

Pointer), so erscheint dasselbe Zahlenverhältnis wie bei Versuch 2, nämlich:

$$\begin{array}{c} \widehat{BQ} \quad bq \\ \downarrow \times \downarrow, \text{ d. s. } 1 B_2 Q_2, 2 \widehat{BQ} bq, 1 b_2 q_2, \text{ d. h. } 3 \text{ Marmorierte und } 1 \text{ Pointer.} \\ \widehat{BQ} \quad bq \end{array}$$

Faktisch erhielt ich 8 Marmorierte und 3 Pointer.

Zum Schluß ergab die Paarung eines Rüden der F_1 -Generation mit einer marmorierten Hündin, die einen gelben Pointer in ihrer Vorfahrenreihe hatte, 4 Kaffeebraun-marmorierte, 2 Gelb-marmorierte und 2 Pointer, d. h. 6 Marmorierte und 2 Pointer im Verhältnis 3:1, wie bei Beachtung des vorhergehenden Experiments vorauszusehen war.

Um die Frage der Koppelung der Gene B und Q definitiv zu lösen, wurde die F_1 -Generation mit einem Hund gekreuzt, der rein weiße Färbung in recessiver Anlage hatte. Es ergab

sich ein Wurf mit 2 Marmorierten und 2 pointerfarbenen Jungen. Wenn man erlaubt, daß die Färbungsanlagen des weißen Elterntieres mit $b_2 q_2$ bezeichnet werden, so haben wir:

$$\begin{array}{c} \widehat{BQ} \quad bq \\ \downarrow \times \downarrow, \text{ d. s. } 2 \widehat{BQ} bq \text{ und } 2 b_2 q_2. \\ bq \quad bq \end{array}$$

Ebenso waren die experimentellen Ergebnisse. Folglich wird die Marmorfärbung durch die Gene B und Q bedingt, die unter sich gekoppelt sind.

Wir können also in die allgemeine Formel für den Hund das Gen Q einschließen und erhalten alsdann:

$$A_2 B_2 C_2 D_2 — G_2 H_2 (I_2 K_2 — — — — Q_2).$$

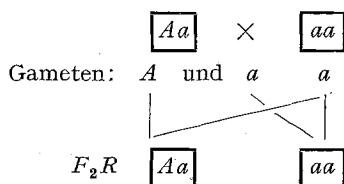
Darin einbegriffen sind Gene, die bei der Erzeugung der normalen Wildfärbung des Hundes wohl nicht wirksam sind.

(Aus dem Zoologischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster i. W.)

Die Bedeutung des Y-Chromosoms im Tierreich.

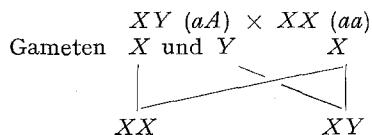
Von Curt Koszwig.

Die meisten Tiere sind getrenntgeschlechtig, d. h. männliche und weibliche Geschlechtsorgane sind auf verschiedene Individuen verteilt. Zwittrigkeit, d. h. Lagerung männlicher und weiblicher Organe im gleichen Tier, kommt viel seltener vor, z. B. bei den Plattwürmern, den Regenwürmern, unseren Land- und Süßwasserschnecken und in einigen anderen Gruppen niederer Tiere. Unter den näheren Verwandten der Wirbeltiere sind die Tunicaten zwittrig, unter den Wirbeltieren selbst kennen wir nur wenige Fälle normalerweise zwittriger Arten (Hermaphroditismus) bei einigen Fischen. Bei der überwiegenden Mehrzahl der getrenntgeschlechtigen Arten werden Männchen und Weibchen etwa in gleich großer Zahl gefunden. Das Auftreten der beiden Geschlechter im 1:1 Verhältnis brachte den Vererbungsforscher bald auf den Gedanken, daß die Bestimmung und Vererbung des Geschlechts nach der Art einer Mendelschen Rückkreuzung erfolgen müßte; denn, kreuzt man einen Bastard Aa mit einem reinen aa -Individuum rück, so erhält man in der F_2R -Generation 50% Aa - und 50% aa -Tiere nach dem Schema:



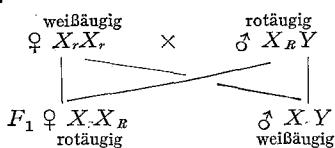
Wenn nun die mendelnden Gene in den Chromosomen lokalisiert sind, mußten womöglich an den Chromosomen Verschiedenheiten bemerkbar sein, in denen die problematischen, in jeder neuen Generation wieder nach einer Mendelschen Rückkreuzung verteilten „Geschlechtsfaktoren“ lokalisiert sind. In der Genetik sind zwei Forschungsmethoden aufs engste miteinander verknüpft: die experimentelle, die mit dem Kreuzungsversuch „mendelistisch“ arbeitet, und die deskriptive, die auf dem cytologischen Studium der Chromosomen beruht; mit der einen der beiden können die Resultate der andern nachgeprüft und — vorausgesagt werden. Beide Methoden haben in der Frage nach der Bestimmung des Geschlechts Hervorragendes geleistet. Wir wissen heute, daß es unter den Chromosomen, die einem getrenntgeschlechtigen Organismus eigen sind, ein Paar gibt, dessen beide Partner im einen Geschlecht gleich, im andern jedoch ungleich sind, ein Geschlecht ist heterogametisch, es bildet zwei Sorten von Keimzellen, wie unser heterozygoter Bastard Aa , das andere Geschlecht ist homogametisch, es bildet nur eine Sorte von Keimzellen, wie das homogamete aa -Individuum. Die beiden Chromosomen, die in dem einen Geschlecht in gleicher, im anderen in ungleicher Weise vorhanden sind, werden Geschlechts- oder Heterochromosomen genannt; die des homogameten Geschlechts werden auch als X-Chromosomen bezeichnet.

Das heterogamete Geschlecht besitzt nur ein X-Chromosom, dem als Partner das Y-Chromosom gegenübersteht. Aus einem Schema geht am klarsten hervor, wie durch den Heterochromosomenmechanismus dafür gesorgt ist, daß immer wieder nach Art einer Rückkreuzung in jeder Generation Männchen und Weibchen im Verhältnis 1:1 auftreten.



Welches Geschlecht ist nun das heterogamete? Interessanterweise wechselt das bei den verschiedenen Tiergruppen. Meist ist das Männchen heterogamet (XY) und das Weibchen homogamet (XX). So ist es z. B. bei den Spulwürmern (Nematoden), den Fliegen und Heuschrecken, den Reptilien und den Säugetieren einschließlich des Menschen. Dagegen wissen wir, daß bei den Schmetterlingen und bei den Vögeln die Weibchen heterogamet (XY), die Männchen homogamet (XX) sind.

Wir sagten vorhin, die Beweise für das Vorhandensein der Heterochromosome seien auf genetischem und cytologischem Weg erfolgt. Die genetischen Beweise beruhen darauf, daß in den X-Chromosomen Erbfaktoren für morphologische Charaktere liegen, die durch ihren vom Mendelschema abweichenden Erbgang auf das Vorhandensein eines Chromosomenpaars hinweisen, dessen beide Partner stark verschieden sind. Wenn man z. B. ein weißäugiges *Drosophila*-Weibchen mit einem rotäugigen Männchen paart, erhält man eine F_1 -Generation, die aus rotäugigen Weibchen und weißäugigen Männchen besteht. Diesen Fall von „criss-cross“-Vererbung kann man einfach erklären: Rot (R) ist dominant über Weiß (r). Die allelomorphen Gene R und r sitzen in den X-Chromosomen, von denen bei den Fliegen die Weibchen zwei, die Männchen nur eins besitzen:



Die Zucht der F_2 -Generation erweist die Richtigkeit der Annahme. Darauf braucht hier nicht weiter eingegangen zu werden. Das, was für uns hier wichtig ist, ist, daß sich das Y-Chromosom für die Färbung der Augen bedeutungs-

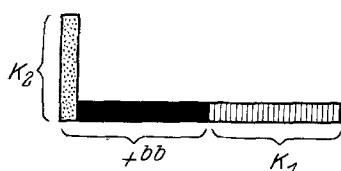
los erweist. Es ist für den Augenfarbcharakter „leer“. Dieses „Leersein“ des Y-Chromosoms für Allele von Genen seines Partners, des X-Chromosoms, ist in vielen Untersuchungen an den verschiedensten Tieren erwiesen worden. Auch bei den heterogametischen Weibchen der Vögel (Hühner und Kanarienvögel) und der Schmetterlinge erwies sich das Y-Chromosom immer wieder als leer.

Auch die cytologischen Untersuchungen sprachen sehr oft für die Leere und Bedeutungslosigkeit des Y-Chromosoms. Denn wir kennen viele Fälle, in denen das Y-Chromosom kleiner ist als das X-Chromosom, ja überhaupt im heterogameten Geschlecht fehlen kann. Zuerst wurde dieser sogenannte XO -Typus bei der Wanze Protenor gefunden und daher auch als Protenortypus bezeichnet. Das Protenorweibchen besitzt 22 Chromosome, zwei von ihnen sind die X-Chromosome, das Männchen besitzt in seinen somatischen Zellen und Spermogenien nur 21 Chromosome. Während das Weibchen nur $(10 + X)$ -Eier bildet, erzeugt das Männchen zwei Sorten Spermien: solche, die nur die 10 Autosome enthalten und solche mit $10 + X$ -Chromosomen. Auch bei anderen Tiergruppen, z. B. bei Nematoden und einer Fliegenart wurde der Protenor (XO)-Typus gefunden. Ein X-Chromosom erzeugt also das eine, zwei dagegen das andere Geschlecht. Befriedigend erscheint diese Feststellung noch nicht, denn es erheben sich sofort die Fragen: Warum bleibt in der überwiegenden Mehrzahl der untersuchten Fälle das Y erhalten? und welche physiologische Erscheinung verbirgt sich hinter der Tatsache 1 X = Männchen, 2 X = Weibchen?

Man findet oft den Fall, daß das Y-Chromosom kleiner ist als das entsprechende X-Chromosom. Daher hat man vielfach das Y als ein reduziertes X-Chromosom angesehen, dem eben die „Geschlechtsfaktoren“ fehlen. Man könnte sich also den Fall denken, daß es Y-Chromosomen gibt, die noch Gene für alle möglichen Eigenschaften besitzen, nur nicht mehr solche für die Ausprägung des Geschlechts. Tatsächlich wissen wir heute durch die Untersuchungen an einer Knochenfischfamilie, den Zahnkarpfen, daß im Y-Chromosom zahlreiche Erbanlagen für morphologische Charaktere liegen können, ja, die Ähnlichkeit mit dem homologen X-Chromosom geht so weit, daß Teile beider Chromosome miteinander während der Synapsis, in der Prophase der Reifungsteilungen, ausgetauscht werden können. Bei *Drosophila*

konnte STERN nachweisen, daß wenigstens ein Gen des X-Chromosoms, das die Borstenform beeinflußt und bobbed genannt wird, Allelomorphe im Y-Chromosom hat. Bereits seit längerem wußte man, daß bei *Drosophila* Individuen mit einem X-Chromosom, aber ohne Y, zwar Männchen sind, aber steril bleiben. Das Y-Chromosom muß also Fertilitätsfaktoren für das männliche Geschlecht besitzen. STERN gelang es nun in einer Reihe glänzender Versuche nachzuweisen, daß tatsächlich in zwei räumlich voneinander getrennten Strecken des Y Fertilitätsfaktoren lokalisiert sind. Die folgende Chromosomenkarte des Y der *Drosophila* hat sich in zahlreichen genetischen und cytologischen Untersuchungen STERNs bestens bewährt:

STERN arbeitete mit „zerbrochenen“ Y-Chromosomen, deren eines Teilstück frei bleibt, während das andere mit dem X-Chromosom verklebt. Im folgenden Schema sind die ver-



K_1 = 1. Fertilitätsfaktor,
 K_2 = 2. Fertilitätsfaktor,
+ *bb* = Allel zum Gen bobbed des X-Chromosoms (nach Stern 1929).
Abb. 1.

schiedenen Männchenformen zusammengestellt, die in STERNs Untersuchungen vorkamen. Die drei Strecken des Y sind durch verschiedene Schraffierung wie in Abb. 1 gekennzeichnet.

Man kann bei *Drosophila* XX-Individuen, d. h. Weibchen „aufbauen“, die zugleich ein oder mehrere Y-Chromosomen besitzen; letztere haben keinerlei Einfluß darauf, daß das Tier ein richtiges, funktionsfähiges Weibchen ist. Diese Tatsachen sprechen dafür, daß das Y-Chromosom ein \pm reduziertes Chromosom darstellt, das gegebenenfalls völlig fehlen kann. (Z. B. bei der Wanze *Protenor*.)

Der Mechanismus der Geschlechtsbestimmung ist geklärt. Was besagt die Tatsache 1 X -Männchen, 2 X -Weibchen (oder umgekehrt) für die physiologische Seite der Geschlechtsbestimmung? Wir wissen heute durch eine Fülle von Tatsachen, daß jeder eingeschlechtige Organismus auch die Anlagen für das andere Geschlecht in sich trägt und sie unter vielerlei verschiedenen natürlichen und experimentellen Bedingungen tatsächlich auch realisiert. Daher lag es nahe, anzunehmen, daß nicht eine Dosis Geschlechtschromosomen das eine, zwei Dosen das andere Geschlecht bestimmen, sondern daß durch die Anwesenheit eines bzw. zweier Ge-

schlechtschromosomen nur das quantitative Verhältnis der Gene, die die Ausbildung des einen bzw. des anderen Geschlechts kontrollieren, geregelt wird. Diese Annahme hat an *Drosophila*



= normales ♂ mit langen Borsten, da zu dem im Y (am weißen Punkt) gelegenen Gen bobbed im Y ein dominantes Allel liegt.



= steriles ♂, da das Y fehlt. Aus gleichem Grund kurzborstig.



= steriles ♂, da der Fertilitätsfaktor K_1 fehlt, aber langborstig, da der Teil mit dem Allel zu bobbed vorhanden ist.



= steriles ♂, da K_1 fehlt und K_2 es nicht ersetzen können. Langborstig.



= steriles ♂, da K_2 fehlt, langborstig. Der Teil des Y mit K_1 und dem Allel zu bobbed ist an das X-Chromosom „angeklebt“.



= fertiles ♂, da K_1 und K_2 , wenn auch auf verschiedene Chromosome verteilt, vorhanden sind. Langborstig.



= normales ♂, langborstig, mit überzähligem, an das X angeheftetem langen Arm des Y.



= normales ♂, langborstig, mit überzähligem freiem Y''-Fragment.

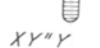


Abb. 2. Schema der zerbrochenen Y-Chromosome aus den Versuchen STERNs (nach BELAR 1929, verändert).

phila ihre Bestätigung gefunden. In den X-Chromosomen liegen die weibchenbestimmenden Gene (*F*-Faktoren), in den Autosomen die männchenbestimmenden *M*-Gene. 2 *F* sind stärker als 2 *M*. XX-Tiere sind daher weiblich,

XY -Individuen aber sind Männchen, weil $1F$ schwächer ist als die 2 in den Autosomen liegenden M -Faktoren. Bei den im weiblichen Geschlecht heterogameten Schmetterlingen liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt: Die F -Faktoren liegen in den Autosomen, die M -Gene in den X -Chromosomen. Bei den Schmetterlingen sind also $2M > 2F$, $2F > 1M$. Das Y -Chromosom ist in allen diesen Fällen als bedeutungslos erwiesen, da es keine Gene besitzt, die die Realisation des einen oder des andern Geschlechts kontrollieren. WITSCHI hat daher auch vor kurzem energisch die Ansicht vertreten, daß im Y -Chromosom wohl noch Gene vorhanden sein können, die morphologische Charaktere (z. B. Farben bei den Zahnkarpfen und die Borstengröße bei *Drosophila*) und physiologische Merkmale (wie die Fertilität der *Drosophila*-Männchen) beeinflussen, daß aber wesentliche Geschlechtsrealisatoren nicht im Y -Chromosom vererbt werden können. Allerdings macht von dieser Regel der am eingehendsten genetisch untersuchte Schmetterling, der Schwammspinner *Lymantria dispar* nach Ansicht GOLDSCHMIDTS eine Ausnahme: GOLDSCHMIDT lokalisiert nämlich die Weiblichkeit bestimmenden Gene im Y -Chromosom des heterogameten (XY)-*Lymantria*-Weibchens. Es sei aber betont, daß öfter — auch von WITSCHI die Ansicht vertreten wird, daß die F -Gene beim Schwammspinner im Eiplasma liegen. Da die Töchter von ihrer Mutter immer das Y -Chromosom und das Eiplasma erhalten, ist eine Entscheidung schwer zu fällen. Dagegen haben die Untersuchungen, die in den letzten Jahren an Zahnkarpfen ausgeführt wurden, eindeutige Beweise dafür ergeben, daß im Y -Chromosom nicht nur Gene für morphologische Charaktere, sondern auch für die Realisation des heterogameten Geschlechts liegen. Die ersten genetischen Untersuchungen an Zahnkarpfen führte der dänische Ichtyologe SCHMIDT an dem „Millionenfisch“ *Lebistes reticulatus* aus; WINGE hat die Arbeiten SCHMIDTS fortgeführt und vertieft. Wir kennen heute bei *Lebistes* neun Gene, die die Färbung des Männchens beeinflussen und im Y -Chromosom liegen. Da bei *Lebistes* das Männchen heterogamet (XY) ist und alle Söhne von ihrem Vater das Y -Chromosom erhalten, gleichen diese in ihren Farbmerkmalen stets dem Vater, es handelt sich um „einseitige, männliche Vererbung“. Ferner kennen wir fünf Gene, die sowohl im X - als auch im Y -Chromosom vererbt werden können, d. h. es kommt Faktorenaustausch zwischen X und Y

vor. Aus der letzteren Tatsache zog WINGE den Schluß, daß die Ähnlichkeit zwischen X und Y bei *Lebistes* eine sehr große sein müsse, und daß der Unterschied zwischen beiden nur darin bestehe, daß im Y -Chromosom das Männlichkeit realisierende Gen M liegt. Fast gleichzeitig mit den ersten Mitteilungen SCHMIDTS und WINGES veröffentlichte AIDA die Resultate seiner Untersuchungen an einer anderen Zahnkarpfenart, *Apocheilus latipes*. Wie bei *Lebistes* ist auch bei *Apocheilus* das Männchen heterogamet. Auch AIDA fand, daß ein morphologischer Charakter, rote Farbe, durch ein Gen R im Y -Chromosom bedingt wird, und ebenso wie bei *Lebistes* findet Faktorenaus-

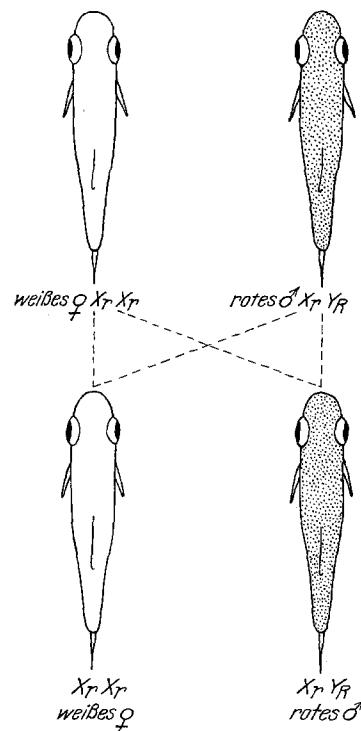


Abb. 3. Vererbung des Rotfaktors R bei *Apocheilus* im Y -Chromosom. Alle Söhne sind wie der Vater, alle Töchter wie die Mutter gefärbt.

tausch zwischen Y - und X -Chromosom statt. Das Gen R wird also entweder rein männlich vererbt, wenn es im Y liegt, oder wir finden criss-cross Vererbung, wenn es im X lokalisiert ist (vgl. Abb. 3 und 4). Kürzlich teilte AIDA mit, daß der Faktorenaustausch vom Y -Chromosom in das X -Chromosom häufiger erfolgt als umgekehrt, das Y gibt sein dominantes Allel leichter ab als das X , es kann also allmählich für das dominante Gen R „leer“ werden. Von

großer Tragweite für unsere Kenntnisse über die Bedeutung des Y-Chromosoms ist eine andere Feststellung AIDAS: WINGE'S Ansicht, daß im Y-Chromosom von *Lebistes* die *M*-Faktoren säßen, war ja nur eine Vermutung, für die spezielle Beweise fehlten. AIDA konnte beweisen, daß bei *Aplocheilus* die *M*-Gene sicher im Y-Chromosom des heterogameten Männchens liegen. Als seltene Ausnahmen bilden die *Aplocheilus*-Männchen Spermien, die *beide* Geschlechtschromosome enthalten, also die Formel *XY* haben. Wenn ein solches *XY*-Spermium ein normales *X*-Ei befruchtet, entstehen *XXY*-Tiere. Bei *Drosophila* sind derartige Individuen weiblich, da ja das *Y* leer für Geschlechts-

eingehend studiert worden. Bei dieser mit dem im männlichen Geschlecht heterogameten *Lebistes* sehr nahe verwandten Art ist das Weibchen heterogamet. Während bisher immer dasselbe Geschlecht aller Arten einer großen systematischen Einheit — z. B. alle Schmetterlinge oder alle Fliegen — als heterogametisch festgestellt wurde, kommen bei *einer* Familie von Fischen beide entgegengesetzte Modi der Geschlechtsbestimmung durch Heterochromosomen vor. Die Eigenschaften, die den Y-Chromosomen der Männchen von *Aplocheilus* und *Lebistes* zukommen, finden wir in entsprechender Weise im Y des Weibchens von *Platypoecilus* wieder. Wiederum können Gene für morphologische Merkmale im Y liegen: FRASER und GORDON beschreiben einen Fall, in dem zwei Gene, eins für rote Färbung und eins für schwarze Fleckung, die sonst im X-Chromosom des *Platypoecilus* liegen, durch Faktorenaustausch in das Y gelangten. Da das Y bei dieser Fischart immer nur von der Mutter auf alle ihre Töchter übertragen wird, haben wir hier den Fall einseitiger mütterlicher Vererbung vor uns. Bei *Lebistes* vermutete es WINGE, und bei *Aplocheilus* bewies es AIDA, daß die männlichkeitbestimmenden Faktoren im wesentlichen in dem nur dem Männchen zukommenden Y-Chromosom lokalisiert sind. Die Gene für das heterogamete Geschlecht liegen also in dem nur in ihm vorkommenden Y. Das entsprechende gilt auch für *Platypoecilus*. Bei diesem im weiblichen Geschlecht heterogameten Zahnkarpfen glückte mir ohne Kenntnis der Arbeit AIDAS und mit ganz anderen Methoden der Nachweis, daß die *F*-Gene im Y-Chromosom liegen müssen: Man kann *Platypoecilus*-Männchen mit den Weibchen einer anderen Zahnkarpenart, *Xiphophorus Helleri*, kreuzen. In der *F*₁-Generation der Gattungsbastarde treten Männchen und Weibchen auf. Kreuzt man ein *F*₁-Männchen mit *Platypoecilus*-Weibchen rück, erhält man in der *F*₂ R Männchen und Weibchen im Verhältnis 1:1. In der reziproken Rückkreuzung des *F*₁-Weibchens mit einem *Platypoecilus*-Männchen entstehen fast nur männliche Tiere. Die Annahme, daß diese Verschiedenheiten darauf beruhen, daß in der ersten Rückkreuzung 50% der Fische ein Y-Chromosom von ihrer *Platypoecilus*-Mutter mit den *F*-Genen bekamen und daher weiblich wurden, kann durch andere Kreuzungen bestätigt werden. Ebenso kann gezeigt werden, daß die *F*₁-Weibchen kein Y-Chromosom mit weibchenbestimmenden Genen besitzen; daher ergibt ihre Rückkreuzung mit

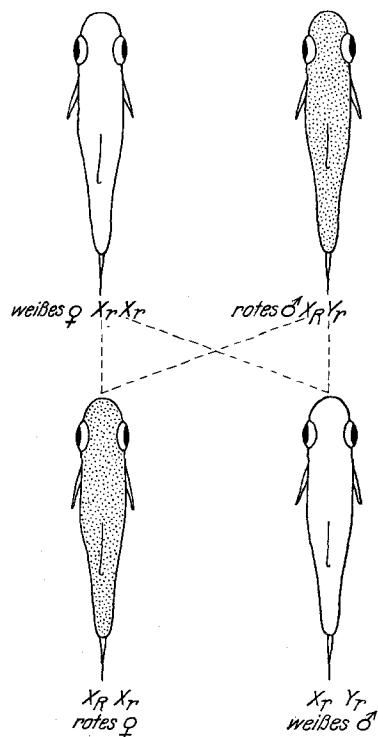
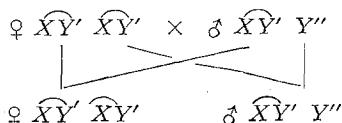


Abb. 4. *R* ist durch Faktorenaustausch in das *X*-Chromosom gelangt. Die Vererbung erfolgt daher nach dem criss-cross-Modus. Alle Söhne sind wie die Mutter, alle Töchter wie der Vater gefärbt.

realisatoren ist. Bei *Aplocheilus* sind *XXY*-Fische aber *Männchen*. Das männliche Geschlecht wird bei diesen Zahnkarpen also realisiert sobald ein *Y* anwesend ist. Daraus ist zu schließen, daß in diesem *Y* — so wie WINGE es für *Lebistes* schon vermutete — die *M*-Faktoren lokalisiert sind. Eine dritte Zahnkarpenart, *Platypoecilus maculatus* ist in den letzten Jahren von BELLAMY, GORDON und FRASER

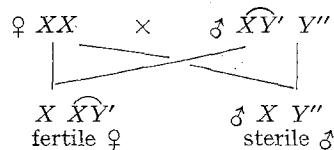
Platypoecilus-Männchen fast nur männliche Nachkommenschaft (vgl. KOSSWIG). Durch AIDAS und meine Untersuchungen ist jedenfalls die besondere Bedeutung des Y-Chromosoms bei den Zahnkarpen als Träger der Gene für das heterogamete Geschlecht aufgedeckt worden und die Allgemeingültigkeit der Regel, daß das Y-Chromosom (eventuell mit Ausnahme von *Lymantria*) frei von Geschlechtsrealisatoren sei, besteht nicht mehr; vielmehr haben sich die X-Chromosomen des *Platypoecilus* als frei von Geschlechtsgenen erwiesen, da die M-Gene bei dieser Art auf die in beiden Geschlechtern in gleicher Weise vorkommenden zahlreichen Autosomen verteilt sind. Die Mannigfaltigkeit der Bedeutung des Y-Chromosoms im Tierreich, die wir erst durch die Untersuchungen der letzten Jahre erkannt haben, ist also eine sehr große. Bald ist es als Träger von Genen bedeutungslos, so daß es überhaupt fehlen kann, bald sind ihm noch größere oder kleinere Strecken des X-Chromosoms homolog, bald ist es als Träger von Fertilitätsfaktoren oder von Geschlechtsrealisatoren von fundamentaler Bedeutung.

Aus STERN'S Untersuchungen an *Drosophila* wissen wir auch, was vorhin nicht besonders betont wurde, daß die Erbfaktoren im Y-Chromosom linear angeordnet sein müssen. STERN konnte ja Fliegen aufbauen, denen wir in unserm Schema die Bezeichnung XY'' Y'' gaben. Nun beträgt aber die Masse von 2 Y'' etwa ein Drittel mehr als die eines normalen Y. Trotz quantitativer Vermehrung der Masse des Y sind diese Männchen steril, da ihnen ein qualitativ vom Y''-Stück verschiedener Teil fehlt, eben der, in dem der eine Fertilitätsfaktor K_1 liegt. Bei *Drosophila* konnte STERN einen Stamm züchten (vgl. Abb. 2), bei dem der lange Arm des Y (Y' genannt) an das X-Chromosom angeheftet war. Die Weibchen dieses Stammes haben also die Konstitution $\widehat{XY}' \widehat{XY}'$, die Männchen besitzen außer dem \widehat{XY}' -Chromosom noch ein freies Y''-Bruchstück. Dieser Stamm züchtet in sich mit unverminderter Fruchtbarkeit:



Die „gewöhnlichen“ *Drosophila*-Weibchen der wilden Stammform haben die Konstitution XX. Wenn sie mit einem $\widehat{XY}' Y''$ -Männchen

gepaart werden, sind die männlichen Nachkommen steril:



Denn diese Männchen erhalten mit dem X ihrer Mutter nicht den ihrem Y''-Fragment fehlenden Fertilitätsfaktor, der bei ihren Vätern dem X-Chromosom angeheftet war. Die beiden Rassen der *Drosophila*, die sich nur durch eine verschiedenartige Lokalisation der gleichen Fertilitätsfaktoren voneinander unterscheiden, verhalten sich also bei einer Kreuzung so, wie sich sonst oft zwei gekreuzte Arten verhalten: sie liefern in einem Geschlecht sterile Nachkommen. In diesem Beispiel ist eine der Forderungen, die als Grundlage für die Evolution einer neuen Form erhoben werden muß: bessere Fertilität in sich als mit der Stammform, durch eine Chromosomenmutation tatsächlich realisiert. Und zwar sind es in diesem Fall Translokationen bestimmter Genkomplexe des Y-Chromosoms, dessen Bedeutung hier schön hervortritt.

Es ist nicht bekannt, aus welchen Gründen das Y-Chromosom „zerbrach“, an dem STERN seine oben wiedergegebenen Untersuchungen durchführte. Unter den Genmutationen und Chromosomenaberrationen, die MULLER in großer Zahl in den letzten Jahren durch Röntgenbestrahlung an *Drosophila* erzeugt hat, betreffen einige auch das Y-Chromosom. MULLER beschreibt zwei Fälle, in denen von einem der Autosomen infolge der Röntgenbestrahlung ein Stück abbrach und sich an das intakt gebliebene Y anheftete. In einem von ihnen brach ein Stück des III. Chromosoms ab, in dem die dominanten Allele für zwei recessive Mutationen (ru = rauhe Augen und h = haarig) lagen, und heftete sich am Y an. Dieses Y mit den dominanten Allelen, die also normale Augenoberfläche und normale Behaarung bedingen, wurde nun in homozygote $ruru hh$ -Fliegen durch Kreuzung eingeführt. Die dominanten Allele überdecken die Wirkung der zwei recessiven, so daß Fliegen mit der Konstitution $Y_{RuH} III_{ruh} III_{ruh}$ phänotypisch normal sind. Da das Y-Chromosom normalerweise nur im männlichen Geschlecht vorkommt, zeigen die Männchen die durch ru und h bedingten Merkmale nicht, trotzdem sie sie auf alle ihre Nachkommen übertragen. Wir kennen viele Fälle im Tierreich, in denen es ein sekundärer Ge-

schlechtscharakter des heterogameten Geschlechts ist, ein genbedingtes Merkmal phänotypisch nicht zu zeigen. In diesen Fällen muß mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß ein an das Y translokiertes Chromosomenstück mit dem normalen Allel eines recessiven Gens dafür verantwortlich zu machen ist, wie sich ja auch herausgestellt hat, daß der sekundäre Geschlechtscharakter des *Drosophila melanogaster*-Männchens, das Gen bobbed phänotypisch nicht zu manifestieren, auf der Anwesenheit eines dominanten Allels zu bobbed im Y beruht (siehe S. 265).

Literatur.

1. AIDA, T.: On the inheritance of color in a fresh-water fish, *Aplocheilus latipes*. Genetics 6, 554—573 (1921).
2. AIDA, T.: Further genetical studies of *Aplocheilus latipes*. Genetics 15, 1—16 (1930).
3. BELLAMY, A. W.: Bionomic studies on certain teleosts I. Genetics 9, 513—529 (1924).
4. BELLAMY, A. W.: Bionomic studies on certain teleosts II. Genetics 13, 226—232 (1928).
5. BELLAMY, A. W.: Crossing-over between W- and Z-chromosomes of the killifish *Platypoecilus*. Science 67, 470 (1928).
6. FRASER, A. C., and M. GORDON: The genetics of *Platypoecilus* II. Genetics 14, 160—179 (1929).
7. KOSSWIG, C.: Über Bastarde der Teleostier *Xiphophorus* und *Platypoecilus* II. Z. Abstammungslehre 47, 150—158 (1928).
8. KOSSWIG, C.: Die Geschlechtsbestimmung bei den Bastarden von *Xiphophorus Helleri* und *Platypoecilus maculatus* und deren Nachkommen. Z. Abstammungslehre 54, 263—267 (1930).
9. KOSSWIG, C.: Die Geschlechtsbestimmung bei den Bastarden von *Xiphophorus Helleri* und *Platypoecilus maculatus* und deren Nachkommen. Z. Abstammungslehre (im Druck).
10. MULLER, H. J., and T. S. PAINTER: Parallel cytology and genetics of induced translocations and deletions in *Drosophila*. J. Hered. 20, 287—298.
11. SCHMIDT, J.: The genetic behavior of a secondary sexual character. C. r. trav. Lab. Carlsberg 14, 8 (1920).
12. STERN, C.: Untersuchungen über Aberrationen des Y-Chromosoms von *Drosophila melanogaster*. Z. Abstammungslehre 51, 253—353 (1929).
13. WINGE, O.: The location of eighteen genes in *Lebistes reticulatus*. J. Genet. 18, 1—42 (1927).

Die Weizen Anatoliens.

Von **F. Christiansen-Weniger**, Breslau.

Im folgenden soll kurz über in Anatolien gebaute Weizen berichtet werden. Als Material hierzu dienen die auf einer Studienreise 1928 (vgl. Abb. 1) gesammelten Formen und die Untersuchungen, die an anatolischen Weizenerkünften in bezug auf Volumgewicht, Tausendkorngewicht und Keimfähigkeit ausgeführt wurden. Über die in diesen Populationen vorhandenen Weizenformen wird erst später berichtet werden können, wenn die Ergebnisse des diesjährigen Anbaus am Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung und in einem praktischen Betriebe vorliegen. Diese Untersuchungen werden das hier gegebene Bild wesentlich ergänzen können, da es sich dabei um Herkünfte aus ganz Anatolien handelt.

Die anatolischen Weizen können für den Kombinationszüchter wertvolles Material abgeben, da sie zum großen Teil in sehr regenarmen Gegenden

erwachsen und in einer sehr primitiven ackerbaulichen Kultur, die weder eine intensive Bodenbearbeitung noch irgendwelche Düngung kennt, gezogen werden. Es sind also Faktoren für eine hohe Dürerreristenz und relative Anspruchslosigkeit gegenüber dem Boden zu erwarten, Erbeinheiten, die für die Züchtung eines Weizens für leichtere Böden vor allem von größter Bedeutung sind.

Über die allgemeinen Klimaverhältnisse habe ich bereits in Heft 8 Jahrgang 1 berichtet, hier seien nur noch einmal einige Zahlen über die Niederschlagsmengen und die Temperaturen in den verschiedenen Jahreszeiten angegeben. Sie zeigen, daß in den inneren Hochebenen Kleinasiens sehr geringe Niederschlagsmengen zu verzeichnen sind, und daß hier bei warmen Sommern angesprochene Winterkälte eintritt.