



## Hans Spemann zum Gedächtnis.

Von

**O. Mangold,**  
Freiburg i. Br.

Sehr verehrte Damen und Herren!

Wir sind heute hier zusammengekommen, um dem Gedächtnis von HANS SPEMANN eine Feierstunde zu weihen und seinen Geist zurückzurufen an die Stätte, an der er nahezu 20 Jahre gearbeitet hat. Hier in diesem Hörsaal und an diesem Pult redete er zu Deutschlands akademischer Jugend und zu seinen wissenschaftlichen Freunden. Auf der Fläche dieser Tafel entstanden im flotten Zug seiner sicheren Hand klare anatomische Zeichnungen, und auf der

Anm.: Rede, gehalten bei der Gedächtnisfeier für H. SPEMANN am 27. Juni 1942, bei der eine Büste SPEMANN'S — angefertigt von Otto Leiber und geschenkt vom Badischen Minister des Kultus und Unterrichts — im Zoologischen Institut der Universität Freiburg i. Br. zur Aufstellung gelangte.

Projektionswand erschienen vor seinen wissenschaftlichen Hörern die erstaunlichen Bilder, die seine Experimente dem Geheimnis der Entwicklung abgerungen. Viele Jahre saßen wir selbst als Schüler vor ihm in den Bänken des Hörsaals. Dankbarkeit und Treue zu unserem Lehrer und Freund sollen daher in dieser Stunde unsere Worte beseelen.

HANS SPEMANN wurde am 27. Juni 1869 — also heute vor 73 Jahren — als Sohn des bekannten Kunstverlegers WILHELM SPEMANN in Stuttgart geboren. Er besuchte dort bis zur Reifeprüfung das Gymnasium. Nach Ableistung seines militärischen Dienstjahrs und einer 1½ jährigen Tätigkeit als Buchhändler entschloß er sich, Naturwissenschaften zu studieren. Als Student der Medizin besuchte er die Universitäten Heidelberg und München, um dann in seinem 7. Semester bei Professor THEODOR BOVERI in Würzburg endgültig der Zoologie sich zuzuwenden. In Würzburg promovierte er 1894 bei BOVERI, SACHS und RÖNTGEN zum Dr. phil. und erwarb sich 1898 die *Venia legendi* für Zoologie. 10 Jahre später folgte er seinem ersten Ruf auf den Lehrstuhl für Zoologie in Rostock. Während des Weltkriegs, 1914—1919, war er 2. Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie in Dahlem. Im Frühjahr 1919 übernahm er den Lehrstuhl AUGUST WEISMANNs in Freiburg, dem er trotz vieler lockender Rufe bis zu seiner Emeritierung im Frühjahr 1937 Treue bewahrte. In seinem Haus am Lorettoberg genoß er, immer in ernster Arbeit, den Feierabend seines Lebens, bis ihn das Schicksal am 12. September 1941 im 73. Lebensjahr abberief. Hart traf uns alle sein Verlust, besonders hart, da der Krieg mit seinen schweren Beanspruchungen, Prüfungen und Opfern uns die Hilfe und Stütze des Freundes unentbehrlich erscheinen ließ.

Als HANS SPEMANN im Jahre 1891 als Student die Universität bezog, stand die Abstammungslehre in voller Blüte und beherrschte mit ihren Hilfswissenschaften, der vergleichenden Anatomie und der vergleichenden Embryologie, das Denken der wissenschaftlichen Welt. Daher standen auch seine ersten 3 Studentenjahre nahezu vollständig in ihrem Bann. In Heidelberg übte der Meister der vergleichenden Anatomie GEGENBAUR einen tiefen Einfluß auf ihn aus. In München diskutierte er mit dem Vitalisten PAULY bis in die späten Abende mit Leidenschaft und Hingabe über ihre Probleme. Aber schon kündigte sich am geistigen Horizont unserer Hochschulen eine neue Wissenschaft an, die die Probleme der Vererbung und Entwicklung ins Auge faßte und ihre experimentelle Lösung in Angriff nahm.

WILHELM ROUX und HANS DRIESCH hatten die beengenden Grenzen der beschreibenden Entwicklungsgeschichte übersprungen und experimentell in die Entwicklung eingegriffen, und in Freiburg hatte AUGUST WEISMANN in seinem Werk über das Keimplasma die Fragen der Vererbung und Entwicklung klar formuliert und durch theoretische Vorstellungen unterbaut.

Als SPEMANN Ende 1894 zu BOVERI nach Würzburg kam, traf er diesen bei einem entwicklungsphysiologischen Experiment, und die innere Auseinandersetzung mit der alten Wissenschaft begann. Auf den Rat von BOVERI bewegten sich aber seine Doktorarbeit und seine Habilitationsarbeit noch in der beschreibenden und vergleichend anatomischen Bahn. In der Doktorarbeit wurde entsprechend den klassischen Abhandlungen von BOVERI am Pferdespulwurm die Frühentwicklung eines Spulwurms aus der Lunge des Schweins (*Strongylus paradoxus*) untersucht, und das Schicksal der einzelnen Furchungszellen mit der Keimbahn der Geschlechtszellen genauestens festgestellt. Die Habilitationsarbeit behandelt die Entwicklung der Tuba Eustachii und des Kopfskeletts bei Anuren. Zweifellos hätte SPEMANN seine erfolgreichen Arbeiten über das Kopfskelett der Wirbeltiere noch fortgesetzt, wenn ihn nicht ein Lungenspitzenkatarrh im Winter 1896/97 zu einem längeren Kur-aufenthalt im Süden und in Arosa gezwungen hätte. Nur eine Schülerarbeit von LITZELMANN, in Freiburg 1924 entstanden, befaßt sich noch mit glücklichem Erfolg mit dem Problem.

Über die Gründe, die SPEMANN zur Abkehr von der vergleichenden Anatomie und zur Zuwendung zur experimentellen Forschung führten, sind wir durch seine Erinnerungen und durch seine im Jahre 1915 erschienene Abhandlung über den Begriff der Homologie gut orientiert. Sie waren teils prinzipieller, teils persönlicher Art. Bestimmend waren nämlich: die Erkenntnis, daß man zuerst die Entwicklungsgesetze ermitteln muß, um die Stammbäume der Tiere aufstellen zu können; die Unsicherheit, die der Homologiebegriff, der Grundbegriff der vergleichenden Anatomie, durch die Ergebnisse der experimentellen Forschung erhielt; die Abneigung gegen die unsichere Spekulation, die der stammesgeschichtlichen Forschung häufig anhafte; das Bedürfnis nach sicherer Schlußfolgerung, wie sie die exakte kausale Forschung zuläßt; die Neigung zum Lebendigen, das sich dem experimentierenden Forscher in besonders eindringlicher Weise erschließt und die Liebe zum

Experiment. Dazu kamen der Einfluß seines Lehrers BOVERI und die Theorien WEISMANN'S über die Vererbung und Entwicklung.

In der erzwungenen Muße des Winters 1896/97 in Arosa studierte SPEMANN als einziges wissenschaftliches Werk das im Jahre 1892 erschienene Buch AUGUST WEISMANN'S über das Keimplasma. Sein Inhalt hat ihn außerordentlich beeinflußt, denn er sagte: „*Alle meine Arbeiten wurzeln in ihren Anfängen bei WEISMANN*“.

Lassen Sie uns einen kurzen Blick auf die für uns in Betracht kommenden WEISMANN'Schen Gedanken werfen. WEISMANN stellt die beiden grundsätzlichen Fragen auf: 1. In welcher Weise wird die Ähnlichkeit der aufeinanderfolgenden Generationen gesichert? und 2. wie kommt bei der Entwicklung des Individuums die Arbeitsstruktur seiner Teile zustande? Zur Erklärung der Ähnlichkeit der aufeinanderfolgenden Generationen nimmt WEISMANN ein „*Keimplasma*“ an, das in allen Zellen vorhanden ist, im Laufe der Generationen sich nicht verändert und auch bei der Differenzierung der Gewebe keine Veränderung erfährt. Das Keimplasma setzt sich, nach seiner Vorstellung, aus den „*Determinanten*“ zusammen. Diese stellen kleine, selbständige Lebenseinheiten dar und sollen in dem Chromatin des Kernes liegen. Während der Entwicklung der Individuen aus der Keimzelle soll die Verschiedenheit der einzelnen Teile und Gewebe durch eine verschiedene Verteilung der Determinanten zustande kommen, indem jedem Teil des Embryo bestimmte Determinanten zugeteilt werden. Der Kern des befruchteten Eies erfährt also während der Entwicklung eine erbungleiche Teilung. Die Ursache für die Art der Teilung soll im Kern selbst liegen und unabhängig von der Umgebung sein. Nur die Keimzellen behalten den vollen Bestand der Determinanten. Mit diesen Vorstellungen hatte WEISMANN das *Determinationsproblem* klar erfaßt, d. h. die Frage nach den Ursachen der verschiedenen Entwicklung der Teile des Embryo. SPEMANN ging einen Schritt weiter und führte sie der experimentellen Lösung zu.

Die Frage nach der Determination der Teile des Embryo während der Entwicklung wurde von SPEMANN mit zwei Versuchsgruppen in Angriff genommen. Die eine behandelt die Entwicklungsfaktoren, die bei der Bildung der Linse des Wirbeltierauges wirksam sind, und die andere die ersten Determinationsvorgänge in den frühesten Keimstadien mit Hilfe des Schnürexperiments. Als Untersuchungsobjekt dienten stets die Keime von Fröschen und Molchen.

Ich bespreche zuerst die *Experimente zum Linsenproblem*. Bei der Entwicklung des Wirbeltierauges entstehen der Augenbecher und die Linse aus verschiedenen Keimmaterialien; der Augenbecher aus der Gehirnanlage, die Linse aus der Epidermis. Die Anlagen der Augenbecher liegen im 4 Tage alten Keim, d. h. in der frühen Neurula, am vorderen Rand der Medullarplatte. Sie werden, während die Platte sich zum Neuralrohr schließt, beiderseits ventral als primäre Augenblasen ausgestülpt und gelangen dabei in unmittelbare Berührung mit den Linsenanlagen. Diese befinden sich in der frühen Neurula seitlich von den Medullarwülsten und schieben sich während des Medullarplattenschlusses über die primären Augenblasen. In enger Verbindung miteinander bilden weiterhin die primäre Augenblase den Augenbecher mit Retina, Pigmentepithel, Iris und Augennerv, die flache, epidermale Linsenanlage zuerst das Linsenbläschen und dann die Linse mit Faserkern, Linsenepithel und Linsenhäutchen. Diesen wichtigen Elementen des Auges fügen sich dann weiterhin Gefäßhaut, Sklera, Hornhaut, Augenmuskeln an und im Innern entwickeln sich Glaskörper und vorderes Augenkammerwasser. Das Endergebnis ist dann der Augapfel, jenes bewunderungswürdige Organ, das uns das optische Bild der Außenwelt vermittelt.

Die Entstehung von Augenbecher und Linse ließ viele Beobachter kausale Zusammenhänge vermuten. SPEMANN hat aber als erster experimentell eingegriffen. Er stellte die präzise Frage auf: bildet die Linsenanlage auch ohne Augenbecher eine Linse? Zu ihrer Beantwortung entfernte er beim ersten Versuch die Anlage der primären Augenblase aus der offenen Medullarplatte der Neurula des Grasfrosches (*Rana fusca*) mit der heißen Nadel, die ROUX in die Wissenschaft eingeführt hatte. Das Ergebnis war klar und eindeutig: die Linsenanlage bildete keine Linse. Das Experiment im Jahre 1901 als vorläufige Mitteilung nur kurz veröffentlicht, lenkte die Aufmerksamkeit anderer Forscher auf sich und reizte zur Nachahmung. Widersprechende Ergebnisse stellten die Arbeit SPEMANN'S in Zweifel. SPEMANN verfeinerte darauf die Methode, indem er anstatt der heißen Nadel Glasinstrumente zum Schneiden verwandte. Ferner dehnte er die Versuche auf die späte Neurula aus. Nach Abheben der bedeckenden Epidermis wurde die primäre Augenblase entfernt und die Epidermis wieder zurückgelegt. Schließlich wurden außer den Keimen des Grasfrosches solche vom Wasserfrosch (*Rana esculenta*) und der Unke (*Bombinator pachypus*) verwendet. Das Resultat widersprach allen Erwartungen, klärte aber

die entstandenen Widersprüche auf. Die augenbecherfreie Linsenanlage vom Grasfrosch (*Rana fusca*) bildete keine Linse, die von der Unke (*Bombinator pachypus*) gelegentlich nur eine schwache Linse, und die vom Wasserfrosch (*Rana esculenta*) häufig eine sehr schön differenzierte Linse. Die Entstehung der Linse ist also bei den verschiedenen Anurenarten in verschiedenem Grade abhängig vom Augenbecher.

Zum weiteren Nachweis der Abhängigkeit der Linsenbildung vom Augenbecher wurde die Frage aufgeworfen: Kann der Augenbecher auch in ortsfremder Epidermis die Bildung einer Linse veranlassen? Nach Ausbildung der primären Augenblase wurde die überlagernde Linsenanlage herausgeschnitten und durch Epidermis verschiedener Entfernung ersetzt. Wie beim obenerwähnten Experiment wurden wieder die 3 Anurenarten *Rana fusca*, *Bombinator pachypus* und *Rana esculenta* verwendet. Die Induktionsfähigkeit der Augenbecher ergab sich klar aus den Versuchen mit *Rana fusca*; bei ihm bildete die ortsfremde Epidermis eine Linse, selbst wenn sie aus der Bauchregion stammte.

Das Experiment beleuchtete aber auch die weitere Frage: Welche Bezirke der Epidermis besitzen noch die Potenz, eine Linse zu bilden? Hierin verhielten sich die verschiedenen Keimarten wieder verschieden: bei *Rana fusca* konnte noch die gesamte Epidermis, bei *Bombinator pachypus* nur die des Kopfes und bei *Rana esculenta* nur die über dem Augenbecher liegende, d. h. die primäre Linsenanlage, eine Linse bilden.

Diese Experimente zum Linsenproblem beschäftigten SPEMANN ungefähr 14 Jahre. Erst 1912 erschien die große, abschließende Arbeit, die immer als eine klassische Abhandlung der Entwicklungsphysiologie betrachtet werden wird. Die Widersprüche, welche durch das verschiedene Verhalten der verschiedenen Amphibienarten entstanden, hätten wohl manchen veranlaßt, das undankbare Objekt aufzugeben. SPEMANN ließ aber nicht locker, sondern verfeinerte Schritt für Schritt seine mikrochirurgische Technik und erfaßte in fortschreitender geistiger Analyse alle die Probleme, die bei der Entwicklung eines harmonischen Ganzen aus verschiedenen Teilen entstehen. Besonders hervorgehoben und ergänzend erwähnt seien hier für das Auge folgende Fragen: Die Determination der Linse durch den Augenbecher als ‚abhängige Differenzierung‘, die ‚doppelte Sicherung‘ der Linsenentwicklung bei *Rana esculenta* einerseits durch die Fähigkeit der Linsenanlage zu unabhängiger Entwicklung und

andererseits durch die Induktionswirkung des Augenbechers, der Einfluß der Linse auf den Augenbecher, die Größenharmonie von Linse und Augenbecher, die Dauer der Wirkung des Augenbechers und die Verteilung der Linsenpotenz in der Epidermis in Form eines ‚Zerstreuungskreises‘.

Ein Teil dieser Fragen wurde auch bei der WOLFFSchen Linsenregeneration durch Schüler (WACHS, SATO) bearbeitet, und in ähnlicher Weise wie bei der Augenentwicklung konnte bei anderen Organen, den Extremitäten, Kiemen und Haftfäden das Zusammenwirken der verschiedenen embryonalen Gewebe geklärt werden (ROTMANN u. a.).

Die Experimente am Auge wirkten außerordentlich anregend. Gelehrte der ganzen Welt griffen sie auf, eigneten sich die neue Technik und Fragestellung an, und verfolgten bis heute auf ihrer Grundlage am Auge und an anderen Organen Probleme von allgemeiner biologischer Bedeutung.

Die zweite Versuchsgruppe, die ungefähr gleichzeitig in Angriff genommen wurde, befaßt sich mit den *ersten Determinationsvorgängen im Ei*. Um ein Experiment von WILHELM ROUX weiter auszubauen, wurden die Eier vom Streifenmolch nach einer Methode von OSKAR HARTWIG im Zweizellenstadium entlang der ersten Furche mit einem Kinderhaar eingeschnürt und dadurch die beiden ersten Furchungszellen teilweise voneinander getrennt. Da bei dem Versuch sehr interessante Mißbildungen, besonders Embryonen mit vorderen Verdopplungen, d. h. mit 2 Köpfen und 2 Rumpfen auftraten, wurde die ursprüngliche Absicht aufgegeben und das Ergebnis des Schnürversuchs selbst genau bearbeitet. Außer den Einschnürungen wurden auch Durchschnürungen in großer Zahl vorgenommen. Die Schnürungsversuche geben Aufschluß über Fragen, die zu Beginn der entwicklungsphysiologischen Forschung vielfach bearbeitet wurden, nämlich: 1. die Beziehung der ersten Furchungsebene zur späteren Medianebene des Embryo, 2. die Lage des virtuellen Embryo im Ei und 3. die entwicklungsphysiologischen Fähigkeiten, d. h. die „prospektive Potenz“ der ersten Furchungszellen. Ich bespreche hauptsächlich die Ergebnisse der Durchschnürung. Sie sind von zweierlei Art. In ungefähr einem Drittel aller Fälle entwickeln sich aus den beiden getrennten ersten Furchungszellen eines Eies ganze, harmonisch gebaute Embryonen halber Größe, sog. „eineiege Zwillinge“; in den übrigen Fällen ein normaler, har-

monisch gebauter Embryo halber Größe und ein kugelig bis ellipsoides Gebilde ohne Kopf, Achsenorgane und Schwanz, ein sog. „Bauchstück“. Die Schnürung trennte also im ersten Fall gleiche Hälften, im zweiten Fall die dorsale von der ventralen Hälfte. Da entlang der ersten Furchungsebene geschnürt wurde, wurde geschlossen, daß die erste Furchungsebene entweder median oder frontal im virtuellen Embryo liegt. Hinsichtlich der entwicklungsphysiologischen Potenz der ersten beiden Furchungszellen ergab sich, daß die beiden lateralen und die dorsale gleichwertig sind; alle sind imstande, einen vollkommenen Embryo halber Größe zu bilden; sie können mehr bilden als sie normalerweise zu bilden haben, ihre „prospektive Potenz“ (DRIESCH) ist größer als ihre „prospektive Bedeutung“ (DRIESCH). Ihre Teile sind noch nicht endgültig zu ihrem Schicksal bestimmt, denn im ganzen Embryo finden sie großenteils eine andere Verwendung als im halben. Der ventralen Halbblastomere fehlen dagegen wesentliche Potenzen zur Entwicklung eines ganzen Embryo. Bei den Einschnürungen ergaben sich sinngemäß entsprechende Ergebnisse, nämlich vordere Verdoppelungen verschiedenen Grads, im Höchsthalle bis zum After, bei medianer Lage der Schnürung, und ein Embryo mit einem anhängenden Bauchstück bei frontaler Schnürung. Wird die Schnürung in der Blastula durchgeführt, so sind die Ergebnisse im wesentlichen dieselben.

Die sorgfältige experimentelle und gedankliche Bearbeitung der Schnürversuche, die im Jahre 1903 ihren ersten Abschluß fand, trug reiche Früchte. Sie machte folgende Probleme der experimentellen Lösung zugänglich: 1. Das Problem der erbungleichen Kernteilung, 2. die Probleme der Wechselbeziehung von Kern und Protoplasma und die Lokalisation der Erbanlagen, 3. das Problem der bilateralen Asymmetrie und 4. das Problem des Ablaufs der Determination in der frühen Entwicklung des Amphibienkeims. Alle 4 Problemkomplexe sind von SPEMANN selbst oder von seinen Mitarbeitern und Schülern bearbeitet worden. Die Schilderung dieser Arbeiten könnte in schönster Weise zeigen, wie ein begnadeter Forscher, einmal in die Front der unbekanntten Welt eingedrungen, ein Problem nach dem anderen aufrollt und der Lösung zuführt. Die Kürze unserer Feierstunde zwingt mich aber, mich auf die Darstellung des 4. Problemkomplexes, den *Determinationsablauf in der frühen Entwicklung* zu beschränken, auf dessen Lösung das Schwergewicht der SPEMANNschen Arbeit besonders in den letzten 20 Jahren gelegen hat.



Die Durchschnürung im Zweizellenstadium und im Blastulastadium zeigte, wie schon ausgeführt, daß die Keimhälften noch ganze Embryonen bilden können, und daß die einzelnen Bezirke des Keims noch nicht endgültig zu ihrem Schicksal bestimmt sind. Aus dieser Feststellung ergaben sich die beiden Fragen: 1. Welche entwicklungsphysiologischen Fähigkeiten sind den einzelnen Keimbezirken eigen, und 2. wer bestimmt das Schicksal der Keimbezirke und die Harmonie des ganzen Organismus?

Einen gewissen Anhaltspunkt hatte schon das Schnürungsexperiment geboten. Wird die Schnürung nämlich erst im frühen Neurulastadium durchgeführt, so regulieren die Keimhälften nicht mehr zum Ganzen, sondern bilden Halbkeime verschiedener Orientierung. Dies zeigte, daß die Determination während der Gastrulation erfolgt, und lenkte den Blick auf das Urdarmdach, das während der Gastrulation sich einstülpt, die präsumptive Medullarplatte unterlagert und sich selbst zu Chorda, Urwirbeln u. a. differenziert. Die Frage nach dem *Zeitpunkt der Determination* und der *Lokalisation der determinierenden Faktoren* war gestellt worden.

Die Lösung dieser wichtigen Fragen wurde aber nicht gleich in Angriff genommen. Die Jahre 1903–1915 in Würzburg und Rostock sind mit den schon erwähnten Arbeiten über das Linsenproblem, über die bilaterale Asymmetrie, die erbungleiche Kernteilung und eine theoretische Abhandlung über den Begriff der Homologie reichlich ausgefüllt. Erst in den Dahlemer Jahren (1915–1919) werden sie wieder aufgegriffen und der *Ablauf der Determination im Gastrula- und Neurulastadium* auf breiter Grundlage untersucht. Die Untersuchung führt zu einer Reihe weltbekannter Arbeiten. Unter Vervollständigung der mikrochirurgischen Technik werden 3 Versuchsgruppen durchgeführt: 1. Die Transplantation kleiner Stücke im Gastrula- und Neurulastadium in ortsfremde Umgebung, 2. die Drehung der oberen animalen Hälfte der Gastrula um 90 bzw. 180°, und 3. die Zusammensetzung gleichseitiger Hälften, also zweier linker bzw. zweier rechter Hälften der frühen Gastrula. Dabei wurden Keime gleicher Art aber verschiedener Farbe oder Keime verschiedener Art und verschiedener Farbe miteinander kombiniert. Besonders das letztere Experiment, die Heteroplastik oder Xenoplastik, erwies sich in der Zukunft als besonders erfolgreich.

Folgende Ergebnisse seien kurz hervorgehoben: In der frühen Gastrula können die präsumptive Epidermis und die präsumptive Medullarplatte ohne Störung der normalen Entwicklung miteinander

getauscht werden, d. h. präsumptive Epidermis kann Gehirn, und präsumptives Gehirn Epidermis bilden. Sie entwickeln sich am fremden Ort „*ortsgemäß*“. Mit fortschreitender Gastrulation hört aber diese Fähigkeit auf, und im Neurulastadium sind Epidermis und Gehirn determiniert, d. h. sie entwickeln sich auch am fremden Ort ihrer Herkunft entsprechend, „*herkunftsgemäß*“. Die Determination der Medullarplatte schreitet während der Gastrulation vom Urmund aus nach dem animalen Pol zu fort. Das Material der dorsalen Urmundlippe entwickelt sich nach der Verpflanzung stets ungefähr herkunftsgemäß, und eine halbe dorsale Urmundlippe ergänzt sich zur ganzen, wenn sie bei der Zusammensetzung von zwei Hälften an ventrale Bereiche angrenzt, und es entsteht über ihr eine ganze Medullarplatte. Die dorsale Urmundlippe wirkt offenbar als „*Organisationszentrum*“, indem der wirksame Faktor entweder mit dem sich einstülpenden Urdarmdach nach vorn getragen wird, oder sich im Ektoderm selbst nach vorn schiebt. Artfremdes Material verhält sich entsprechend, zeigt aber gewisse Besonderheiten, die später besprochen werden.

In zwei großen Arbeiten, die 1918 und 1921 erscheinen, werden die schönen Ergebnisse der Dahlemer Jahre veröffentlicht. Reich an wissenschaftlichen Plänen und Aufgaben siedelte SPEMANN im Frühjahr 1919 nach Freiburg über. Eine große Zahl von Mitarbeitern stellte sich ihm hier zur Seite und teilte sich in die Aufgaben. Wer das Glück gehabt hat, in den anschließenden, politisch so trostlosen, aber wissenschaftlich so fruchtbaren Jahren Mitarbeiter SPEMANNs zu sein, wird es nie vergessen.

Die wichtigsten Untersuchungen, die in den ersten Freiburger Jahren durchgeführt worden sind, sind die von HILDE MANGOLD, geb. PRÖSCHOLDT. SPEMANN schreibt selbst über die gemeinsam veröffentlichte Arbeit: „*Jene Arbeit, die ich mit ihr zusammen durchführte, war so recht der Abschluß meiner bisherigen Forschung; ich habe das Glück, daß sie zugleich der Anfang von vielem Neuen war. So steht sie recht in der Mitte.*“

Die Arbeit gibt den ersten genauen Einblick in die Wirkungsweise der oberen Urmundlippe, die SPEMANN als Organisationszentrum des Keims erkannt hatte. Verpflanzt man nämlich ein Stück der oberen Urmundlippe der frühen Gastrula in die Ventralseite des Keims, d. h. in die präsumptive Bauchepidermis, so entsteht in den meisten Fällen ein sekundärer Embryo von großer Vollständigkeit. Kopf, Rumpf und Schwanz können mit allen wesentlichen Organen

entwickelt werden. Solche sekundäre Embryonen setzen sich zum großen Teil aus dem Material des Wirts, besonders seiner präsumptiven Rumpfepidermis zusammen. Das Implantat bildet dagegen im allgemeinen nur einen Teil der Chorda und der Urwirbel. Es verhält sich am neuen Ort herkunftsgemäß, beeinflußt darüber hinaus aber das benachbarte Wirtsmaterial in seiner Entwicklung, und zwar derart, daß etwas Ganzes und Harmonisches entsteht. SPEMANN nannte solche Transplantate der oberen Urmundlippe „Organisatoren“. Er sagt darüber: „*Ein solches Stück eines Organisationszentrums kann man kurz einen „Organisator“ nennen; es schafft sich in dem indifferenten Material, in dem es liegt, oder in welches es künstlich verpflanzt wird, ein „Organisationsfeld“ von bestimmter Richtung und Ausdehnung*“ (1921, S. 568).

Im Gefolge dieser 3 grundlegenden Untersuchungen traten folgende Probleme scharf in den Vordergrund und drängten zur Bearbeitung: 1. Die Potenzverhältnisse der Bezirke der Gastrula, 2. die Wirkungsweise der Organisatoren und 3. die Leistung des reagierenden Materials.

Die *prospektive Potenz der Keimbezirke der frühen Gastrula* und späterer Stadien wurde durch planmäßige Transplantation kleiner Stücke in fremde Keimbezirke (O. MANGOLD 1923 u. a) und durch planmäßige Aufzucht in physiologischen Salzlösungen (HOLTFRETER 1931, 1938) ermittelt. Für die frühe Gastrula ergab sich dabei etwa folgendes Bild. Entlang der Polaritätsachse können wir von oben nach unten 3 Bezirke unterscheiden: 1. die animale Zone, welche ungefähr die obere Hälfte der kugeligen Gastrula umfaßt und das präsumptive Ektoderm darstellt, 2. die subäquatoriale Randzone, die einen Ring unter dem Äquator bildet, dorsal etwas breiter ist als ventral und dem präsumptiven Mesoderm entspricht, und 3. die vegetative Zone, die ungefähr das unterste Sechstel der Keimoberfläche mit den zentralen Bereichen des dicken Gastrulabodens enthält, und neben den Anlagen des Entoderms einige des Mesoderms umschließt. — An Entwicklungspotenzen, die im Keim wirksam sind, sind zwei Arten zu unterscheiden: 1. die Materialpotenzen, welche zur Ausbildung der verschiedenen Organe und Gewebe notwendig sind, und 2. die Organisorpotenzen, die die Entwicklung im undeterminierten Material bestimmen. — In der animalen Zone sind die Organanlagen nicht nachweisbar determiniert. Ihr Material besitzt offensichtlich die Materialpotenzen für

nahezu alle Organe und Gewebe der Molche; es kann dieselben aber nur unter dem Einfluß der Randzone verwirklichen. Organisationspotenzen fehlen. Die subäquatoriale Zone zeigt auch keine endgültige Determination der Organanlagen. Auch ihr Material enthält einen reichen Schatz von Materialpotenzen. Es besitzt aber dazu noch, besonders in seiner dorsalen Hälfte, die Potenzen des Organisations, so daß es auch im Isolat die Differenzierung der verschiedensten Organe durchführen kann. In der vegetativen Zone sind die Organanlagen weitgehend determiniert, so daß sie sich im Isolat differenzieren. Organisationspotenzen fehlen. Grob betrachtet haben wir also offenbar in animal-vegetativer Richtung eine zunehmend gefestigte Determination der Organanlagen und außerdem im dorsalen Randzonengebiet einen Bereich mit organisatorischen Fähigkeiten.

Der Schwerpunkt der SPEMANNschen Arbeiten fiel auf die *Analyse der Organisationswirkung*. Von den sehr zahlreichen Versuchen und Ergebnissen können nur die Wichtigsten erwähnt werden. Die Ausdehnung des Organisations in der frühen Gastrula entspricht ungefähr den Anlagen der Chorda und der Urwirbel (BAUTZMANN). Diese wirken während der Einstülpung als Urdarmdach (MARX, GEINITZ) und behalten auch noch längere Zeit ihre Induktionsfähigkeit bei (LEHMANN, BAUTZMANN). — Während diese Ergebnisse noch einigermaßen den Erwartungen entsprachen, traten aber bald Befunde auf, die mehr und mehr sensationellen Charakter annahmen. In der präsumptiven Rumpfepidermis der frühen Gastrula des Molchkeims wurden nämlich organisatorische Wirkungen ausgeübt, d. h. Medullarplatten induziert von: oberer Urmundlippe der Gastrula der Unke, also eines anuren Amphibiums (GEINITZ), von Epidermis, die einige Zeit in den Organisations implantiert gewesen war (SPEMANN u. GEINITZ), von der Medullarplatte (MANGOLD u. SPEMANN), von voll-differenziertem Gehirn einer freischwimmenden Larve (MANGOLD), von der Extremitätenknospe einer schwimmenden Larve (MANGOLD); und schließlich konnte nachgewiesen werden, daß die verschiedenartigsten, voll-differenzierten Gewebe der verschiedensten Tiere tot oder lebendig in der präsumptiven Epidermis der frühen Gastrula eine Induktionswirkung ausübten. Diese bestand meist primär in der Bildung einer Medullarplatte, die sich häufig sekundär zu einer komplexen Induktion mit Kopforganen wie Augen, Nase und Gehörorganen, oder Rumpforanen wie Urwirbel, Vorniere, und Schwänzchen ausgestaltete (HOLTFRETER u. a.).

Diese überraschenden Befunde erweckten die Hoffnung, daß es möglich sein werde die *Natur des Induktionsmittels* mit der exakten Methode des Chemikers aufzuklären, und damit dem Leben an einer weiteren Stelle den Schleier des Geheimnisses abzureißen. GOTTWALT FISCHER, der Organiker vom benachbarten chemischen Institut wurde zur gemeinsamen Arbeit aufgefordert. Aber die Ergebnisse seiner und seiner Mitarbeiter sorgfältigen Untersuchungen erfüllten die hochgespannten Erwartungen nicht. Es zeigte sich nämlich, daß eine beträchtliche Anzahl von Stoffen tierischer und pflanzlicher Herkunft, ja sogar synthetischen Ursprungs Induktionsfähigkeit aufwiesen, z. B. Ölsäure, Linolensäure, Nukleinpräparate aus Thymus und Pankreas, Muskeladenylsäure u. a. In der präsumptiven Epidermis der frühen Gastrula können also sehr verschiedene Gewebe und Stoffe die Bildung einer Medullarplatte verursachen. Ihre Wirkung kann offensichtlich nur eine auslösende sein, indem eine Potenz oder eine Gruppe von Potenzen, die neben anderen in dem embryonalen Material bereit liegt, zur Entfaltung gebracht wird. Wenn wir auch begründete Ursache haben anzunehmen, daß zwischen den letztbesprochenen, so abnormen „*heterogenen Induktoren*“ und den im natürlich ablaufenden Entwicklungsgang wirkenden, Unterschiede vorhanden sind, so ist doch wohl offensichtlich geworden, daß die Induktionsmittel allgemeiner Natur sind und nur auslösende Wirkung besitzen.

Die letzte Entscheidung darüber, was geschieht, liegt in dem *reagierenden Material*, auf das wir nunmehr einen Blick werfen müssen. Schon bei den ersten Organisatorexperimenten durch HILDE MANGOLD war aufgefallen, daß die durch die Transplantation der oberen Urmundlippe in die präsumptive Rumpfepidermis erhaltenen sekundären Embryonen ungefähr parallel zum normalen Achsensystem des Wirts lagen und auch eine entsprechende Kopf-Schwanzorientierung besaßen. Daraus ergaben sich die beiden Fragen: Was bestimmt die normale Orientierung, und was bestimmt die Kopf-, Rumpf- und Schwanzausbildung? SPEMANN widmete ihrer Lösung eine sehr sorgfältige, auf breiter experimenteller Basis ausgeführte Arbeit, in der nachgewiesen wurde, daß sowohl bei der Orientierung des sekundären Embryo im Wirtskeim, als auch bei der Bestimmung seines Kopfes, Rumpfes und Schwanzes das Implantat und der Wirtskeim beteiligt sind. Bei der Orientierung des sekundären Achsensystems wirkt nämlich die transplantierte obere Urmundlippe durch die in ihr festgelegte Einstülpungsrichtung

des Urdarmdachs, der Wirt durch seine eigenen Gastrulationsbewegungen. Bei der Bestimmung der Qualität der verschiedenen Abschnitte des sekundären Embryo wirkt der Organisator durch die verschiedene Induktionsfähigkeit seiner verschiedenen Bezirke, indem vordere Teile des Urdarmdachs Köpfe, hintere Rümpfe und Schwänze induzieren, wir also „*Kopforganisatoren*“ und „*Rumpforganisatoren*“ unterscheiden können. Der Wirt wirkt durch die Neigung, in der Kopfgregion mit Köpfen und in der Rumpfgregion mit Rümpfen zu reagieren.

Die Reaktionsfähigkeit des Materials wird aber besonders durch die Experimente beleuchtet, bei denen Keimteile verschiedener Tierarten miteinander kombiniert wurden. Stets zeigte sich dabei, daß ein junges, embryonales Transplantat am fremden Ort auf den Situationsreiz wohl ortsgemäß reagieren kann, daß aber die Reaktion, was Größenanlage, Entwicklungsgeschwindigkeit usw. betrifft, der eigenen Art entspricht. Am schlagendsten sind hier folgende Experimente: Die Larve der Molche besitzt ventral im Gesicht, etwas hinter dem Auge, einen langen fingerförmigen Fortsatz, den Haftfaden, und im Mund auf den Kiefern echte Zähne. Die Larve der Frösche zeigt dagegen rechts und links hinter dem Mund Saugnäpfe und am Mund Hornzähnen. Transplantiert man nun im frühen Neurulastadium Bauchhaut vom Frosch ins Gesicht vom Molch, so bildet sie dort wohl Gesichtshaut, aber mit den für ihre Art charakteristischen Organen, nämlich Saugnäpfen und Hornzähnen, und im umgekehrten Experiment die Molchbauchhaut im Gesicht der Froschlarve Haftfäden und echte Zähne. Das Implantat erhält von der neuen Umgebung das „Stichwort Gesichtsgorgane“ und antwortete dann seiner Art entsprechend (SPEMANN und SCHOTTÉ). — Neben der genetischen Konstitution, die sich dadurch als bestimmend offenbart, sind für die Reaktionsfähigkeit noch das Alter und die vorausgegangenen Induktionsschritte von Bedeutung (MANGOLD).

Diese Ergebnisse wurden von SPEMANN auch unter dem Gesichtspunkt des *Ganzheitsproblems* betrachtet. Das Bestreben des embryonalen Materials, etwas Ganzes zu bilden, macht auf jeden experimentell arbeitenden Forscher einen tiefen Eindruck. Halbe Keime bilden einen ganzen Embryo, Teile der oberen Urmundlippe induzieren eine ganze Medullarplatte, und ein Stück Froschepidermis im Gesicht vom Molch benimmt sich, wie wenn sie Kenntnis vom Gesamtplan des normalen Embryo ihrer Art hätte. — Dieses Streben nach der Ganzheit wird auch besonders eindrucksvoll beleuchtet

durch die Zusammensetzungen von Gastrulahälften, die zu den elegantesten Experimenten SPEMANN'S gehören, und die zu bekannten Mißbildungen wie vorderen Verdoppelungen, hinteren Verdoppelungen und Janusbildungen führten.

Die Fähigkeit des Lebendigen, etwas Ganzes zu bilden, die besonders auffällig bei den Organisatorexperimenten in Erscheinung trat, führte SPEMANN zu der Auffassung, daß im embryonalen Material unter dem Einfluß von Organisatoren „*Organisationsfelder*“ auftreten, die analog den magnetischen Feldern bestimmten Ganzheitsgesetzen unterliegen.

Die Frage, wie lange solche Organisationsfelder im Organismus vorhanden sind, hat SPEMANN bis in die letzten Tage seines Lebens beschäftigt. In einer nachgelassenen Arbeit, die gerade im Druck sich befindet, prüfte er, ob im ausgewachsenen Molch noch ein „*Leberfeld*“ vorhanden ist, indem er in die Nachbarschaft der Leber embryonale Zellen bestimmter prospektiver Potenz transplantierte. Das Experiment brachte zu dieser Frage kein positives Ergebnis, führte aber zu anderen wichtigen Resultaten.

In vier Jahrzehnten mühsamer und planvoller Arbeit hat SPEMANN Tatsache um Tatsache erforscht und sie bei Vorträgen, für die sich häufig Gelegenheit bot, immer wieder zusammengefügt. Kurz zusammengefaßt ergab sich ungefähr folgendes Gesamtbild der frühen Amphibienentwicklung. Der Amphibienkeim zeigt, spätestens nach der Befruchtung, schon eine Differenzierung, durch die das spätere Schicksal mancher Keimbezirke andeutungsweise festgelegt und ein unvollkommenes und unscharf gezeichnetes Muster der Organanlagen gegeben ist. In diesem Keim wirken nacheinander „*Organisatoren 1., 2., 3., 4. Ordnung*“ usw., die sich jeweils ihr „*Organisationsfeld*“, „*embryonales Feld*“ oder „*Determinationsfeld*“ schaffen. Der Organisator 1. Ordnung liegt in der oberen Urmundlippe, genauer gesagt, in der dorsalen Randzone. Er ist, wie das soeben erwähnte primäre Anlagenmuster, sehr früh, wahrscheinlich schon im befruchteten Ei, als besonders befähigter Plasmabezirk festgelegt. Im Zuge seiner Entwicklung entstehen die Organisatoren 2. Ordnung, die wohl ihren Sitz in den Bezirken des Urdarmdachs und der Medullarplatte haben. Zu ihnen gehört die primäre Augenblase, die sich, wie die zuerst geschilderten Experimente zeigen, als Augenbecher eine Linse induziert. Neben dem „*Linsenfeld*“ liegen in der Neurula noch eine größere Reihe von „*Determinationsfeldern*“, wie

durch die Auflagerung von animalelem Material der frühen Gastrula auf das dorsolaterale Mesoderm der Neurula gezeigt werden kann (HOLTFRETER). Sie bilden dabei ein Muster, in dem die einzelnen Determinationsfelder sich weitgehend überdecken und nur unscharf abgegrenzt sind. Solche Determinationsfelder sind vermutlich auch noch im ausgebildeten Organismus vorhanden. Sie lassen sich hier durch den Regenerationsversuch erfassen, wo sie das Schicksal des Regenerationsgewebes bestimmen. Die Determinationsfelder haben, allgemein gesagt, ihren Ursprung in den „*Aktionssystemen*“ (HAMBURGER). Sie wirken auf bestimmte lebendige Materialien, die „*Reaktionssysteme*“ (MANGOLD) ein. Aktionssystem und Reaktionssystem bilden zusammen das „*Induktionssystem*“ (SPEMANN). Im Induktionssystem erfolgt die Determination nach der Art eines „*Zerstreuungskreises*“ (SPEMANN), indem die Fähigkeit, das betreffende Organ zu bilden, vom Zentrum nach der Peripherie abnimmt. Die Aktionssysteme wirken, indem sie im Reaktionssystem die Realisation einer, oder auch mehrerer der vorhandenen Entwicklungsmöglichkeiten auslösen; ihre Mittel sind offensichtlich allgemeiner Natur und längere Zeit vorhanden. Die Reaktionssysteme können nur mit arteigenen Geweben und Organen antworten, und bestimmte embryonale Organe auch nur in einem bestimmten, zeitlich eng begrenzten Entwicklungszustand bilden. Die Entwicklungsvorgänge können „*doppelt gesichert*“ sein (RHUMBLER, BRAUS), indem z. B. das Reaktionssystem schon in gleicher Richtung determiniert ist, in der auch ein hinzukommendes Aktionssystem wirkt, oder allgemein gesagt, indem durch zwei Prozesse gemeinsam etwas geleistet wird, was auch jeder für sich allein leisten könnte. Gewisse Entwicklungsvorgänge können sogar mehrfach gesichert sein. Eine große Zahl von Entwicklungsfaktoren drängt auf die Harmonie der Entwicklung hin, und bildet das „*synergetische Prinzip der Entwicklung*“ (SPEMANN).

Nach diesem gedrängten und recht unvollständigen Einblick in die SPEMANNschen Experimente am Amphibienei möchte ich mir erlauben, einige wesentliche Ergebnisse noch kurz in ihrer allgemeinen Bedeutung zu beleuchten.

Den Untersuchungen von SPEMANN und seinen Schülern ist es erstmalig gelungen, die Determinationsvorgänge in der frühen Entwicklung eines klassischen Objekts der Entwicklungsgeschichte, nämlich des Amphibieneies, weitgehend aufzuklären und dadurch eine Prüfung der beiden alten Theorien der Entwicklungsgeschichte,



der *Epigenesetheorie* und der *Präformationstheorie* anzubahnen. Die nach ihrem Vorbild erfolgte Ausbreitung der Versuche auf andere Tierformen und das Vorkommen von Naturexperimenten, d. h. Mißbildungen, zeigen, daß ähnliche Entwicklungsprinzipien zum mindesten bei allen Wirbeltieren und beim Menschen wirksam sein müssen. Auch bei manchen Regenerationsprozessen beobachtet man auffallend ähnliche Erscheinungen.

Die Experimente haben einen tiefen Einblick eröffnet in die entwicklungsphysiologischen Fähigkeiten, die Potenzen, der embryonalen Zellen verschiedener Altersstadien. Dabei ergab sich, daß wir mindestens 2 Hauptgruppen von Potenzen unterscheiden müssen: Die *Organisationspotenzen* (Determinationspotenzen oder Induktionspotenzen) und die *Reaktionspotenzen* (Materialpotenzen). Die Reaktionspotenzen umfassen die Summe der Reaktionsmöglichkeiten eines Materials, liegen der Bildung der Organe und Gewebe zugrunde, sind wahrscheinlich noch in mehrere Untergruppen aufzuspalten, und bilden die Grundlage für die erbliche Konstitution des Keims. Die Organisationspotenzen (Determinations- oder Induktionspotenzen) sind dagegen sehr allgemeiner Natur, also nicht artspezifisch, und wirken mit allgemeinen, wohl meist chemischen Mitteln.

Die Vorstellung des *Organisationsfeldes* (Determinationsfeldes oder Induktionsfeldes) hat viele Erscheinungen der Entwicklung, der Regeneration und auch der ausgebildeten Organismen unserem Verständnis erschlossen. Sie läßt in etwas einfacherer Weise das Streben nach der Ganzheit des lebendigen Materials verstehen, als andere Annahmen, z. B. die Annahme einer Entelechie des Vitalisten DRIESCH oder des Reserveidioplasmas von WEISMANN und ROUX. Weitere Versuche werden zeigen müssen, wie groß ihr Gültigkeitsbereich ist.

Mit dem Auge des Vererbungsforschers betrachtet, lehrt die Einsicht in die Determinationsvorgänge, daß die verschiedenen Gewebezellen eines Organismus nichts anderes sind als bestimmte, durch Umgebungsfaktoren hervorgerufene Modifikationsformen der artspezifischen Zelle des betreffenden Organismus.

Am eindrucksvollsten ist aber die Feststellung, daß in einem embryonalen Material sehr komplizierte Entwicklungsprozesse, wie etwa die Bildung eines Kopfes mit Augen, Nase und Gehirn, aus der präsumptiven Bauchhaut eines Keims durch unspezifische Organisationsmittel ausgelöst werden können. Dies erinnert an andere Erfahrungen der biologischen Wissenschaften, z. B. die Auslösung der Entwicklung eines unbefruchteten Eies durch mechanische oder

chemische Reize, die Bestimmung des Geschlechts mancher Tiere durch äußere, allgemeine Faktoren, die Auslösung einer Tumorbildung durch chemische Mittel u. a. m. Diese Erfahrung, daß in einem lebenden Material komplizierte Lebensprozesse durch unspezifische Mittel ausgelöst werden können, eröffnet einen Ausblick auf zur Zeit noch utopische Wünsche. Ich denke dabei z. B. an die künstliche Erhöhung bzw. Auslösung unserer Regenerationsfähigkeit, d. h. der Wundheilung, des Ersatzes verlorener Gewebe oder gar des Ersatzes verlorener Organe und Gliedmaßen.

Diese kurzen Hinweise und Ausblicke mögen zeigen, daß die entwicklungsphysiologische Forschung einen sehr großen und einschneidenden Einfluß auf unsere Vorstellung vom lebenden Organismus ausgeübt hat. Viele Forscher von Rang haben nach WILHELM ROUX und HANS DRIESCH, den beiden Begründern der Entwicklungsphysiologie, dazu beigetragen; aber SPEMANN war einer ihrer anerkannten Führer und Meister.

Die Arbeit von SPEMANN ist in seltenem Maße mit Erfolg und Anerkennung gesegnet gewesen. Ehrungen in großer Zahl und aller Art wurden ihm in Deutschland und in den Kulturländern der ganzen Welt erwiesen. 1935 erhielt er den Nobelpreis für Medizin. Wenn er auch keineswegs unempfindlich für die Anerkennung seiner Arbeit war, so verlor er doch niemals die Selbstkritik. Als nach der Verleihung des Nobelpreises der Strom der Bewunderung und der Glückwünsche sich über ihn ergoß, machte er folgende für ihn sehr charakteristische schriftliche Notiz: „*Ich bin zwar durch die Verleihung des Preises bekannter, aber nicht gescheiter geworden; das scheinen viele zu vergessen.*“ Damit kommen wir zur *Betrachtung der Persönlichkeit* SPEMANN'S.

SPEMANN stammte aus der geistigen Oberschicht Deutschlands und erhielt von seinen Ahnen die besten Anlagen für einen akademischen Beruf. Seine Jugend verbrachte er im Hause seines Vaters, des Kunstverlegers, in dem alle Äußerungen des kulturellen Lebens in fruchtbarster Weise seine Persönlichkeit mitgestalteten. Die Schätze der Kultur sind es auch, die ihm während seines ganzen Lebens seinen Feierabend verschönten, seine Arbeitskraft frisch erhielten und die ihm die innere Spannung verliehen, das Große zu sehen und im Gedanken zu erfassen. Als Mann umfassender Bildung und weitspannenden Geistes tritt er uns entgegen mit reichen Kenntnissen besonders in Kunst, Literatur, Geschichte und Philosophie.

„*Ein Gespräch über philosophische Fragen ist für mich immer einer der größten Genüsse gewesen, über dem ich alles, Zeit, Umgebung und körperlichen Zustand vergaß*“, sagt er in seinen Erinnerungen.

Den Grund seines Wesens bildete eine tiefe, dogmenfreie, christliche Religiosität und eine männliche Güte.

Seine Haltung war charakterisiert durch Sauberkeit, Reinheit, unbedingte Wahrhaftigkeit, persönlichen Mut und innere Unabhängigkeit. Unklare Charaktere stießen ihn ab und versetzten ihn leicht in Mißtrauen.

Sein Körper war von etwas schwächerer Konstitution und zwang ihn, von Jugend an mit seinen Kräften hauszuhalten. In großer Disziplin war er daher auf bestmögliche Leistung und auf die Erhaltung seiner Arbeitskraft und Gesundheit bedacht. Selten gönnte er sich leichte Geselligkeit. Aber sein Haus stand jederzeit seinen Freunden, Kollegen und Schülern offen. Eine geistige Atmosphäre von großer Klarheit herrschte in seinen Räumen, in denen SPEMANN mit herzlichem, manchmal auch sarkastischem Humor seine Gäste empfing. Der Humor konnte freilich den Eindruck nicht verwischen, daß bei ihm mit strengem Maß gemessen wurde. Oft habe ich das Haus in dem dankbaren Gefühl verlassen, reich beschenkt worden zu sein.

Als *Lehrer* besaß er eine unerschütterliche Begeisterung für die Jugend. Mit ihr verband ihn ein unentwegter Optimismus und Idealismus. Bei ihr mag ihn aber auch die freie Ungebundenheit angezogen haben, die ihm selbst fremd war. Unerschütterlich war auch seine Achtung vor der Individualität besonders der jungen Menschen. Pädagogische Probleme beschäftigten ihn schon in seinen letzten Schuljahren, in denen er sich Gedanken über eine Schulreform machte; und als ihn im Jahre 1907 sein Weg mit dem Begründer der Landerziehungsheime HERMANN LIETZ zusammenführte, wird aus der Begegnung eine Freundschaft und Arbeitsgemeinschaft fürs Leben. Begeistert sprach er von des Freundes schöpferischer und heroischer Gestalt und von der Unterrichtsform in den Heimen.

In den Vorlesungen und Übungen suchte er durch möglichst intensive Behandlung weniger Beispiele zu wirken. Klare anatomische Zeichnungen legten den Grund zu den Ausführungen. Manchem, besonders schlechten Zeichnern und den sensationshungrigen Gestalten unter den Zuhörern mag die Form der Vorlesung nicht ganz entsprochen haben. Der bessere Teil seiner Hörer trug aber großen Gewinn davon.

Seinen Doktoranden und Assistenten war er ein guter Führer und Kamerad. Seine Führerschaft geriet nie in Zweifel, denn sie wurde getragen von der freien Unterordnung seiner Mitarbeiter unter seine geistige Überlegenheit. Er selbst fühlte sich im Kreise seiner Mitarbeiter ebenso sehr als Lernender wie als Lehrender, „als Kamerad der Arbeit“ und „als Glied in der Reihe derer, welche ihr Leben der reinen zweckfreien Forschung widmen“, wie er selbst in dem Vorwort zu seinem Buche schrieb. Dem wissenschaftlichen Nachwuchs galt seine größte Sorge. Mit äußerster Beklemmung betrachtete er daher die Lücken, die dieser zweite Weltkrieg in die Reihen unserer Wissenschaftler riß bzw. noch reißen wird. In der Beurteilung der Begabung und Eignung der Wissenschaftler war er von einer strengen, alle persönlichen Interessen ausschließenden Gerechtigkeit.

Nicht selten führte die wissenschaftliche Mitarbeiterschaft zur Freundschaft, d. h. zu einem Verhältnis, das bei ihm gleichermaßen vom herzlichen Idealismus der Jugend wie von der ernsten Treue des reifen Mannestums getragen wurde.

SPEMANN erreichte die höchste Stufe des akademischen Lehrers: über die Vermittlung von Kenntnissen und über die Erziehung zur wissenschaftlichen Arbeit hinaus wirkte er auch beispielhaft auf die privaten Sphären seiner Schüler und Mitarbeiter.

Wie jeder akademische Lehrer im Bereich der Naturwissenschaften stand SPEMANN vor der großen Frage, ob er das Schwergewicht seiner Arbeitskraft dem Ausbau des Instituts, der Organisation der Vorlesungen und Übungen, oder der Pflege der Forschung widmen solle. Jeder Arbeitsbereich barg für ihn eine große Anziehungskraft. Zum Ausbau des Instituts rief die Neigung zu architektonischen Aufgaben, zur Organisation der Vorlesungen und Übungen lockte das Bedürfnis nach einer breiten Einsicht in die ungeheuerere Mannigfaltigkeit der Tierwelt, und zur Pflege der Forschung drängte das Streben nach Vertiefung in die Vorgänge des Lebens. Wir wissen, daß die Entscheidung SPEMANN nicht leicht gefallen ist; besonders der Verzicht auf die Verbreiterung der Kenntnisse war ihm ein großes Opfer. Aber mancherlei äußere Umstände, und vor allem seine ausgesprochene Begabung zum Forscher brachten die Entscheidung dafür, daß er seine Kraft im wesentlichen der Forschung zuwandte, und den Ausbau des Instituts und des Lehrbetriebs auf das Notwendige beschränkte. Damit wurde er der höchsten und schwersten Aufgabe des akademischen Lehrers gerecht, der Forschung.

Für die biologische Forschung war SPEMANN durch die Vereinigung von vier Gaben in besonders glücklichem Maße ausgezeichnet: durch seinen scharfen Verstand, seine handwerkliche Begabung, sein nahes Verhältnis zur belebten Natur und seine künstlerische Veranlagung.

SPEMANN'S *Verstand* war charakterisiert durch eine phantasievolle und weitschauende Einsicht in die Probleme des Lebens und durch eine große, auf präziser Begriffsbildung und klarer Gedankenfolge beruhende Fähigkeit zur Analyse. Seine phantasievolle Einsicht machte es ihm möglich, die Probleme des Lebens voll zu erfassen und die Fragen richtig zu stellen. Meisterhaft hat er es verstanden, das Wort wahrzumachen, das ihm einst GEGENBAUR ins Stammbuch schrieb: „*Die Natur gibt uns immer Antwort, wenn wir nur richtig zu fragen verstehen.*“ Sein analytischer Verstand befähigte ihn, die Probleme so lange zu zergliedern, bis sie dem experimentellen Zugriff standhielten. Klare Forschungspläne wurden aufgestellt, die Aufgaben gut abgegrenzt und den Mitarbeitern übergeben. — Die Deutung der Ergebnisse erfolgte mit größter, manchmal sogar zu großer Vorsicht; nur sichere Schlüsse wurden gezogen. Diese Vorsicht war verbunden mit einer auffallenden Scheu vor Theorien. Beides bewahrte ihn vor Fehlschlüssen und vor unproduktiven Umwegen. Daher stehen wir heute vor der eindrucksvollen Tatsache, daß während der 40 jährigen Arbeit seiner Schule alle Ergebnisse sich harmonisch zusammenfügten und nie ernstliche Widersprüche auftraten.

Zu diesen besonderen geistigen Fähigkeiten trat SPEMANN'S einzigartige *handwerkliche Begabung*. Erfindergabe, Geschicklichkeit und das Bedürfnis nach Genauigkeit und Schönheit waren ihr gleichermaßen eigen. Sie befähigten ihn, vorhandene Methoden, wie die Schnürmethode, voll auszuwerten und je nach den Erfordernissen der wissenschaftlichen Probleme neue Methoden zu schaffen. Seine handwerkliche Begabung stand aber vollständig im Dienste seiner geistigen Arbeit, sie verlor sich nie im bloßen Spiel. Dies möchte man beinahe bedauern, da sie bei weniger straffer Bindung sicher die Wissenschaft durch manche exakte Methode bereichert hätte. So verdanken wir SPEMANN hauptsächlich seine mikrochirurgische Operationstechnik, die es möglich macht, mit Instrumenten aus Glas an den ungefähr 1½ mm großen Keimen unserer Amphibien Defekt- und Transplantationsexperimente mit größter Genauigkeit auszuführen. Diese Technik führte zu den grundlegenden Erkenntnissen der

Entwicklungsphysiologie, in die ich oben einen Einblick geben durfte. Sie ist heute auf der ganzen Welt bekannt. Ihr Prinzip ließ sich auch auf die Bearbeitung anderer tierischer Objekte anwenden und trug dadurch vielseitige Früchte.

Sein besonders *nahes Verhältnis zur belebten Natur* bezeichnet SPEMANN mehrfach als den stärksten Trieb seines Lebens. Sein Verhalten gegenüber dem Lebendigen hat mich stets tief beeindruckt, gleichgültig ob es beim Experimentieren an den so vertrauten Molchkeimen oder bei der Präparation eines Tieres im Praktikum zur Beobachtung kam. Seine Augen und Hände spiegelten die bewundernde Hochachtung vor den Geheimnissen des Lebens wider. Mehr als die Formen, die in ihm den Künstler entzückten, fesselten ihn die Vorgänge des Lebens. Jeder, auch der unscheinbarste Vorgang, brachte seinen lebhaften Geist in Tätigkeit. Obgleich in hohem Maße zum Morphologen begabt, war er doch in erster Linie Physiologe. Die erste Voraussetzung für einen Naturforscher, das „Sich-wundern-können“, besaß er in höchstem Maße.

SPEMANN'S Verhältnis zur belebten Welt war getragen von seinem Glauben an die *„Beseeltheit der Zellen“*. In seinen Erinnerungen schreibt er dazu im Blick auf seine Begegnung mit PAULY *„Es befestigte sich in mir die mir so gemäße und auch schon vorher angelegte Grundüberzeugung, daß der Organismus in allen seinen lebendigen Teilen „beseelt“ ist; nicht weniger, wenn auch in anderer Ausprägung als das Organ, von welchem wir diese Funktion an uns selber kennen, das Gehirn. Von dieser grundsätzlichen Verwandtschaft aller Lebensvorgänge bin ich heute fester überzeugt denn je; seitdem ich durch eigene experimentelle Arbeit weiß, daß dieselbe Zellgruppe, welche zur Bildung unserer Haut bestimmt schien, auch zu Gehirn werden kann, wenn sie in früher Entwicklung in die Gegend des späteren Gehirns verpflanzt wird; daß wir also auf Teilen des Körpers gehen und stehen, mit denen wir auch denken könnten, wenn sie sich an anderer Stelle des Ganzen entwickelt hätten.“*

Diese Überzeugung bildete auch den Grund dafür, daß er bei der Deutung seiner experimentellen Ergebnisse häufig *psychische Analogien* verwendete, für die der Organismusbegriff besonders beispielhaft ist. *„Daß dies geschah — sagt er in seinem Buch (S. 278) — soll mehr bedeuten als ein poetisches Bild. Es soll damit gesagt werden, daß die ortsgemäße Reaktion eines mit den verschiedensten Potenzen begabten Keimstücks in einem embryonalen „Feld“ — keine gewöhnlichen, einfachen oder komplizierten chemischen Reaktionen sind. Es soll heißen, daß diese Entwicklungsprozesse, wie alle vitalen Vor-*

*gänge, mögen sie sich einst in chemische und physikalische Vorgänge auflösen, sich aus ihnen aufbauen lassen oder nicht, in der Art ihrer Verknüpfung von allem uns Bekanntem mit nichts so viel Ähnlichkeit haben wie mit denjenigen vitalen Vorgängen, von welchen wir die intimste Kenntnis besitzen, den psychischen.“*

In enger Beziehung zu dieser Überzeugung steht auch SPEMANN'S Forderung, daß der Forscher bis zu einem gewissen Grade *Künstler* sein müsse. Mehrfach hat er diese Forderung ausgesprochen. So sagt er z. B. in seinen Erinnerungen: *„Ein Forscher, welcher neben dem zergliedernden Verstand nicht wenigstens eine Ader vom Künstler besitzt, ist meiner Überzeugung nach unfähig, dem innersten Wesen des Organismus näherzukommen.“* Ihm selbst war das Künstlertum in hohem Maße eigen. Alle seine Schöpfungen waren getragen von der Kraft zu harmonischer und edler Gestaltung. Kleine Kunstwerke waren seine Instrumente, schön seine mikroskopischen Präparate und Lichtbilder, und schön in Anlage, Bilderung und textlicher Fassung waren seine wissenschaftlichen Arbeiten. Seine Vorträge waren ein hoher geistiger Genuß. Sie glänzten wohl nicht durch eleganten Fluß der Rede, noch durch sprudelnden Ideenreichtum; sie waren aber von edler Fassung, harmonischer Komposition, durchsichtiger geistiger Klarheit und beseelt von der inneren Verbundenheit mit dem Objekt.

Besser als jeder andere es kann, hat SPEMANN selbst seine wissenschaftliche Arbeit in den Abschlußzeilen seines Buches charakterisiert, wo er sagt: *„Als Vorbild schwebte mir dabei die Arbeitsweise des Archäologen vor, der aus den Bruchstücken, die allein er in Händen hält, ein Götterbild wieder zusammenfügt. Er muß an das Ganze glauben, das er nicht kennt, aber er darf nichts nach eigenem Gedanken gestalten. Er muß soweit Künstler sein, daß er den Plan des hohen Meisters schrittweise nachschaffen kann; aber sein oberstes Gebot ist, die Bruchflächen heilig zu halten. Nur so darf er hoffen, seine Funde an ihrem richtigen Ort einsetzen zu können.“*

Hochverehrte Anwesende! In einer Zeit, in der Millionen deutscher Männer an allen Grenzen und Gestaden Europas stehen und Tausende im Gedanken an Führer, Volk und Reich ihr Leben lassen, können wir diese Gedächtnisfeier nicht beschließen, ohne SPEMANN'S Stellung als deutscher Mensch zu beleuchten und uns zu versichern, daß er würdig ist, in der Reihe derer zu stehen, denen in diesen schweren Tagen die ganze Liebe unseres Herzens gehört. SPEMANN war stets ein aufrechter, deutscher Mann, heroisch in seiner Gesinnung und unbestechlich in seinem Urteil. In seiner Jugendzeit

erstand das deutsche Kaiserreich, dessen Begründer BISMARCK und Kaiser WILHELM I. in seinem Elternhaus lebhaftere Verehrung genossen. Während des Weltkrieges hielt er die durch die Hungerblockade notwendigen Ernährungseinschränkungen so genau ein, daß er nur durch eine längere Kur in einem Sanatorium von den toddrohenden Entbehrungserscheinungen befreit werden konnte. 1923, im Jahre der tiefsten deutschen Not und des Beginns des deutschen Freiheitskampfes, zog er als Rektor der Universität Freiburg i. Br. an der Spitze des Lehrkörpers und der Studentenschaft, ausgepiffen von der roten Meute, die die Straßen säumte, an den Bahnhof, um dem durchgeführten Leichnam ALBERT LEO SCHLAGETERS die letzte Ehre zu erweisen. 1924 lehnte er eine Einladung zu Vorträgen nach England ab, weil er es für unwürdig hielt, Gast einer der Versailler Mächte zu sein, solange deren Truppen das Rheinland besetzt hielten. In den Jahren 1920—1933 war SPEMANN, in reinem, deutschem Geiste und über allen Parteien stehend, Vorsitzender der Volkshochschule in Freiburg i. Br. In der ungeheueren Not und inneren Ratlosigkeit, die dem Zusammenbruch des Kaiserreichs folgten, wollte er dem deutschen Volke durch tiefgehende persönliche Berührung zwischen Mensch und Mensch helfen, und ihm mit dem dienen, was ihm zur Verfügung stand, mit Wissenschaft und allgemeinen Kulturwerten. Und als nach der nationalsozialistischen Revolution alt und jung sich neu gestaltete, und alle Werte neu gewogen wurden, sprach SPEMANN mehrfach zum deutschen Arbeitsdienst und zur deutschen Studentenschaft. Am ersten Studententag des Nationalsozialistischen Deutschen Studentenbundes und der Deutschen Studentenschaft in Freiburg i. Br. im Sommer 1938 fand auch sein letztes großes Auftreten in der Öffentlichkeit statt. Die dabei gehaltene Rede über „Die Wissenschaft im Dienste der Nation“ ist das Reifste, was wir von ihm besitzen. Sie enthält ein glühendes Bekenntnis zur reinen Wissenschaft und ist getragen von einer beschwörenden Liebe zum deutschen Volk. Ihre Schlußworte sollen heute auch die meinigen sein. Sie lauten: *Indem ein Volk Wissenschaft betreibt, erfüllt es eine hohe Verpflichtung; „es dient den höchsten Werten, seinen Göttern, welche leuchtend seinem Weg voranschreiten und es überschwenglich segnen mit ihren Gaben“.*

„Allen Segen über unseren Führer und unser Volk!“