

ihren Ausdruck in der *Mindestzahl* der für die Fruchtbildung erforderlichen befruchteten Samenanlagen wie in einer Note.

#### Literatur.

1. DETJEN, L. R., and G. F. GRAY: Physiological Drop of Fruits in Delaware. University of Delaware agric. Exp. Stat. Bull. 152, Nov. 1927 (zit. nach EWERT 2).
2. EWERT, R.: Blüten und Früchte. Neudamm, J. Neumann 1929.
3. OSTERWALDER, A.: a) Untersuchungen über das Abwerfen junger Kernobstfrüchte. Landw. Jb.

Schweiz 21 (1907). — b) Über das Abwerfen der Blüten unserer Kernobstbäume. Landw. Jb. Schweiz 23 (1909.)

4. TROLL, W.: Beiträge zur Morphologie des Gynaceums. Planta 14, H. 1 (1931).

5. VEH, R. v.: a) Ergebnisse einer entwicklungs-geschichtlich-cytologischen Untersuchung der Samenanlagen der Apfelsorte „Schöner von Boskoop“. Züchter 1933, H. 4. — b) Über die Fruchtbarkeit beim Kernobst. Züchter 1933, H. 9.

6. WETTSTEIN, R.: Handbuch der Systematischen Botanik. Leipzig u. Wien, Franz Deuticke 1924.

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie [Abteilung Hartmann], Berlin-Dahlem.)

## Über den Einfluß von Außenbedingungen auf die Chromosomenreduktion.

(Sammelreferat.)

Von **Werner Hüttig**.

Seitdem die Erkenntnis gewonnen wurde, daß die Verteilung der Erbanlagen auf die Nachkommenschaft bei allen Organismen mit geschlechtlicher Fortpflanzung in der Reduktionsteilung erfolgt, ist das Studium der Chromosomenreduktion bei jeder exakten genetischen Untersuchung zur Notwendigkeit geworden. Lange Zeit hat man geglaubt, daß dieser Vorgang in seinem Ablauf ausschließlich durch das Entwicklungsgeschehen im Innern des Organismus bedingt wird und streng einem eigenen Gesetze folgt. Eine Anzahl von Untersuchungen der letzten Jahre haben jedoch gezeigt, daß auch verschiedene äußere Bedingungen in größerem Maße einen Einfluß auf die Chromosomenreduktion ausüben können. Im folgenden sollen nun vor allem solche Arbeiten besprochen werden, bei denen durch Außenbedingungen die Reduktion, d. h. die Trennung der homologen Chromosomenpaare in den beiden Reifeteilungen, in irgendeiner Weise beeinflusst wurde. Untersuchungen, die sich mit der Auslösung von Mutationen befassen, können im Rahmen dieses Sammelreferates nicht berücksichtigt werden.

*Die Wirkung der Temperatur auf die Chromosomenreduktion.* Der bei Versuchen zur Beeinflussung der Reduktionsteilung am meisten angewandte Außenfaktor ist die Temperatur. Hier sind es vor allem extreme Temperaturgrade oder -sprünge, durch die Änderungen des Verlaufes der Chromosomenreduktion hervorgerufen wurden. Sie führten teils zur Bildung heteroploider, teils zur Entstehung diploider Rassen. Geringere Temperaturänderungen konnten dagegen nur den Zeitpunkt der Chromosomenreduktion (Prä- oder Postreduktion) beeinflussen. In einigen Fällen ging die Wirkung

der Temperatur auf den Reduktionsvorgang so weit, daß bereits die Paarung der homologen Partner unterblieb, also Asyndese auftrat.

STOW (1927) fand Asyndese bei verschiedenen Varietäten der Kartoffel, die er zur Zeit der Pollenreife Temperaturen von 25—30° C aussetzte, wobei die Pollenkörner zum großen Teil abortierten. Außerdem kamen bei diesen Temperaturen noch Pollenkörner mit heteroploidem



Abb. 1. Späte Prophase der 1. Reifeteilung von *Tradescantia virginica*. (Temp. 8,5° C.) Ein Ring von 10 Chromosomen. (STOW 1927.)

Chromosomensatz vor, die mehr Chromosomen als die haploide, ja zuweilen sogar mehr als die diploide Zahl enthielten. Ein normaler Teilungsablauf war nur bei 15—20° möglich. Bei niedrigerer Temperatur, etwa 10° C, kommt es zur Kettenbildung und Verklumpung der Chromosomen in der ersten Reifeteilung. Ähnliche Resultate erhielt STOW auch bei *Tradescantia virginica* und *Paris quadrifolia* (Abb. 1 u. 2).

Eine starke Wärmeempfindlichkeit der Chromosomenkonjugation wurde auch von HEILBORN (1930) bei verschiedenen Apfelsorten festgestellt. Er setzte Apfelblüten im Stadium der Reduktionsteilung Temperaturen von 25—30° C aus und konnte mit steigender Temperatur eine

Erhöhung der Zahl der univalenten Chromosomen beobachten. Hierbei zeigten allerdings die einzelnen Sorten einen verschieden hohen Grad der Empfindlichkeit.

Ein interessantes Gegenstück hierzu ist *Gagea lutea*, deren Reduktionsteilung nach den Untersuchungen von SAKAMURA und STOW (1927) nur bei einer Temperatur von  $1-2^{\circ}\text{C}$  normal verlaufen kann. Bei  $25-30^{\circ}$  wird sie

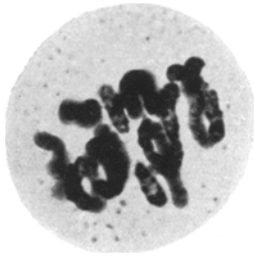


Abb. 2. Seitenansicht einer heterotypischen Metaphase von *Tradescantia virginica*. (Temp.  $8,5^{\circ}\text{C}$ .) Ein Achterring und zwei Vierergruppen. (STOW 1927.)

völlig gestört. Aus den Pollenmutterzellen entstehen dann entweder nur ein Riesenpollenkorn oder zwei Dyadenzellen (Abb. 3). Bei der Riesenzelle hat überhaupt keine heterotypische Teilung stattgefunden, während die Dyadenzellen durch Ausbleiben der zweiten Reifeteilung

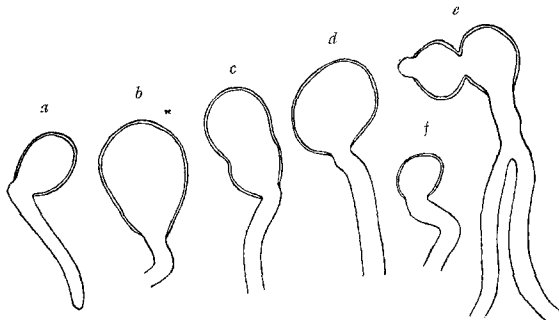


Abb. 3. *Gagea lutea*. Keimender Pollen von warm gezogenen Pflanzen ( $30^{\circ}\text{C}$ ). a normaler Pollen, b, c, d, e hyperchromosomig, f hypochromosomig. (SAKAMURA u. STOW 1926.)

entstehen, wobei sie außerdem noch oft ungleiche Chromosomenzahlen von der ersten Reifeteilung her enthalten.

Bei *Liriope graminifolia* und *Scilla japonica* ruft nach Untersuchungen von SHIMOTOMAI (1927) eine 5-7stündige Abkühlung der Versuchspflanzen auf  $\pm 0^{\circ}\text{C}$  Störungen der Spindelbildung und ein teilweises Ausbleiben der Chromosomenkonjugation hervor.

Sehr stark kälteempfindlich ist *Epilobium hirsutum*, das von MICHAELIS (1926) untersucht wurde. Besonders die Kerne in den Stadien von der Synapsis bis zur Diakinese reagieren außer-

ordentlich leicht auf den Kältereiz (etwa  $-4^{\circ}\text{C}$ ). Die Paarung der Chromosomen wird sehr locker und kann häufig ganz unterbleiben. Oft findet auch keine Trennung der Chromosomen in der Metaphase statt. Sie verklumpen dann innerhalb der Spindel, umgeben sich mit einer neuen Membran und bilden somit wieder einen neuen diploiden Kern.

Pflanzen von *Oenothera Hookeri*, die MICHAELIS (1930) einer Temperatur von 0 bis  $-6^{\circ}\text{C}$ , und zwar je dreimal im Abstand von 48 Stunden zwischen jeder Behandlung, aussetzte, zeigten Pollen mit abnormen Chromosomenzahlen. Dieser abnorme Pollen wurde nun zur Bestäubung unbehandelter Pflanzen verwendet. Die Aussaat des aus dieser Kombination gewonnenen Samens ergab 60% Pflanzen mit anormalem Chromosomenbestand. Von 65 Pflanzen der *Oenothera Hookeri* hatten 15,4% eine erhöhte Chromosomenzahl, waren also hyperdiploid. 16,9% der Pflanzen besaßen die Chromosomenzahl  $2n - 1$  (hypodiploid), bei 9,2% wurden 13 Chromosomen und ein Bruchstück des 14. gefunden. 58,4% hatten die volle diploide Anzahl, jedoch traten hier bei 15,4% Störungen im Teilungsverlauf wie bei den hypodiploiden Pflanzen auf, so daß die Annahme berechtigt erscheint, daß die Formel für den Chromosomensatz der Pflanzen  $2n - 1 + 1$  lauten muß.

Eine ähnliche Wirkung der Kälte fanden RUDLOFF und SCHMIDT (1932) bei *Oenothera R. muricata* und *Oe. cruciata*. Bei Blüten, die sie an einem kalten Oktobertag fixiert hatten, war die Störungsrate der Reduktionsteilung gegenüber Ende August fixiertem Material wesentlich gesteigert. Für verschiedene Tabakvarietäten wird von BRIEGER (1929) angegeben, daß sich bei ihnen die Reduktionsteilung nur beeinflussen läßt, wenn man die Pflanzen von einer extremen Temperatur in die andere bringt ( $2^{\circ}$  auf  $35^{\circ}$  oder umgekehrt).

Aus all den geschilderten Untersuchungen geht hervor, daß die auf die Reduktionsteilung wirksamen Temperaturgrade artspezifisch sind. Pflanzen, deren normale Entwicklungstemperatur tief liegt, wie *Gagea lutea*, zeigen Störungen im Ablauf der Reifeteilungen bei hoher Temperatur, Individuen, die auf mittlere Temperaturen in ihrer Lebensweise eingestellt sind, werden durch hohe und tiefe Temperaturen beeinflusst. Wieder andere reagieren nur auf extreme Temperatursprünge.

Die Wirkung der Temperatur ist nicht in allen Fällen so einschneidend wie bei der Reifeteilung der eben besprochenen Pflanzen. Sie kann auch nur die Wanderung eines einzigen

Chromosomes beeinflussen, wie das SEILER (1920) für die geschlechtsbestimmende Reifeteilung der Psychide *Talaeporia tubulosa* nachgewiesen hat. Das Vorhandensein des X-Chromosomes in einem Ei bedingt bei diesem Schmetterling die Entwicklung zum Männchen. In der Anaphase der ersten Reifeteilung wird darüber entschieden, ob das Ei ♀ oder ♂ bestimmend ist. Wandert das X-Chromosom in die äußere Spindel, aus der der Richtungskörper wird, so ist das Ei ♀ bestimmend (Abb. 4), geht es zum inneren Spindelpol, entsteht aus dem befruchteten Ei ein Männchen (Abb. 5). Aus dem Geschlechtsverhältnis ♀:♂ läßt sich also die Wanderrichtung des X-Chromosoms feststellen. Ist sie zufallsmäßig bedingt, muß ein Zahlenverhältnis von ♂:♀ = 1:1 erwartet werden. SEILER konnte nun zeigen, daß dieser Quotient stark temperaturabhängig ist, wie aus der folgenden Aufstellung hervorgeht:

Temperatur	♀:♂
1—8,5° C	60,5%:39,5%
12—16° C	57,5%:42,5%
30—37° C	38,2%:61,8%

Wir ersehen daraus, daß mit zunehmender Temperatur die Zahl der Männchen steigt; folglich muß auch das X-Chromosom in der ersten Reifeteilung häufiger nach dem Innenpol gewandert sein.

*Der Einfluß der Temperatur auf den Zeitpunkt der Chromosomenreduktion.* Wie weitgehend abgestimmt die Wirkung der Temperatur auf den Ablauf der Chromosomenreduktion sein kann, zeigen uns Untersuchungen von HÜTTIG (1931 und 1933) an verschiedenen Brandpilzen. Hier kontrolliert die Temperatur nicht mehr das morphologische Geschehen der Reifeteilungen, sondern übt nur noch bestimmenden Einfluß auf den Zeitpunkt der Reduktion aus.

Wir wissen heute, daß Mendelspaltung und Chromosomenreduktion gleichlaufende Prozesse in der Entwicklung der Organismen sind und innerhalb der beiden Reifeteilungen vor sich gehen. Wir wissen ferner, daß die Mendelspaltung nicht, wie ursprünglich angenommen wurde, nur in der ersten Reifeteilung (Präreduktion) stattfindet, sondern daß sie bei vielen Organismen genau so in der zweiten Reifeteilung (Postreduktion) vor sich gehen kann. Es würde im Rahmen dieses Referates zu weit führen, näher auf dieses interessante Problem der Bio-

logie einzugehen. Es ist in letzter Zeit in zusammenfassenden Darstellungen von GOLDSCHMIDT (1932) und BRIEGER (1933) behandelt worden.

Bei den Brandpilzen *Ustilago Hordei*, *U. Avenae* und *U. decipiens* konnte eine strenge Tem-

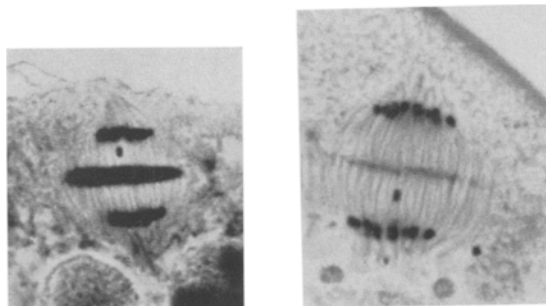


Abb. 4. X-Chromosom wandert nach außen = ♀ bestimmend.

Abb. 5. X-Chromosom geht nach innen = ♂ bestimmend.

Abb. 4 und 5. Geschlechtsbestimmende Reifeteilung bei *Talaeporia tubulosa*. (SEILER 1922.)

peraturabhängigkeit des Zeitpunktes der Chromosomenreduktion nachgewiesen werden. Bei reiner Zufallsverteilung ist ein gleiches Verhältnis von Präreduktion zu Postreduktion zu erwarten, also 50:50%. Verändert sich dieser Quotient nach der einen oder der anderen Seite bei verschiedenen Versuchstemperaturen unter sonst gleichen Außenbedingungen, ist ein Einfluß der Temperatur auf die Chromosomenreduktion er-

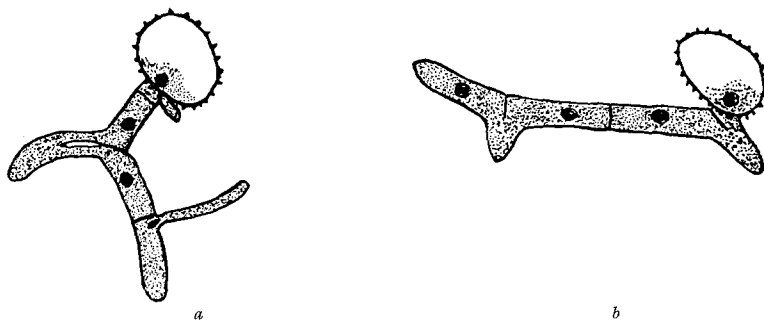


Abb. 6 a und b. Kopulationstypen bei *Ustilago Avenae*. a Randkopulation; b Mittelkopulation. (HÜTTIG 1933.)

wiesen. Die drei untersuchten *Ustilago*-Arten sind auf Grund einer Gattungseigentümlichkeit leicht zum Erhalten statistisch verwertbarer Zahlen bei diesen Versuchen geeignet. Die vier aus der Reduktionsteilung hervorgegangenen Gonen liegen reihenförmig im Promycel nebeneinander. Sie haben außerdem die Fähigkeit, in nährstoffarmen Lösungen miteinander zu kopulieren (Abb. 6). Aus dem Kopulationsbild läßt sich nun auf die Geschlechterverteilung und damit

auch auf den Zeitpunkt der Chromosomenreduktion schließen. Abb. 7 soll das veranschaulichen. Hier ist für den Zeitpunkt der Reduktion Zufallswirkung und somit das Verhältnis von Präreduktion zu Postreduktion

Es ist ferner auffällig, daß die Gipfel aller drei Kurven etwa stets bei den Wärmegraden zu finden sind, bei denen die Keimungsquote am höchsten ist (HÜTTIG 1931). Dieser Zusammenhang läßt die Wirkung der Temperatur auf den Zeitpunkt der Chromosomenreduktion als einen Einfluß auf die Quellungserscheinungen und die kolloidale Struktur der Eiweißsubstanzen des Kernes auffassen. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn auch noch andere Außenfaktoren einen Einfluß auf den Reduktionsvorgang ausüben können.

Zeitpunkt der Reduktion	Geschlechterverteilung	Kopulationsmöglichkeit	Häufigkeit
Praereduktion Postaequation			100 %
Postreduktion Præaequation			25 %
			25 %
			50 %

Abb. 7. Übersicht über die Beziehungen zwischen Geschlechterverteilung, Kopulationsmöglichkeit und Zeitpunkt der Reduktion. (HÜTTIG 1933.)

gleich 1:1 angenommen. Man braucht also nur die Kopulationstypen auszuzählen, um den Einfluß irgendeines Außenfaktors auf den Zeitpunkt der Chromosomenreduktion erfassen zu können. Abb. 8 zeigt den Verlauf des Tem-

deshalb, daß sich die Chromosomen in diesen Fällen unter dem Einfluß der Temperatur schon in der ersten Telophase längsspalten (Präequation).

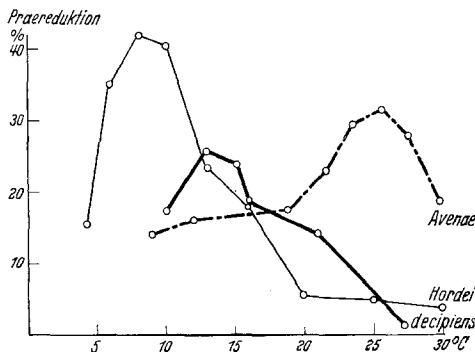


Abb. 8. Einfluß der Temperatur auf den Zeitpunkt der Reduktion bei verschiedenen *Ustilago*-Arten.

peratureinflusses auf die Reduktionsteilung in Kurvenform. Wir sehen, daß bei allen drei untersuchten Arten Optimumkurven entstehen, deren Scheitelpunkt jedoch niemals die nach der Zufallsverteilung zu erwartenden 50% für die Präreduktion erreicht. Außerdem hat jede Art ihr Optimum bei einer anderen Temperatur.

PLOTNIKOWA (1931) berichtet über die Wirkung von Röntgenstrahlen auf die Reduktionsteilung beim Weizen. Er benutzte zu seinen Versuchen eine Coolidge-Röhre mit einer Spannung von 50 KV und einer Stromstärke von 5 mA. Außerdem wurde ein Aluminiumfilter von 1 mm Dicke gebraucht. Der Objektabstand betrug 25 cm. Es wurden sehr weitgehende Störungen der Reduktionsteilung beobachtet. Regelmäßige Meta- und Anaphasen waren überhaupt nicht zu finden. Die Chromatinmasse verklebt meist zu einem Klumpen. Dadurch, daß in später Anaphase die Chromatinklumpen mit Chromatinfäden an den Polen verbunden sind, kommt schließlich eine Trennung der Chromatinmassen zustande. Daneben sind aber noch viele Chromatinreste im Plasma enthalten. Die Tetradenbildung verläuft anormal, so daß man vielkernige Zellen und vielzellige „Tetraden“ findet. Bei der Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Reduktionsteilung beim Weizen handelt es sich vor allem um eine Änderung der kolloidalen Struktur des Chromatins.

### Der Einfluß verschiedener Narcotica auf die Chromosomenreduktion.

Zur Beeinflussung vegetativer Mitosen sind Narkotica, wie Chloralhydrat, Benzin oder Äther, zuerst von GERASSIMOW (1904), NEMEČ (1904) und LUNDEGÄRDH (1914) mit Erfolg angewandt worden. Bei diesen Versuchen wurden häufig heteroploide Chromosomensätze erhalten, die zum Teil durch Aufregulierung entstanden sind. Weniger oft gelangten Versuche zur Einwirkung auf die Reduktionsteilung zur Durchführung, und nur einige von ihnen hatten ein positives Ergebnis. So gelang es F. v. WETTSTEIN (1924) bei *Funaria hygrometrica* und *Physcomitrella* durch Narkotica die Bildung diploider oder hypodiploider Sporen hervorzurufen. Er injizierte in die Mooskapseln mittels einer Kanüle Lösungen von Chloralhydrat (optimal 0,01%), oder Kaliumnitrat (etwa 1%). Bei der cytologischen Untersuchung der so behandelten Teilungen konnte oft ein unregelmäßiges Auseinanderweichen der Chromosomen beobachtet werden. Häufig können auch die Stadien der zweiten Reifeteilung überhaupt fehlen. Als Produkte der beeinflussten Reduktionsteilungen entstehen dann zwei bivalente Sporen oder Sporen mit ungleicher Chromosomenzahl. Gelegentlich wurde auch nur eine Störung der Wandbildung beobachtet, so daß sich Sporen bilden, die zwei Kerne enthalten.

ZICKLER (1931) erzeugte Riesensporen bei *Neurospora crassa* und *Sordaria macrospora*, indem er Chloralhydrat auf die Reduktionsteilung im Ascus einwirken ließ. Er gab die Versuchslösung (25 g Chloralhydrat : 75 g Wasser) in einer Verdünnung 1 : 16 zu Reagensglaskulturen dieser Pilze, so daß sie völlig von der Flüssigkeit bedeckt waren. Nach 5—10 Minuten wurde die Lösung wieder abgegossen. Er erhielt dann später Ascosporen, die die doppelte bis achtfache Größe einer normalen Ascospore besaßen und Miktohaplonten darstellen.

Liefen die eben besprochenen Versuche darauf hinaus, den Gesamtvorgang der Reduktion hemmend zu beeinflussen, so gingen die Untersuchungen von HÜTTIG (1933) einen anderen Weg. Hier gelang es durch eine schwache Dosierung des einwirkenden Mittels, die den cytologischen Ablauf der Reduktionsteilung nicht störend beeinflusste auf den Verteilungsmodus der Chromosomen, d. h. auf die Alternative Präreduktion oder Postreduktion einzuwirken. Als Narkotica kamen die Urethane, und zwar das Methyl-, Äthyl-, Propyl-, Butyl- und Phenyl-

urethan zur Anwendung. Die Konzentrationen der Versuchslösungen bewegten sich je nach der Art des Urethans zwischen 0,0005—0,05 mol/l. Als Untersuchungsmaterial diente *Ustilago Avenae*, deren Brandsporen auf den Versuchslösungen zur Keimung und Kopulation gebracht wurden. Nach der schon vorn (S. 245) besprochenen Zählmethode konnte die Feststellung des Ergebnisses in statistisch verwertbaren Zahlen erfolgen. Abb. 9 enthält die für die Präreduktion gefundenen Werte in Kurvenform. Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, daß die hemmende Wirkung der Urethane auf die Präreduktion mit der Anzahl der Kohlenstoffatome im Molekül steigt. Damit ist außerdem zugleich eine sich steigernde Empfindlichkeit des Pilzes gegen die Konzentration der Narcotica verbunden. Als wichtiges Ergebnis aber ist festzustellen, daß es durch die Einwirkung der Urethane zum erstenmal gelungen ist, die Prä-

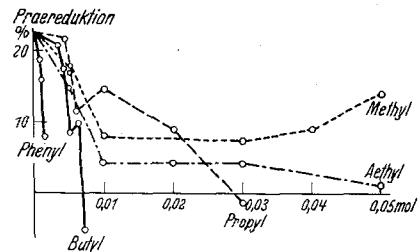


Abb. 9. Einfluß der Urethane auf den Zeitpunkt der Reduktion bei *U. Avenae*.

reduktion, also die Trennung der homologen Chromosomen in der ersten Reifeteilung, völlig auszuschalten. Unter Einbeziehung des errechneten mittleren Fehlers von 3% ist bei den Lösungen von 0,05 mol Äthylurethan, 0,03 mol Propylurethan und 0,007 mol Butylurethan der Nullwert für die Reduktion in der ersten Reifeteilung erreicht. Es ist damit erwiesen, daß die Urethane nur in einer Richtung, nämlich auf die Präreduktion hemmend wirken. Dieser nur in einer Richtung verlaufende Prozeß dürfte vielleicht bei weiterem Eindringen in das Problem der Chromosomenreduktion noch an Interesse gewinnen.

### Der Einfluß von Salzen der Hofmeister'schen Reihe auf den Zeitpunkt der Chromosomenreduktion.

Die HOFMEISTER'SCHE Reihe hat zur Einwirkung auf Kolloide, insbesondere auf Eiweißverbindungen in der Physiologie eine sehr verbreitete Anwendung gefunden. HÜTTIG (1933) versuchte mit ihr auch die Reduktionsteilung zu beeinflussen. Als Untersuchungsmaterial

diente *Ustilago Avenae*. Die Versuche wurden in konstanter Temperatur durchgeführt bei Konzentrationsstufen der angewandten Lösungen zwischen 0,1—0,00 mol/l. Die Brandsporen wurden auf den reinen Salzlösungen ausgesät. Die Auswertung der Versuchsergebnisse geschah nach der bereits vorn geschilderten Zählmethode.

Zuerst wurde die Wirkung der *Anionen* untersucht, die in Form von Ammoniumsalzen zur Anwendung kamen, und zwar als Nitrat, Chlorid, Rhodanid, Sulfat, Bromid und Jodid. Das Resultat brachte eine Überraschung. Es konnte nämlich festgestellt werden, daß der Verlauf des Einflusses beim Ammoniumnitrat, -rhodanid und -sulfat der gleiche ist, wenn man den mittleren Fehler von  $\pm 3\%$  in Rechnung stellt. Diese Erscheinung war bei dem chemisch so stark verschiedenen Charakter der drei Salze nicht von vornherein zu erwarten. Erhielten wir unter dem Einfluß der Temperatur eine Optimumkurve für die Präreduktion, so ist hier die Wirkung der drei Ammoniumsalze durch Minimumkurven charakterisiert. Von 0,05 mol ab steigt der Wert für die Reduktion in der ersten Reifeteilung wieder an, um bei 0,1 mol den Nullwert von 22,5% bei weitem zu übertreffen.

Die *Halogensalze* des Ammoniums, das Chlorid, Bromid und Jodid, zeigen keinen so gleichmäßigen Einfluß auf die Reduktionsteilung, wie die vorgenannten Verbindungen. Es handelt sich hier zwar wieder um Minimumkurven für die Präreduktion, aber das Minimum liegt diesmal für alle drei Halogensalze zwischen 0,025 bis 0,03 mol/l. Auch in dem übrigen Verlauf unterscheiden sich die Kurven von denen der Nitrat-Rhodanid-Sulfat-Gruppe. Bei allen drei Halogensalzen des Ammoniums läßt sich nämlich von 0,08 Mol. an ein deutlicher Abfall des Wertes für die Reduktion in der ersten Reifeteilung erkennen.

Aus dem Vergleich des verschiedenen Kurvenverlaufes bei diesen beiden Gruppen von Ammoniumsalzen und noch besonders bei denen der Halogensalze untereinander, sehen wir, daß es sich bei unserer Beeinflussung des Zeitpunktes der Mendelspaltung bei *Ustilago Avenae* nicht um einen einfachen Quellungs- oder Entquellungsvorgang lyophiler Kolloide im Sinne der bekannten Wirkungsweise der HOFMEISTERschen Reihe handeln kann. Diese Annahme wird durch die Art des Einflusses von verschiedenen Kationen auf den Ablauf der Chromosomenreduktion noch bestätigt. Im folgenden seien nur die Versuche mit Alkalinitraten und Alkali-

chloriden kurz erörtert. Diese Salze des Kaliums, Natriums, und Ammoniums kamen vor allem auch deshalb zur Anwendung, weil sie sich durch eine hohe Dissoziation auszeichnen. Während die Kalium- und Ammoniumsalze typische Minimumkurven bei ihrem Einfluß auf die Präreduktion ergaben, fällt das Natrium in den beiden Verbindungen aus der Reihe. Beim Natriumnitrat bleibt der Prozentsatz für die Präreduktion, wenn man den mittleren Fehler von  $\pm 3\%$  einrechnet, konstant, während er beim Natriumchlorid mit steigender Konzentration fast in gerader Linie fällt.

Aus den Versuchen mit den Alkaliverbindungen geht hervor, daß von einer spezifischen nur durch das Kation hervorgerufenen Einwirkung auf den Zeitpunkt der Chromosomenreduktion bei *U. Avenae* nicht gesprochen werden kann, sondern, daß sich jedes Kation, je nach dem Anion, an das es gebunden ist, anders verhält.

Eine exakte Erklärung für die bei *Ustilago Avenae* festgestellte Empfindlichkeit der zur Reduktion führenden Prozesse ist vorläufig nicht möglich. Es hat auch keinen Zweck, irgendwelche Vermutungen auszusprechen, die auf Grund der Versuchsergebnisse vielleicht eine gewisse Wahrscheinlichkeit hätten, ehe nicht weitere Untersuchungen neues Tatsachenmaterial zu ihrer Stützung beigetragen haben. Auf einfache physikalische Ursachen lassen sich die Wirkungen von Außenfaktoren auf die Chromosomenreduktion im allgemeinen jedenfalls nicht zurückführen. Versuche mit verschiedenen Dampfspannungen, osmotischen Kräften und verschiedenem  $pH$ -Wert haben gezeigt, daß diese Faktoren für die Vorgänge der Chromosomenreduktion ohne besondere Bedeutung sind. Andererseits wird aber auch die Erfassung der wirklichen Ursache durch mehrere Umstände erschwert. Falls die Einwirkung in der meiotischen Prophase erfolgt, müssen die chemischen Stoffe, ehe sie an die Chromosomen herankommen, einen langen Weg zurücklegen. Zuerst müssen sie durch die Zellmembran diffundieren, dann durch die Grenzschicht des Plasmas und durch das Plasma selbst, schließlich müssen sie noch die Grenzzone Plasma—Kern und die Caryolympe durchdringen. Falls die Einwirkung erst in der Metaphase erfolgt, fällt zwar die Grenzzone Plasma—Kern—Caryolympe—Chromosom weg, dafür ist aber das dichte Spindelplasma zwischen Zellplasma und Chromosom eingeschaltet.

Wenn auch die eben besprochenen Arbeiten keine Aufklärung über die Art und Ursache des

Einflusses verschiedener Außenbedingungen auf die Chromosomenreduktion gebracht haben, so haben sie doch gezeigt, daß selbst ein so eigen-gesetzlicher Vorgang wie die Chromosomen-reduktion in hohem Maße von Bedingungen abhängig sein kann, die außerhalb des inneren Entwicklungsablaufes der sich teilenden Zelle herrschen. Daneben scheinen sie zu der Hoff-nung zu berechtigen, daß es einen Weg gibt, der uns durch ein Zusammenarbeiten der stati-stischen Methoden der Vererbungslehre mit den kausalen der experimentellen Physiologie zur ursächlichen Erkenntnis des heute noch schein-bar autonomen Vorganges der Chromosomen-reduktion und der Mendelspaltung führt.

#### Literatur.

- BLEIER, H.: Experimentell-cytologische Unter-suchungen I. Einfluß abnormaler Temperatur auf die Reduktionsteilung. *Z. Zellforsch.* **11**, 218—236 (1930).
- BRIEGER, F.: Vererbung bei Artbastarden unter besonderer Berücksichtigung der Gattung *Nicotiana*. *Züchter* **1**, 140—152 (1929).
- BRIEGER, F.: Die genaue Bestimmung des Zeit-punktes der Mendelspaltung (Sammelref.). *Züchter* **5**, 34—44 (1933).
- GERASSIMOW, J.: Über die Größe des Zellkerns. *Beih. z. Bot. Zbl.* **18**, Abt. I, 45—118 (1904).
- GOLDSCHMIDT, R.: Prä- oder Postreduktion der Chromosomen? *Naturwiss.* **20**, 358—362 (1932).
- HEILBORN, O.: Temperatur und Chromosomen-konjugation. *Svensk bot. Tidskr.* **24**, 12—25 (1930).
- HÜTTIG, W.: Über den Einfluß der Temperatur auf die Keimung und Geschlechterverteilung bei Brandpilzen. *Z. Bot.* **24**, 529—577 (1931).
- HÜTTIG, W.: Über physikalische und chemische Beeinflussungen des Zeitpunktes der Chromosomen-reduktion bei Brandpilzen. *Z. Bot.* **26**, 1—26 (1933).
- LUNDEGARDH, H.: Zur Mechanik der Kernteilung. *Sv. bot. Tidskr.* **8**, 161—180 (1914).
- MICHAELIS, P.: Über den Einfluß der Kälte auf die Reduktionsteilung von *Epilobium*. *Planta (Berl.)* **1**, 569—582 (1926).
- MICHAELIS, P.: Über die experimentelle Er-zeugung heteroploider Pflanzen bei *Epilobium* und *Oenothera*. *Biol. Zbl.* **48**, 370—374 (1928).
- MICHAELIS, P.: Über experimentell erzeugte heteroploide Pflanzen von *Oenothera Hookeri* (OLTMANN'S Festschrift). *Z. Bot.* **23**, 288—308 (1930).
- NEMEC, B.: Über die Einwirkung des Chloral-hydrats auf die Kern- und Zellteilung. *Jb. Bot.* **39** (1904).
- PLOTNIKOWA, T. W.: Einfluß der Röntgenstrah-len auf die Reduktionsteilung von Weizen. *Z. Züchtung A.* **16**, 662—668 (1931).
- RUDLOFF, C. F., u. M. SCHMIDT: Untersuchungen über den Einfluß ungünstiger Witterungsverhält-nisse auf die Reduktionsteilung und Embryosack-entwicklung bei verschiedenen *Oenotheren*. *Planta (Berl.)* **18**, 104—167 (1932).
- SAKAMURA, T., u. J. STOW: Über die experimen-tell veranlaßte Entstehung von Pollenkörnern mit abweichenden Chromosomenzahlen. *Jap. J. of Bot.* **3**, 111—137 (1926).
- SEILER, J.: Geschlechtschromosomen - Unter-suchungen an Psychiden I. Experimentelle Be-einflussung der geschlechtsbestimmenden Reife-teilung bei *Talaeporia tubulosa* Retz. *Arch. Zell-forschg.* **15**, 249—268 (1920).
- SHIMOTOMAI, N.: Über Störungen der meiotischen Teilungen durch niedrige Temperatur. *Bot. Magaz. (Tokio)* **41**, 149—160 (1927).
- STOW, J.: A cytological study on pollen sterility in *Solanum tuberosum* L. *Jap. J. of Bot.* **3**, 217 bis 238 (1927).
- V. WETTSTEIN, F.: Morphologie und Physiologie des Formwechsels der Moose auf genetischer Grund-lage I. *Z. Abstammungslehre* **33**, 1—236 (1924).
- ZICKLER, H.: Über künstliche Erzeugung von Miktohaplonten bei Ascomyceten. *Biol. Zbl.* **51**, 540—546 (1931).

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Müncheberg i. Mark.)

## Fortschritte der Cytologie in der Austausch- und Konjugationsfrage.

(Sammelreferat.)

Von **Hermann Propach**.

Im Jahre 1928 erschien in deutscher Sprache die letzte zusammenfassende Darstellung der Zusammenhänge zwischen Cytologie und Ge-netik, es waren BĚLAŘS „Cytologische Grund-lagen der Vererbung“. Von der Übersetzung von Sharps „Introduction to Cytology“ durch JARETZKY wollen wir hier absehen. In BĚLAŘS Buch waren die hier in Rede stehenden Fragen nach dem damaligen Stande der Wissenschaft dargestellt, mit dem Ergebnis, daß es noch immer keine gut fundierte Hypothese über die cytologischen Vorgänge beim Austausch gebe.

Nun sind gerade in den Jahren nach 1928 eine ganze Reihe von Arbeiten veröffentlicht worden, die die Austauschfrage und, mit ihr eng verknüpft, das Konjugationsproblem be-handeln. Ihr Autor ist in der Hauptsache der englische Cytologe C. D. DARLINGTON und eine Anzahl von Mitarbeitern, daneben der Ameri-kaner J. BELLING. Diese Arbeiten haben in der Literatur ein erstaunlich schwaches Echo ge-funden, erst in neuester Zeit beginnt man, sich mit ihrem Inhalt auseinanderzusetzen, vornehm-lich wieder in der Literatur angelsächsischer