

dem bestimmten Ziel der Aufstellung aller Strahlklassen und Klassenkörper im quadratisch-imaginären respektive im quadratisch-reellen Zahlkörper.

Über die moderne Literatur zur rein arithmetischen Berechnung singulärer Invarianten, auf die in der Diss. gar nicht eingegangen wurde, findet man weiter Angaben in der klaren Arbeit von MAX DEURING (L. 61').<sup>3)</sup>

Zusammengefasst können folgende Arbeiten über die singulären Moduln zur neueren Literatur hinzugefügt werden:<sup>4)</sup>

L. 43' HEINIS, HUGO: «Über eine Gleichung 5. Grades der komplexen Multiplikation der elliptischen Modularfunktionen.» Inaug.-Diss. Basel 1911.

L. 49<sub>1</sub> BINDSCHEDLER CARL: «Die Teilungskörper der ellipt. Funktionen im Bereich der dritten Einheitswurzel.» Inaug.-Diss. Zürich 1922.

<sup>3)</sup> Diese Bemerkung ist in der Diss. p. 28 zwischen Abschnitt 1 und 2 einzuschalten.

<sup>4)</sup> Die Literatur-Nrn. beziehen sich auf die Nr. der Diss. Diese Literaturtabelle ist pg. 35 der Diss. einzuschalten.

L. 49<sub>2</sub> HAUSER, GASTON: «Teilungsgleichungen der ellipt. Funktionen im quadratisch-imaginären Zahlkörper.» Inaug.-Diss. Zürich 1924.

L. 49<sub>3</sub> HAGENBUCH, GUSTAV: «Über die Teilungskörper der elliptischen Funktionen für den Grundkörper  $K(\sqrt{-1})$ .» Inaug.-Diss. Zürich 1926.

L. 49<sub>4</sub> GUT, MAX: «Über die singulären Moduln der Ikosaedermodulfunktionen.» Inaug.-Diss. Zürich 1924.

L. 49<sub>5</sub> — «Die Aufstellung der Klassen- und Ringklassengleichungen der absoluten invarianten Modularfunktionen.» Math. Annal. 98 (1927), p. 544 bis 565.

L. 49<sub>6</sub> — «Zur Theorie der Klassenkörper, insbesondere der Strahlklassenkörper der quadratisch-imagin. Zahlkörper.» Comment. Math. Helv. vol. 15 (1942), 81—119.

L. 49<sub>7</sub> — «Zur Theorie der Strahlklassenkörper der quadr.-reellen Zahlkörper.» Comment. Math. Helvet. vol. 16 (1943), 37—59.

L. 61' DEURING, MAX: «Die Typen der Multiplikationsringe elliptischer Funktionenkörper.» Abhandlungen Sem. Hamburg, Band 14 (1941), p. 197,

## Ein einfacher leistungsfähiger Mikromanipulator

Von

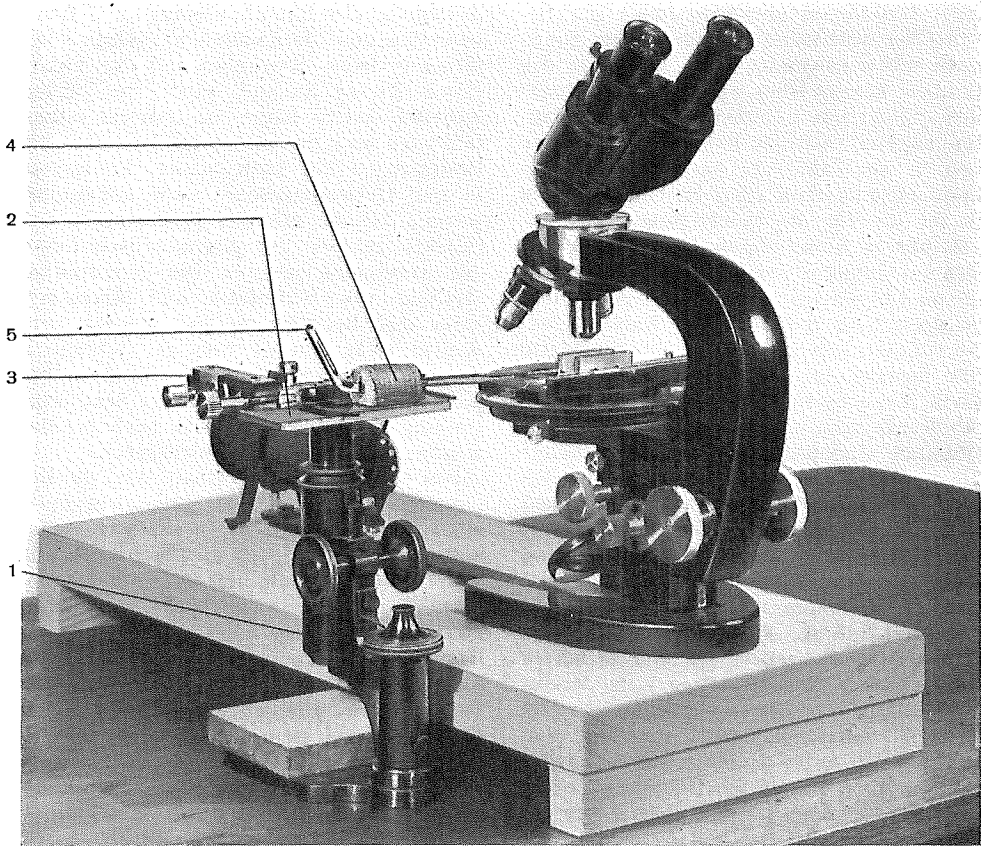
HANS WANNER (Zürich)

(Mit 1 Abbildung im Text)

(Aus dem Institut für allgemeine Botanik der Universität Zürich)

Beim Arbeiten unter dem Präpariermikroskop ist es unmöglich, Bewegungen in Bereichen, die kleiner als  $\frac{1}{2}$  mm sind, mit der freien Hand sicher auszuführen. Diese Grenze liegt noch höher, wenn unter dem einfachen Mikroskop präpariert werden muss, d. h. bei seitenverkehrtem Bild. Bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen müssen deshalb technische Hilfsmittel, Mikromanipulatoren, beigezogen werden. Notwendig ist dies vor allem, wenn ein-

zelne Zellen, z. B. Bakterien oder Pilzsporen, isoliert werden sollen, oder gar bei Operationen an einzelnen Zellen. Das erste Instrument dieser Art wurde vor 45 Jahren von S. L. SCHOOTEN gebaut. Seither sind eine ganze Reihe verschiedener Typen entwickelt worden, von welchen wohl der Zeiss'sche Gleitmikromanipulator die eleganteste Konstruktion darstellen dürfte. In der Literatur verstreut finden sich nun noch eine grosse Anzahl von Angaben über



### Behelfsmässiger Mikromanipulator mit Hilfsstativ

1: Hilfsstativ, 2: Tisch des Hilfsstatives, 3: Objektführer, 4: Kork, auf Objektträger aufgeklebt, als Führung für den Nadelhalter, 5: umgebogenes Ende des als Nadelhalter dienenden Glasstabes (die Umbiegung dient zur leichten Regulierung der Neigung der Nadelspitze gegen die Arbeitsfläche).

behelfsmässige Einrichtungen, die für den speziellen Fall, für den sie konstruiert wurden, oft völlig genügen. Die meisten dieser Improvisationen haben aber den Nachteil, daß zu ihrer Konstruktion doch noch recht viel Arbeit oder dann wieder mehr Mittel aufgewendet werden müssen. Aus diesem Grunde beschreibe ich hier eine selbst zusammenstellbare Mikromanipulationsvorrichtung, die ein Minimum an aufzuwendender Arbeit und ebensowenig Mittel erfordert, andererseits aber vielseitig anwendbar und von grosser Präzision ist. Als Beweis für letzteres möchte ich schon hier beispielsweise bemerken, daß es mit

dieser Vorrichtung ohne grössere Schwierigkeiten gelingt, die 4 Sporen einer Basidie zu «pflücken» oder die Sporen eines Asku einzeln der Reihe nach zu isolieren.

Das Prinzip der Konstruktion geht aus der beiliegenden Abbildung hervor.

Der Instrumententräger («Assistent») wird durch das Oberteil eines älteren Mikroskopes gebildet (im folgenden als Hilfsstativ oder -mikroskop bezeichnet). Von diesem wurde der Fuss von der Mikroskoptischplatte weggeschraubt, diese letztere wird etwas beschwert, um absolute Stabilität zu gewährleisten. Vom Tubus dieses Hilfsmikroskopes werden Revolver

samt Objektiven entfernt, damit der Bereich der vertikalen Bewegung des Tubus nach unten erweitert wird. An Stelle des Okulars kommt eine von einem Mechaniker angefertigte Leichtmetallplatte mit unten angeschweisstem Rohrstützen, der genau in das Tubusrohr passt. Diese Platte muss absolut eben sein. Es befinden sich in ihr die für die Befestigung eines Objektführers notwendigen Löcher. Der Instrumentenhalter besteht ganz einfach aus einem Objektträger mit darauf gekittetem zylindrischem durchbohrtem Korken. Dieser Objektträger wird auf der oberen Platte des Assistenten von einem Objektführer (evtl. Kreuztisch) gehalten. In das Loch des Korks wird ein einseitig ausgezogener Glasstab eingepasst, der als Nadelhalter dient. Die Nadeln selbst verfertige ich aus Glaskapillaren, die mit ihrem nicht ausgezogenen Ende gerade auf das verjüngte Ende des Nadelhalters passen und dort mit einem Tropfen Picein genügend stabil festgehalten werden. Über die Art der Herstellung von feinsten Nadeln, Schlingen usw. brauche ich hier nichts zu sagen. Dieses für eine erfolgreiche Mikromanipulationstechnik so wichtige Gebiet ist in den entsprechenden Arbeiten von PÉTERFI (1924) u. a. genügend behandelt worden. Eine stabile feuchte Kammer mit seitlicher Öffnung zur Einführung der Instrumente herzustellen, ist unter Zuhilfenahme einiger dicker Glasstreifen ebenfalls leicht möglich.

Die Operationsinstrumente können mit dieser Vorrichtung in allen 3 Richtungen des Raumes bewegt werden, und zwar hat hier, wie etwa bei dem bekannten Mikromanipulator nach JANSE und PÉTERFI (Zeiss) jede Raumkoordinate ihren besonderen Verstellungsmechanismus. Dieser wird dargestellt durch die Schrauben des Objektführers auf der Platte des Assistenten (Horizontalkomponenten der Bewegung) und durch die Höhenverstellung des Tubus des Assistenten (Vertikalkomponente). Die vertikale Bewegung der Instrumente kann mittels der Feinbewegung des Tubus besonders fein reguliert werden.

Durch die Art des Verstellungsmechanismus besitzt ein solcher Mikromanipulator alle Vor- und Nachteile ähnlicher Systeme. Letztere bestehen vor allem in einer gewissen Trägheit der Einstellung durch die

Zerlegung der Raumbewegung in 3 Komponenten und die dadurch notwendige Betätigung dreier Schrauben mit der linken Hand. Dieser Nachteil dürfte bei vielen Arbeiten jedoch kaum ins Gewicht fallen, und wird noch dadurch gemildert, dass die Bewegungen der Instrumente, wenigstens in der Horizontalebene, noch kombiniert werden können mit den Bewegungen des Objekts mittels der Kreuztischschrauben des Arbeitsmikroskopes. Die gegenseitige Stellung von Hilfsstativ und Mikroskop kann nach Belieben gewählt werden, persönlich ziehe ich es vor, die Schrauben des ersteren mit der linken Hand zu betätigen und mit der rechten die Scharfeinstellung auf das Objekt evtl. noch die Bewegung desselben zu kontrollieren.

Das hier dargelegte Prinzip, also die Benutzung der drei Bewegungsrichtungen eines mit Kreuztisch versehenen Hilfsmikroskopes, lässt sich natürlich noch auf andere Weise als die hier angegebene verwirklichen. Es braucht z. B. vom Hilfsmikroskop der Fuss nicht abgeschraubt zu werden, wenn man das Mikroskop kippt, so dass der Tubus horizontal steht. Die übrigen Einrichtungen bleiben sich gleich (Hilfstisch auf dem Tubus). In diesem Fall werden die Horizontalkomponenten der Bewegungen einerseits durch die «Höhenverstellung» des Hilfsmikroskopes (Tubustrieb) und andererseits durch eine der Schrauben des Objektführers auf dem Hilfstisch, die Vertikalkomponente durch die andere Schraube des Objektführers verwirklicht. Fein verstellbar ist bei dieser Anordnung also die Vor- und Rückwärtsbewegung, eventuell bei entsprechender Stellung des Hilfsmikroskopes die Seitwärtsbewegung der Instrumente im Blickfeld des Arbeitsmikroskopes.

Wieder eine andere Möglichkeit ist dann gegeben, wenn beim Hilfsmikroskop der Tisch selbst durch Zahn und Trieb in der Höhe verstellbar ist. Dann reduziert sich die ganze Arbeit zur Herstellung des Mikromanipulators auf die Anfertigung der Nadeln und sonstigen notwendigen Instrumente.

Mit allen diesen behelfsmässigen Einrichtungen lässt sich bis zu mittleren Vergrößerungen sehr gut arbeiten. Die Genauigkeit ist natürlich begrenzt durch die Grösse des Leerlaufes der verschiedenen

Triebschrauben. Dieser lässt sich durch Fetten bis zu einem Minimum herabdrücken.

Ich hoffe damit einen Weg gezeigt zu haben, wie in Laboratorien mit Hilfe eines eventuell zweier Hilfsmikroskope sofort und mit geringsten Kosten (die Auslagen beschränken sich auf die Herstellung des

Hilftisches) und Arbeit, eine sehr leistungsfähige Mikromanipulations-Vorrichtung zusammengestellt werden kann.

#### Literatur

PÉTERFI, T., Die mikrurgische Methodik. Handb. d. biol. Arbeitsmethoden von Abderhalden, Abt. V, Teil 2, 479, 1924.

## Vorträge

### der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

5. Juni 1944. ERNST GÄUMANN, Zürich: «Immunität und Immunitätsreaktionen bei Pflanzen.»

Zwischen den pflanzlichen und den tierisch-menschlichen Immunreaktionen bestehen gewisse Beziehungen. Alles das, was die Pflanze kann, kann der Mensch auch; aber er kann noch mehr. Dies wurde an Hand von vier Gesichtspunkten besprochen:

1. Der Mechanismus der Immunreaktionen. Artgleich bei Pflanze und Mensch sind gewisse plasmatische, biochemische Immunreaktionen (die Bildung von Agglutininen, Lysinen, Virusantikörpern usw.) und einige histogene Demarkationen; aber darüber hinaus besitzt der Mensch im antiinfektionellen Sektor noch die Phagozytose und im antitoxischen Sektor die Fähigkeit zur Bildung von spezifischen Antitoxinen, welche Fähigkeiten der Pflanze in diesem Ausmass abgehen. Dafür kommt ihr, stärker als dem Menschen, die Fähigkeit zu, den Infekt durch lokale Nekrosen abortieren zu lassen (nekrogene Abortion).

2. Die topologische Reichweite der Immunreaktionen. Artgleich bei Pflanze und Mensch sind die lokalen, zellulären Immunreaktionen; aber darüber hinaus besitzt der Mensch noch die humoralen Immunreaktionen mit dem Blut als Träger der Abwehr oder mit dem ganzen Körper als sensibilisiertem Substrat. Diese humoralen Reaktionen sind der Pflanze in der Regel versagt; denn sie ist viel weniger eine Ganzheit als der Mensch;

sie ist ja auch nie ausgewachsen. Wegen dieser Beschränkung der Abwehrbereitschaft auf den Infektionsherd und seine unmittelbare Umgebung kennt die Pflanze wohl lokale Immunreaktionen, aber keine humorale Immunität.

3. Die Leistungsfähigkeit der Immunreaktionen. Artgleich bei Pflanze und Mensch ist die Schwächung und Lokalisierung des pathogenen Agens; aber darüber hinaus vermag der Mensch bei manchen Infektionskrankheiten das pathogene Agens noch zu eliminieren, also eine Heilung einzuleiten, was der Pflanze nur selten gelingt.

4. Die Dauer des induzierten Schutzes. Artgleich bei Pflanze und Mensch ist die angeborene Bereitschaft zur Abwehr und die Steigerung der Leistungsfähigkeit durch Sensibilisierung. Beim Menschen kann diese Sensibilisierung u. U. ein Leben lang vorhalten. Bei der Pflanze löscht sie mit dem Infekt wieder aus; denn die Pflanze besitzt nur ein geringes Erinnerungsvermögen; sie ist ahistorisch. Wegen dieses geringen Erinnerungsvermögens kennt die Pflanze wohl angeborene Immunreaktionen, aber keine erworbene Immunität.

Für Einzelheiten sei auf das demnächst erscheinende Buch des Verfassers, «Pflanzliche Infektionslehre» verwiesen.

(Autoreferat.)