für die Zahnheilkunde einzuführen. Jedoch entstand hier zunächst für uns die Schwierigkeit, dass die sensiblen Nerven zu ihrer Erregung wiederholter Reize bedürften. Wenn man aber diesem Umstand Rechnung trägt, und mit einer konstant bleibenden Reizfrequenz arbeitet, so kann man auch hier die Dauer des Einzelreizes als Funktion seiner Intensität behandeln.

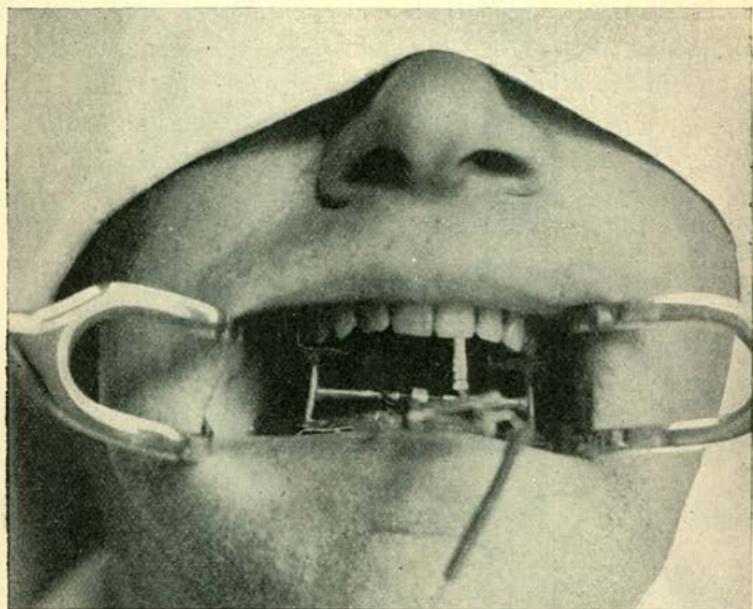


Bild. 2.

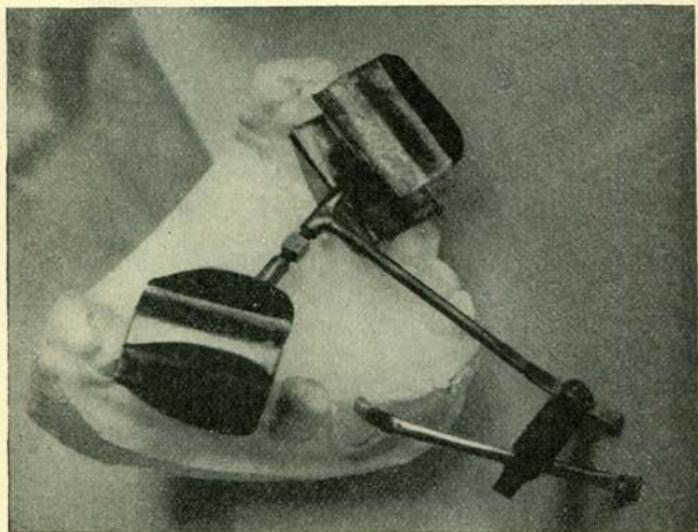


Bild. 3.

Zur Herstellung verschieden langer rhythmischer Reize verwendet man am zweckmässigsten Kondensator — Entladungen. Dabei muss man nur den Gesamtwiderstand des Entladungskreises kennen und durch einen geeigneten *Shunt* dafür sorgen, dass der Widerstand des Reizobjektes vernachlässigt werden kann. Dann hat man es in der Hand, durch Verkleinerung der Kondensatorkapazität immer kürzer dauernde Reize herzustellen.

Es muss hier noch ganz kurz die Praxis des Vorgehens erörtert werden, bevor die erzielten Ergebnisse besprochen werden sollen. Eine genaue Erklärung aller Arbeitsbedingungen folgt in einer demnächst erscheinenden grösseren Arbeit.

Die beigegebenen Abbildungen zeigen sowohl die äussere Form des Apparates wie auch die von uns heute verwandten Elektroden. Bei diesen aus Silber hergestellten Elektroden ist darauf zu achten, dass sie immer an gleichen Zahnstellen angebracht werden: Bei den Schneide — und Eckzähnen in der Mitte der Kaukante, bei den mehrhöckrigen Zähnen auf der Mitte der Kaufläche.

Nach der Befestigung der Elektroden wird die Bestimmung ausgeführt, zuerst die Rheobase bestimmt und dann mit der doppelten Voltzahl die Chronaxie gemessen. Durch eine einfache Ausrechnung lässt sich ein Wert in σ bestimmen. Hierin liegt der grosse Wert der Methode: Sie gibt genaue, leicht feststellbare Masszahlen der Geschwindigkeit der Nervenregung.

Wenn man auch bezgl. des Reizerfolges bei dieser Methode wie bei allen anderen — auf die Angaben der Versuchsperson angewiesen ist, so stehen doch die Resultate solcher Messungen bei sorgfältigem Vorgehen in nichts demjenigen nach, die man bei einem objektiv beobachtbarem Reizerfolg erhält.

Nun zunächst die Frage, wie gross die gefundenen Werte sind. Bei einer 22 jährigen Versuchsperson wurden an den geprüften Zähnen folgenden Werte gemessen:

1 ¹	= 0,11 σ	Oberkiefer
2 ¹	= 0,11 σ	
C	= 0,25 σ	
1P	= 0,25 σ	
1M	= 0,11 σ	

Die Werte des Unterkiefers sind so wenig davon verschieden, dass wir von ihrer besonderen Aufzählung hier Abstand nehmen können.

Nun wurden selbstverständlich auch Zähne mit Pulpitis auf die Änderung der Chronaxie durch den Entzündungsvorgang geprüft. Zwei kurze Beispiele sollen das Ergebnis deutlich machen, wobei betont wird, dass es sich um wahllos herausgegriffene Exempel handelt.

1). 25 jähriger Mann. Klagt über Schmerzen am $\overline{8}$, die vor allem bei der Nahrungsaufnahme auftreten und bei Kältereizen an Heftigkeit zunehmen, dann auch über eine halbe Stunden dauern. Der Zahn zeigt eine distale Karieshöhle. Kein Klopfschmerz. Klinische Diagnose: Partielle seröse Pulpitis.

Chronaxiebestimmung:

$$\overline{8}] \text{ Rheobase} = 28 \text{ Chronaxie} = 0,04 = 0,07 \sigma$$

$$\overline{8} \text{ Rheobase} = 25 \text{ Chronaxie} = 0,02 = 0,01 \sigma$$

Der errechnete Weg der Erregungsgeschwindigkeit ist verkürzt.

2). 28 jähriger Mann klagt über Schmerzen im Oberkiefer die seit vierzehn Tagen langsam sich steigerten und schliesslich bei Kälte-*und* Wärmereizung stärker wurden. Der kranke Zahn $\underline{5}$ ist kariös, nicht klopfempfindlich. Klinische Diagnose: partielle eitrige Pulpitis.

Chronaxiebestimmung:

$$\underline{5}] \text{ Rheobase} = 7 \text{ Chronaxie} = 0,06 = 0,21$$

$$\underline{5} \text{ Rheobase} = 11 \text{ Chronaxie} = 0,11 = 0,40$$

Der errechnete Wert der Erregungsgeschwindigkeit ist *verlängert*.

Was lehren nun diese Beispiele? Ich glaube die Wichtigkeit dieser neuen Methode darin zu sehen, dass sie auf Zufälligkeiten der Anamnese und der durch die Thermometrie beeinflussten Schwankungen der Blutfülle verzichtet und an ihrer Stelle bestimmt, ob die Schnelligkeit der Reizleitung verkürzt oder verlängert ist.

Dabei muss man sich folgendes vor Augen halten: Bei den Anfangsstadien der Pulpitis, z. B. bei der Pulpitis partialis serosa lässt die von uns reihenmässig durchgeführte histologische Untersuchung keine wesentlichen Schädigungen der nervösen Pulpaelemente erkennen. Der neuritische Schmerz, von dem oben gesprochen wurde, kommt hauptsächlich zustande durch die Entzündung, wobei das pH von der alkalischen nach der saueren Seite verschoben wird. Die dabei auftretenden Gifte lösen, wie auch bei anderen Neuritiden, die anfallweise auftretenden Schmerzen aus. Ich darf dabei als selbstverständlich noch einmal daran erinnern, dass für die Schmerzen bei der besprochenen Pulpitisform auch die Hyperämie eine Rolle spielt. Wie bei allen derartigen Neuritiden wird durch die erwähnte Reizung der Nerven ohne zunächst histologisch ersichtliche allgemeine Degeneration die Chronaxie verkürzt. Die Befunde, die wir erhielten, stehen also in völliger Uebereinstimmung mit der Chronaxieforschung.

Bei den vorgeschrittenen Pulpitisformen, also bei denen, die auf Kalt *und* Warm Schmerzen verursachen, bei denen auch nächtlicherweile Schmerzen auftreten, zeigt die histologische Untersuchung bereits einen Zerfall von Pulpagewebe, das Auftreten von Infiltraten und Abzessen. Hiermit ist immer ein Zerfall der Achsenzylinder verbunden, oft nur in der Kronenpulpa; Diese „Verminderung an nervösen Elementen“ und die Änderung der Funktion durch die Abbaustoffe in der Pulpa genügen, um eine Verzögerung der Erregungsgeschwindigkeit herbeizuführen.

Auf Grund dieser hier auszugsweise wiedergegebenen Resultate kommen wir für klinische Zwecke zu dem Ergebnis, die Pulpitis *nicht mehr nach der Art der Schmerzen* zu beurteilen, sondern als Mittel zur Diagnostik *die Aenderung der Erregungsgeschwindigkeit der Reizleitung* zu nehmen. Auf Grund parallel gehender histologischer Untersuchungen identifizieren wir.

1.) verkürzte Chronaxie mit Reizung der Nerven im Sinne der Neuritis *ohne* wesentliche Zerfallserscheinungen im Achsenzylinder; histologisch der Pulpitis serosa entsprechend;

2.) verlängerte Chronaxie mit mehr oder weniger weitgehender Degeneration der Achsenzylinder; histologisch der Entwicklungsreihe der Pulpitis purulenta entsprechend.

Damit ergibt sich der Vorteil, auch die Zwischenstadien zwischen seröser und eitriger Pulpitis zu erkennen; solange Kalt und Warm als schmerzauslösend angegeben wird *mit Verkürzung* der Chronaxie, sind keine wesentlichen Zerfallsherde aufgetreten; ist die Chronaxie dabei aber *verlängert*, so ist mit Sicherheit auch dann ein eitriger Zerfall vorhanden, auch, wenn der Zahn nachts noch nicht geschmerzt hat.

Als weiteres Resultat ist noch zu konstatieren: Bei der Hyperämie der Pulpa tritt keine Aenderung der Chronaxie ein. Das ist ein Beweis für die Richtigkeit der Anschauung derjenigen Autoren, die die Hyperämie der Pulpa *nicht* zu ihren eigentlichen Erkrankungen zählen.

Und noch weiter: Es kommt vor, dass bei bestehenden heftigen Schmerzen die Chronaxie völlig unbestimmbar ist. Der Grund dafür liegt darin, dass infolge der Einschmelzung die Pulpanerven völlig zugrunde gegangen sind. Bei solchen Zähnen handelt es um sich totale eitrige Pulpitis.

Auf Grund unserer bisherigen Untersuchungen lässt sich sagen, dass die Chronaxiebestimmung nicht nur neues Licht in die Pulpitisiagnostik, sondern auch in die Physiologie der Pulpa und ihre Erkrankungen überhaupt wirft.