

Aus der Neurochirurgischen Abteilung der Universität Freiburg  
(Direktor: Prof. Dr. T. RIECHERT).

## Die technische Durchführung von gezielten Hirnoperationen.

Von  
**T. RIECHERT und M. WOLFF.**

Mit 4 Textabbildungen.

(Eingegangen am 18. Dezember 1952.)

Seitdem SPIEGEL u. WYCIS<sup>1</sup> im Jahre 1947 ihr Verfahren der gezielten Elektrokoagulation mit Hilfe ihres Zielapparates angegeben haben, ist es möglich geworden, Hirnteile einer operativen Behandlung zugänglich zu machen, bei denen dies infolge ihrer tiefen Lage bisher nicht möglich war. Durch diese Methode haben sich ganz neue therapeutische Möglichkeiten eröffnet. In der Folgezeit sind auch von anderer Seite über diese Verfahren günstige Resultate berichtet worden (TALAI-RACH, HECAEN<sup>2</sup> u. a.). Es ist anzunehmen, daß sich die Vornahme von gezielten Eingriffen am Hirn (Elektrokoagulation, Punktionen usw.) zu einem typischen Verfahren entwickeln wird.

Da wir in den bisherigen Veröffentlichungen über unseren Zielapparat auf technische Einzelheiten des Gerätes und des Verfahrens nicht eingegangen sind, ist es berechtigt, jetzt einen Überblick darüber zu geben.

Unsere Methode hat sich bezüglich der röntgenologischen Ermittlung der Zielpunkte und der Vornahme der Operation so weit entwickelt, daß grundsätzliche Änderungen nicht mehr zu erwarten sind. Unsere klinische Erfahrung, über die wir an anderer Stelle berichtet haben, bezieht sich auf 86 Eingriffe bei 52 Kranken. Es handelte sich dabei u. a. um gezielte und gestufte Leukotomien, Ausschaltungen des Nucleus dorsomedialis thalami, des ventro-caudalen Thalamuskernes der Lamella medialis und des Pallidums. Ferner wurden mit Hilfe des Apparates Isootope in tiefgelegene Hirntumoren eingeführt. Schließlich wurde er noch für die Koagulation des Ganglion Gasseri benutzt.

### Beschreibung des Zielgerätes und seiner wichtigsten Einzelteile.

Das Zielgerät besteht

1. aus einem Grundring mit den Vorrichtungen für die blutige und unblutige Befestigung und sonstigen Zusatzgeräten,
2. dem Zielbügel,
3. dem Nadelhalter,

4. der Zielnadel und der Koagulationselektrode,
5. dem Lichtvisier,
6. dem Einstellgrundring.

Die Teile 1—4 werden unmittelbar für die Operation benötigt und am Kopf des Patienten befestigt.

Der Einstellgrundring ersetzt die rechnerische Bestimmung der Einstellwerte des Zielbügels durch ein visuelles Einstellen der Zielnadel auf den zu treffenden Punkt, der im Einstellgrundring markiert ist.

#### Zu 1. Der Grundring (1 in Abb. 1).

Der Grundring ist kreisförmig. Er ist mit einer 360°-Teilung versehen. Als wichtige Bestandteile trägt er Vorrichtungen für eine Befestigung am Schädel. Bei typischen Eingriffen erfolgt die Befestigung in der Weise, daß die Ebene des Grundringes in der horizontalen Hori-zontale liegt (unterer Augenhöhlenrand, äußerer Gehörgang). Sowohl bei der blutigen als auch bei der unblutigen Befestigung werden dem Patienten zwei aus Gummi bestehende Ohroliven (2 in Abb. 1) in den äußeren Gehörgang gesteckt. Die Ohroliven werden durch eine Schraubvorrichtung (3 in Abb. 1) mit dem Grundring verbunden.

Eine weitere Befestigung des Grundringes am Schädel erfolgt an der Nasenwurzel durch eine Vorrichtung (4 in Abb. 1), die in ihrer äußeren Gestalt einem Brillensteg angeglichen ist. Sie ist sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung verschieblich. Als dritte Befestigung ist eine Nackenstütze (5 in Abb. 1) vorhanden, die in drei Richtungen verstellbar ist. Während die Ohroliven, die Nasenhalterung und die Nackenstütze an bestimmten, konstruktionsmäßig festgelegten Stellen an dem Grundring befestigt sind, können die nachstehend beschriebenen weiteren Haltevorrichtungen und Zusatzeinrichtungen auf dem Grundring an beliebigen Stellen angebracht werden. Die Befestigung erfolgt jeweils mit einer den Grundring umgreifenden und auf ihm verschiebblichen Klaue. Durch eine Schraube kann diese Klaue bei jedem Winkelgrad des Grundringes festgestellt werden.

Abb. 1. Die Einzelteile des Zielgerätes. 1 Grundring, 2 Ohroliven, 3 Schraubvorrichtung für Ohroliven, 4 Nasenhalterung, 5 Nackenstütze, 6 Gummipelotte, 7 Haltetroikart, 8 Ring zur Markierung der Knochenlücke, 9 Ring für die röntgenologische Zielmarkierung, 10 Gummibänder zur Befestigung des Zielbügels am Grundring, 11 Kinnriemen, 12 Ziellkreise für das Lichtvisier, 13 Zielbügel, 14 Dorne zur Befestigung des Zielbügels am Grundring, 15 Löcher zum Einschrauben der Dorne des Zielbügels, 16 Grundring-Zielbügelerstrebungen, 17 Loch zur Befestigung der Zielbügelerstrebungen, 18 Muffe zur Führung der Zielbügelerstrebungen, 19 Nadelhalter, 20 Mikrometerschraube zur Veränderung des Nadelhöhenwinkels, 21 Teilkreis zur Ablesung des Nadeleitenwinkels, 22 drei Aufnahmerillen für Nadeln, 23 Führungsgansatz für Zielnadeln, 24 Maßstab zur Feststellung der Eindringtiefe der Zielnadel, 25—29 Bestandteile der Zielnadel, 25 Hülle, 26 Mandrin, 27 abschraubarer Handgriff, 28 Reiter zur Einstellung der gewünschten Eindringtiefe der Zielnadel, 29 Koagulationselektrode, 30 Metallmaßstab zur Bestimmung der Verzeichnung bei den Röntgenaufnahmen, 31 Phantommadel zur Vorausbestimmung der Nadellage mit Maßstab zur Verzerrungsbestimmung, 32 Maßstab zur Einstellung der Zielnadel bei der Koagulation des Ganglion semilunare, 33 Einstellgrundring, 34 Füße für Einstellgrundring.

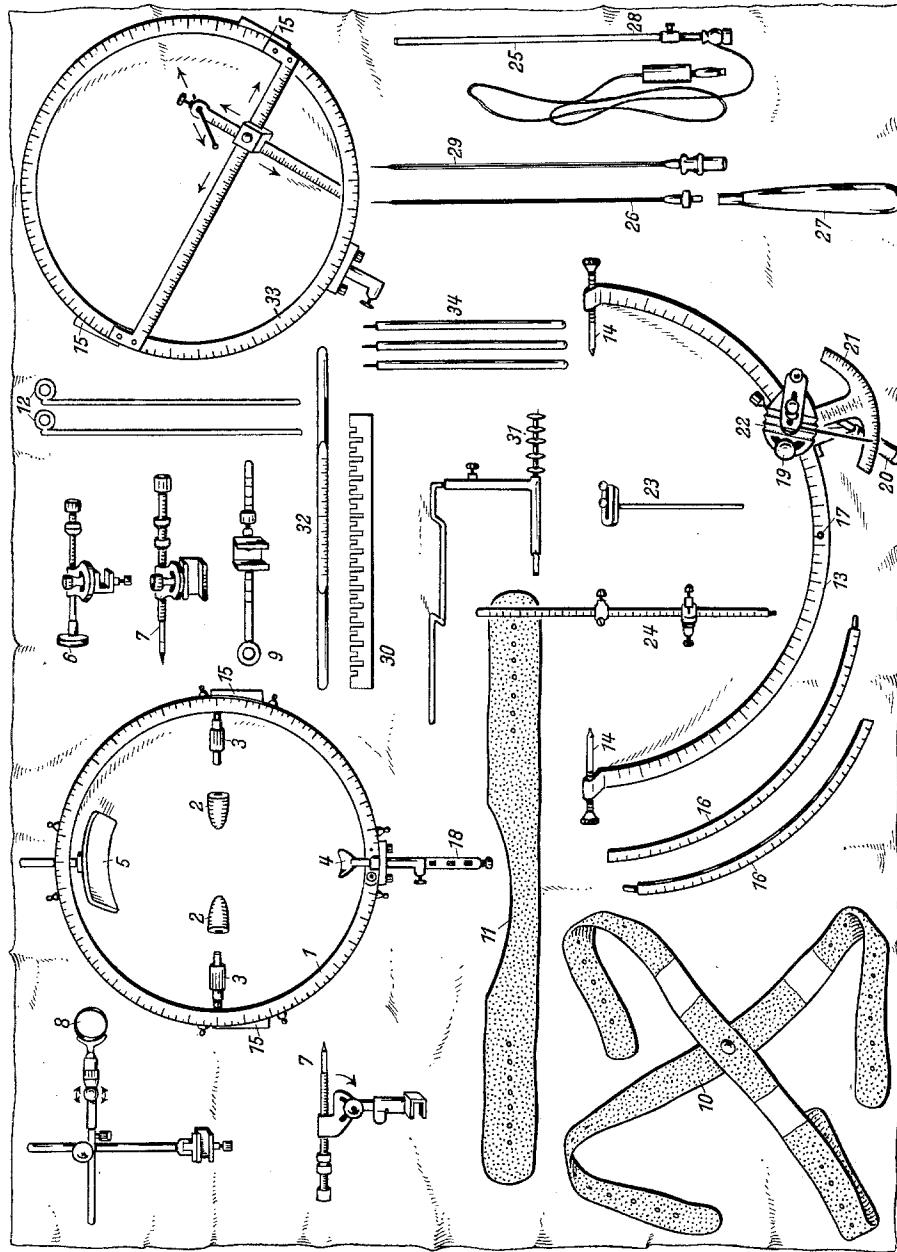
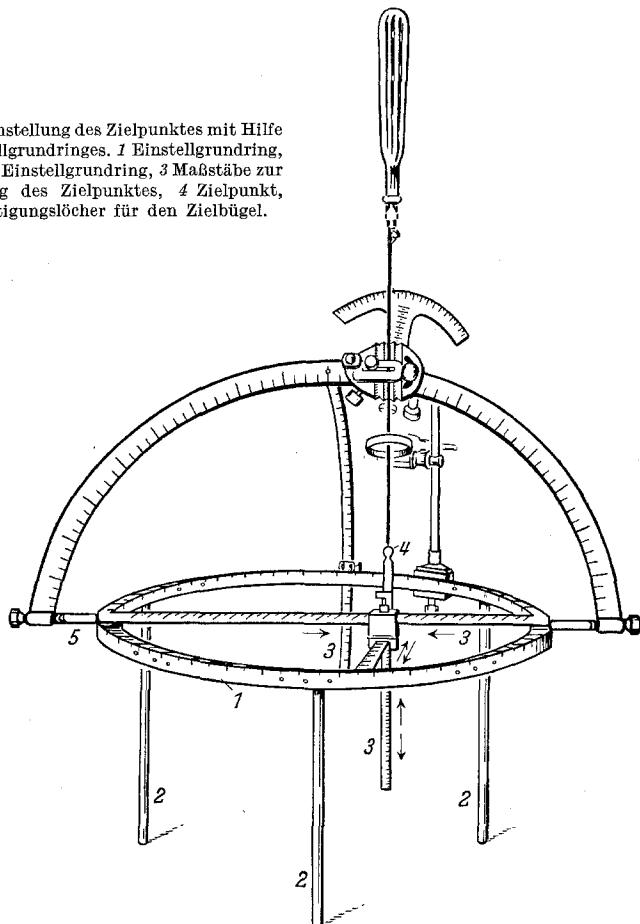


Abb. 1. Erläuterung nebenstehend.

*Bewegliche Zusatzeinrichtungen des Grundringes.*

*a) Gummipelotten (6 in Abb. 1).* Bei der *unblutigen Befestigung* können auf dem Grundring zusätzlich noch verschiebbare, pilzförmige Gummipelotten angebracht werden. Ein Gelenk bewirkt, daß sie bei den ver-

Abb. 2. Einstellung des Zielpunktes mit Hilfe des Einstellgrundringes. 1 Einstellgrundring, 2 Füße für Einstellgrundring, 3 Maßstäbe zur Einstellung des Zielpunktes, 4 Zielpunkt, 5 Befestigungslöcher für den Zielbügel.



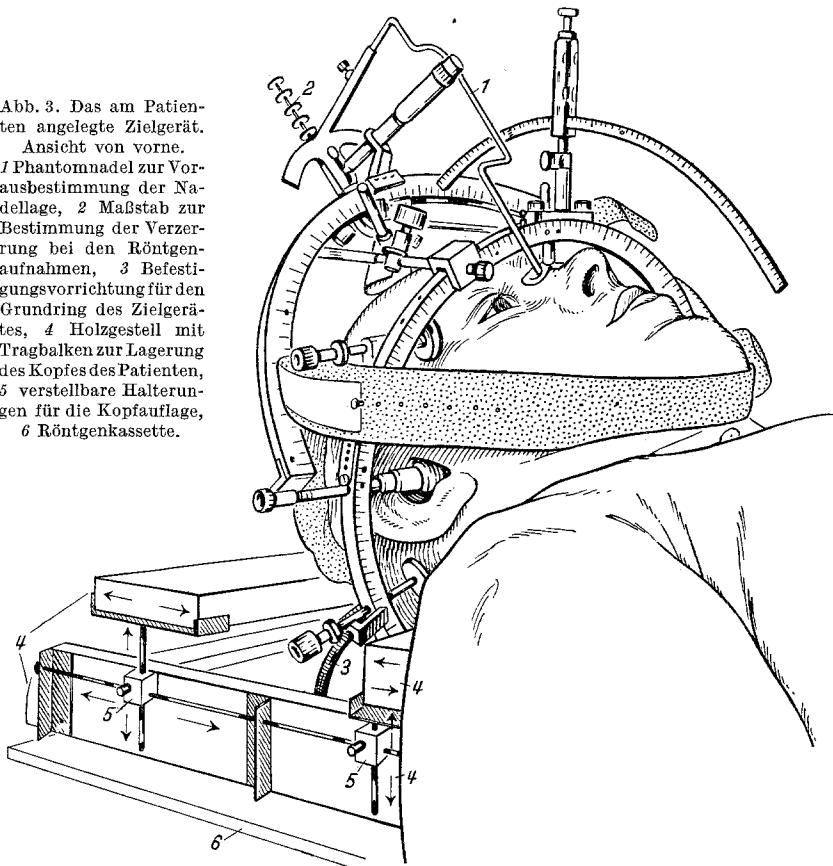
schiedenen Schädelformen gleich gut anliegen. Durch eine Schraubvorrichtung werden sie dem Schädelknochen fest angedrückt.

*b) Haltedorne (7 in Abb. 1).* Bei der *blutigen Befestigung* werden an Stelle der vorher beschriebenen pilzförmigen Gummipelotten troikartähnliche, ebenfalls auf dem Grundring verschiebbliche Halterungen benutzt, die durch eine Schraubvorrichtung direkt in die Lamina ext. des knöchernen Schädel vorgetrieben werden können. Gewöhnlich werden vier derartige Halterungen gleichzeitig angelegt.

c) *Ring für die Markierung der Knochenlücke* (8 in Abb. 1). Wie an späterer Stelle ausgeführt werden wird, erfolgt die Einstellung der Koagulationselektrode auf den zu koagulierenden Punkt mit Hilfe eines Zusatzgerätes, eines gesonderten Einstellgrundringes. Bei der Einstellung muß gefordert werden, daß die Koagulationselektrode nicht nur den fest-

Abb. 3. Das am Patienten angelegte Zielgerät.  
Ansicht von vorne.

1 Phantommadel zur Vor-  
ausbestimmung der Na-  
dellage, 2 Maßstab zur  
Bestimmung der Verzer-  
rung bei den Röntgen-  
aufnahmen, 3 Befestigungs-  
vorrichtung für den  
Grundring des Zielgerä-  
tes, 4 Holzgestell mit  
Tragbalken zur Lagerung  
des Kopfes des Patienten,  
5 verstellbare Halterun-  
gen für die Kopfauflage,  
6 Röntgenkassette.



gelegten Koagulationspunkt trifft, sondern auch durch die am Patienten vorher angelegte Knochenlücke hindurchgeht. Das läßt sich durch die Anlegung eines Markierungsringes im Bereich der Knochenlücke erreichen. Mit Hilfe einer Klaue, zweier durch Gelenkverbindung verbundener Haltestäbe und eines Kugelgelenkes kann der Markierungsring am Grundring befestigt und so eingestellt werden, daß er an der Knochenlücke parallel zum Niveau des benachbarten Schädelknochens liegt.

d) *Ring für die röntgenologische Zielmarkierung* (9 in Abb. 1). Nach Befestigung des Zielgerätes am Patienten ist es günstig, auch kleine

Verschiebungen zum knöchernen Schädelsskelett feststellen zu können. Zu diesem Zweck kann an dem Grundring mit der erwähnten Befestigungs-  
klaue ein verschieblicher Metallring befestigt werden, der sich in einen knöchernen Teil des Schädels projiziert. Ist bei einer Kontrollaufnahme diese Projektion nicht mehr die gleiche, so ist dies neben anderen Merkmalen ein Zeichen dafür, daß der Apparat falsch angelegt ist bzw. sich verschoben hat.

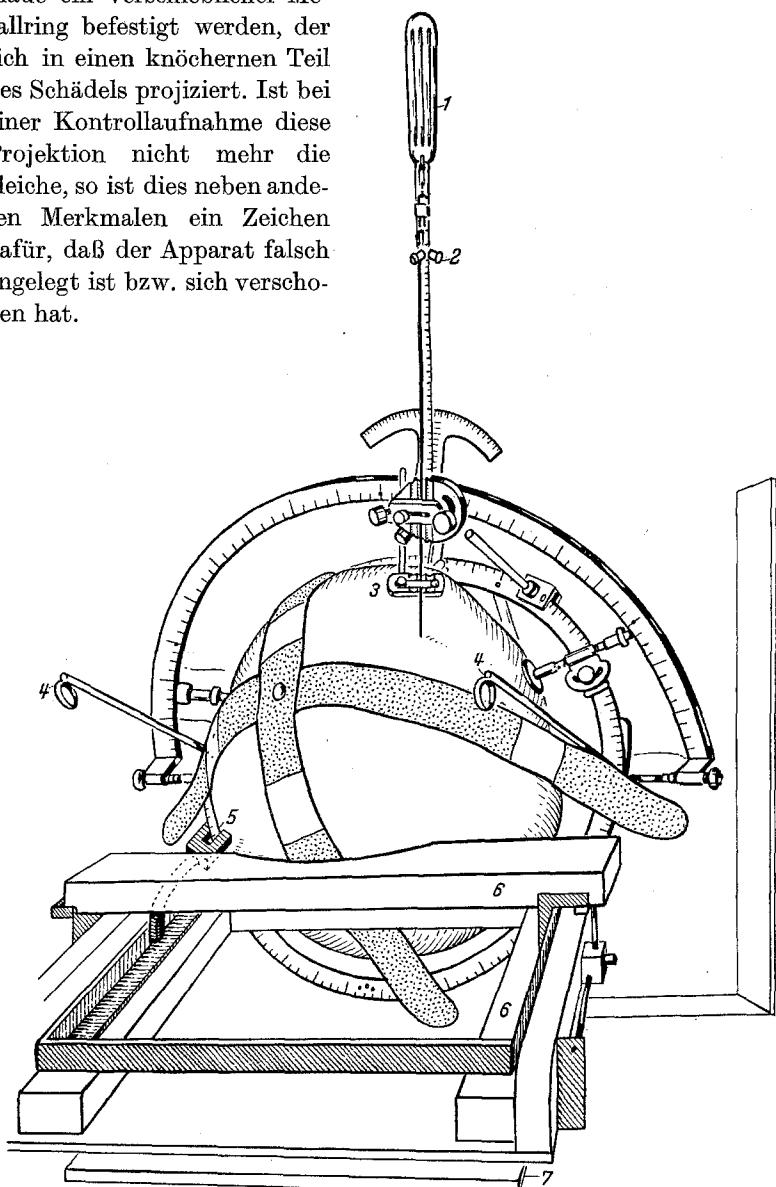


Abb. 4. Das am Patienten angelegte Zielgerät. Ansicht von hinten. 1 Ziernadel mit abschraubbarem Handgriff, 2 Reiter zur Einstellung der gewünschten Eindringungstiefe, 3 Führungsansatz für Ziernadeln, 4 Zielkreise für das Lichtvisier, 5 Befestigungsvorrichtung für den Grundring des Zielgerätes, 6 Holzgestell mit Tragbalken zur Lagerung des Kopfes des Patienten, 7 Röntgenkassette.

*Feststehende Zusatzeinrichtungen des Grundringes.*

Die festen Zusatzvorrichtungen werden in hierfür bestimmte Fassungslöcher des Grundringes eingesteckt bzw. eingeschraubt. Sie sind also im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Teilen nicht auf dem Grundring verschiebbar.

a) *Gummibänder zur Erleichterung der Halterung des Gerätes (10 in Abb. 1).* Um bei der unblutigen Befestigung das Gewicht des Apparates auf eine möglichst große Auflagefläche zu verteilen, werden zwei sich kreuzende Gummibänder an vier verschiedenen Punkten des Grundringes in hierfür vorgesehene Stifte eingehängt. Die Gummibänder liegen auf der Schädeldecke des Patienten auf und ziehen den Grundring mit seinen Teilen leicht kranialwärts. Außerdem kann noch ein aus Gummi bestehender Kinnriemen (11 in Abb. 1) angelegt werden, der ebenfalls ein Verschieben des Apparates verhindert und diesen leicht nach caudal zieht.

b) *Zielkreise für das Lichtvisier (12 in Abb. 1).* Zwei je einen Zielkreis tragende Haltestäbe können in diametrale Bohrungen am Grundring eingesteckt werden. Sie bilden einen Bestandteil des weiter unten besprochenen Lichtvisiers.

**Zu 2. Der Zielbügel (13 in Abb. 1).**

Der Zielbügel ist halbkreisförmig und mit zwei Gradeinteilungen von je 0—90° versehen. Die Gradeinteilungen beginnen an den beiden Enden des Zielbügels, so daß im Scheitelpunkt die Gradzahl 90° vorhanden ist. Der Zielbügel kann sowohl mit dem Grundring (siehe zu 1) als auch mit dem später zu beschreibenden Einstellgrundring (siehe zu 6) verbunden werden. Die Verbindung geschieht durch zwei Dorne (14 in Abb. 1), die durch ein Schraubgewinde dem Zentrum des Halbkreises genähert werden können. Zur Aufnahme dieser Dorne sind sowohl im Grundring als auch im Einstellgrundring verschiedene Löcher vorgesehen (15 in Abb. 1). Diese Löcher sind so gewählt, daß eine Befestigung des Zielbügels am Grundring in der Achse, die durch die Verbindung der äußeren Gehörgänge gebildet wird, möglich ist. Zusätzlich sind noch weitere Löcher für die Aufnahme des Zielbügels am Grundring angebracht. Sie sind vorgesehen, um die Einstellung des Zielbügels für spezielle Eingriffe zu erleichtern (Punktion des Ganglion Gasseri usw.).

Um den Zielbügel in verschiedenen Winkeleinstellungen zum Grundring fixieren zu können, werden zwei viertelkreisförmige Halterungen benutzt, die im Folgenden als Grundring-Zielbügelverstrebungen (16 in Abb. 1) bezeichnet werden sollen. Die eine der beiden Grundring-Zielbügelverstrebungen wird benutzt, wenn sich der Zielbügel kranialwärts von der Grundringebene befindet. Steht der Zielbügel caudalwärts von der Grundringebene, d. h. wird er für Eingriffe von der Schädelbasis

aus eingestellt (z. B. Koagulation im Foramen ovale), so muß die andere der beiden Grundring-Zielbügelverstrebungen benutzt werden. Diese Verstrebungen werden am Scheitel des Zielbügels bei  $90^\circ$  in einem hierfür vorgesehenen Loch (17 in Abb. 1) befestigt. Am Grundring bzw. am Einstellgrundring wird die Grundring-Zielbügelverstrebung durch eine an entsprechender Stelle befestigte Muffe geführt (18 in Abb. 1). Mit Hilfe einer in dieser Muffe befindlichen Schraube kann der Zielbügel in jeder gewünschten Winkeleinstellung zum Grundring arretiert werden. Der jeweilige Winkel wird im Einstellungsprotokoll als „Höhenwinkel“ bezeichnet.

#### Zu 3. Der Nadelhalter (19 in Abb. 1).

Der Nadelhalter ist auf dem Zielbügel schlittenförmig verschiebbar angebracht. Durch eine Schraube kann er in jeder gewünschten Stellung arretiert werden. Die Stellung des Nadelhalters auf dem Zielbügel wird an den auf diesem Bügel angebrachten Gradeinteilungen abgelesen und für das Einstellungsprotokoll als „Seitenwinkel“ bezeichnet. Außer dieser Einstellung auf dem Zielbügel kann der Nadelhalter mit der Nadel durch eine Mikrometerschraube (20 in Abb. 1) auch noch gehoben und gesenkt werden. Diese Einstellung ist an der Mikrometerschraube ablesbar und wird als „Nadelhöhenwinkel“ bezeichnet.

Eine dritte Einstellmöglichkeit ändert den Winkel zur Meridianebene des Schädels. Dieser Winkel ist mit Hilfe eines Zeigers an einem Teilkreis (21 in Abb. 1) ablesbar und kann wie alle anderen Werte nach der Einstellung arretiert werden. Er wird im Folgenden als „Nadelseitenwinkel“ bezeichnet.

Der Nadelhalter trägt drei Rillen (22 in Abb. 1), die für die Aufnahme von drei Nadeln vorgesehen sind. Die Fixation der Nadeln in diesen Rillen wird durch eine abschraubbare Deckplatte gewährleistet. Damit die Nadel sich beim Durchstoßen der Weichteile möglichst nicht verbiegt, ist ein Führungsansatz (23 in Abb. 1) vorgesehen. Dieser ist am Nadelhalter zu befestigen und in seiner Längsrichtung verschieblich. Er hat ebenfalls drei Rillen und eine abschraubbare Deckplatte zur Fixation für die Nadeln.

Um die Eindringtiefe der Nadel in das Hirn jeweils feststellen zu können, ist noch ein Maßstab (24 in Abb. 1) an dem Nadelhalter befestigt.

#### Zu 4. Beschreibung der Zielnadel und der Koagulationselektrode (26—29 in Abb. 1).

Die Zielnadel besteht aus einer Hülle (25 in Abb. 1) und einem Mandrin (26 in Abb. 1) mit abschraubbarem Handgriff (27 in Abb. 1). Der Mandrin überragt die Hülle um etwa 1 cm, wenn er bis zum Schaft in diese vorgeschnitten ist. Die Hülle trägt außerdem einen verstellbaren, feststellbaren Reiter (28 in Abb. 1) zur Einstellung der gewünschten

Eindringungstiefe der Nadel. An Stelle des Mandrins kann auch die bis auf die Spitze isolierte Koagulationselektrode oder eine Ableitungs- bzw. Reizelektrode (29 in Abb. 1) in die Hülle eingesteckt werden.

#### *Zusätzliche Geräte.*

*Kopfhalterung und Befestigungsvorrichtung des Grundringes für die Röntgenaufnahme* (vgl. Abb. 3 und 4). Nach Anlegen des Zielapparates muß der Kranke auf dem Operationsstuhl für die Röntgenaufnahmen zur Lokalisation und für die nachfolgende Operation zweckentsprechend gelagert werden. Da der Zielapparat schon angelegt ist, muß bei der Lagerung darauf Rücksicht genommen werden. Der Patient darf nicht auf dem Grundring liegen, was zu Verschiebungen des Apparates und zu Belästigungen des Kranken führen würde. Zu diesem Zweck wird der Kopf des Patienten auf einem aus zwei gepolsterten Tragbalken bestehenden Holzgestell (4 in Abb. 3, 6 in Abb. 4) gelagert. Zwischen diesen beiden Querbalken ist Platz für den rückwärtigen Teil des Grundringes, der dadurch an keiner Stelle aufliegt.

An diesem Holzgestell ist gleichzeitig noch eine Befestigungsvorrichtung für den Grundring des Zielgerätes (3 in Abb. 3) vorgesehen. Diese Vorrichtung soll verhindern, daß nach der richtigen Einstellung des Grundringes bzw. des Zielapparates für die Röntgenaufnahme durch unvermeidbare kleine Kopfbewegungen des Patienten die Einstellung vor bzw. während der Röntgenaufnahme verändert wird. Mit Hilfe dieser Vorrichtung ist es auch möglich, die Röntgenaufnahme länger zu belichten, wie dies bei dem weiten Abstand vom Objektiv zur Röntgenröhre notwendig ist.

Diese Befestigungsvorrichtung besteht aus einem viereckigen Leichtmetallrahmen, der mittels zweier Klauen (3 in Abb. 3, 5 in Abb. 4) am Grundring befestigt werden kann. Die Befestigung erfolgt zwangsläufig so, daß der Grundring senkrecht auf der Ebene des Metallrahmens steht. Außerdem muß darauf geachtet werden, daß die durch die Schädelmitte gehende Sagittalebene ebenfalls senkrecht auf der Ebene des Leichtmetallrahmens steht. Es darf also keine seitliche Verdrehung des Kopfes bzw. des Grundringes vorhanden sein. Um eine individuelle, bequeme Lagerung des Patienten zu ermöglichen und ein Aufstoßen des Grundringes auf der Unterlage zu verhindern, sind die Kopfauflagen (Tragbalken) auf der Unterlage durch 4 Halterungen (5 in Abb. 3) mit Schrauben in der Höhenrichtung und in der Längsrichtung verstellbar.

#### *Zu 5. Das Lichtvisier.*

Bei der röntgenologischen Ermittlung der Koordinaten des zu koagulierenden Punktes im Hirn kommt es sehr darauf an, daß der Zentralstrahl des Röntgengerätes in der Ebene des Grundringes verläuft. Man

kann das annähernd durch Visieren mit dem Auge erreichen. Zur genaueren Einhaltung dieser Bedingung haben wir ein Lichtvisier entwickelt. Es besteht aus einer Lichtquelle (Glühlampe) in Verbindung mit einer geeigneten Optik und den zwei bereits oben erwähnten an diametralen Punkten des Grundkreises befestigten Zielkreisen. Glühlampe mit Optik sind in einem Gehäuse montiert, das am Röntgengerät so befestigt ist, daß die möglichst parallelen Lichtstrahlen auch parallel zum Zentralstrahl verlaufen. Die Länge der die Zielkreise tragenden Haltestäbe entspricht dem senkrechten Abstand der Mitte der Optik vom Zentralstrahl. Bei richtiger Einstellung der Röntgenröhre, die gegeben ist, wenn der Zentralstrahl in der Ebene des Grundringes verläuft, müssen sich die Schatten der Haltestäbe und der Zielkreise decken.

#### Zu 6. Der Einstellgrundring (Abb. 2).

Um die verschiedenen Einstellwerte des Zielgerätes (Höhenwinkel, Seitenwinkel, Nadelhöhenwinkel, Nadelseitenwinkel und Eindringtiefe der Nadel) ohne mathematische Berechnung so einstellen zu können, daß ein bestimmter zu koagulierender Punkt des Hirns mit Sicherheit von der Koagulationselektrode getroffen wird, ist ein zweiter Grundring notwendig. Dieser Einstellgrundring (1 in Abb. 2) ist in seinen Abmessungen und seiner Gradeinteilung dem Grundring genau nachgebildet. Um ihn jederzeit aufstellen zu können, besitzt er an seiner Unterfläche 3 ausziehbare, etwa 15 cm lange Füße (34 in Abb. 1 und 2 in Abb. 2). Er hat ferner in den 3 Richtungen eines rechtwinkligen räumlichen Koordinatensystems 3 einstellbare Maßstäbe (3 in Abb. 2). Diese sind so aufeinander verschieblich, daß das knopfförmige Ende des Höhenmaßstabes (4 in Abb. 2), das als Zielpunkt dient, auf alle beliebigen Koordinaten in bezug auf den Mittelpunkt des Ringes eingestellt werden kann.

Ebenso wie der Grundring besitzt der Einstellring auch die unter zu 2. beschriebenen Befestigungslöcher und Haltevorrichtungen (5 in Abb. 2) für den Zielbügel. Außerdem können an ihm die gleichen Zusatzgeräte wie am Grundring befestigt werden.

#### Anordnung der Röntgenröhre.

Um bei den für die Lokalisation des zu treffenden Punktes notwendigen Röntgenaufnahmen eine möglichst geringe Verzerrung zu erzielen, ist ein großer Abstand der Röntgenröhre von dem Kopf des Patienten sowohl bei der ap-Aufnahme als auch bei der seitlichen Aufnahme notwendig. Zu diesem Zwecke haben wir die firmenmäßig gelieferte, im Operationssaal befindliche Röntgenanlage in folgender Weise umgebaut: Die Röntgenröhre wurde an einem Stativ befestigt, das vom Boden bis zur Decke reicht und auf entsprechenden Schienen in einer Richtung

gut verschieblich ist. An den übrigen Einstellmöglichkeiten der Röntgenröhre wurde nichts geändert. Durch diese Anordnung kann für die ap-Aufnahme die Röntgenröhre bis zur Decke ausgefahren werden, während sie für die seitliche Aufnahme in Höhe des Kopfes soweit auf den erwähnten Schienen nach der Seite ausgefahren wird, wie dies der Abstand erfordert. Da die Strahlen auch bei einer Aufnahmeentfernung von über 2 m noch nicht parallel laufen und verzerrungsfrei zeichnen, werden die Verzerrungen durch Mitaufnahme eines Metallmaßstabes (30 in Abb. 1) korrigiert, wie dies weiter unten noch näher ausgeführt wird.

#### *EEG-Registrierung und Ableitnadeln.*

Für die Aufnahme des Hirnstrombildes aus der Tiefe können die marktüblichen 4—8kanälichen Apparate verwandt werden. Zur Verminderung der einfallenden Störungen werden sowohl Operationstisch als auch Röntgengerät und vor allem das Zielgerät geerdet. Selbstverständlich müssen alle Apparate, die durch Induktion eine Störmöglichkeit ergeben könnten, abgeschaltet sein. Dabei ist es wichtig, daß nicht nur der Schalter des entsprechenden Gerätes auf die Aus-Stellung gebracht wird, sondern es muß gleichzeitig auch die Netzleitung von der Steckdose entfernt werden.

Für die Ableitung aus der Tiefe benutzen wir eine konzentrische bipolare Nadel, die in die schon beschriebene Hülle der Zielnadel hineinpaßt. Außerdem gebrauchen wir hierfür eine aus Plexiglas bestehende Mehrfachnadel, die an anderer Stelle ausführlich beschrieben ist<sup>3</sup>. Um letztere einführen zu können, ist eine besondere, etwas dickere Hohlsonde mit abschraubbarem Griff erforderlich.

#### *Koagulationsgerät.*

Für die Koagulation kann ein Hochfrequenz- oder Funkenstreckenapparat benutzt werden. Wir haben einen für die Hirnchirurgie umgebauten Funkenstreckenapparat in Anwendung. Der Hochfrequenzstrom wird durch ein Thermokreuzmeßinstrument geleitet, das in Milliampere geeicht ist. Wenn man darauf achtet, daß die Zuleitung vom Meßinstrument zur Koagulationselektrode möglichst kurz ist, ist die Messung der für die Koagulation verwendeten Stromstärke angenähert möglich. In letzter Zeit wenden wir auch die Elektrolyse an.

#### *Mikrophon mit Verstärkereinrichtung zur akustischen Überwachung der Koagulation.*

Um eine weitere Überwachung der Koagulation zu haben und das Verfahren dadurch sicherer zu gestalten, legen wir bei der Koagulation am Kopf des Patienten ein Mikrophon an, das über eine Verstärkeranlage mit einem Lautsprecher verbunden ist. Die während der Koagulation am Amperemeter angezeigte Stromstärke liefert keine genügende

Sicherheit dafür, daß tatsächlich eine Koagulation am gewünschten Punkt stattfindet. Es ist möglich, daß der Strom durch eine mangelhafte Isolierung der Koagulationselektrode zu der umgebenden Metallhülle fließt, ohne an der gewünschten Stelle zu koagulieren. Außerdem kann der Fall eintreten, daß die Spitze der Koagulationsnadel entweder in einem größeren Liquorraum (Ventrikel) oder in einem intrakraniellen Hämatom liegt, das durch die Nadelspitze gesetzt sein könnte. Einen gewissen Anhaltspunkt gibt zwar in diesen Fällen das fehlende Absinken der angezeigten Stromstärke bei der Koagulation. Eine zusätzliche Beurteilung erlaubt aber das im Lautsprecher zu hörende Koagulationsgeräusch. Während bei richtiger Koagulation ein prasselndes Geräusch zu hören ist, fehlt dieses, wenn die beiden vorher erwähnten Komplikationen vorliegen. In diesem Falle muß nach den Ursachen gesucht werden, ehe die Koagulation weiter fortgeführt wird.

#### *Kathodenstrahloscillograph und Reizgerät.*

Nach Einführen der Nadel ist es wichtig, den genauen Sitz auch noch physiologisch zu überprüfen und die entsprechenden Hirnteile an verschiedenen tiefen Punkten der Nadel zu reizen. Wir benutzen hierfür einen Kathodenstrahloscillographen (Konstruktion Tönnies) mit 2 Braunschen Röhren und eingebautem Reizgerät. Auf dem Leuchtschirm der einen Braunschen Röhre kann gleichzeitig der Ablauf der Hirnpotentiale und der Reizstrom registriert werden. Auf dem Leuchtschirm der anderen Braunschen Röhre können außerdem noch Muskelaktionsströme während der Reizung aufgenommen werden, um den Reizeffekt an einzelnen Muskeln besser sichtbar zu machen bzw. objektiv festhalten zu können.

#### *Anwendung des Apparates.*

*a) Anlegen der Trepanationslöcher.* Die Trepanationslöcher für die Einführung der Zielenadel sollen entsprechend groß sein, damit auch später Nachkoagulationen stattfinden können, ohne daß dies durch eine rasche Neubildung von Knochen erschwert bzw. verhindert wird. Der Durchmesser der Trepanationslöcher soll etwa 2,5 cm betragen. Das Periost wird in diesem Bereich zweckmäßig entfernt, um eine zu rasche Knochenneubildung zu verhindern. Die Dura bleibt zunächst geschlossen. Größere Gefäße auf der Dura werden zweckmäßigerweise koaguliert, um beim späteren Einführen der Koagulationselektrode keine Blutungen zu bekommen. Sind besonders starke Hirngefäße durch die Dura sichtbar, so müssen sie in einer während der Operation angefertigten Skizze des Trepanationsloches eingetragen werden, damit sie bei einer späteren Punktion mit der Koagulationselektrode vermieden werden können. Die Koagulationselektrode kann nach entsprechender Lokalisation des zu treffenden Punktes nun sofort nach

Anlegen des Zielapparates durch einen jetzt ausgeführten Schlitz in der Dura eingeführt werden, und die Koagulation kann stattfinden. Zweckmäßig führt man die Trepanation aus, wenn die Röntgenaufnahme für die Lokalisation gemacht ist und die Koordinaten des zu treffenden Punktes ausgemessen werden. Der Zielbügel wird während des operativen Eingriffes abgenommen. Auf diese Weise wird die für die Berechnung notwendige Zeit ausgenutzt. Es ist aber auch möglich, den Eingriff zweizeitig vorzunehmen. In diesem Fall werden zunächst die Trepanationslöcher angelegt. Nach Abheilen der Hautwunden wird die eigentliche gezielte Hirnoperation vorgenommen. Um die Wundheilung durch etwaiges Abstoßen von subcutanen Fäden nicht zu verzögern, verzichten wir auf diese und legen nur Hautnähte. Die Blutstillung soll möglichst sorgfältig gemacht werden, um Hämatome unter der Galea zu vermeiden und damit die Heilung nicht zu verzögern. Es muß besonders betont werden, daß nach Abheilen der Hautwunden der zweite Teil der Operation, also das Einführen der Koagulationsnadel nur stattfinden kann, wenn wirklich einwandfreie Wundverhältnisse herrschen. Ein noch vorhandenes Hämatom, auch wenn es keine Zeichen einer Infektion bietet, verbietet auf jeden Fall das Einführen der Koagulationselektrode. Die Gefahr, etwa infektiöses Material in die Tiefe des Hirns zu verschleppen, ist zu groß, zumal der Koagulationsherd im Hirn den Keimen einen ausgezeichneten Nährboden bieten würde.

#### *Anlegen des Apparates.*

*a) Unblutige Befestigung.* Die unblutige Art der Befestigung genügt für Koagulationen, die sich auf einen größeren Bereich erstrecken bzw. bei denen eine gute röntgenologische Kontrolle und nachträgliche Veränderung der Koagulationselektrode möglich ist. Wir verwenden diese Art der Befestigung daher vor allen Dingen bei der Leukotomie und ferner bei der Trigeminuskoagulation. Am sitzenden Patienten wird zunächst der Grundring angelegt. Zu diesem Zweck werden die Ohroliiven in den äußeren Gehörgang gesteckt, mit dem Apparat verbunden und in den Gehörgang eingeschraubt. Es muß hierbei darauf geachtet werden, daß die Gummioliven während des Einschraubens mit der Hand festgehalten werden, da ein Mitdrehen der Gummioliven schmerhaft ist. Dann werden nach Einrichtung des Apparates in der deutschen Horizontalen die Nackenstütze und Nasenstütze angelegt. Die weitere Befestigung erfolgt durch die 4 Gummipelotten (6 in Abb. 1), die beiderseits vor dem Ohr, über dem Jochbein und an den Warzenfortsätzen sitzen. Ferner werden die Gummizüge, die um das Kinn und die Schädeldecke laufen, angebracht. Dann werden die beiden Zielkreise für das Lichtvisier der Röntgenaufnahme an den vorgesehenen diametralen Bohrungen des Grundringes eingesteckt und außerdem der Zielkreis für

die Knochenmarkierung zur Feststellung der Lage des Apparates befestigt. Sodann erfolgt das Anlegen des Ringes für die Markierung der Knochenlücke. Zum Schluß wird der Patient mit angelegtem Zielgerät auf dem unter 4. beschriebenen Holzgestell zur Kopfhalterung aufgelegt. Der Grundring wird mit dem Leichtmetallrahmen der Kopfhalterung verschraubt. Durch entsprechende Zwingen werden schließlich Holzgestell und Leichtmetallrahmen mit dem Kassettenträger und untereinander verbunden, so daß die richtige Lage des Schädels für die Röntgenaufnahmen gesichert ist.

*b) Blutige Befestigung.* Bei der blutigen Befestigung werden zunächst die Ohroliven, die Nasen- und die Nackenstütze genau so angelegt, wie unter a) beschrieben. Dann werden an vier geeigneten Stellen (an der Stirn, an den Warzenfortsätzen und am Os occipitale) Hautquaddeln mit Novacain gesetzt. An diesen Stellen werden Haltdorne (7 in Abb. 1) am Grundring befestigt und so weit eingeschraubt, daß sie einige Millimeter in den Knochen eindringen. Auf diese Weise wird eine absolut starre Verbindung zwischen dem Schädel des Patienten und dem Grundring hergestellt.

*Die röntgenologische Bestimmung des zu koagulierenden Punktes* erfordert meist eine vorhergehende Encephalographie, die uns weitere Anhaltspunkte über die Lage der zu koagulierenden Stelle im Hirn gibt. Es ist zweckmäßig, daß nach Anlegen des Zielapparates und nach Auffertigung der Röntgenaufnahmen nach der Füllung sofort die Ermittlung der Koordinaten und die Koagulation angeschlossen wird. Wird das Zielgerät nach Ermittlung der Koordinaten wieder abgenommen, und in einer zweiten Sitzung die Koagulation durchgeführt, so entstehen bei diesem zweiten Anlegen des Zielgerätes leicht Fehlerquellen, wenn es nicht an genau der gleichen Stelle und in der gleichen Lage befestigt ist. Dies gilt besonders bei Ausschaltungen von tiefen Hirnteilen wie Thalamotomien und Koagulationen des Pallidums. Nach der Luftfüllung ist es zweckmäßig, vor Anlegen des Zielgerätes eine Probeaufnahme zu machen, um sich das Anlegen des Apparates zu ersparen, wenn eine Füllung der Ventrikel nicht eingetreten ist. Ist der Ventrikel gut gefüllt und das Zielgerät angelegt, so können die Röntgenaufnahmen vorgenommen werden.

Für die Einstellung zur ap-Aufnahme sind folgende Bedingungen zu erfüllen.

- a) Der Zentralstrahl muß durch den vorderen Nullpunkt des Grundringes gehen.
- b) Die Ebene des Grundringes muß in einer durch den Zentralstrahl gehenden Ebene liegen.
- c) Die Röntgenplatte muß streng senkrecht zum Zentralstrahl stehen.

Die Einhaltung dieser Bedingungen wird durch das Lichtvisier überwacht. Zu diesem Zwecke werden die beiden Zielkreise auf hierfür vorgesehene Löcher bei 0 und 180° eingestellt. Die Lage des Kopfes des Patienten oder die Stellung der Röntgenröhre ist dann so zu verändern, daß die Schattenbilder der Halterungen auf der Ebene der Röntgenplatte zusammenfallen und die Zielkreise selbst konzentrische Schatten ergeben. In dieser Stellung wird das Zielgerät an der Röntgenkassette, wie beschrieben, fixiert und die Aufnahme durchgeführt. Bei der seitlichen Röntgenaufnahme müssen ebenfalls drei Bedingungen erfüllt werden:

- a) Der Zentralstrahl muß durch die 90°-Stellung des Grundringes hindurchgehen.
- b) Der Grundring muß in einer durch den Zentralstrahl gehenden Ebene liegen und
- c) die Röntgenplatte muß wiederum streng senkrecht zum Zentralstrahl stehen.

Auf Grund des Encephalogramms, der Lage der Pinealis und des knöchernen Schädel skeletts wird dann sowohl in der Längsaufnahme als auch in der seitlichen Aufnahme der zu koagulierende Punkt bestimmt und auf dem Röntgenbild markiert. Einen Anhaltspunkt für die Lage der zu koagulierenden Punkte auf Grund des Encephalogramms geben das Buch von DAVIDOFF u. DYKE<sup>4</sup> über das normale Encephalogramm und ferner die entsprechenden Zeichnungen von TALAIRACH und Mitarbeitern<sup>5</sup>, die auf den genauen Auswertungen von Hirn- und Schädelsektionen beruhen. Ein Ausbau dieser Untersuchungen ist für die weitere Entwicklung des Zielverfahrens dringend notwendig. Nach Markierung des zu treffenden Punktes werden seine Koordinationen im Röntgenbild bestimmt. Nun muß zunächst die Verzeichnung berücksichtigt werden, die dadurch entsteht, daß die Röntgenstrahlen bei der Aufnahme nicht parallel sind. Zu diesem Zweck wird sowohl bei der ap-Aufnahme als auch bei der seitlichen Aufnahme ein Metallstab (30 und 31 in Abb. 1 u. 2 in Abb. 3) mitgeröntgt<sup>6</sup>. Dieser Maßstab liegt senkrecht zum Zentralstrahl der Röntgenröhre und zwar möglichst genau in einer Ebene, in der auch der zu koagulierende Punkt ist. Der Maßstab besitzt eine Zentimeterenteilung. Beim Ausmessen der Zentimetermarkierung auf dem Röntgenbild wird man feststellen, daß die Zentimetermarkierung länger als 1 cm ist. Der Schädel auf der Röntgenplatte und damit auch das mitgeröntgte Zentimetermaß sind infolge der Verzeichnung größer als dies der Wirklichkeit entspricht. Für die Ausrechnung der Koordination muß zunächst festgestellt werden, wieviel Prozent diese Vergrößerung beträgt. Diese Prozente sind bei der endgültigen Feststellung der Zielwerte zu berücksichtigen und abzuziehen, also bei:

- a) der Entfernung des Punktes von der Mittellinie,
- b) der Höhe des Punktes über der deutschen Horizontalen bzw. über dem Grundring und
- c) bei der Entfernung des Punktes nach vorne bzw. nach hinten von einer durch die Ohroliven gehenden und auf dem Grundriß senkrecht stehenden Ebene.

Es wird nun zunächst auf der ap-Aufnahme des Schädelns der senkrechte Abstand des zu koagulierenden Punktes von der Mittellinie bestimmt. Von diesem Wert werden dann die entsprechenden Verzeichnungsprozente abgezogen. Es wird dann ebenfalls auf der ap-Aufnahme die Höhe des zu treffenden Punktes über der deutschen Horizontalen bzw. über dem Grundring in gleicher Weise ausgemessen und eingestellt. Für die dritte notwendige Koordinate wird die Seitenaufnahme benutzt. Auf ihr wird der senkrechte Abstand des zu koagulierenden Punktes von einer durch die Ohrlinie gehenden senkrecht zur deutschen Horizontalen bzw. zum Grundring gelegenen Ebene ermittelt.

*Durchführung der Koagulation.*

Die auf die beschriebene Weise ermittelten Koordinaten des zu koagulierenden Punktes werden auf dem Einstellgrundring eingestellt (s. Abb. 2). Der Knopf des Höhenmaßstabes stellt dann — wie erwähnt — den Zielpunkt dar. Als nächster Schritt muß nun die Knochenlücke, durch die der Spieß hindurchgeführt werden soll, am Schädel des Patienten markiert werden. Diese Markierung, die später auf den Einstellgrundring übertragen wird, dient dazu, die Richtung der Zielnadel so festzulegen, daß sie nicht nur den zu koagulierenden Punkt trifft, sondern auch durch die am Patienten befindliche Knochenlücke hindurchgeht. Würde die Markierung nicht vorgenommen, so würde es häufig passieren, daß zwar der zu koagulierende Punkt richtig eingestellt ist, daß ihn aber am Patientenschädel die Zielnadel nicht erreichen kann, weil sie bereits vorher auf knöchernen Widerstand stößt und die Knochenlücke an einer anderen Stelle liegt, als dies der Richtung der Zielnadel entspricht. Zur Markierung der Knochenlücke wird die Halteklaue des schon oben beschriebenen Knochenmarkierungsringes in geeigneter Stellung am Zielbügel befestigt, und der Ring selbst so an die Knochenlücke angelegt, daß er parallel zum Niveau des benachbarten Schädelsskeletts liegt. Der Durchmesser des Einstellringes entspricht ungefähr der Größe der für die gezielten Hirnoperationen typischen Knochenlücke. Die Stellung der Halteklaue wird am Grundring abgelesen. Die Lage der Gelenke des Einstellringes darf nun nicht mehr verändert werden. Jetzt wird die Haltevorrichtung des Knochen-einstellringes gelöst und unter dem gleichen Winkelgrad in der gleichen

Stellung am Einstellgrundring befestigt. Es wird daraufhin der Zielbügel am Einstellgrundring angelegt und die Höhen- und Seiteneinstellung des Nadelhalters so vorgenommen, daß die Nadel einerseits durch den Ring durchgeht, der die Knochenlücke markiert und zweitens den zu koagulierenden Punkt mit ihrer Spitze trifft. Die hierzu erforderliche Eindringtiefe der Koagulationselektrode wird durch einen Reiter an der Führungshülle markiert. Außerdem ist es jetzt zweckmäßig, sich davon zu überzeugen, daß die Nadel nicht verbogen ist, da auch geringe Abweichungen schon Fehlerquellen verursachen können. Hierzu dreht man den Handgriff der in der Halterung liegenden Nadel um seine Achse. Bei gerader Nadel bleibt die Nadelspitze stets auf dem Zielpunkt. Beschreibt sie bei der Drehung einen exzentrischen Kreis um den Zielpunkt, so ist dieses ein Zeichen, daß sie verbogen und für den Eingriff nicht tauglich ist.

Ist die Einstellung der Nadel gefunden, werden sämtliche Feststellseinrichtungen am Zielbügel und am Nadelhalter arretiert und ihre Einstellwerte genau notiert. Diese schriftliche Fixation der Werte ist nötig, um etwaige unbeabsichtigte spätere Verschiebungen der Zielnadel beim Anlegen des Zielbügels am Patienten sofort zu bemerken. Hierauf wird die Zielnadel herausgezogen und, ohne daß an den Einstellungen etwas geändert wird, wird der Zielbügel an dem am Patienten befindlichen Grundring in genau der gleichen Stellung angelegt. Nach entsprechender Desinfektion und Lokalanästhesie im Bereich der Knochenlücke kann nun die Nadel eingeführt und die Koagulation vorgenommen werden.

Die Abweichmöglichkeit der Nadel beim Eindringen durch die Weichteile — eine der hauptsächlichsten Fehlerquellen — fällt praktisch fort, wenn der Eingriff einzeitig vorgenommen wird, weil dann die Nadel nur das weiche Hirngewebe zu durchstoßen hat.

#### *Vorausbestimmung der Nadellage.*

Um unnötige Punktationen im Hirn zu vermeiden, kann es wichtig sein, die ungefähre Nadellage vorauszubestimmen, besonders im Anfang, wenn der Operateur noch nicht genügende Übersicht hat und sämtliche Fehlerquellen, die eine fehlerhafte Nadeleinstellung bedingen, mit Sicherheit ausschalten kann.

Zu diesem Zwecke gehören zu dem Apparat Zusatzvorrichtungen, die es ermöglichen, auf dem Röntgenbild die spätere Lage der Zielnadel durch eine Phantomnadel vorauszubestimmen. Dieses Zusatzgerät kann sowohl für die seitliche als auch für die ap-Aufnahme benutzt werden und ermöglicht damit, da auch die Tiefenbestimmung auf diese Weise vorgenommen werden kann, eine genaue Kontrolle über die spätere Lage der Zielnadel.

*Anlegen der Phantommadel zur Lagevorausbestimmung der Koagulationselektrode.*

Für die ap-Aufnahme wird die zweimal rechtwinklig abgebogene Phantommadel (31 in Abb. 1 u. 1 in Abb. 3) an Stelle der Koagulationselektrode so in den schon vorher eingestellten Nadelhalter eingesetzt, daß sie in Richtung der Koagulationsnadel verläuft, und daß die von der Phantommadel gebildete Ebene senkrecht auf der Plattenebene steht. Damit wird erreicht, daß der doppelt rechtwinklig abgebogene Stab auf dem Röntgenfilm als gerade Linie abgebildet wird. Die auf diese Weise gewonnene Röntgenaufnahme ermöglicht die Kontrolle darüber, ob die Nadel in bezug auf die Medianebene richtig eingestellt ist. In der gleichen Weise wird die seitliche Aufnahme vorgenommen. Sie soll feststellen, ob die Nadel in der richtigen Einstellung zu einer Vertikalebene verläuft, die senkrecht zur deutschen Horizontalebene steht.

*Komplikation und Fehler bei der Koagulation.*

Bei sorgfältiger Durchführung der Technik lassen sich Komplikationen weitgehend vermeiden. Voraussetzung für die Vornahme des zweizeitigen Eingriffes ist ein tadelloses Abheilen der vorher gesetzten Trepanationslücke. Befindet sich noch irgend ein Exsudat unter dem Hautlappen, so ist eine Koagulation kontraindiziert, denn es läßt sich nie mit Sicherheit bestimmen, ob ein altes Hämatom bakterienfrei ist. Ist dieses nicht der Fall, so könnten die Keime in die Tiefe des Hirns verschleppt werden und dort einen Abszess setzen. Eine Blutung nach dem Einführen der Nadel, die ein Abbrechen des Eingriffes oder eine chirurgische Intervention notwendig gemacht hätte, haben wir bisher noch nicht beobachtet. Mit der Möglichkeit einer solchen Komplikation ist aber theoretisch immer zu rechnen. Es ist daher zweckmäßig, durch Herausziehen des Mandrins nachzuprüfen, ob sich größere, unter Druck stehende Blutmengen entleeren. In diesen Fällen muß der Eingriff abgebrochen werden. Bei etwa eintretender zunehmender Benommenheit des Patienten müßte die Punktionsstelle freigelegt und exploriert werden. Bei kleineren Blutungen, die entstehen, ist ein Abbrechen des Eingriffes nicht erforderlich. Meist sind sie an der Nadelspitze vorhanden und stehen dann sofort nach der Koagulation. Es ist noch möglich, daß beim Herausziehen der Nadel mit der Hülle Blutungen entstehen, wenn das Gewebe koaguliert ist und dieses koagulierte Gewebe mit herausgezogen wird. Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig, daß vor dem Herausziehen der Hülle zunächst die Nadel herausgezogen wird, von deren Spitze dabei das koagulierte Gewebe abgestreift wird. Damit wird ein Zug und ein Zerreißen von Blutgefäßen durch das koagulierte Gewebe vermieden.

Die Fehler bei der Koagulation entstehen vor allem durch eine fehlerhafte Lage der Nadel. Diese kann eintreten, wenn der Apparat sich nach der Röntgenkontrolle noch verschiebt.

Um ein zweimaliges Anlegen des Apparates zu vermeiden, machen wir daher die Encephalographie, das Anlegen des Apparates und die Koagulation in einer Sitzung. Eine zweite Fehlermöglichkeit besteht darin, daß die Nadel beim Durchstoßen der Weichteile abgeschoben wird und ihre Richtung ändert, trotzdem sie am Zielgerät genau eingestellt ist. Es ist daher in jedem Falle darauf zu achten, daß die Führung für die Zielnadel (23 in Abb. 1 u. 3 in Abb. 4) stets angebracht ist und sich möglichst nahe an der Kopfschwarte befindet. Sind die Weichteile sehr schwer zu durchstoßen, so ist es vorteilhaft, für die Weichteile einen etwas dickeren, zum Apparat gehörenden Troikart zu benutzen und dann die Elektrodennadel mit Hülle durch diesen Troikart durchzuführen. Diese hauptsächlichste Fehlerquelle wird praktisch vermieden, wenn der Eingriff einzeitig durchgeführt wird.

Eine weitere Fehlerquelle besteht noch darin, daß die Nadeln sich gelegentlich verbiegen und dann auch bei richtiger Einstellung im Zielhalter ebenfalls von dem gesuchten Punkt abweichen können. Sie müssen daher zweckmäßigerweise vor dem Eingriff kontrolliert werden. Ist der Punkt durch die Nadelspitze richtig getroffen, so kann trotzdem der therapeutische Effekt ausbleiben, wenn Fehler in der Koagulation auftreten. Eine genaue Überwachung der Stromstärke und ein Vermeiden von Kurzschlüssen ist daher notwendig. Liegt die Nadelspitze im Liquor (Ventrikel) oder in einer Blutung, so ist dies daran zu erkennen, daß die Stromstärke nicht wie normal nach der Koagulation absinkt, sondern eher ansteigt, und daß außerdem das prasselnde Geräusch im Mikrophon nicht zu hören ist.

#### *Die Anwendung des Apparates bei speziellen Eingriffen.*

Auf die genaue Lokalisation und physiologische Überwachung bei der Thalamotomie und Koagulation des Pallidums soll hier nicht näher eingegangen werden. Es würde dies den Rahmen dieser Arbeit überschreiten. Es soll hier lediglich eine besondere Anwendungsart des Apparates beschrieben werden, die Koagulation des Ganglion Gasseri bei der Trigeminusneuralgie. Wir wenden sie bei Patienten an, die entweder infolge ihres Allgemeinzustandes nicht operationsfähig sind oder die die Operation ablehnen. Der Zielapparat ist so eingerichtet, daß auch von der Basis aus Koagulationen vorgenommen werden können. In diesen Fällen wird der Zielbügel über das Gesicht oder über das Hinterhaupt nach unten geklappt und dann nach Bestimmung des entsprechenden Punktes die Zielnadel von der Basis aus vorgeführt. Bei der Koagulation des Ganglion Gasseri gestaltet sich das Verfahren folgendermaßen: Es

wird zunächst eine Schädelbasisaufnahme gemacht. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Ebene, die durch die Verbindungsline der beiden äußeren Gehörgänge und die Verbindungsline der Foramina ovalia gebildet wird, parallel zur Röntgenplatte verläuft und senkrecht zum Zentralstrahl steht. Gleichzeitig wird ein Vergleichsmaßstab (ähnlich 31 in Abb. 1) mitgeröntgt, der in der Verlängerung der Verbindungsline der beiden äußeren Gehörgänge angebracht ist. Wenn die entsprechende Vergrößerung, die durch die Verzeichnung entsteht, berücksichtigt wird, kann man auf Grund der Auswertung der Maße des Verlängerungsstabes und der Darstellung der Foramina ovalia feststellen:

1. wie weit die Foramina ovalia von der Mittellinie entfernt sind, und
2. wie groß ihr senkrechter Abstand von einer Linie liegt, die durch die beiden äußeren Gehörgänge zieht. Auf Grund dieser Maße kann die Koagulation vorgenommen werden.

Der Einstich der Ziernadel erfolgt im Bereich des Gesichts, wie bei der typischen Punktion des Ganglion semilunare (Gasseri). Die Ermittlung des Zielpunktes kann nach den vorher beschriebenen Grundsätzen vorgenommen werden. Der Apparat ist aber außerdem durch zusätzliche Aufnahmehöcker für den Zielbügel und durch einen Maßstab für die Einstellung der Seitenabweichung der Ziernadel so eingerichtet, daß auch das von KIRSCHNER beschriebene Verfahren angewandt werden kann.

#### Literatur.

- <sup>1</sup> SPIEGEL, E. A., H. T. WYCIS, M. MARKS, u. A. J. LEE: Science **106**, 2754: 349 (1947). — SPIEGEL, E. A., u. H. T. WYCIS: *Stereotaxy and Stereotomies*. New York: Grune and Stratton 1952. Enthält auch Übersicht über bisher erschienene Literatur.
- <sup>2</sup> TALAIRACH, J., H. HECAEN, M. DAVID, M. MONNIER, et J. DE AJURIAGUERRA: Revue neur. **81**, 1: 4 (1949). — <sup>3</sup> v. BAUMGARTEN, R.: Nervenarzt **23**, 272 (1952). —
- <sup>4</sup> DAVIDOFF, L., M. u. C. DYKE: *The Normal Encephalogram*. Philadelphia: Lea u. Febiger 1946. — <sup>5</sup> TALAIRACH, J., J. DE AJURIAGUERRA, et H. HECAEN: Ann. Méd. **51**, 1 (1950). — <sup>6</sup> WOLFF, M.: Fortschr. Röntgenstr. **77**, H. 6 (1952).

Prof. Dr. T. RIECHERT, (17b) Freiburg i. Br., Neurochirurg. Abtl. d. Univ.,  
Hauptstraße 5 u. Händelstraße 20.