Feuilleton.

Einige Ergebnisse der Erbliehkeitsforschung.

Von Valentin Haecker, Professor der Zoologie in Halle a. S.

(Schluß aus No. 27.)

Ein anderes Gebiet der Vererbungslehre, auf welchem in den letzten zehn Jahren zunächst ohne engere Fühlung mit der Mendelforschung mit vermehrtem Eifer gearbeitet worden ist, umfaßt die Untersuchungen über die Entstehung der erblichen Variationen und das spezielle Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften.

Bezüglich des letzteren hat sich vor kurzem Ribbert in dieser Zeitschrift geäußert. Ribbert steht in allen wesentlichen Punkten auf dem Standpunkt der Mehrzahl der biologischen Forscher, welche die Möglichkeit einer Vererbung erworbener Eigenschaften in dem weiten, von Lamarck angenommenen Umfange in Abrede stellen und der Ansicht sind, daß jedenfalls solche Abänderungen und Neuerwerbungen, welche durch direkte Wirkung des äußeren Reizes auf umschriebene Teile des Körpers oder einzelne Organe zustande kommen, also einseitige Lamarcksche Abänderungen, auf die Nachkommen nicht übertragen werden. Dies gilt ebenso für die destruktiven Abänderungen, d. h. die durch mechanische Eingriffe entstandenen Verletzungen und Verstümmelungen, wie für die funktionellen Abänderungen, welche durch Gebrauch oder Nichtgebrauch eines Organs hervorgerufen werden (Aktivitäts-Hypertrophien, Inaktivitäts-Atrophien), als auch für die

psychischen (mnemischen) Neuerwerbe, d. h. Eindrücke (Engramme) psychischer Art, welche die einzelnen Individuen empfangen (Erfahrungen). Bei allen diesen Vorkommnissen wäre es in einfachen Fällen mittels einiger Hilfsannahmen allerdings denkbar, daß die Abänderung A, d. h. das durch den Reiz veränderte Bild eines bestimmten Organs, auf die Fortpflanzungszellen projiziert wird und hier im Keimplasma eine adäquate Abänderung a hervorruft. Dagegen ist der zweite, von Lamarck angenommene Vorgang, nämlich die Wiedererweckung derselben Abänderung A im jungen, aus dem Keim hervorgegangenen Organismus, als eine Wirkung der im Keimplasma entstandenen Abänderung a weder vorstellbar, noch konnte eine derartige Vererbung in irgendeinem Falle bis jetzt mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Die Unmöglichkeit, sich ein derartiges Wechselverhältnis vorzustellen, geht schon aus folgender Ueberlegung hervor.

Eine der Voraussetzungen für das Zustandekommen einer solchen Vererbung als eines gesetzmäßigen und nicht bloß zufälligen Vorkommnisses würde sein, daß die Kette von Ursachen und Wirkungen x, y, z, die im elterlichen Organismus von der Abänderung A zur Keimzellenvariation a führt, in umgekehrter Reihenfolge wieder in Gang gesetzt wird, wenn sich aus der Keimzelle der junge Organismus entwickelt. Denn nur in diesem Falle könnte jedesmal dem A wieder ein A, dem B ein B entsprechen. Nun können als einzige Faktoren, die für die Projektion der Abänderung A auf die Keimzellen im elterlichen Organismus in Betracht kommen, die Abgabe und Zirkulation von Keimchen oder inneren Sekreten oder auch Nerveneinflüsse angenommen werden, aus Faktoren dieser Art würden also die Glieder der Kette x, y, z bestehen. Andererseits ist aber doch der Kausalnexus, welcher zwischen der Konstitution der Keimzellen und der Entfaltung äußerer Merkmale im jungen Organismus, bzw. zwischen Keimzellenvariationen a und entsprechenden Abänderungen der Artbilder anzunehmen ist, sicherlich ungleich komplizierter und kann keineswegs bloß im Transport von Stoffteilchen oder in Kommunikationen nervöser Art bestehen. Es werden also als Glieder der Ursachenkette nicht x, y, z, sondern ganz andere Faktoren (Mittel der Formbildung) m, n, o in Betracht kommen, und dementsprechend wird sich, im Falle, daß die Abänderung A des elterlichen Organismus überhaupt fortwirkt, nicht die Lamarcksche Reihe

$$A - x - y - z - a - z - y - x - A,$$

sondern eine Reihe mit einem ganz anderen Schlußglied, etwa

$$A - x - y - z - a - m - n - o - B$$

ergeben. Nur auf Grund von ganz zufälligen Umständen könnte das Schlußglied A dann und wann einmal erreicht werden.

Jenen negativen Befunden stehen nun solche Fälle gegenüber, in denen Reizwirkungen von allgemeinerer, weniger lokalisierter Art auf die durch die Reize nicht mehr beeinflussten Nachkommen übertragen werden. Auf experimentellem Wege sind mehrere Vorkommnisse dieser Art nachgewiesen worden, und im Kreis der Einzelligen stellt die künstlich erworbene, durch viele Generationen fortwirkende Gifffestigkeit der Trypanosomen (Ehrlich), auf dem Gebiet der Vielzelligen die durch sehr starke Temperaturreize hervorgerufenen, teilweise erblichen Zeichnungsaberrationen der Schmetterlinge (Standfuß) das Schulbeispiel dar. Im ersten Falle findet die Erbliehkeit eine verhältnismäßig einfache Erklärung darin, daß die Nachkommen der Einzelligen im wesentlichen direkte Fortsetzungen des Protoplasmas der giftfest gemachten Mutter darstellen und daher nicht bloß alle normalen Qualitäten und Funktionen des mütterlichen Protoplasmas, sondern auch abnorme Abänderungen konstitutioneller (? stereochemischer) Art, wie sie der Gifffestigkeit zugrunde liegen müssen, übernehmen können. Im Falle der Vielzelligen dagegen hat man eben erst begonnen, eine genauere Analyse der Reizwirkungen vorzunehmen und auf diese Weise ein Verständnis des Vererbungsmechanismus anzubahnen.

Man kann aber jetzt schon sagen, daß sehr starke allseitige Reize, wie es extreme Temperaturen sind, auf den vielzelligen Organismus selber mindestens eine doppelte Wirkung ausüben: auf der einen Seite kommen Entwicklungshemmungen in dem Sinne zustande, daß eine Zurückdifferenzierung spezifischer, höher spezialisierter Merkmale stattfindet, ähnlich wie z. B. starke Reize die in Teilung befindliche Zelle vielfach auf den „primitiveren“ heterotypischen Teilungsmodus zurückfallen lassen, auf der anderen Seite werden bei nahe verwandten Arten gewisse gemeinsame (generelle) Po-

tenzen geweckt, welche normalerweise latent sind und auch in der freien Natur offenbar nur unter ganz abnormen Bedingungen als „Transversionen“ zum Vorschein kommen. So wird z. B. beim kleinen Fuchs (*Vanessa urticae*) durch starke Temperaturreize 1. das spezifische Ziegelrot in ein düsteres („primitiveres“) Braun umgewandelt und 2. am Vorderflügel eine modifizierte Zeichnung hervorgerufen, welche unter den gleichen Bedingungen auch beim großen Fuchs, Tagpfauenauge und C-Falter erzeugt wird.

Indem nun durch die äußeren Reize sämtliche Zellen des Körpers (im Falle der Schmetterlinge u. a. sowohl die Bildungszellen der farbenproduzierenden Flügelschuppen, als auch die Fortpflanzungszellen) in gleichem Sinne zurück- und umgestimmt werden, indem also eine Parallelinduktion der Körperzellen und Fortpflanzungszellen vor sich geht, wird auch der Fall eintreten können, daß die Zurück- und Umstimmung des Plasmas der letzteren, also des Keimplasmas, derartig nachhaltig wird, daß sie, genau wie bei den Ehrlichschen Trypanosomen, auch auf ihre Nachkommenzellen, in diesem Falle die Embryonal- und Bildungszellen des jugendlichen Organismus übertragen wird. Diese werden also bei der histologischen Differenzierung die nämlichen äußeren Eigenschaften zum Vorschein bringen können wie die ihnen entsprechenden Zellen des unter dem direkten Einflusse des Reizes stehenden Muttertieres: es kann also in diesem Falle tatsächlich eine Uebertragung einer erworbenen Eigenschaft stattfinden.

Die Verbindung dieser Ergebnisse und Betrachtungen mit dem Mendelschen Forschungsgebiet ist dadurch hergestellt worden, daß Tower bei dem Koloradokäfer durch Milieuwirkungen erbliche Abänderungen hervorgerufen hat, die nach dem Mendelschen Modus auf die Nachkommen übertragen werden.

Wie hier zwischen experimenteller Variationslehre und Mendelforschung, so ist in neuerer Zeit auf einem dritten Spezialgebiet der Vererbungslehre zwischen der Mendelforschung und der Keimzellenphysiologie eine besonders enge Verbindung und eine weitgehende Konvergenz der Resultate herbeigeführt worden. Dieses Gebiet ist die Geschlechtsbestimmungslehre. Hier dringt auf Grund der beiderseits gemachten Erfahrungen die Ueberzeugung durch, daß die Keimzellen schon *progam*, d. h. vor der Befruchtung, geschlechtlich bestimmt sind, und zwar derart, daß diese Bestimmung, wenn auch nicht absolut, so doch unter normalen Verhältnissen eindeutig ist. *Syngam*, d. h. bei der Befruchtung, erfolgt dann die endgültige geschlechtliche Bestimmung, wobei sich im Falle eines Zusammentreffens entgegengesetzt-geschlechtlich bestimmter Agenzien oder Faktoren, ein ähnliches gegensätzliches Wertverhältnis geltend macht wie zwischen den Anlagen eines „dominierenden“ und eines „rezessiven“ mendelnden Merkmals. Dafür, daß nach der Befruchtung, also *epigam*, noch eine Umstimmung des Geschlechts stattfinden kann, haben die neueren Untersuchungen wenigstens auf zoologischem Gebiete keine vollkommen sicheren Anhaltspunkte ergeben.

Im einzelnen treten bei der *progam* Bestimmung Verschiedenheiten auf. Bei einigen Objekten lassen sich die experimentell ermittelten Verhältnisse am besten von der Annahme aus verstehen, daß die männlichen Individuen beide Anlagen enthalten, wobei die männliche Tendenz über die weibliche dominiert. Bei der Bildung der männlichen Geschlechtszellen würde dann eine „Spaltung“ der Anlagen stattfinden derart, daß 50 % der reifen Samenzellen die männliche, 50 % die weibliche Geschlechtstendenz erhalten. Beim Zusammentreffen mit den durchweg weiblich bestimmten Eiern entscheidet also die geschlechtliche Tendenz der Samenzellen (*arrhenoprogame* Bestimmung, *Bryoniatypus*), während in anderen Fällen die Eizellen von zweierlei Tendenz und die Samenzellen gleichartig sind, also die Tendenz des Eies für das Geschlecht des Keimes entscheidend ist (*thelyo-progame* Bestimmung, *Abraxastypus*).

Man hat versucht, die Ergebnisse auf diesem Gebiete mit zytologischen Beobachtungen in Zusammenhang zu bringen, welche bei der Geschlechtszellenbildung der Wanzen (Hemipte-

ren) und anderer Objekte gemacht worden sind. Hier erhalten die Samenzellen bei der letzten Reifungsteilung einen ungleichen Chromosomenbestand, indem von je zwei Schwesterzellen die eine außer den gewöhnlichen Chromosomen ein besonderes Element, das Heterochromosom oder Geschlechtschromosom, erhält, während die andere kein solches aufweist. Die Eizellen würden nach einer Entdeckung Wilsons sämtlich ein dem Heterochromosom entsprechendes Element enthalten. Es liegt nahe, diese zellengeschichtlichen Verhältnisse mit der Geschlechtsbestimmung in einen engeren Zusammenhang zu bringen, und zwar ist dies auf verschiedene Weise versucht worden. Bald wurde angenommen, daß die Heterochromosomen auf Grund besonderer ihnen zukommender Qualitäten oder Funktionen den betreffenden Zellen eine bestimmte geschlechtliche Tendenz aufprägen, daß sie also die eigentlichen geschlechtsbestimmenden Faktoren darstellen oder enthalten, bald wurden Zahl und Größe der im befruchteten Keim vereinigten Heterochromosomen, also quantitative Verhältnisse, als maßgebend angesehen. Endlich liegt aber auch, wie ich glaube, die Möglichkeit vor, daß die Heterochromosomen nur Indizes für die bereits durch andere Faktoren vollzogene Geschlechtsbestimmung darstellen.

Wie dem auch sei, jedenfalls hat auf dem Gebiet der Geschlechtsbestimmungslehre die Verbindung der Beobachtungen auf experimentellem und zytologischem Gebiete schon jetzt zu einer ganzen Reihe von wertvollen Untersuchungen angeregt, sodaß dieses Gebiet zurzeit eines der am meisten bearbeiteten und aussichtsreichsten Kapitel der Vererbungslehre darstellt.