Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Klasse

der

Bayerischen Akademie der Wissenschaften

zu München

1923. Heft II
Mai- bis Dezembersitzung

München 1923
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)

Einfluss der Überreife der Geschlechtszellen auf das Geschlecht von Lymantria dispar.

Von **Richard Hertwig.**

Vorgetragen in der Sitzung am 7. Juli 1923.

Das Resultat früherer Untersuchungen, daß Überreife der Eier bei den Fröschen die Entwicklung des männlichen Geschlechts begünstigt und von einem Zeitpunkt ab zur Bildung einer ausschließlich männlichen Nachkommenschaft führt, hatte mich veranlaßt, den Ursachen nachzugehen, welche diese so ausgesprochene sexuelle Umstimmung der Eizellen verursacht. Ich hatte daher, als der Friedensschluß und der Eintritt geordneter Zustände es gestatteten, meine Untersuchungen wieder aufgenommen und dabei eine Entwicklungsserie erzielt, welche erkennen läßt, daß es sich im Gegensatz zu früher geäußerten Ansichten um einen Fall von metagamer Geschlechtsbestimmung handelt. Früher hatte ich es für wahrscheinlich gehalten, daß die vom Gewöhnlichen abweichende Geschlechtsbestimmung progam erfolge und durch den besonderen Verlauf der Eireife bedingt werde; ich hatte dabei die zwei Möglichkeiten erörtert, die sich ergeben, je nachdem sich die noch immer nicht mit Sicherheit gelöste Frage entscheiden sollte, ob das männliche oder weibliche Geschlecht heterogamet ist. Ein besonders günstig gelagerter Fall führte nun zu folgendem, eine progame Geschlechtsbestimmung ausschließendem Resultate. Ich hatte ein Froschweibchen, welches einer „indifferenten Rasse“ angehörte, bei der also die Gonaden lange auf einem Zustand der Indifferenz verharren, mit einem Männchen von einer Rasse, bei welcher es sehr frühzeitig möglich ist, Hoden und Eierstock zu unterscheiden, gekreuzt und dabei Parallelkulturen eingerichtet, 1. eine Normalkultur und 2. eine Uberreifekultur (Überreife 68 St.).

Von jeder Kultur hatte ich Material auf verschiedenen Entwicklungsstadien abgetötet: a) Kaulquappen mit gut entwickelten Hinterbeinen, b) junge ausmetamorphosierte Fröschchen, c) Fröschchen, die überwintert hatten und zu ansehnlichen Tieren herangefüttert worden waren. Für die Normalkultur ergab die Untersuchung der Gonaden folgendes: 1. Erste Abtötung 46 indifferente Tiere. 2. Während der Metamorphose abgetötete Tiere zeigten die Gonaden in Umwandlung. 3. Von den 7 überwinterten Tieren waren 6 Weibchen, 1 Männchen. Anders gestaltete sich das Resultat bei den Überreifekulturen. Bei ihnen ließen sich bei der ersten Abtötung (a) noch zwei Gruppen in nahezu gleicher Zahl unterscheiden: 1. Kaulquappen mit schwach entwickelten Hoden, und 2. solche mit indifferenten Gonaden. Die Abtötung b ergab, was durch die Abtötung c dann weiter bestätigt wurde, daß fast alle Tiere Männchen waren bis auf einen geringen Prozentsatz Weibchen. Aus diesen Ergebnissen zog ich den Schluß, daß Überreife in zweierlei Hinsicht das männliche Geschlecht begünstigt, einmal, indem es die sexuelle Differenzierung der indifferent erscheinenden, für die Entwicklung zu Hoden bestimmten Gonaden beschleunigt, ferner, indem sie bewirkt, daß Gonaden, die unter normalen Verhältnissen zu Ovarien geworden wären, sich sekundär zu Hoden umwandeln.

Will man diese Ergebnisse in Übereinstimmung bringen mit der immer mehr an Boden gewinnenden Auffassung, daß die Geschlechter durch verschiedene Beschaffenheit des Chromosomenbestandes unterschieden sind, so werden wir zur Annahme geführt, daß bei den Fröschen wie bei den meisten Tieren das weibliche Geschlecht homogamet ist und nur einerlei Eier erzeugt, die sämtlich das x Chromosom besitzen, während das Männchen heterogamet ist und zweierlei Spermatozoen bildet, solche mit einem x Chromosom und andere ohne x Chromosom oder mit einem y Chromosom. Die durch Überreife bedingte Umbildung von Weibchen zu Männchen wäre dann so zu verstehen, daß der weibliche Chromosomen-Komplex xx in einen männlichen verwandelt wird, indem ein x entweder ganz rückgebildet oder in seiner Wirkungsweise abgeschwächt wird. Es ist das ein Vorgang, für den bekanntlich in der Literatur Analogien vorliegen (Umbildung des weiblichen *Rhabdonema nigrovenosum* in ein hermaphrodites Tier).

Ich benutze die sich mir bietende Gelegenheit, um auf eine Arbeit einzugehen, die von einem ganz anderen Beobachtungsmaterial ausgehend zu dem gleichen Ergebnis gelangt ist, wie es hier dargestellt wurde, daß bei Fröschen das homogamete Weibchen in das heterogamete Männchen verwandelt werden könne, indem das zweite *x* Chromosom in seiner Wirkung bis zu einer Männlichkeit erzeugenden Beschaffenheit abgeschwächt wird. Crew wurde zu dieser Auffassung durch das Studium hermaphroditer Frösche geführt. Durch das Studium von zahlreichen teils in der Literatur beschriebenen, zu einem großen Teil von ihm selbst untersuchten Fällen gelang es ihm, eine Reihe zu konstruieren, an deren einem Ende sich Weibchen befinden, bei denen die ersten Anfänge zu Männlichkeit auftreten, am anderen Ende Männchen, bei denen nur noch geringe Reste weiblicher Konstitution erkennbar sind. Letztere können funktionsfähige Hoden enthalten und sind dann befähigt, Weibchen zu begatten und Eier, die sich normal entwickeln, zu befruchten. Ein derartiges sekundäres Männchen von *Rana temporaria* war für Crews Deutung maßgebend gewesen. Es hatte ein Weibchen begattet, dessen Laich zu anderweitigen Zwecken aufgezogen worden war. Aus demselben entwickelten sich ausschließlich Weibchen, ein interessanter Fall, für den kein Präcedenz in der Literatur vorliegt. Aus diesem entwicklungsgeschichtlichen Resultat schließt der Verfasser, daß das zur Begattung benutzte Männchen homogamet gewesen war und 2 *x* Chromosomen besaß, daß es daher nur Weibchen erzeugende Spermatozoen liefern konnte. In der Tat stellte sich das benutzte Männchen als ein Hermaphrodit heraus. Den Auffassungen Crews hat sich Huxley, der sich auch mit dem Sexualitätsproblem beschäftigt, angeschlossen. Endlich ist auch Witschi ganz unabhängig von Crew zu dem Resultat gekommen, daß bei den Fröschen das männliche Geschlecht das heterogamete sei und daß hermaphrodite Tiere von Weibchen abgeleitet werden müssen, indem das zweite *x* Chromosom eine Abschwächung erfährt.

Noch ehe ich die hier kurz referierten Arbeiten über Geschlechtsbestimmung bei *Rana esculenta* begonnen hatte, hatte ich den Plan gefaßt, meine Überreife-Untersuchungen auf *Insekten* auszudehnen und zwar auf Formen, bei denen die Frage, welches

Geschlecht das heterogamete ist, schon durch Beobachtung entschieden ist. Solche Formen sind die *Schmetterlinge*, bei denen durch die schönen Untersuchungen Seilers über *Psychiden* festgestellt worden war, daß die Männchen homogamet sind und somit zwei Geschlechtschromosomen besitzen, während bei den Weibchen nur ein Geschlechtschromosom vorhanden ist. Daß weibliche Heterogametie allen Schmetterlingen zukommt, ist in hohem Maß wahrscheinlich, da schon seit längerer Zeit die an *Abraxas grossulariata* angestellten Experimente über geschlechtsbegrenzte Vererbung zu Resultaten geführt hatten, welche nur durch die Annahme weiblicher Heterogametie zu erklären waren. Die Wahl der Schmetterlinge wurde mir auch aus anderweitigen Erwägungen nahe gelegt. Sie bilden vermöge ihrer weiblichen Heterogametie eine willkommene Ergänzung zu den Amphibien, bei denen, wie ich hervorgehoben habe, wahrscheinlich das Männchen heterogamet ist. Auch ermöglichte mir das freundliche Entgegenkommen von Prof. Goldschmidt vom Kaiser Wilhelms-Institut für Biologie in Dahlem meine Untersuchungen mit einem durch seine Zuchten gut analysierten Material zu beginnen. Und so habe ich schon im Sommer 1921 angefangen, *Lymantria dispar* var. *japonica* mit Rücksicht auf Überreife zu züchten. Über die ersten Ergebnisse meiner Kulturen habe ich schon kurz berichten können; sie wurden an einem sehr kleinen und daher für allgemeine Schlußfolgerungen unzureichenden Material gewonnen, so daß ich mich nur mit der größten Vorsicht über sie äußern konnte. Es schien, als ob bei *Lymantria* Überreife der Eier genau den entgegengesetzten Effekt wie bei Fröschen ausübe, indem bei Überreifekulturen die Zahl der Weibchen eine freilich nur unbedeutende Steigerung erfahren hätte. Zunächst kam mir dieses Resultat unerwartet. Es ließ aber bei näherer Prüfung sich mit den bei Fröschen erzielten Ergebnissen in Übereinstimmung bringen und ermöglichte eine für beide Fälle gültige allgemeine Formel, nämlich, daß durch Überreife jedesmal das homogamete Geschlecht betroffen und durch Rückbildung resp. Abschwächung des zweiten Geschlechtschromosoms in das heterogamete verwandelt würde.

Je bestechender nun auch diese allgemeine Formel war, um so mehr hatte ich das Bedürfnis, sie auf ihre Berechtigung durch erneute Untersuchungen zu prüfen. Diese Überprüfung war um

so notwendiger, als Seiler bei seinen Überreife-Experimenten an *Psychiden* zu einem entgegengesetzten Resultat gekommen war, daß auch hier wie bei Fröschen durch Überreife das männliche Geschlecht begünstigt werde. Er stützte sich freilich hierbei nicht auf Zuchtresultate. Diese waren ihm durch ungünstige, mit den politischen Ereignissen im Zusammenhang stehende Ereignisse vereitelt worden. Vielmehr hatte er den äußerst mühsamen Weg der Untersuchung der Reifeteilungen der Eier eingeschlagen und gefunden, daß bei einem verhältnismäßig hohen Prozentsatz derselben das Geschlechtschromosom im Ei zurückbehalten wurde. Da nun infolge der männlichen Homogametie nur einerlei Spermatozoen, solche mit Geschlechtschromosomen gebildet werden, müssen bei der Befruchtung unverhältnismäßig viele Eier mit 2 Geschlechtschromosomen, d. h. Männcheneier, resultieren.

Ein weiteres Moment, welches neue Experimente nötig machte, war folgendes: Wie ich schon in meiner früheren Veröffentlichung hervorgehoben habe, sind die Insekteneier für Überreife-Experimente bei weitem nicht das günstige Material, wie die Amphibieneier. Bei den Fröschen kann man von einem und demselben Weibchen zweierlei Eimassen erzielen, normalreife und solche, die 2—4 Tage überreif sind; man kann so bei einem und demselben Tiere das überreife Material mit dem normalreifen vergleichen. Bei Schmetterlingen ist das nicht möglich, wenigstens nicht bei *Lymantria*. Hier werden die Eier nach der Begattung normalerweise in einem einheitlichen Gelege abgelegt. Nur ab und zu werden kleinere Eimengen mehrere Stunden, sehr selten sogar mehrere Tage noch zurückgehalten. Man ist daher gezwungen, Gelege von verschiedenen Schmetterlingen miteinander zu vergleichen, von solchen, die sofort nach dem Ausschlüpfen begattet wurden, und anderen, die längere Zeit vom Männchen getrennt geblieben waren. Man kann daher nur verschiedene, verschieden reife Tiere auf ihre Sexualitätsziffer untereinander vergleichen, ohne mit Sicherheit entscheiden zu können, ob etwa zu Tage tretende Unterschiede durch Verschiedenheiten in der sexuellen Potenz der einzelnen Pärchen oder durch verschiedene Grade der Reife ihrer Eier bedingt sind. Diesem Einwurf kann nur begegnet werden, wenn man zahlreiche Überreifekulturen erzielt

und feststellt, daß diese immer die gleiche, dem Grad der Überreife parallele Verschiebung der Sexualitätsziffer zeigen.

Die hier kurz skizzierten und eine Reihe weiterer Erwägungen sind Ursache gewesen, daß ich in demselben Jahre, in dem ich meine ersten Züchtungsresultate erzielte (1921), umfangreiche Zuchten für das kommende Jahr (1922) ansetzte. Bei denselben berücksichtigte ich nicht nur die Überreife des Weibchens, sondern auch — was sich bei Fröschen als wirkungslos erwiesen hatte — Überreife des Männchens. Um größere Sicherheit der Resultate zu gewinnen, wiederholte ich meine Versuche noch ein weiteres (im Ganzen drittes) Mal, indem ich die im Sommer 1922 erzielten Schmetterlinge zu Überreifekulturen benutzte, die im Sommer 1923 zum Ausschlüpfen gelangten. In beiden Zuchtserien wurde auch die Frage berücksichtigt, ob alle Eier eines Geleges ausgeschlüpft waren. Dabei stellte es sich heraus, daß diese Voraussetzung bei einem großen Teil der Gelege, auch bei solchen, von denen ich viele Raupen gewonnen hatte, nicht zutraf. Bei hochgradiger Überreife schlüpften überhaupt keine Raupen aus. Hier galt es nun zu entscheiden, ob die versagenden Eier überhaupt nicht befruchtet worden waren oder trotz Befruchtung sich nicht bis zu einer lebensfähigen Raupe entwickelt hatten. Die Untersuchung der Gelege habe ich aus Mangel an Zeit erst mehrere Monate nach Beendigung der Kulturen vornehmen können. Immerhin ließ sich das Wichtigste noch feststellen. Es stellte sich heraus, daß man außer den leicht erkennbaren Schalenresten ausgeschlüpfter Eier noch zwei Kategorien von Eiern unterscheiden konnte. Die einen sahen schwärzlich aus, weil sie eine dunkel pigmentierte Raupe enthielten, deren Kopfschild besonders durch schwarze Farbe auffällt. Bei manchen dieser Eier war die Raupe zum Teil ausgeschlüpft, was dann überleitet zu Raupen, die ausgeschlüpft, aber nicht kräftig genug waren, um sich aus den Wollfasern des Geleges herauszuarbeiten und schließlich zu solchen, die zwar das Gelege verließen, aber auch die zartesten Triebe von Kreuzdorn nicht annahmen und daher verhungerten. Außer den schwärzlichen Eiern gab es noch bräunlich gefärbte, letztere namentlich in Gelegen, bei denen sich keine einzige Raupe entwickelt hatte. Ob hier Eier vorlagen, bei denen die Befruchtung ausgeblieben oder die

Entwicklung frühzeitig zum Stillstand gekommen war, ließ sich an dem eingetrockneten Material nicht mehr entscheiden. Andeutungen eines Embryo waren jedenfalls nicht zu erkennen.

Bei meinem ersten Versuch, den Einfluß der Überreife auf die Eier von *Lymantria dispar* zu studieren, ließ ich mich von den in der Literatur vorliegenden Angaben bestimmen, daß eine normale Eiablage bei Schmetterlingen, bei welchen mehr als 5 Tage seit dem Schlüpfen verstrichen waren, nicht mehr zu Stande komme. In der Tat entwickelten sich auch von einem 6 Tage alten Weibchen nur 12 Räupchen, während ein Gelege etwa mehrere Hundert Eier enthält, und auch von diesen 12 entwickelten sich nur 7 zu kräftigen Raupen, bei denen das Geschlecht bestimmt werden konnte. In der Zeit meiner Kulturen herrschte damals eine sehr hohe Temperatur, 20—25° C. Bei meinen neuerlichen Versuchen habe ich daher versucht, ob nicht durch Kultur bei niederen Temperaturen sich der Zeitraum, in welchem eine normale Entwicklung, wenn auch vielleicht nur für einen Teil des Eimaterials möglich ist, verlängern ließe. Ich hielt daher einen Teil meiner Schmetterlinge bei einer konstanten Temperatur von 12°, während ein anderer Teil bei wenig schwankender Zimmertemperatur (cca. 20—25° C.) gezüchtet wurde. So gelang es mir, von Schmetterlingen, die 14 Tage lang überreif waren, noch leidlich normal aussehende Gelege zu erzielen, aus denen auch ein großer Teil der Eier schlüpfte. Dagegen war die äusserste Grenze der Entwicklungsmöglichkeit bei Zimmertemperatur mit 6—7, selten 8—9 Tagen gegeben.

In den im folgenden mitzuteilenden Untersuchungen habe ich leider keine genaueren Angaben machen können, in welchem Zahlenverhältnisse sich die geschlüpften Raupen zu den im Fadengewirr des Geleges zurückgehaltenen oder in den Eischalen verbliebenen Raupen, resp. zu den bräunlichen, wahrscheinlich unbefruchtet gebliebenen Eiern standen. Die Eier sind in dem dichten Filz der Wollfäden so fest eingebettet, daß sie sich mechanisch nicht isolieren lassen. Bei meinen neuesten Untersuchungen bin ich auf ein Verfahren gekommen, um auch diesen Übelstand zu beseitigen. Wenn man ein Gelege in Kalilauge digeriert, löst sich der Kitt, durch welchen Eier und Wollfäden zu einer Masse verklebt werden, und man kann damit die Eier isolieren und ihre

Zahl und ihren Entwicklungszustand feststellen. Leider hatte ich die Gelege, die aus dem Jahre 1921 stammten und die einer oberflächlichen Untersuchung unterworfen worden waren, schon weggeworfen, ehe ich auf das eine genaue Zählung ermöglichende Verfahren gekommen war. Auch auf einen weiteren Punkt von Wichtigkeit habe ich erst in der Neuzeit Rücksicht genommen, nämlich auf die Frage, ob die Eier sämtlich von dem Schmetterling abgelegt oder zu einem größeren oder geringeren Teil im Körper zurückgehalten worden waren. Ein letztes Moment bezieht sich auf die Frage, ob die Sexualitätsziffer bei dem ersten und letzten Teil des Geleges die gleiche ist.

In den zahlreichen Arbeiten, die sich in der Neuzeit mit der Entwicklungsgeschichte von *Lymantria* beschäftigt haben, ist hervorgehoben worden, daß man einem Gelege schon äußerlich ansehen kann, ob es normal abgesetzt ist oder nicht. Die cca. 300—400 Eier eines Weibchens werden von einer bald mehr grauen, bald mehr bräunlichen Wolle zugedeckt, welche aus feinen verfilzten Fäden besteht. Unter normalen Verhältnissen entsteht dann ein mehrere Zentimeter langer, etwa 2 cm breiter Schwamm, der auf seiner Oberfläche schön geglättet ist und in dessen zentralen Partien die Eier geborgen sind. Wird die Begattung über das Normale hinausgeschoben, so fangen die Weibchen, einige früher, andere später an, Wolle auszuscheiden und zu verstreuen. Allmählich werden auch Eier in unregelmäßigen Haufen abgesetzt, niemals aber vollständig, so daß ein großer Teil der Eier im Abdomen zurückbehalten wird. Derartig unbefruchtet abgelegte Eier entwickeln sich nicht, wie schon wiederholt hervorgehoben worden ist, so daß wir genötigt sind, das Vorkommen von fakultativer Parthenogenesis für *Lymantria* in Abrede zu stellen, wie es ja auch von allen neueren Forschern, die sich mit dem Objekt beschäftigt haben, geschehen ist. Daraus, daß die Weibchen anfangen, Wolle zu bilden und vereinzelte zerstreute Eier abzulegen, darf jedoch nicht gefolgert werden, daß nunmehr keine Aussichten auf Begattung und Bildung eines normalen Geleges gegeben sind. Aus den im folgenden mitzuteilenden kurzen Protokollen ist ersichtlich, daß auch dann noch in manchen Fällen gute Entwicklungsresultate erhalten wurden. Andererseits kommen auch Fälle vor, in denen scheinbar eine normale Begattung

stattgefunden hatte und ein völlig normaler Eierschwamm gebildet worden war, ohne daß Räupchen sich entwickelten.

Die Begattung der Weibchen habe ich übrigens in der Mehrzahl der Fälle nicht festgestellt, weil meine Zeit es mir nicht erlaubte, die hierzu nötige häufige Kontrolle auszuüben. Ich kann daher in vielen Fällen nicht angeben, wie viel Zeit zwischen Begattung und Eiablage verflossen war. Dies muß bei der Beurteilung vieler Kulturen berücksichtigt werden, solcher Kulturen, bei denen die Eiablage erst erfolgte, nachdem schon einige Tage zuvor Männchen und Weibchen in den Zuchtbehältern zusammengetan worden waren. Für die Beurteilung des Grads der Überreife kommt dieser Beobachtungsmangel kaum in Betracht, da wir wissen, daß die Besamung der Eier erst im Moment der Ablage erfolgt, zur Zeit, in der die Eier am Ausführungsgang des Receptaculum seminis vorbeigleiten. Den Grad der Überreife berechne ich daher nicht nach der Zeit der Kopulation, sondern nach der Zeit der Eiablage. Freilich kann ich auch über diese keine bis auf die Stunde genauen Angaben machen, da sie gewöhnlich nachts erfolgt und ich in der Regel nur zweimal die Kulturen kontrollierte, morgens beim Besuch und abends beim Verlassen des Instituts. Aber auch diese Ungenauigkeit spielt keine Rolle, da es gleichgültig ist, ob bei einer Überreife von 6—14 Tagen die Eiablage einige Stunden früher oder später erfolgte.

In einer neuerdings erschienenen Arbeit hat O. Koehler die Frage aufgeworfen, ob nicht auch die Überreife des Spermas einen geschlechtsbestimmenden Einfluß ausüben könne. Er wurde zu dieser Frage durch seine eigenen Untersuchungen an Seeigel-Eiern veranlaßt, Untersuchungen, die ergeben hatten, daß bei Bastardierung die Eier bald mehr nach dem Vater, bald mehr nach der Mutter schlagen, und daß dieser verschiedene Ausschlag nicht nur durch das Alter der Eier, sondern auch durch das Alter der Spermatozoen bestimmt wird. Ich habe dieser Möglichkeit bei meinen neueren Untersuchungen Rechnung getragen und nicht nur die Überreife des Weibchens sondern auch die des Männchens geprüft.

In seinen Arbeiten hat Koehler ferner die Frage erörtert, was man bei den Geschlechtszellen unter den Bezeichnungen Normalreife, Frühreife und Überreife zu verstehen habe. Er macht

mit Recht darauf aufmerksam, daß diese Begriffe bei Pflanzen und Tieren eine ganz verschiedene Bedeutung haben und nicht einmal innerhalb des Tierreichs völlig gleichwertig sind. Letzteres gilt ganz besonders von den Eizellen. Bekanntlich tritt bei den Seeigeln die Reifeteilung und die auf sie folgende Bildung des Eikerns vor der Besamung ein, so daß das Eindringen der Samenfäden auf den Ablauf der Reifeteilungen, speziell auf die so wichtige Reduktionsteilung keinen Einfluß ausüben kann. Das andere Extrem bilden die Nematoden-Eier, die zur Zeit des Eindringens der Spermatozoen noch das Keimbläschen besitzen. Eine vermittelnde Stellung nehmen die Insekten und Wirbeltiere ein. Deren Eier werden unter normalen Verhältnissen befruchtet, wenn das Ei das Keimbläschen rückgebildet und in die erste Reifespindel verwandelt hat, während die Abschnürung des ersten resp. zweiten Richtungskörpers nach dem Eindringen des Samenfadens erfolgt. Bei den Amphibien wird zwar die Vollendung der Eireife auch ohne Einwirkung des Samenfadens durch die Entleerung der Eier in das Wasser herbeigeführt. Indessen kommen derartig künstlich gereifte Eier für uns nicht in Betracht, weil sie nicht mehr befruchtungsfähig sind, da die im Wasser erfolgte Quellung der Eihüllen das Eindringen der Samenfäden unmöglich macht.

Für die im folgenden mitzuteilenden Untersuchungen haben die hier angestellten Erwägungen keine Bedeutung, da die Besamung der Eier bei Amphibien und Schmetterlingen in gleicher Weise auf dem Stadium der ersten resp. zweiten Richtungsspindel erfolgt. Ob freilich der Zeitraum, der von der Auflösung des Keimbläschens bis zur Eiablage verstreicht, bei allen Individuen derselben Art der gleiche ist, läßt sich nicht mit Sicherheit entscheiden.

Bei Fröschen lassen sich im Verlauf der Fortpflanzung zwei Zeiten feststellen, der Zeitpunkt, in welchem das Männchen das Weibchen umklammert und der Zeitpunkt, in dem das Weibchen die Eier absetzt. Der zwischen diesen beiden Vorgängen liegende Zeitraum ist nach meinen Beobachtungen sehr verschieden lang; er kann einerseits unter einem Tag, andererseits mehrere Tage betragen; meist beträgt er bei *Rana esculenta* ca. 24 Stunden. In diesem Zeitraum spielen sich ab: 1. Der Follikelsprung und der Übertritt der Eier in die Eileiter. Zugleich wandelt sich das Keimbläschen in die Richtungsspindel um. 2. Die Bildung der

Eigallerte im Uterus. Die verschiedene Dauer des Zeitraums, der zwischen Umklammerung des Weibchens und Eiablage verstreicht, wird wahrscheinlich durch den ersten Abschnitt bedingt. Es scheint, als ob bei manchen Weibchen der Follikelsprung rasch herbeigeführt wird, bei anderen relativ spät eintritt. Ursache dafür ist wahrscheinlich Verschiedenheit der ovarialen Reife. Ich habe daher früher mit der Möglichkeit ovarialer Früh- und Normalreife gerechnet, je nachdem der Follikelsprung mühsam oder leicht durch die Umklammerung ausgelöst wird. Eine derartige Unterscheidung mag zu Recht bestehen; einen Einfluß auf die Geschlechtsbestimmung habe ich bisher nicht nachweisen können. Bei den vielen Zuchten, die ich angesetzt habe von Eiern, die unter natürlichen Bedingungen abgelegt wurden, ergab sich immer das gleiche Sexualitätsverhältnis 50:50, gleichgültig ob die Copula länger oder kürzer gedauert hatte. Und so kann man bei den Amphibien als Normalreife den Zeitpunkt bezeichnen, in dem unter normalen Bedingungen die Entleerung der Eier erfolgt.

Einfacher als für die Eier liegen die Verhältnisse für die Spermatozoen. Hier ist für alle Tiere der gleiche, gut bestimmbare Zeitpunkt für die Festsetzung des Alters gegeben; es ist der Moment, in dem die Reifeteilungen abgelaufen und die Spermatozyten zweiter Ordnung in die befruchtungsfähigen Spermatozoen umgewandelt sind. Für die Frösche ist es bekannt, daß die Spermatozoen lange am Leben bleiben, ehe sie degenerieren. Nußbaum fand bei *Rana temperaria* noch im Juni, also drei Monate nach der Brunstperiode, Spermatozoen im Hoden. Ich selbst war in der Lage, mich von der Befruchtungsfähigkeit der Samenfäden aus dem Hoden von Männchen zu überzeugen, die vor 4 Wochen die Brunstperiode durchgemacht hatten. Dies wurde mir dadurch ermöglicht, daß ich mir aus Florenz gepaarte, aber vor der Eiablage getrennte Wasserfrösche hatte senden lassen und die Männchen zu künstlicher Befruchtung von Eiern, die von Weibchen aus der Umgebung von München stammten, benutzte. Dabei ergab sich kein Einfluß der Überreife auf die Sexualitätsziffer.

In der Neuzeit sind besonders von Botanikern noch eine Reihe weiterer Faktoren geltend gemacht worden, welche von den Mikrogameten ausgehend möglicherweise einen Einfluß auf das Sexualitätsverhältnis ausüben könnten. Eine wichtige Rolle

spielen die Lethalfaktoren; es könnten die Männchen erzeugenden Mikrogameten bei Überreife länger am Leben bleiben als die Weibchen erzeugenden, es könnte somit das Gegenteil eintreten von dem, was Ursache ist, daß bei *Aphiden* und bei *Rhabdonema nigrovenosum* aus befruchteten Eiern nur Weibchen entstehen. Während in diesen Fällen die Männchen erzeugenden Spermatozoen befruchtungsunfähig sind und für die Geschlechtsbestimmung ausscheiden, könnten bei den von mir untersuchten Fällen die Weibchen erzeugenden Spermatozoen früher absterben. Bei den Fröschen könnte man die Berechtigung dieses Einwands experimentell leicht prüfen, wenn man das Sperma des zur Besamung der überreifen Eier benutzten Männchens gleichzeitig auch benutzen würde, um normal reife Eier zu befruchten. Bei Schmetterlingen, von denen hier zunächst allein die Rede ist, ist ein derartiges Experiment nicht durchführbar.

Man könnte ferner an das, was man in der Neuzeit „*certation*" oder Wettbewerb nennt, denken. Es hat Correus nachgewiesen, daß auch in den Fällen, in denen beiderlei Pollenschläuche lebenskräftig sind, die Weibchen erzeugenden durch ihre raschere Entwicklung im Vorteil sind und beim Herunterwachsen von der Narbe zum Ei die Männchen erzeugenden überholen. Bei *Amphibien* und *Schmetterlingen* ist eine derartige Certation äußerst unwahrscheinlich, weil bei beiden, die bei der Besamung von den Spermatozoen zurückzulegende Wegstrecke zu geringfügig ist.

In den Jahren 1922 und 1923 habe ich sowohl an Fröschen wie Schwammspinnern meine Untersuchungen fortgesetzt. Da die ersteren noch nicht abgeschlossen sind, werde ich mich in dieser Darstellung auf die Schwammspinner beschränken und dabei die im Jahre 1921 angesetzten und im Jahre 1922 abgeschlossenen Kulturen getrennt von denen des folgenden Jahres besprechen.

A. Resultate der im Jahre 1921 angesetzten und im Jahre 1922 zur Geschlechtsbestimmung benutzten Kulturen.

Die Kulturen wurden in der Weise geführt, daß die Raupen und Puppen in Zimmertemperatur gehalten wurden; dagegen wurden die ausgeschlüpften Schmetterlinge zur Erreichung der Überreife zum Teil in einen Kälteapparat bei 11—12° C. verbracht, zum Teil in Zimmertemperatur belassen. Behufs Copula wurden Männ-

chen und Weibchen bei Zimmertemperatur in besondere Zuchtgläser verbracht. Die Gelege wurden in einem ungeheizten, aber vor Frost geschützten Zimmer überwintert. Während ich im März einige Tage abwesend war, trat auffallend warme Witterung ein, was zur Folge hatte, daß auch in dem Zimmer, das zur Unterbringung der Kulturen diente, die Temperatur so erheblich stieg, daß bei einem Teil der Gelege die Räupchen auszukriechen begannen. Ich wurde noch rechtzeitig aufmerksam und konnte durch Einsetzen in einen Eisschrank erreichen, daß ein weiteres Ausschlüpfen der Räupchen unterblieb. Da nur aus dem Gewächshaus des Botanischen Gartens spärliches Futter gewonnen werden konnte, dagegen im Freien alle Bäume noch kahl waren, gelang es mir, nur wenige der verfrüht ausgeschlüpften Raupen aufzuziehen. Die Hauptmasse der Raupen kroch erst im Mai aus, als die Gelege aus dem Kälteschrank in Zimmertemperatur zurückversetzt wurden. Die ausschlüpfenden Raupen wurden mit Weißdorn gefüttert und zum größten Teil auf dem Raupenstadium abgetötet. Ein anderer Teil, von den meisten Kulturen je 50 Stück, wurde bis zur Verpuppung gebracht und die Geschlechtsbestimmung an den Schmetterlingen vorgenommen.

Im folgenden seien die Protokolle der Kulturen wiedergegeben, ehe ich zu einer kritischen Beurteilung meiner Resultate übergehe.

I. Kältekulturen 12° Celsius.

Kultur 1. Ein am 9. Juni geschlüpftes Weibchen wurde mit einem frisch geschlüpften Männchen am 18. Juni zusammengesetzt. Am 19. Juni trat Copula ein; am Abend wurde ein völlig normales Gelege abgelegt. Das Weibchen lebte noch bis zum 24. Juni und hat am 21. Juni noch einen kleinen Eihaufen abgesetzt. Infolge außergewöhnlich warmer Temperatur begann in meiner Abwesenheit das Ausschlüpfen der Raupen am 8. März 1922. Ihre Zahl betrug 55. Durch Kälte wurde der Rest des Geleges am weiteren Ausschlüpfen verhindert. Von den 55 geschlüpften Raupen wurden 45 abgetötet, um bei dem spärlichen und ungeeigneten Futter (aus dem Gewächshaus des Botanischen Gartens) wenigstens 10 zur Aufzucht zu bringen. Indessen gingen auch diese zu Grunde. Nachdem die Möglichkeit Raupen aufzuziehen gegeben, wurde Anfang Mai die Kältebeeinflussung unterbrochen. Am 8. Mai kamen 30 Raupen zur Untersuchung; dabei ergab sich das Verhältnis 25♀:5♂. Im Gelege fanden sich ca. 50% nicht geschlüpfte Eier, die zum Teil Embryonen enthielten, zum Teil bräunlich waren.

Kultur 2. Ein am 9. Juni ausgeschlüpftes Weibchen wurde am 19. Juni mit einem ebenfalls am 9. Juni geschlüpften Männchen zusammengebracht, nachdem es zuvor schon begonnen hatte, Wolle abzulegen. Da am 20. 6. weder Copula noch Eiablage beobachtet werden konnte, wurde das zur Kultur 1 benützte Männchen vom 18. 6. noch hinzugesetzt. Abends am 20. 6. scheint das ♂ 9. 6. zu copulieren. Am 21. 6. fand sich ein leidlich normales Gelege, welches zum Teil auf dem Flügel des alten Männchens abgesetzt war, dem im Laufe des Tages noch ein weiterer kleiner Eihaufen folgte. Das Weibchen blieb noch bis zum 24 Juni am Leben, ohne weitere Eier abzulegen.

Infolge der abnormen Wärme im März schlüpften 87 Raupen aus, von denen 14 zum Fütterungsversuch verwandt wurden, jedoch nur 2 heranwuchsen, so daß sie zur Geschlechtsbestimmung verwandt werden konnten; eines davon war ein Weibchen, das andere ein Männchen. Nach der Kälteeinwirkung schlüpften am 9.—15. Mai noch Raupen aus, gingen aber, ohne zu fressen, zu Grunde. Das Gelege wurde nicht auf zurückgebliebene Eier untersucht.

Kultur 3. Ein am 12. Juni geschlüpftes Weibchen wurde mit einem Männchen, das zwischen dem 18. und 20. Juni geschlüpft war, am 20. 6. zusammengebracht. Es hat am 26. Juni ein kleines gut geglättetes Gelege geliefert, legte keine weiteren Eier ab, obwohl es bis zum 2. Juli noch am Leben blieb. Im März schlüpften 4 Raupen aus, von denen zwei sich füttern ließen, sie ergaben Männchen. Der Rest des Eimaterials, durch Abkühlung am weiteren Ausschlüpfen verhindert, ergab, aufs Neue in die Wärme zurückgebracht, nur wenige Raupen, die, ohne zu fressen, zu Grunde gingen. Im Gelege fanden sich wenige zurückgehaltene Raupen vor. Viele Raupen hatten die Eischalen nicht verlassen.

Kultur 4. Weibchen ebenfalls vom 12. 6., Männchen vom 20. 6., Vereinigung am 21. 6., normale Eiablage 21. 6. Das Weibchen lebt noch bis zum 2. Juli. Im März schlüpften 40 Raupen aus, von denen nur 1 bis zur Geschlechtsreife sich aufziehen ließ, 1 ♂. Im Mai schlüpften noch 160 Raupen aus. Von ihnen wurden 50 zur Verpuppungskultur verwandt, sie lieferten 33 ♀ 12 ♂ Schmetterlinge. Von den übrigen 110 Raupen wurde ein Teil sehr früh abgetötet, 93 auf ihr Geschlecht untersucht: 62 ♀ 31 ♂. Im Gelege fanden sich 2 zurückgehaltene geschlüpfte Raupen und 20—30 Eier, aus denen die Raupen nicht ausgekrochen waren, keine bräunlichen (unentwickelten) Eier.

Kultur 5. Weibchen ebenfalls vom 12. 6., Männchen vom 20. 6., Vereinigung am 21. 6. Gelege schön geglättet vom 21. 6., Weibchen bleibt bis zum 2. Juli leben. Im März schlüpfen 25 Raupen aus, die sämtlich absterben Im Mai entwickeln sich wenige Raupen, die, ohne zu fressen, absterben Im Gelege sind einige Raupen zurückgehalten. Mindestens die Hälfte der Eier ist nicht geschlüpft, manche scheinen sich nicht entwickelt zu haben.

Kultur 6. Weibchen vom 11. Juni mit einem Männchen wahrscheinlich vom 21. 6. (vielleicht auch 1—2 Tage früher) am 21. 6. zusammengegeben, scheinen um 3 Uhr zu kopulieren, sind aber um 4 Uhr wieder auseinander. Das Weibchen wandert im Zuchtglas herum und setzt 7 Uhr abends einige verzettelte Eier ab. Am 22. 6. setzt das Weibchen Wolle ohne Eier ab, sitzt nachmittags 4 Uhr in Kopulastellung mit dem Männchen, hat in der Nacht zum 24. 6. einen kleinen ziemlich normal aussehenden Eihaufen abgesetzt. Verfrüht schlüpfen 4 Räupchen aus, von denen 1 beim Auskriechen, 3 andere bald darauf absterben. Nach der Kältebewirkung kriecht im Mai keine weitere Raupe aus. Im Gelege nur wenige leere Eischalen. Viele Eier sind bräunlich, scheinen sich nicht entwickelt zu haben.

Kultur 7. Schmetterlinge wie in Kultur 6 (♀ 11. 6., ♂ 21. 6. vielleicht auch früher 18. 6.—20. 6). Kopula wurde nicht beobachtet. Am 22. 6. hat das Weibchen ein normales Gelege gebildet, welches es im Laufe des 23. 6. verlängert. Am 24. 6. hat es einen weiteren kleinen Eihaufen gebildet. Im März kriechen 3 Räupchen aus, sterben aber beim Auskriechen ab. Im Mai, nach der Kältebewirkung, schlupfen viele Räupchen aus, sterben aber ab, ohne den Versuch zum Fressen zu machen.

Kultur 8. 2 Weibchen, frisch geschlüpft am 21. 6., wurden mit 3 Männchen vom 12. 6. am 21. 6. zusammengegeben. Trotzdem die Männchen 9 Tage alt sind, sind sie sehr lebhaft und sammeln sich am 22. 6. um ein etwas verkrüppeltes ♀. Am 23. 6. haben beide Weibchen normale Eihaufen abgesetzt. Männchen leben noch am 23. 6.

Kultur 8a. Kleiner Eihaufen. Im März kriechen 5 Räupchen aus, welche bald absterben. Im Mai folgen sehr viele nach, werden nicht weiter gezüchtet.

Kultur 8b. Großes Gelege. Im März kriechen 68 Tiere aus, von denen 58 getötet wurden, 10 zur Aufzucht bestimmte bald absterben. Von den zahlreichen im Mai ausschlüpfenden Raupen wurden 50 Tiere in Sonderkultur, 50 weitere in einer Reservekultur gezüchtet. Von der Sonderkultur wurden 16 als Raupen zur Geschlechtsbestimmung verwandt; sie waren sämtlich weiblichen Geschlechts, von dem zur Verpuppung gelangten Rest waren 21 ♀, 7 ♂. Im Ganzen war also das Geschlechtsverhältnis 37 ♀ : 7 ♂. Das Geschlechtsverhältnis der Reservekultur wurde auf dem Raupenstadium bestimmt; es ergab: 23 ♀ : 8 ♂. Das Gesamtresultat war somit 60 ♀ : 15 ♂. Im Gelege fanden sich etwa $^1/_4$—$^1/_3$ Eier nicht geschlüpft, enthielten aber Räupchen.

Kultur 9. 2 Weibchen, welche wie in Kultur 8 frisch am 21. Juni geschlüpft waren, wurden am 21. 6. mit 3 Männchen vom 9. 6. zusammengegeben. Die Männchen waren trotz ihrer Überreife

sehr lebhaft. Am 22. Juni waren die Männchen sehr abgeflattert und saßen von den Weibchen getrennt; am 23 6 waren 2 Männchen tot, das dritte Männchen noch so lebhaft, daß es fort flog und wieder eingefangen werden mußte. Das beste der in Kultur 8 verwandten Männchen (vom 11. 6. stammend) wird der Kultur 9 neu hinzugesetzt. 24. 6. ein Männchen zwischen den beiden Weibchen in Copulastellung beobachtet Beide Weibchen liefern normale Gelege. Im März waren aus dem Gelege 9a 21 Tiere ausgeschlüpft, von denen 11 abgetötet, 10 mit Futter versehen wurden. Letztere starben gleichwohl ab. Im Mai kamen dann noch cca 20 Räupchen aus, die aber zu schwach waren, um das Gelege zu verlassen und ohne zu fressen abstarben. Gelege 9b lieferte im März 9 Tiere, die aber rasch abstarben, im Mai dagegen eine enorme Masse, von der die meisten Räupchen abgetötet wurden. Die zur Aufzucht verwandten Tiere wurden als halbwüchsige Raupen getötet und untersucht. Es waren 30 ♀, 17 ♂.

Kultur 10. Ein Weibchen vom 11. Juni wird am 22. Juni mit 2 Männchen zusammengesetzt, von denen das eine Tags zuvor geschlüpft war, das andere etwas früher. Da keine Kopula eintrat, wurde am 24. 6. ein neues frisches Männchen zugesetzt. Nachdem in den vorhergehenden Tagen schon isolierte Eier abgesetzt worden waren, wurde am 25. 6. ein scheinbar normaler Cocon gebildet, aus dem weder im März noch Mai Raupen hervorgingen.

Kultur 11. Vier Weibchen vom 12. 6. wurden mit 2 Männchen vom 19. 6. und 24. 6. zusammengebracht. Eine Copula wurde nicht beobachtet. Doch legte ein Weibchen als 11a bezeichnet am 25. 6. ein normal aussehendes Gelege ab. Am 8. März schlüpften 10 Räupchen aus, von denen 5 frühzeitig abstarben, 5 bis zur Geschlechtsbestimmung aufgezogen werden konnten; es waren 3 ♀, 2 ♂. Die im Mai ausschlüpfenden zahlreichen Raupen wurden aus Mangel an Zuchtbehältern nicht aufgezogen. Im Gelege waren alle Eier geschlüpft.

Ein zweites Weibchen 11b hat am 25. 6. ein kleines Eihäufchen abgelegt, am 26. 6. ein leidlich normal aussehendes Gelege geliefert. Aus beiden Eierhaufen schlüpften keine Raupen aus, weder im März noch im Mai. Ebenso lieferten die beiden anderen Weibchen keine Nachkommenschaft, wenn sie auch am 28. 6. — 30 6. unregelmäßig abgesetzte Eihaufen lieferten.

Kultur 12. Drei Weibchen vom 16. 6. werden mit einem Männchen vom 23. 6. am 24. 6. vereint. Am 25. 6. abends 10 Uhr wurde ein Weibchen 12a in Copula mit dem Männchen gesehen. Von ihm stammt wahrscheinlich ein sehr kleiner, aber gut aussehender Eierhaufen vom 26 6., wahrscheinlich auch ein gut aussehendes Gelege vom 27. 6. früh, außerdem am Abend noch weitere Eihaufen. Im März schlüpften keine Raupen aus, zahlreiche dagegen im Mai; letztere waren jedoch unfähig, zu fressen und starben bald ab. Die

meisten Eier waren nicht geschlüpft. Von den beiden übrigen Weibchen legte eines in den folgenden Tagen bis zum 1. Juli noch weitere kleine Eihaufen, aus denen aber später keine Raupen hervorgingen. Das dritte Weibchen ging ohne Eier geliefert zu haben zu Grunde.

Kultur 13. Drei Weibchen vom 17. 6. werden mit einem Männchen vom 23. 6. am 24. 6. zusammengebracht. Ein Weibchen (13a) wurde schon am Nachmittag 3 Uhr in Copulastellung beobachtet, welche bis zum Abend andauerte. Tags darauf lieferte es ein gut aussehendes Gelege. Aus ihm gingen im März 4 Räupchen hervor, welche sich nicht aufziehen ließen, im Mai große Mengen, welche aber nicht in Kultur genommen wurden.

Zu den beiden anderen Weibchen wurden am 25. 6. zwei Männchen hinzugesetzt, deren Alter nicht bestimmt worden war; sie lieferten zwei schöne Gelege (13b und 13c). Aus dem Gelege 13b schlüpften im März 4 Tiere aus, von denen jedoch nur 1 am Leben blieb, bis es untersucht werden konnte; es erwies sich als Männchen. Im Mai lieferte das Gelege viele Raupen, von denen jedoch nur 30 aufgezogen wurden; es waren 13 Männchen und 17 Weibchen. Im Gelege fanden sich etwa 50 % nicht geschlüpfte Eier.

Von dem Gelege des Weibchens 12c schlüpften nur im Mai Raupen aus in großer Menge. Von den zur Geschlechtsbestimmung benutzten Tieren waren 22 Männchen, 33 Weibchen. Im Gelege keine nicht geschlüpften Eier.

Kultur 14. Fünf Weibchen vom 18. 6. hatten bis zum 24. 6. sehr viel Wolle abgesetzt und wurden an diesem Tage mit 2 Männchen, die in der Zeit vom 18. 6.—20. 6. ausgeschlüpft waren, zusammengebracht. Ein Männchen scheint abends den Versuch zu machen, zu kopulieren. Da am 25. 6. keine Gelege gebildet waren, die Kultur aber mit Wolle stark verunreinigt war, wurden zwei Weibchen mit zwei Männchen neu installiert. Am 26. 6. liefert eines der beiden Weibchen ein gut aussehendes Gelege, das zweite einen Eihaufen. Aus ersterem schlüpften im März 4 Raupen aus, von denen 1 sich auffüttern ließ, es war ein Männchen. Im Mai lieferte das Gelege noch viele Raupen, die auch Versuche machten, zu fressen, aber sehr frühzeitig abstarben. Von den übrigen Weibchen wurde keine Nachkommenschaft erzielt.

Kultur 15. Zwei Weibchen vom 19. 6. wurden am 24. 6. mit einem am 18. 6. geschlüpften Männchen zusammengebracht. Weibchen 15a wird nachmittags 3 Uhr in Copula beobachtet. Copula ist um 6 Uhr auseinander gegangen. Am 25. 6. fanden sich zwei normal aussehende Gelege vor, von denen das zweite offenbar erst in Bildung begriffen war (15b). Eiablage geht am 26. 6. weiter vor sich: ein größeres (wahrscheinlich b) und ein kleineres Eihäufchen. Auch am 27. 6. wurden noch einige Eier abgelegt. Am 8. März schlüpften 17 Räupchen von Kultur a, 4 von Kultur b aus, von denen 7 beim

Auskriechen abstarben, 12 weitere in den folgenden Tagen zu Grunde gingen, so daß nur 2 Raupen auf ihr Geschlecht geprüft werden konnten: 1 ♂, 1 ♀. Von der Kultur 15b krochen am 15. Mai viele Raupen aus, die auf 2 Kulturen zu je 50 verteilt wurden. Von Kultur 15a schlüpften zunächst keine Raupen aus, später am 15. Mai und den folgenden Tagen eine größere Zahl, von der jedoch viele abstarben. Die Zucht wurde nicht weiter geführt.

Von der Zucht 15b wurde die Partie I auf dem Raupenstadium abgetötet, sie lieferte 25 ♀, 10 ♂. Die zur Schmetterlingszucht verwandte Partie II lieferte an Puppen 33 ♀, 15 ♂, wobei jedoch zu bemerken ist, daß 21 weibliche Puppen nicht geschlüpft waren, weil sie zu trocken gehalten wurden. Im Gelege fanden sich ca. 50 nicht geschlüpfte Eier.

Kultur 16. Zwei Weibchen vom 20. 6. mit 1 Männchen vom gleichen Tag am 24. 6. zusammengebracht. Nachmittags 3 Uhr sucht das Männchen eines der Weibchen zu begatten, hat abends 6 Uhr noch keine Copula erzielt. Da am 25. 6. das Männchen abgeflattert und kein Gelege erzielt worden war, wurde ein neues Männchen vom 21. 6 hinzugefügt. Am 26. 6 ein tadelloses Gelege, ein zweites im Gang. Das erste Gelege liefert im März 1 Raupe (1 ♂), im Mai enorme Massen von Raupen, von denen nur ein kleiner Teil (nicht in Verpuppungskultur) aber aufgezogen wurde. Das zweite Gelege entwickelte sich auch und wurde ähnlich behandelt. Das erste Gelege lieferte 19 ♀ : 23 ♂, das zweite 13 ♀ : 7 ♂.

Kultur 17. Ein Weibchen vom 19. 6. wird mit einem Männchen vom 21. 6. am 25. 6. zusammengesetzt. Weibchen liefert ein normales Gelege. Am 8. März schlüpften 9 Raupen aus, die bald abstarben bis auf 1 Raupe, die sich als ♂ erwies. Im Mai schlüpften keine weiteren Tiere aus.

Kultur 18. Zwei Weibchen vom 19. 6. werden mit einem ♂ vom 21. 6. am 25. 6. zusammengesetzt. Abends 10 Uhr ist das Männchen mit einem ♀ in Copulastellung, desgleichen am 26. 6. früh. Nachmittags 4 Uhr befindet sich das Männchen mit dem zweiten Weibchen in Copulastellung. Da am 27. 6. keine Eiablage erfolgt ist und das Männchen abgeflattert aussieht, wird letzteres durch ein neues Männchen ersetzt, welches abends mit einem Weibchen in Copulastellung beobachtet wird. Am 28. 6. hat ein Weibchen einen ganz normalen Eierhaufen abgesetzt. Aus ihm schlüpften am 8. März zwei Räupchen aus, die abstarben. Am 8. 5. schlüpfen enorme Mengen von Raupen aus, von denen nur ein kleiner Teil als Raupenkultur gezüchtet wurde. Das Resultat war 63 ♀ : 14 ♂. Im Gelege ca. 15 nicht geschlüpfte Eier.

Kultur 19. Zwei Weibchen vom 13. 6. haben schon Eier abgelegt, sie werden am 27. 6. mit einem Männchen vom 25. 6. vereinigt. Das eine Weibchen ist kräftig und klettert am Glas in die

Höhe. Nachmittags befindet sich das Männchen mit einem Weibchen in Copulastellung. Die Prüfung am 30. 6. ergab: beide Weibchen tot, zwei sehr normal aussehende Gelege. Im März schlüpften keine jungen Tiere, im Mai viele Tiere aus 19a, keine aus 19b. Die Raupenkultur ergab 15 ♀ : 15 ♂, die Verpuppungskultur 21 ♀ : 14 ♂. Gelege 19a war fast vollkommen geschlüpft.

Kultur 20. Zwei Weibchen vom 14. 6. wurden am 28. 6. mit einem Männchen vom 25. 6. vereinigt. Die Weibchen hatten schon vorher einzelne Eier abgelegt. Nachmittags wurde das Männchen mit einem Weibchen in Copulastellung gefunden. Am 30. 6. hatten beide Weibchen schöne Gelege abgesetzt. Im März waren keine Raupen geschlüpft, im Mai enorme Mengen. Eine Verpuppungskultur wurde nicht angesetzt. Die Raupenkultur ergab 45 ♀ : 28 ♂.

Kultur 21 wurde bei 12—17° geführt. Zwei Weibchen vom 16. 6. wurden am 28. 6. mit einem Männchen vom 26. 6. vereint. Ein Weibchen hat am 30. 6. ein schönes Gelege geliefert und am 1. 7. noch einen kleineren Eihaufen. Im März krochen 13 Raupen aus, von denen nur zwei bis zur Geschlechtsbestimmung aufgezogen werden konnten; es waren Männchen. Im Mai schlüpften noch 15 Raupen aus, die, ohne zu fressen, abstarben. Im Gelege war über die Hälfte der Eier nicht geschlüpft. Das Gelege des zweiten Weibchens war unregelmäßig und lieferte keine Raupen.

B. Kulturen bei Zimmertemperatur (21—25° C.).

Kultur 21a. Zwei Weibchen am 21. 6. geschlüpft, wurden am 28. 6. mit einem Männchen unbekannten Alters vereint. Am 30. 6. wurde das Männchen in Copula-Stellung mit einem Weibchen beobachtet, doch trat bald wieder Trennung ein. Nachmittags fand sich ein größeres und ein kleineres Gelege vor. Außerdem wurde das Männchen in Copula beobachtet. Das betreffende Weibchen scheint mit Eiablage zu beginnen. Am 1. 6. findet sich ein großes Gelege vor. Im März schlüpften 27 Raupen aus, im Mai ca. 70, die aber ohne zu fressen abstarben. Von den 27 Raupen im März wurden 16 wegen Futtermangels getötet. Von übrigen entwickelten sich nur 2 weiter: 2 ♂.

Kultur 22. Zwei Weibchen ausgeschlüpft am 22. 5., von denen das eine wenig, das andere mehr Eier schon vorher abgelegt hatte, — ein drittes Weibchen derselben Zucht und desselben Alters war schon abgestorben — werden am 29. 6. mit einem Männchen unbekannten Alters zusammengesetzt. Copula wurde nicht beobachtet. Ein Weibchen wurde durch den Deckel des Zuchtglases zerquetscht, das andere hatte 30. 6. ein normal aussehendes Gelege von $^1/_3$ Größe des Gewöhnlichen gelegt, nachmittags weiter einen größeren Haufen, den es am 1. 7. verlängert. Raupen schlüpfen weder im März noch im Mai aus. Auch das Gelege enthält keine Raupen.

Kultur 23. Zwei Weibchen ausgeschlüpft am 23. 6. wurden mit einem Männchen vom 26. 6. am 28. 6. vereint. Eines von ihnen hatte viel Wolle mit wenigen Eiern abgesetzt, das andere fängt eben an. Es wurde Annäherung des Männchen an ein Weibchen beobachtet, aber keine Copula. Am 30. 6. hat ein Weibchen den Anfang eines normal aussehenden grauen Geleges gebildet. Das zweite Weibchen liefert ein bräunlich gefärbtes Gelege. Aus beiden Gelegen entwickeln sich weder im März noch im Mai Raupen. Die Eier sehen bräunlich aus und enthalten keine Raupen.

Kultur 24. Ein Weibchen vom 23. 6. wurde am 29. 6. (?) mit einem Männchen unbekannten Alters vereint, hat am 30. 6. ein normales Gelege abgesetzt, aus dem im März 28 Räupchen ausschlüpften, von denen 8 beim Auskriechen abstarben. Von den überlebenden konnten nur 2 Raupen bis zur Geschlechtsbestimmung gezüchtet werden, 1 ♀, 1 ♂. Im Mai lieferte das Gelege noch ein kümmerliches Tier, welches ohne zu fressen abstarb. Gelege enthält viele embryonierte, aber nicht geschlüpfte Eier.

Kultur 25. Ein Weibchen vom 24. 6. hatte schon vorher Eier abgelegt, wird am 29. 6. mit einem aus derselben Kultur stammenden Männchen vom 25. 6. zusammengebracht. Das Weibchen sitzt am 30. 6. auf einem normalen Gelege, das am 1. 7. weitergeführt wird. Im März schlüpften 27 Tiere aus, von denen nur 5 Tiere aufgezogen werden konnten, 2 ♀, 3 ♂. Im Mai schlüpften viele Raupen aus, von denen aber nur ein kleiner Teil zur Zucht verwandt wurde. Auf dem Raupenstadium abgetötet, ergab die Kultur 19 ♀, 10 ♂. Im Gelege fanden sich ca. $^1/_3$ nicht geschlüpfte Eier.

Kultur 26. Ein Weibchen vom 25. 6., das schon vorher einen kleinen Eihaufen abgesetzt hatte, wurde am 3. 7. mit einem am 2. 7. geschlüpften Männchen zusammengebracht, ist im übrigen sehr lebhaft. Copula wurde nicht beobachtet. Am 4. 7. mittags beginnt das Weibchen Eier abzulegen. Am 6. 7. fanden sich zwei ziemlich normale Eipakete, außerdem viele zerstreute Eier vor. Das Weibchen ist tot, hat aber noch viele Eier im Bauch. Im März wie im Mai schlüpften keine Raupen aus. Im Gelege finden sich keine entwickelten Eier.

Kultur 27. Ein Weibchen vom 26. 6., das bis dahin weder Eier noch Flocken abgesetzt hatte, wird am 3. 7. mit einem Männchen vom 3. 7. zusammengesetzt. Am 4. 7. sitzt das Männchen beim Weibchen, doch konnte keine Copula festgestellt werden. Am 5. 7. und 6. 7. wurde die Kultur nicht geprüft. Prüfung am 7. 7. ergab ein schönes Gelege. Auch waren Männchen und Weibchen noch sehr lebhaft. Im März schlüpften keine Raupen aus, im Mai große Mengen, so daß 2 Kulturen angesetzt werden konnten. Die eine auf dem Raupenstadium abgetötet ergab 36 ♀ : 28 ♂; die zur Aufzucht von Schmetterlingen dienende Kultur lieferte 25 ♀ : 21 ♂.

Kultur 28. Ein Weibchen, das weder Eier noch Flocken gebildet hatte, wurde am 3. 7. mit einem Männchen vom 26. 6. zusammengebracht. Abends keine Copula. Am 4. 7. findet sich ein leidlich normal aussehendes größeres Gelege. Im März waren keine Eier ausgekommen, im Mai enorme Mengen. Die für die Schmetterlingsaufzucht bestimmte Kultur ergab 16 Weibchen, von denen 5 nicht aus der Puppe geschlüpft waren, und 26 ♂. Die Raupenkultur war enorm reduziert worden. Die zur Untersuchung verwandten Raupen lieferten das Geschlechtsverhältnis 4 ♀ : 5 ♂.

Kultur 29. Ein Weibchen vom 29. 6., das bis dahin weder Eier noch Wolle abgelegt hatte, wurde am 3. 7. mit einem Männchen vom 25. 6. vereinigt. Am Abend weder Copula noch Eiablage. Am 4. 7. sitzt das Weibchen auf einem guten, bis zum 5. 7. etwas ruppig fortgeführten Gelege. Im März waren keine Raupen ausgeschlüpft, im Mai enorme Mengen. Die Raupenkultur ergab 11 ♀ : 17 ♂, die Verpuppungskultur nach den Puppen bestimmt 21 ♀ : 25 ♂.

Kultur 30 I. Ein Weibchen vom 29. 6. wurde am 11. 7. mit einem Männchen der gleichen Kultur vom 3. 7. (Inzucht) zusammengebracht. Anfänglich trat keine Eiablage ein. Als am 14. 7. die Kultur neuerdings kontrolliert wurde, fand sich ein nicht gut aussehendes Gelege, das somit mindestens 13 Tage, vielleicht sogar 14 Tage nach dem Ausschlüpfen des Weibchens abgelegt war. Raupen schlüpften in großen Mengen im Mai aus. Die Verpuppungskultur ergab 22 ♀ : 17 ♂.

Kultur 30 II. Ein Weibchen vom 28. 6. wurde am 5. 7. mit einem Männchen vom 28. 6. zusammengebracht. Da weder Copula noch Eiablage erfolgte, wurde ein neues Männchen am 6. 7. hinzugesetzt, welches sofort kopulierte. Am 7. 7. fand sich ein tadelloses Gelege vor, aus dem im März keine, im Mai enorme Massen von Raupen ausschlüpften. Die Verpuppungskultur ergab 22 ♀ : 22 ♂ geschlüpfte Schmetterlinge.

Durch ein Versehen waren die Raupenkulturen 30 I und II. zwar getrennt geführt worden, aber bei den Abtötungen wurde nicht bemerkt, wie sich die einzelnen Befunde auf die beiden Kulturen verteilen; es handelt sich um folgende Abtötungen: 1. 9 ♀ : 9 ♂, 2. 11 ♀ : 8 ♂, 3. 6 ♀ : 10 ♂, 4. 3 ♀ : 7 ♂, 5. 8 ♀, 3 ♂, 6. 6 ♀ : 4 ♂, 7. 14 ♀ : 8 ♂. Im Ganzen also 57 ♀, 49 ♂.

Zwei Kulturen, Nr. 31 und 32, bei denen Weibchen vom 30. 6. am 5. 7. das eine Mal mit Männchen vom 26. 6., das zweite Mal vom 28. 6. vereinigt wurden, verliefen resultatlos.

Kultur 33. Ein Weibchen vom 1. 7 wurde am 5. 7. mit einem Männchen unbekannten Alters zusammengebracht und lieferte am 7. 7. ein etwas ruppiges Gelege, aus dem im März 5 bald absterbende Larven ausschlüpften, im Mai sehr viele. Mir stehen nur 2 Stichproben zur Verfügung, Abtötungen von Raupen. Die eine ergab 9 ♀ : 6 ♂, die andere 2 ♀ : 11 ♂, insgesamt 11 ♀ : 17 ♂.

Kulturen des Jahres 1922 nach Temperatur und Überreife gruppiert.

A. Kältekulturen-Temperatur 10—12° C. Weibliche Überreife.

Nr.	Alter des Weibchens	Alter des Männchens	Überreife	März-Raupen	Mai-Raupen	Schmetterlinge	Total	Bemerkungen
15 a	19. 6.—25. 6.	18. 6.—25. 6.	6	(18) 1 ♂, 1 ♀	sehr große Zahl, nicht kultiviert		1 ♀, 1 ♂	Normales Gelege.
15 b	19. 6.—25. 6.	18. 6.—25. 6.	6	(4)	25 ♀, 10 ♂	33 ♀, 15 ♂	58 ♀, 25 ♂	Schönes Gelege, alle Raupen bis auf 50 geschlüpft.
16 a	20. 6.—26. 6.	21. 6.—26. 6.	6	0	19 ♀, 23 ♂		19 ♀, 23 ♂	Schönes Gelege, fast alle Eier geschlüpft.
16 b	20. 6.—26. 6.	21. 6.—26. 6.	6	0	13 ♀, 7 ♂		13 ♀, 7 ♂	Schönes Gelege, fast alle Eier geschlüpft.
17	19. 6.—25. 6.	21. 6.—25. 6.	6	(9) 1 ♂	—	—	1 ♂	Normales Gelege, trotzdem keine Eier geschlüpft, die meisten embryoniert.
13	17. 6.—25. 6.	23. 6.—25. 6.	8	(4)	nicht kultiviert		—	Schönes Gelege, 30—40 Raupen nicht geschlüpft.
13 b	17. 6.—26. 6.	?	9	(4) 1 ♂	17 ♀, 13 ♂	—	17 ♀, 14 ♂	Schönes Gelege, die Hälfte der Raupen nicht geschlüpft.
13 c	17. 6.—26. 6.	?	9	0	33 ♀, 22 ♂	—	33 ♀, 22 ♂	Schönes Gelege, fast alle Eier geschlüpft.
18	19. 6.—28. 6.	?	9	(2)	63 ♀, 14 ♂	—	63 ♀, 14 ♂	Schönes Gelege, ca. 15 Raupen nicht geschlüpft.
3	12. 6.—21. 6.	18. 6.—21. 6.	9	(4) 2 ♂	Raupen fressen nicht		2 ♂	Kleines Gelege, die meisten Raupen in den Eiern zurückgehalten.
4	12. 6.—21. 6.	20. 6.—21. 6.	9	(40) 1 ♂	62 ♀, 31 ♂	33 ♀, 12 ♂	95 ♀, 44 ♂	Normales Gelege, 20—30 Raupen nicht geschlüpft.
5	12. 6.—21. 6.	20. 6.—21. 6.	9	(25)	die wenigen ausschlüpfenden Raupen fressen nicht			50% der Eier embryoniert, aber nicht geschlüpft.
1	9. 6.—19. 6.	18. 6.—19. 6.	10	(55)	25 ♀, 5 ♂	—	25 ♀, 5 ♂	Normales Gelege, 50% der Eier embryoniert, aber nicht geschlüpft.
12 a	16. 6.—26. 6.	23. 6.—26. 6.	10	0	zahlreiche Raupen gehen ohne Fressen zu Grunde			Vereinzelte Eihaufen, die meisten Eier nicht geschlüpft.
12 b	16. 6.—27. 6. (1. 7.)	23. 6.—27. 6.	11	0	0	0	—	Kleiner Eihaufen, liefert keine Raupen.
7	11. 6.—22. 6. (24. 6.)	19. 6.—22. 6.	11 (13)	(3)	zahlreiche Raupen, fressen nicht			Viele Eier nicht geschlüpft, 20 Raupen im Gelege zurückgehalten.
6	11. 6.—24. 6.	20. 6.—24. 6.	13	(4)	keine Raupen			Normales Gelege, viele nicht entwickelte Eier.

11a	12. 6.—25. 6.	24. 6.—25. 6.	13	(10) 3 ♀, 2 ♂	viele Raupen, nicht gezüchtet		3 ♀, 2 ♂	Normales Gelege, alle Eier geschlüpft.
11b c d	12. 6.—26. 6. (28. 6)	24. 6.—26. 6.	14 (16)	—	keine Raupen			Ziemlich normales Gelege.
10	11. 6.—25. 6.	24. 6.—25. 6.	14	—	keine Raupen			Ziemlich normales Gelege, bräunliche (unentwickelte) Eier.
19a	13. 6.—28. 6.	25. 6.—28. 6.	15	—	15 ♀, 15 ♂	21 ♀, 14 ♂	36 ♀, 29 ♂	Normales Gelege, fast alle Eier geschlüpft.
19b	13. 6.—28. 6.	25. 6.—28. 6.	15	—	keine Raupen			Normales Gelege, keine geschlüpften Eier.
20	14. 6.—29. 6.	25. 6.—29. 6.	15	—	45 ♀, 28 ♂	—	45 ♀, 28 ♂	Normales Gelege, liefert viele Raupen, alle Eier geschlüpft.
				4 ♀, 8 ♂	317 ♀, 168 ♂	87 ♀, 41 ♂	408 ♀, 217 ♂	

Kältekulturen. Männliche Überreife.

8	21. 6.—23. 6.	12. 6.—23. 6.	11	(68)	23 ♀, 8 ♂	37 ♀, 7 ♂	60 ♀, 15 ♂	Normales Gelege, 1/4—1/3 der Eier nicht geschlüpft, aber embryoniert.
9a	21. 6.—24. 6.	12. 6.—24. 6.	12	(21)	(20 Raupen)		—	Normales Gelege.
9b	21. 6.—24. 6.	12. 6.—24. 6.	12	(9)	30 ♀, 17 ♂	—	30 ♀, 17 ♂	Normales Gelege, fast alle Eier geschlüpft, wenige Raupen im Gelege.
					53 ♀, 25 ♂	37 ♀, 7 ♂	90 ♀, 32 ♂	

Zimmerkulturen Temperatur 21—25° C. Weibliche Überreife.

25	24. 6.—30. 6.	25. 6.—30. 6.	6	(37) 2 ♀, 3 ♂	19 ♀, 10 ♂	—	21 ♀, 13 ♂	Normales Gelege, 1/3 Eier nicht geschlüpft, 6 im Gelege zurückgehaltene Raupen.
22	22. 6.—29. 6	?	7	(27) 2 ♂	ca. 70 Raupen, fressen nicht		2 ♂	Über die Hälfte der Eier nicht geschlüpft.
23	23. 6.—30. 6.	26. 6.—30. 6.	7	keine Raupen	—	—		Normales Gelege, Eier nicht entwickelt.
24	23. 6.—30. 6.	?	7	(28) 1 ♀, 1 ♂	keine Raupen		1 ♀, 1 ♂	Normales Gelege, Eier embryoniert.
33	1. 7.— 7. 7.	?	6	(5)	11 ♀, 17 ♂	—	11 ♀, 17 ♂	Ruppiges Gelege, hat aber viele Raupen geliefert.
21	21. 6.—30. 6.	?	9	(27) 2 ♂	im Mai ca. 70 Raupen, fressen nicht		2 ♂	Weit über die Hälfte der Eier nicht geschlüpft.
26	25. 6.— 4. 7.	2. 7.— 4. 7.	9	weder im März noch im Mai Raupen				Leidliches Gelege, Eier nicht entwickelt.
27	26. 6.— 5 7.	3. 7.— 5. 7.	9	0	36 ♀, 28 ♂	25 ♀, 21 ♂	61 ♀, 49 ♂	
30 I	28. 6.— 7. 7.	?	9	0	57 ♀, 49 ♂	22 ♀, 22 ♂	101 ♀, 88 ♂	Schönes Gelege.
30 II	28. 6.—12. 7.	3. 7.—12. 7.	13	0		22 ♀, 17 ♂		Schlecht aussehendes Gelege.
				3 ♀, 8 ♂	127 ♀, 109 ♂	85 ♀, 86 ♂	195 ♀, 172 ♂	

Männliche Überreife.

28	28. 6.— 4. 7.	26. 6.— 4. 7.	6	0	4 ♀, 5 ♂	16 ♀, 26 ♂	20 ♀, 31 ♂	
29	29. 6.— 4. 7.	25. 6.— 4. 7.	9	0	11 ♀, 17 ♂	21 ♀, 25 ♂	32 ♀, 42 ♂	Gelege normal begonnen, später ruppig.
							147 ♀, 245 ♂	

Beurteilung der Ergebnisse.

In der vorausstehenden tabellarischen Übersicht sind Kältekulturen (1—20) und Zimmerkulturen (21—33) aufgeführt. In jeder der beiden Gruppen gibt es verschiedene Grade der Überreife. Diese sind in den Kältekulturen von 6—16 Tagen, in den Zimmerkulturen von 5—13 Tagen abgestuft. Im allgemeinen beziehen sich die Angaben auf Überreife des Weibchens bei nahezu normaler Reife des Männchens. Eine Ausnahme machen die Kulturen 8 und 9, bei denen die Weibchen nahezu normal, die Männchen dagegen überreif waren, bei 8 11 Tage, bei 9 sogar 12 Tage, eine weitere Ausnahme macht Kultur 1, bei welcher sowohl Männchen wie Weibchen 11 Tage überreif waren.

Wie nicht anders zu erwarten war nimmt mit dem Grad der Überreife die Aussicht auf Entwicklungsmöglichkeit ab. Dabei ergeben sich verschiedene Abstufungen. Auf der einen Seite haben wir normale Entwicklungsmöglichkeit, bei der nahezu alle Eier vom Weibchen abgelegt werden und sich normal entwickeln, auf der anderen Seite völlige Unfruchtbarkeit, bei der nicht nur keine Eier ausschlüpfen, sondern vermöge der bräunlichen Farbe ihres Inhalts es wahrscheinlicher ist, daß sie unbefruchtet oder wenigstens auf frühen Stadien der Entwicklung stehen geblieben sind. Dazwischen gibt es alle Übergänge: 1. ein größerer oder geringerer Teil der Raupen ist zu schwach, um die Eischalen zu sprengen und das Gelege zu verlassen, 2. die Räupchen arbeiten sich zwar aus dem Gelege hervor, vermögen aber nicht zu fressen, selbst wenn man ihnen sehr günstiges Futter, die jungen Triebe von Weißdorn, als Futter anbietet. Dabei stellte sich die Merkwürdigkeit heraus, daß mehrfach die im März, also verfrüht ausgeschlüpften Tiere trotz der Ungunst des um diese Zeit gebotenen Futters günstigere Entwicklungsbedingungen ergaben als die im Mai angesetzten Kulturen. Manche Gelege, die im Mai völlig versagten, lieferten im März noch entwicklungsfähige Raupen. So konnten bei den Gelegen 2, 3, 14, 17, 21, 24 wenigstens ein geringer Prozentsatz auf sein Geschlecht bestimmt werden, während im Mai die entsprechenden Raupen entweder gar nicht ausschlüpften oder kein Futter aufnahmen. Merkwürdig ist ferner, daß wenn wir das im März für Geschlechtsbestimmung gewonnene, aller-

dings sehr spärliche Material überblicken, das Prozentverhältnis der Männchen ein viel günstigeres ist als das der Weibchen, insgesamt: 19 ♂ zu 8 ♀. Dieselben gehörten fast sämtlich den Kältekulturen an, während für das Maimaterial der Kältekulturen sich das Sexualverhältnis 142 ♂ : 322 ♀ ergab. Der Unterschied ist wohl nur so zu erklären, daß die männlichen Raupen leichter zum Ausschlüpfen aus den Eiern veranlaßt werden.

In der Art, wie die einzelnen Schmetterlinge auf Überreife reagieren, ergeben sich große Unterschiede, insofern manche Pärchen bei hochgradiger Überreife noch gute entwicklungsfähige Gelege lieferten, während andere schon bei relativ geringer Überreife versagten. Beispiele sind Kultur 1 und 14. In beiden Fällen waren Männchen und Weibchen überreif, bei 1 um 10 Tage, bei 14 nur um 8 Tage. Letztere Kultur lieferte zwar Raupen, die aber entwicklungsunfähig waren; erstere ergab dagegen gute Zuchtresultate. Freilich zeigte das Weibchen von Kultur 14 gleich von Anfang ein ungünstiges Verhalten, indem es, was immer ein schlechtes Zeichen ist, frühzeitig angefangen hatte, Wolle abzulegen. Noch größere Unterschiede zeigen die Zimmerkulturen. Die Kulturen 22, 23, 24 waren nur 7 Tage überreif, ergaben ganz normal aussehende Gelege; für Kultur 24 stand sogar die Befruchtung außer Zweifel, da die Eier embryoniert und zum Teil sogar ausgeschlüpft waren. Gleichwohl war es nicht möglich, von ihnen entwicklungsfähige Raupen zu erzielen. Dagegen lieferte Kultur 30 sehr günstige Resultate, ein gut aussehendes Gelege, aus dem große Mengen von entwicklungsfähigen Raupen ausschlüpften, obwohl die Eier hier mindestens 13 Tage überreif waren. Kultur 30 war dabei eine Inzuchtkultur; Männchen und Weibchen stammten aus demselben Gelege. Noch merkwürdiger ist das Verhalten der Parallelkulturen 9, ein Beispiel von männlicher Überreife. Beide Weibchen stammten aus demselben Gelege und waren normal reif; die zugesetzten Männchen waren das eine 13, das andere 15 Tage überreif, als die Weibchen ihre durchaus normalen Gelege bildeten. Beide Gelege waren auch befruchtet, was daraus hervorgeht, daß sich in ihnen Raupen entwickelten. Das eine ergab sehr günstige Resultate, das andere erwies sich zur Aufzucht unbrauchbar. Die Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß beide Weibchen von demselben Männchen begattet wurden.

Doch ist nicht ausgeschlossen, daß das Weibchen, welches das unbrauchbare Gelege geliefert hatte, von dem stärker überreifen Männchen begattet worden war.

A. Kältekulturen.

1. Weibliche Überreife.

Nr. 16	6 Tage	32 ♀,	30 ♂
„ 15b	7 „	58 ♀,	25 ♂
„ 4	9 „	95 ♀,	43 ♂
„ 13b	9 „	17 ♀,	13 ♂
„ 13c	9 „	33 ♀,	22 ♂
„ 1	10 „	25 ♀,	5 ♂
Insgesamt		260 ♀,	138 ♂

2. Männliche Überreife.

Nr. 8b	11 Tage	60 ♀,	15 ♂
„ 9b	13 „	30 ♀,	17 ♂
		90 ♀,	32 ♂
Überreife ♂		90 ♀,	32 ♂
Überreife ♀		260 ♀,	138 ♂
		350 ♀,	170 ♂

B. Zimmerkulturen.

3. Weibliche Überreife.

Nr. 25	6 Tage	21 ♀,	13 ♂
„ 33	6 „	11 ♀,	17 ♂
„ 27	9 „	61 ♀,	49 ♂
„ 30I	9 „	22 ♀,	22 ♂
„ 30II	13 „	22 ♀,	17 ♂

4. Männliche Überreife.

Nr. 28	8 Tage	20 ♀,	31 ♂
„ 29	9 „	32 ♀,	42 ♂
Überreife ♂		52 ♀,	73 ♂
Überreife ♀		137 ♀,	118 ♂
		189 ♀,	191 ♂

In der voranstehenden Übersicht sind die Ergebnisse der Raupenkulturen 30a und 30b nicht aufgenommen, weil sich nachträglich nicht mehr feststellen ließ, wie sie sich auf die Kulturen verteilen. In ihrer Gesamtheit ergaben sie 57 ♀, 49 ♂. Es liegt kein Grund vor, sie von der Endsumme der im Zimmer gehaltenen Überreifekulturen auszuschließen. Zählt man sie dazu, so würde man die Zahl 246 ♀ : 240 ♂ erhalten, also abermals ein ganz normales Geschlechtsverhältnis. Höchstens könnte man insofern an eine Veränderung des Sexualitätsverhältnisses denken, als bei geringeren Graden der Überreife (Nr. 28 und 33) die Männchen überwiegen, bei höheren Graden (Nr. 27, 30I, 30II) die Weibchen. Aber die Unterschiede sind nicht sehr ausgesprochen, zumal, wenn man bedenkt, daß es sich in allen Kulturen nicht um große Zahlen handelt. Außerdem macht auch die Kultur 25 eine Ausnahme, indem trotz geringer Überreife die Weibchen die Männchen an Zahl übertreffen.

Dagegen fällt ein anderer Unterschied in den Kulturen sehr in die Augen, das ist der Unterschied zwischen den Wärme- und Kältekulturen. Addiert man sämtliche Wärmekulturen einschließlich der männlichen Überreifekulturen (Nr. 29), so erhält man

247 ♀, 245 ♂, also fast genau das Verhältnis 1 : 1. Ganz anders verhalten sich die Kältekulturen. Addiert man hier alle von mir erzielten Zahlen, so stehen 498 ♀ 249 ♂ gegenüber, somit ein Verhältnis von 2 : 1, was aus folgenden weiteren Gesichtspunkten noch mehr Beachtung verdient. Die in Betracht kommenden Zahlen sind sehr bedeutend. Ferner herrscht eine auffallende Proportionalität zwischen den Raupen und den Schmetterlingen einer und derselben Kultur. Ich verweise in dieser Hinsicht besonders auf die Kulturen 4, 15b; auch Kultur 8 wäre hier zu nennen, bei der männliche Überreife vorliegt. In allen diesen Fällen ist die Zahl der Weibchen erheblich über die Norm gesteigert.

Für die Ansicht, daß Züchtung bei niederen Temperaturen die Entwicklung des weiblichen Geschlechts begünstigt, hat sich auch Seiler auf Grund seiner Untersuchungen an *Psychiden* ausgesprochen. Er fand bei diesen im weiblichen Geschlecht heterozygoten Schmetterlingen infolge von Kälteeinwirkung das Geschlechtschromosom häufiger als unter gewöhnlichen Verhältnissen in den Richtungskörper übergewandert, was zur Folge hat, daß Weibcheneier entstehen. Er bringt somit die Geschlechtsumstimmung mit den Reifeteilungen in Zusammenhang. Ob das richtig ist, lasse ich zunächst unentschieden. Die Deutung würde es nicht erklären, daß auch dann, wenn die Männchen vor der Begattung niederen Temperaturen und Überreife ausgesetzt werden, eine Zunahme der Weibchen eintritt, wie die Kulturen 8 und 9b, namentlich die erstere, erkennen lassen. Mir sind überhaupt Bedenken gekommen, ob nicht die Bewirkungen, die wir zur Erklärung meiner Züchtungsresultate heranziehen müssen, komplizierterer Natur sind. Ich mache diesen Einwand mit Rücksicht auf die Züchtungsresultate, welche ich im Laufe des verflossenen Sommers erzielt habe, auf deren Mitteilung ich noch kurz eingehe.

Kulturen im Jahre 1922 angesetzt und im Jahre 1923 abgeschlossen.

Das im Jahre 1922 erzüchtete Material an Schmetterlingen habe ich im Sommer 1922 noch einmal zu Überreifekulturen benutzt. Für die Kältekulturen wandte ich abermals eine nahezu konstante Temperatur von 10—12° C. an. Die Zimmertemperatur variierte, betrug im Durchschnitt 21° C. und war somit im all-

gemeinen niedriger als im Jahre zuvor. Die erzielten Gelege waren zunächst im Zimmer aufbewahrt worden, was zur Folge hatte, daß schon im Januar einige Raupen zu schlüpfen begannen. Es handelte sich nur um wenige Individuen der Kulturen 6 b (12 Tiere), 2 a (3 Tiere), 33 (4 Tiere). Ein weiteres Umsichgreifen des Übelstandes konnte durch Übertragung des Materials in den Eisschrank vermieden werden. Da das Frühjahr sehr milde war und die Weißdornhecken anfingen, auszuschlagen, schnitt ich am 15. März aus den Gelegen 1, 5, 6, 7 (männliche Überreife), 23, 29, 30, 32, 33, 36, 38, 39, 40, 41 (weibliche Überreife) und den Normalkulturen 16 und 17 kleine Stücke heraus, brachte sie in Zimmertemperatur und veranlaßte so das Ausschlüpfen der Raupen. Von diesen lieferten die Kulturen 1, 30, 32, 38, 40, 41 keine Raupen, was aber nicht auffällig ist, da die betreffenden Gelege auch später erfolglos waren. Die Hauptmasse des Gelegematerials wurde zunächst in der Kälte belassen und erst am 23. April in das Zimmer überführt.

Die Frühkulturen wurden sämtlich auf dem Raupenstadium am 24. April abgetötet. Die Ende April angesetzten Kulturen mußten, so weit sie sich als entwicklungsfähig erwiesen, was bei einem großen Teil nicht zutraf, mit Rücksicht auf ihre meist enorme Individuenzahl (in einem Fall nahezu 500 Raupen aus einem Gelege) stark reduziert werden bis zu $^1/_4$ des ursprünglichen Bestandes, in einigen Fällen sogar in noch höherem Maße. Die Reduktion erfolgte nicht gleich von Anfang an, sondern erst, nachdem die Raupen eine Zeit lang gefressen und so ihre Entwicklungsfähigkeit bewiesen hatten. Auch bei der Geschlechtsbestimmung wurden die Raupen nicht gleich sämtlich abgetötet, sondern in Zwischenräumen in demselben Maße, als das Nahrungsbedürfnis der Raupen und die Knappheit des Futters es nötig machten. Ein Unterschied zu den vorjährigen Kulturen bestand ferner darin, daß nicht gleich von Anfang 2 Partien einer Kultur getrennt behandelt wurden: eine, welche sukzessive auf dem Raupenstadium abgetötet, und eine zweite von 50 Individuen, welche bis zur Verpuppung und zum Ausschlüpfen der Schmetterlinge fortgeführt wurde. Vielmehr wurde eine einheitliche Kultur angesetzt, aus der in größeren oder geringeren Abständen Raupen abgetötet wurden bis auf einen Rest, der dann zum Züchten von Schmetter-

lingen diente. Dieses vereinfachte Verfahren wurde angewandt, um bei der großen Zahl der angesetzten Kulturen die Zuchten nicht auf zu viele Behälter zu verteilen. Sonst ist die im Vorjahr benutzte Methode vorzuziehen; sie erlaubt die Zuchtresultate der Raupen- und der Schmetterlingskulturen besser miteinander zu vergleichen, da bei frühzeitiger Halbierung der Raupenmasse die beiden so gewonnenen Zuchten ein gleichförmigeres Material darstellen, als wenn die Schmetterlingszucht aus dem Rest des Raupenmaterials stammt. Um der zu befürchtenden Ungleichmäßigkeit möglichst vorzubeugen, bin ich bemüht gewesen, beim Abtöten der Raupen jegliche Selektion zu vermeiden. Ich trug Sorge, daß bei jeder Abtötung alle Größen vertreten waren; nur die allerkleinsten Raupen, welche bei der Geschlechtsbestimmung Schwierigkeiten gemacht haben würden, wurden zunächst geschont. Die Zahl derartiger Spätlinge in der Entwicklung war aber eine so geringe, daß die Resultate der Geschlechtsbestimmung dadurch nicht getrübt werden konnten.

Trotzdem Selektion nach Möglichkeit vermieden wurde, ließ es sich bei der geringen Anzahl der zum Abtöten herausgenommenen Tiere (10—30) nicht erzielen, daß das für die Gesamtkultur geltende Sexualverhältnis in jeder Abtötung auch nur annähernd gleich war. Vielmehr stellten sich, wie die folgende Zusammenstellung ergibt, ganz gewaltige Schwankungen heraus, ein Zeichen, welchen geringen Wert kleine Stichproben für Bestimmungen des Sexualverhältnisses haben.

Verteilung der Geschlechter auf die Einzelabtötungen der Gelege.

2a.	25. 7.	7 ♀,	5 ♂	2b.	8. 6.	10 ♀,	10 ♂	3a. 3. 6. 17 ♀, 13 ♂
	8. 6.	14 ♀,	6 ♂		11. 6.	7 ♀,	8 ♂	7. 6. 15 ♀, 15 ♂
	9. 6.	14 ♀,	9 ♂	G	12. 6.	4 ♀,	1 ♂	G 12. 6. 1 ♀, 5 ♂
		35 ♀,	20 ♂			21 ♀,	19 ♂	33 ♀, 33 ♂
	5. 3. 6.	6 ♀,	13 ♂		7. 3. 6.	15 ♀,	15 ♂	12. 28. 5. 12 ♀, 8 ♂
	9. 6.	20 ♀,	13 ♂		1. 6.	12 ♀,	9 ♂	25. 6. 4 ♀, 9 ♂
	10. 6.	9 ♀,	1 ♂		8. 6.	10 ♀,	11 ♂	9. 6. 19 ♀, 11 ♂
G	11. 6.	1 ♀,	5 ♂		9. 6.	21 ♀,	12 ♂	35 ♀, 28 ♂
G		8 ♀,	6 ♂	G	11. 6.	3 ♀,	5 ♂	
		44 ♀,	38 ♂			61 ♀,	52 ♂	
	16. 3. 6.	17 ♀,	13 ♂		17. 28. 5.	8 ♀,	4 ♂	22. 27. 5. 8 ♀, 21 ♂
	7. 6.	11 ♀,	8 ♂		12. 6.	6 ♀,	5 ♂	1. 6. 14 ♀, 7 ♂
	12. 6.	8 ♀,	7 ♂		28. 6.	11 ♀,	4 ♂	9. 6. 11 ♀, 7 ♂
		36 ♀,	28 ♂		20. 6.	4 ♀,	7 ♂	G 11. 6. 2 ♀, 1 ♂
						29 ♀,	20 ♂	14. 6. 12 ♀, 13 ♂
								20. 6. 8 ♀, 3 ♂
								56 ♀, 52 ♂

25.	1. 6.	7 ♀,	22 ♂
	7. 6.	16 ♀,	15 ♂
G	7. 6.	20 ♀,	1 ♂
„	12. 6.	24 ♀,	6 ♂
	14. 6.	4 ♀,	6 ♂
	20. 6.	17 ♀,	3 ♂
		88 ♀,	53 ♂

29.	1. 6.	9 ♀,	11 ♂
	7. 6.	12 ♀,	9 ♂
	G 3 ♂,		1 ♂
		24 ♀,	21 ♂

31.	3. 6.	11 ♀,	19 ♂
	8. 6.	11 ♀,	10 ♂
		22 ♀,	29 ♂

33.	27. 5.	4 ♀,	17 ♂
	9. 6.	21 ♀,	9 ♂
	14. 6.	13 ♀,	7 ♂
	G 12 ♀,		4 ♂
		50 ♀,	37 ♂

36a.	27. 5.	6 ♀,	4 ♂
	28. 5.	21 ♀,	8 ♂
	1. 6.	16 ♀,	5 ♂
G	7. 6.	7 ♀,	7 ♂
	9. 6.	10 ♀,	10 ♂
	11. 6.	4 ♀,	6 ♂
	12. 6.	4 ♀,	4 ♂
G	18. 6.	11 ♀,	22 ♂
G	18. 6.		13 ♂
		79 ♀,	79 ♂

39.	9. 6.	13 ♀,	7 ♂
	18. 6.	11 ♀,	9 ♂
	18. 6.	9 ♀,	1 ♂
	20. 6.	10 ♀,	12 ♂
	20. 6.	14 ♀,	7 ♂
		57 ♀,	46 ♂

Der Buchstabe G bezeichnet die Raupen, welche nachträglich aus dem Gelege geschlüpft sind, nachdem die Hauptmasse schon die Eischalen verlassen hatte.

In manchen Kulturen überwogen in den ersten Abtötungen die Weibchen, in anderen die Männchen. Addiert man einerseits die ersten, andererseits die letzten Abtötungen sämtlicher Kulturen, so erhält man für jede der beiden Summen ungefähr das gleiche Sexualverhältnis. Immerhin ist es möglich, daß die Männchen früher die Eischalen verlassen als die Weibchen. Ich habe darauf bei den ein Jahr früher gezüchteten Kulturen aufmerksam gemacht, bei denen unter den im März verfrüht ausgekrochenen Raupen die Männchen überwogen. Für die diesjährig absichtlich erzüchteten Märzzuchten stimmt das Gesagte nicht; diese waren aber auch unter ganz anderen Bedingungen entstanden. Es war ein aus dem ganzen Gelege herausgeschnittener Teil, der restlos zum Ausschlüpfen veranlaßt wurde, so daß rascher und langsamer sich entwickelnde Formen gleichmäßig zur Geschlechtsuntersuchung gelangten. Zwar ergab das Märzmaterial im großen und ganzen relativ mehr Männchen als die für die spätere Aufzucht verwandten Teile der Gelege. Aber der Unterschied ist zu geringfügig, als daß man auf ihn größeren Wert legen sollte. Auch zwischen vorderem und hinterem Ende eines Geleges konnte ich bei getrennter Aufzucht beider keine erheblicheren Unterschiede feststellen.

Anders steht es mit Unterschieden, die sich im zeitlichen Ausschlüpfen der weiblichen und männlichen Schmetterlinge ergeben. Diese sind sehr auffällig. Ich habe in der folgenden Tabelle die vor und die nach dem 17. Juli ausgeschlüpften Schmetterlinge getrennt aufgeführt. Addiert man sämtliche Zahlen der Überreife- und Normalreifekulturen, so stellt sich das Sexualverhältnis für die ersteren 83 ♀ : 135 ♂, für die letzteren 178 ♀ : 95 ♂, mit anderen Worten: in der ersten Periode schlüpfen erheblich mehr Männchen als Weibchen aus der Puppe aus; die männlichen Schmetterlinge haben im allgemeinen eine kürzere Puppenruhe als die weiblichen. Dieser Unterschied ist leicht verständlich, wenn wir den Entwicklungsgrad der Gonaden berücksichtigen. Die Ovarien der Raupen sind auffällig klein. Ihr Wachstum und ihre Ausgestaltung fällt somit hauptsächlich in die Zeit der Puppenruhe und trägt zur Verlängerung derselben bei.

Bei Störungen der Eiablage, wie sie durch Überreife herbeigeführt werden, kommt es fast stets vor, daß eine größere oder geringere Anzahl Eier verspätet abgelegt werden. So können, nachdem das Hauptgelege in durchaus normaler Weise gebildet worden ist, 2—8 Tage später noch kleinere Eierhäufchen entstehen, oft sogar mehrere. In der Regel liefern solche Spätlinge keine Raupen, so bei den Kulturen 5 b (Überreife des normalen Geleges 6 Tage, der späteren Ablagen 14—16 Tage), 6 a (Überreife 6 Tage, resp. 17 Tage), 21 (Überreife 8 Tage resp. 14 bis 16 Tage), 23 (Überreife 11 Tage, resp. 17 Tage), 29 (Überreife 11 Tage resp. 16 Tage), 32 (Überreife 12 Tage resp. 16 Tage), 36 (Überreife 14 resp. 16 Tage), 37 (Überreife 15 resp. 16 Tage). Von diesen Kulturen waren 5 b und 6 a Zimmerkulturen mit männlicher Überreife, die übrigen Kältekulturen mit weiblicher Überreife. Selten entwickelten sich die nachträglich abgelegten Eiportionen, so bei Kultur 7 (Überreife des ♂ 6 Tage). Hier schlüpften noch 3 ♀ und 5 ♂ aus, obwohl die Überreife auf 8 bis 14 Tage gestiegen war. Die Nachgelege von 22 (weibliche Überreife bei Kälte 9 Tage) lieferten sogar 12 ♀, 13 ♂; bei ihnen war die Überreife auf 11—14 Tage gestiegen. Auf der Grenze der Entwicklungsmöglichkeit stand das Nachgelege von Kultur 39. Als es abgelegt wurde, war das betreffende Weibchen 18 Tage alt. Das Nachgelege enthielt 9 embryonierte, nicht geschlüpfte

Eier. Zwei Eier waren geschlüpft; die ausgekrochenen Raupen waren aber schwächlich und entwicklungsunfähig. Hier war aber auch das Hauptgelege nicht mehr vollkommen entwicklungsfähig gewesen. Ich untersuchte nur den dritten Teil desselben genauer. In ihm fanden sich 7 Raupen, die sich aus dem Schwamm nicht hatten herausarbeiten können, außerdem 60 Eier, die noch Raupen enthielten, von denen einige schon während der Entwicklung abgestorben waren.

Daß nicht alle Eier eines Geleges sich entwickeln, kommt übrigens auch bei Schmetterlingen vor, bei denen keine Störung der Eiablage durch Überreife gegeben ist. Ein Beispiel ist Kultur 17. Das betreffende Gelege hatte ich in 3 Teile gesondert. Die Mitte war zur Märzkultur verwandt worden, die beiden Enden wurden im April getrennt voneinander gezüchtet. Ich hatte dieses Verfahren, wie im vorliegenden so auch in einigen anderen Fällen benutzt, um festzustellen, ob in den einzelnen Abschnitten des Geleges Unterschiede im Sexualitätsverhältnis vorhanden waren, was, wie ich schon oben bemerkt habe, nicht zutrifft. Das hintere Ende lieferte 57 Raupen, von denen 26 auf ihr Geschlecht geprüft wurden (14 ♀, 12 ♂). Bei genauer Untersuchung nach Verlauf von Monaten stellte es sich heraus, daß 7 Raupen das Gespinnst, 36 weitere die Eischalen nicht hatten verlassen können. Fast die Hälfte der Eier hatte somit keine Raupen geliefert.

Da die ausgeschlüpften Raupen kein absolut sicheres Bild vom Sexualverhältnis eines Geleges liefern, hatte ich nach dem Ausschlüpfen der Raupen die Reste der Gelege aufbewahrt, um die Zahl der unentwickelt gebliebenen Eier zu bestimmen. Leider wurde meine Absicht vereitelt, indem durch ein Versehen des die Kulturen überwachenden Präparators die meisten der Gelege und zwar besonders diejenigen, von denen ich Raupen gewonnen hatte, vor der Untersuchung weggeworfen wurden. Ich konnte außer den aufgeführten, nur noch folgende Gelege untersuchen. Im vorderen Ende der Kultur 2a fanden sich 4 nicht geschlüpfte Raupen, im hinteren Ende sogar annähernd 100, von denen ein kleiner Teil im Gespinnst, der größere in den Eischalen eingeschlossen war. Das Gelege 7a enthielt noch 76 Raupen, davon 12 im Gespinnst, 64 in den Eischalen, das Gelege 12, 10 bis 20 embryonierte Eier, das Gelege 22a, 15 bräunliche, offenbar

unentwickelt gebliebene Eier, die vom gleichen Weibchen stammenden Spätablagen 22 b, c, d viele bräunliche Eier. Vom Gelege 23 waren im Hauptteil noch 23 embryonenhaltige Eier vorhanden, in dem kleinen 8 Tage später abgelegten Nachgelege 8. In den übrigen noch zur Untersuchung gelangten Gelegen fanden sich keine leeren Eischalen, durch deren Nachweis man die Existenz ausgekrochener Raupen feststellen kann, sondern nur bräunliche Eier, in denen keine Embryonen nachweisbar waren, die entweder gar nicht befruchtet worden waren, oder sehr frühzeitig ihre Entwicklung eingestellt hatten. Derartige braune Eier fanden sich auch in Kulturen, welche keine Raupen geliefert hatten; es sind die Kulturen 1, 3 b, 8, 9, 10, 15, 16 II, 19, 20, 24, 26, 34, 37, 38, 41. Auch hierbei stellte sich die Merkwürdigkeit heraus, daß Kulturen von gleicher Überreife sich ganz verschieden entwickelten, indem einige gute Zuchtresultate lieferten, andere gänzlich versagten. Am interessantesten ist in dieser Hinsicht Kultur 37. Sie bestand aus zwei Geschwisterweibchen, die am gleichen Tag geschlüpft waren und zu denen ich 3 Männchen hinzugesetzt hatte. Beide waren 15 Tage überreif und setzten 2 gut aussehende Gelege ab. Aus dem einen krochen zahlreiche Raupen aus, aus dem anderen gar keine. Das Weibchen, welches die ungünstigen Resultate geliefert hatte, hatte allerdings schon vorher begonnen, Gelegefasern abzusetzen; auch enthielt es nach seinem Tode noch 50 nicht abgesetzte Eier im Leib, während das andere völlig abgelaicht war.

Ich komme damit auf einen Punkt zu sprechen, der auch für die Kritik des Sexualverhältnisses von Wichtigkeit ist, ob nämlich ein Weibchen sich seines Eivorrats vollkommen entledigt hat oder nicht. Über diesen Punkt findet man in der folgenden Tabelle die nötigen Angaben, soweit ich die Schmetterlinge darauf untersucht habe.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über den Verlauf der Kulturen 1922/23 kann ich darauf verzichten, die einzelnen Protokolle, wie ich es für 1921/22 getan habe, mitzuteilen, und beschränke mich auf eine tabellarische Übersicht der gewonnenen Resultate.

Übersicht der Kulturen im Jahre 1923, geordnet nach Temperatur und Überreife.

I. Zimmertemperatur. a) Überreife des Weibchens.

Nr.	Alter des Weibchens	Alter des Männchens	Überreife	Raupen im März	Raupen im April	Schmetterlinge vor 18. 7.	Schmetterlinge nach 18. 7.	Total	Bemerkungen
4	12.7.—17 7.	16.7.—17.7.	5	—	viele Raupen, wurden nicht gezüchtet				Normales Gelege.
3	10.7.—17.7.	16.7.—17.7.	7	26 ♀, 28 ♂	33 ♀, 33 ♂	1 ♀, 19 ♂	3 ♀	63 ♀, 80 ♂	Normales Gelege.
2a	10.7.—17.7.	15.7.—17.7.	7	16 ♀, 3 ♂	35 ♀, 20 ♂	11 ♀, 4 ♂	8 ♀, 2 ♂	70 ♀, 29 ♂	Normales Gelege, bis auf 2 Eier alles geschlüpft.
2b	10.7.—19.7.	17.7.—19.7.	9	—	21 ♀, 19 ♂	1 ♂	2 ♀, 4 ♂	23 ♀, 24 ♂	
19	13.7.—21.7.	19.7.—21.7.	8	keine Raupen		—	—	—	Gelege wahrscheinlich nicht befruchtet.
8	19.7.—20.7.	17.7.—20.7.	9	keine Raupen		—	—	—	Abnormes Gelege, braune Eier nicht völlig abgelegt.
9	12.7.—20.7.	17.7.—20.7.	8	keine Raupen		—	—	—	Normales Gelege.
15	12.7.—21.7.	20.7.—21.7.	9	keine Raupen		—	—	—	♀ enthält Eier, Gelege normal, Eier bräunlich.
20	12.7.—21.7.	18.7.—21.7.	9	keine Raupen		—	—	—	Mehrere Eihaufen, Eier bräunlich, ♀ abgelaicht.
24	16.7.—25.7.	20.7.—25.7.	9	keine Raupen		—	—	—	Leidlich normales Gelege, bräunliche Eier.
25	16.7.—24.7.	19.7.—24.7.	8	—	88 ♀, 53 ♂	2 ♂, 12 ♂	6 ♀, 6 ♂	96 ♀, 71 ♂	Weibchen hatte schon vorher Wolle gebildet, Gelege normal.
25 II	16.7.—28.7.	19.7.—28.7.	12	keine Raupen		—	—	—	Nachträgl. Gelege, Weibchen völlig abgelaicht.
26	16.7.—25.7. 16.7.—29.7.	23.7.—25.7.	9—12	keine Raupen		—	—	—	Weibchen hat 2 Gelege gebildet, enthält noch Eier.
27	16.7.—27.7. 16.7.—29.7.	?	11—13	keine Raupen		—	—	—	Weibchen hat 2 Gelege gebildet, enthält noch Eier.
34	16.7.—27.7. 16.7.—28.7.	14.7.—27.7.	11—12	keine Raupen		—	—	—	♀ hat 2 Eihaufen gebildet. enthält noch Eier.
38	20.7.—31.7.	?	11	keine Raupen		—	—	—	Gelege leidlich, braune Eier, ♀ enthält noch 20 Eier.
			Gesamt	42 ♀, 31 ♂	177 ♀, 125 ♂	14 ♀, 36 ♂	19 ♀ 12 ♂	272 ♀, 204 ♂	

b) Überreife des Männchens.

5 I	15.7.—17.7.	10.7.—17.7.	7	11 ♀, 20 ♂	43 ♀, 33 ♂	15 ♀, 6 ♂	19 ♀, 6 ♂	89 ♀, 70 ♂		Schönes Gelege, außerdem 2 kleine Nachgelege, Weibchen völlig abgelaicht.
5 II	15.7.—?	10.7.—?	11 (?)							
III				—	1 ♀, 5 ♂	—	—			
6 a	15.7.—17.7.	11.7.—17.7.	6	—	viele Raupen, nicht kultiviert			—		Normales Gelege, außerdem kleines Nachgelege, Weibchen fast abgelaicht.
6 a II	15.7.—28.7.	11.7.—28.7.	17	—	keine Raupen		—	—		
6 b	15.7.—19.7.	11.7.—19.7.	8	38 ♀, 31 ♂	viele Raupen, nicht kultiviert			38 ♀, 31 ♂		
7	16.7.—19.7.	10.7.—19.7.	8	21 ♀, 17 ♂	58 ♀, 47 ♂	21 ♀, 10 ♂	4 ♀, 9 ♂	104 ♀, 83 ♂		Normales Gelege mit einem kleinen Nachgelege, ca. 70 Raupen, teils im Gelege, teils in Eischalen zurückgehalten, ♀ völlig abgelaicht.
7 II	16.7.—21.7.	11.7.—21.7.	10	—	3 ♀, 5 ♂	—	—	3 ♀, 5 ♂		
12	17.7.—21.7.	12.7.—21.7.	9	11 ♀, 20 ♂	35 ♀, 28 ♂	—	12 ♀, 13 ♂	58 ♀, 61 ♂		Normales Gelege, ♀ abgelaicht.
13	18.7.—19.7.	12.7.—19.7.	—	kein Gelege	—	—	—	—		
14	18.7.—19.7.	13.7.—19.7.	—							
10	16.7.—25.7.	11.7.—24.7.	—	Gelege scheint unbefruchtet zu sein			—	—		♀ völlig abgelaicht.
				81 ♀, 88 ♂	140 ♀, 118 ♂	36 ♀, 16 ♂	35 ♀, 28 ♂	292 ♀, 250 ♂		

c) Normalkulturen.

0	—	—	—	—	4 ♀, 6 ♂	3 ♀, 11 ♂	8 ♀, 3 ♂	15 ♀, 20 ♂		
16	20.7.—21.7.	18.7.—21.7.	1	31 ♀, 36 ♂	36 ♀, 28 ♂	1 ♀, 4 ♂	16 ♀, 2 ♂	84 ♀, 70 ♂		Alle Eier geschlüpft, ♀ völlig abgelaicht.
17 I	20.7.—22.7.	20.7.—22.7.	2	—	18 ♀, 16 ♂	—	10 ♀, 5 ♂	55 ♀, 53 ♂		♀ völlig abgelaicht. Gelege in 3 Teilezerlegt: I, II, III; in III die meisten Eier geschlüpft, immerhin 40 in den Eischalen zurückgehalten.
17 II			2	13 ♀, 20 ♂	—	—	—			
17 III			2	—	11 ♀, 4 ♂	—	3 ♀, 8 ♂			
				44 ♀, 56 ♂	69 ♀, 54 ♂	4 ♀, 15 ♂	37 ♀, 18 ♂	154 ♀, 143 ♂		

II. Kältekulturen (10—12° C.). Überreife des Weibchens.

Nr.	Alter des Weibchens	Alter des Männchens	Überreife	Raupen im März	Raupen im April	Schmetterlinge vor 18. 7.	Schmetterlinge nach 18. 7.	Total	Bemerkungen
21 I	14.7.—22.7.	?—22.7.	8	17 ♀, 2 ♂	5 ♀, 1 ♂	—	—	22 ♀, 3 ♂	Schönes Gelege u. 2 Nachgelege, ♀ abgelaicht.
II III	14.7.—30.7.	—	16	keine Raupen		—	—	—	
22 I	14.7.—23.7.	17.7.—23.7.	9	—	43 ♀, 39 ♂	2 ♀, 13 ♂	6 ♀, 1 ♂	51 ♀, 53 ♂	Schönes Gelege, bis auf 15 braune Eier geschlüpft.
II-IV	„ 25. 28.7.	—	11—14	—	12 ♀, 13 ♂	—	—	12 ♀, 13 ♂	Im Nachgelege viele braune Eier, ♀ abgelaicht.
23	13 7.—24.7.	14.7.—23.7.	11	14 ♀, 23 ♂	viele Raupen, nicht gezüchtet			14 ♀, 23 ♂	
29	14.7.—25.7.	22.7.—25.7.	11	—	24 ♀, 21 ♂	4 ♀, 9 ♂	12 ♀, 4 ♂	40 ♀, 34 ♂	Schönes Gelege; ♀ bis auf wenige Eier abgelaicht.
31	15.7.—26.7.	?	11	—	22 ♀, 29 ♂	3 ♀, 5 ♂	4 ♀	29 ♀, 34 ♂	Schönes Gelege, ♀ bis auf 15 Eier abgelaicht.
30	14.7.—26.7.	21.7.—26.7.	12	sehr viele Raupen, nicht kultiviert				—	Schönes Gelege.
32	14.7.—26.7.	21.7.—25.7.	12	„	„	„	„	—	Schönes Gelege, Weibchen fast ganz abgelaicht.
33	14.7.—27.7.	14.7.—27.7.	13	17 ♀, 30 ♂	50 ♀, 37 ♂	4 ♀, 7 ♂	13 ♀, 10 ♂	84 ♀, 84 ♂	Gelege mittelmäßig, ♀ hat noch Eier im Leib.
36a	14.7.—28.7.	?	14	—	79 ♀, 79 ♂	13 ♀, 16 ♂	23 ♀, 1 ♂	115 ♀, 96 ♂	Geschwisterweibchen, völlig abgelaicht. Normale Gelege.
36b	14.7.—28.7.	?	14	—	55 ♀, 35 ♂	3 ♀, 18 ♂	22 ♀, 15 ♂	80 ♀, 68 ♂	
37a	14.7.—29.7.	?	15	—	keine Raupen		—	—	Geschwisterweibchen auch zu 36, normale Gelege, ♀
37b	14.7.—29.7.	?	15	—	viele Raupen, nicht kultiviert			—	37b völlig abgelaicht, 37a noch 50 Eier im Leib.
39 I	15.7.—31.7.	23.7.—31.7.	16	47 ♀, 69 ♂	57 ♀, 46 ♂	—	7 ♀, 6 ♂	111 ♀, 121 ♂	Schönes Gelege, enthält ca. 70 nicht geschl. Raupen.
39 II	15.7.— 2.8.	—	18	—	2 schwächliche Raupen		—	—	Nachgelege, 9 zurückgehaltene Raupen.
40	15.7.—31.7.	30.7.—31.7.	16	—	keine Raupen		—	—	Gelege ganz unregelmäßig.
41	15.7.— 3.8.	30.7.— 3.8.	18	—	keine Raupen		—	—	Eier zerstreut.
				95 ♀, 124 ♂	347 ♀, 300 ♂	29 ♀, 68 ♂	87 ♀, 37 ♂	558 ♀, 529 ♂	

Beurteilung der Züchtungsergebnisse des Jahres 1923.

Bei der Beurteilung der Befunde, die ich in voranstehender Tabelle zusammengestellt habe, kann ich mich sehr kurz fassen. Sämtliche weibliche Überreifekulturen bei Zimmertemperatur zusammen genommen ergeben 272 ♀, 204 ♂, die Kulturen von männlicher Überreife 292 ♀, 250 ♂, beide addiert 564 ♀, 454 ♂, somit ein geringes Überwiegen der Weibchen über die Männchen. Die Kältekulturen, bei denen nur die weibliche Überreife berücksichtigt wurde, lieferten ein ähnliches Resultat 558 ♀, 529 ♂, desgleichen die im Zimmer geführten Kulturen mit normaler Reife 154 ♀, 143 ♂. In allen Kulturen ergab sich ein geringfügiges Überwiegen des weiblichen Geschlechts. Wie im vorigen Jahre, so haben auch 1923 die Zuchten zum Resultat geführt, daß Überreife keine Verschiebung der Sexualität zur Folge hat. Auch wenn wir die Einzelbefunde in den drei Überreifeserien uns ansehen, kommen wir zu dem gleichen Ergebnis. Es sind zwar in den Einzelbefunden Unterschiede vorhanden; diese sind aber sicher zufälliger Natur. Es herrscht bei ihnen keine Proportionalität des Überwiegens des weiblichen Geschlechts zum Grad der Überreife.

Soweit haben die Untersuchungen des Jahres 1923 die des Vorjahrs bestätigt, so daß wir das Resultat für gesichert ansehen können: Der Schwammspinner verhält sich der Überreife gegenüber ganz anders als unsere Froscharten. Der Grund hierzu ist wohl in dem verschiedenen Verhalten des Geschlechtsapparats gegeben. Bei den Fröschen kann man einen scharfen Unterschied zwischen Ovarium und Geschlechtswegen und demgemäß auch zwischen ovarialer und uteriner Überreife machen. Maßgebend für die Geschlechtsverschiebung ist bei ihnen die uterine Überreife, die Zeit, welche verflossen ist, seitdem die Eier aus dem Ovarium in den Uterus übergetreten sind. Bei den Schmetterlingen dagegen gehen Eileiter und Ovarien kontinuierlich ineinander über. Die Eier verweilen bei Überreife im Ovar und passieren nur rasch bei der Eiablage den Eileiter. Dies Verhalten ist eher den Fällen zu vergleichen, in denen das Weibchen spät zur Umklammerung durch das Männchen zugelassen wird. Derartige ovariale Überreife wird bei Fröschen sicherlich nicht ohne Einwirkungen auf die Beschaffenheit der Eizellen sein, aber einen

direkten Einfluß auf das Sexualitätsverhältnis hat sie nach meinen Untersuchungen nicht. Denn das Sexualitätsverhältnis ist das gleiche, gleichgiltig, ob man Frösche aus dem Anfang oder dem Ende der Brunstperiode untersucht, ob die Entleerung aus dem Ovar rasch oder nach langer Dauer der Umklammerung durch das Männchen geschieht.

Stehen die Untersuchungen des Jahres 1923 mit denen des Jahres 1922 in Bezug auf die Wirkung der Überreife in voller Übereinstimmung, so herrscht rücksichtlich der Temperatureinflüsse ein ausgesprochener Unterschied. 1922 hatte sich für die Kältekulturen ein starkes Überwiegen des weiblichen Geschlechts ergeben. Dies gilt nicht für die Ergebnisse des Jahres 1923. Bei ihnen ist eher das Gegenteil der Fall. Der bei allen Kulturen vorhandene Weibchenüberschuß ist bei den Zimmerkulturen größer als bei den Kältekulturen. Ich muß mich hier begnügen, die Tatsache festzustellen. Eine Erklärung für sie zu geben bin ich nicht im Stande. Angesichts der so klaren Resultate des Jahres 1922 und der gleichlautenden Angaben Seilers möchte ich mich dahin aussprechen, daß der das weibliche Geschlecht befördernde Einfluß niederer Temperaturen zu Recht besteht, bei den diesjährigen Zuchten aber aus unbekannten Gründen nicht zum Auswirken kommen konnte.

Benützte Literatur.

Crew F. A. E., Sex reversal in frogs and toads. A review of the recorded cases of abnormality of the reproductiv system and an account of an breeding experiment. Journ. of genetics, Bd. 2, S, 141—181, 1921.

Hertwig R., Über den Einfluß der Überreife der Eier auf das Geschlechtsverhältnis von Fröschen und Schmetterlingen. Sitzungsber. d. Bayer. Akad. d. Wiss., Jahrg. 1921, S. 269.

Koehler Otto, Über den Einfluß des Keimzellalters auf die Vererbungsrichtung. Biolog. Zentralbl., Bd. 43, S. 131.

Seiler J., Geschlechtschromosomen-Untersuchungen an Psychiden. I. Experimentelle Beeinflussung der geschlechtsbestimmenden Reifeteilung bei Talaeporia tubulosa. Arch. f. Zellforsch., Bd. XV, S. 249.

Witschi E., Der Hermaphroditismus der Frösche und seine Bedeutung für das Geschlechtsproblem und die Lehre von der inneren Sekretion der Keimdrüsen. Arch. Entw.-Mech., Bd. 49, S. 316—358.

— Über die genetische Konstitution der Froschzwitter. Biol. Zentralbl., Bd. 43, S. 83.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der Bayerischen Akademie der Wissenschaften München

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: 1923

Autor(en)/Author(s): Hertwig Wilhelm Karl Theodor Ritter von

Artikel/Article: Einfluß der Überreife der Geschlechtszellen auf das Geschlecht von Lymantria dispar 215-252