

## **Wunder der Vererbung / von Fritz Bolle.**

### **Contributors**

Bolle, Fritz.

### **Publication/Creation**

Murnau ; München : Sebastian Lux, [1951]

### **Persistent URL**

<https://wellcomecollection.org/works/krqp99r9>

### **License and attribution**

You have permission to make copies of this work under a Creative Commons, Attribution, Non-commercial license.

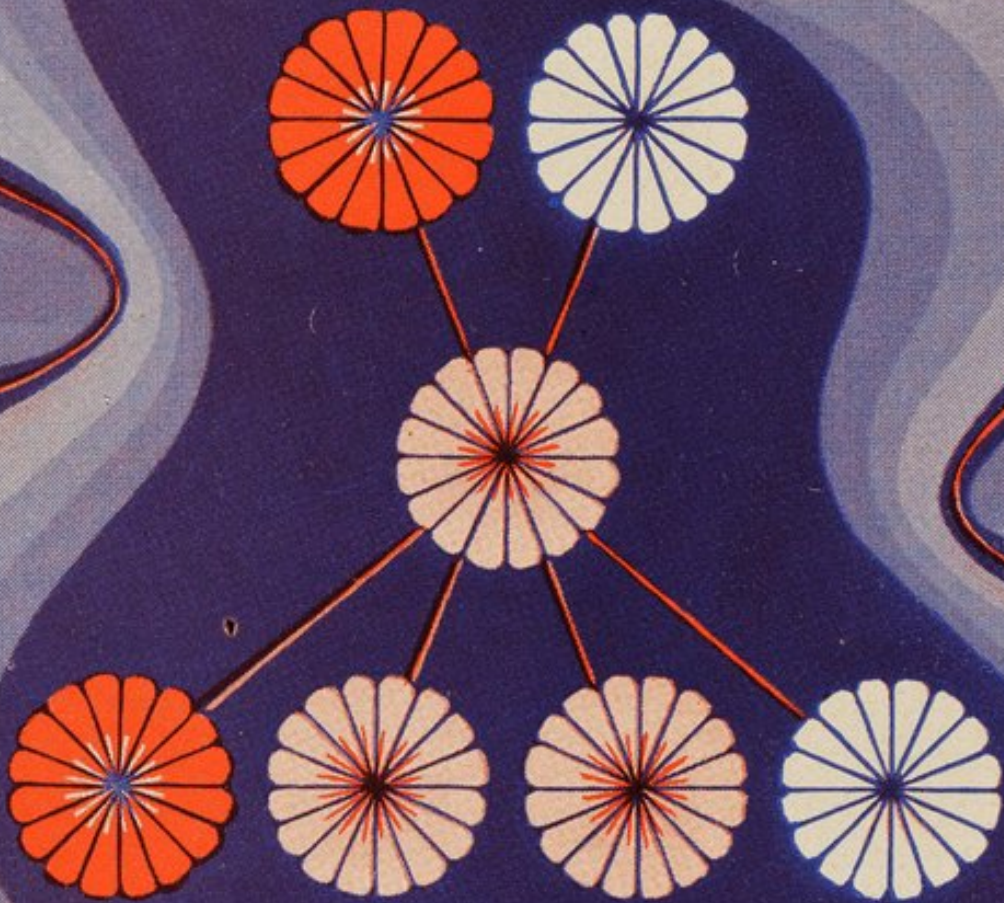
Non-commercial use includes private study, academic research, teaching, and other activities that are not primarily intended for, or directed towards, commercial advantage or private monetary compensation. See the Legal Code for further information.

Image source should be attributed as specified in the full catalogue record. If no source is given the image should be attributed to Wellcome Library.



Wellcome Collection  
183 Euston Road  
London NW1 2BE UK  
T +44 (0)20 7611 8722  
E [library@wellcomecollection.org](mailto:library@wellcomecollection.org)  
<https://wellcomecollection.org>

# WUNDER DER VERERBUNG



LUX-LESEBOGEN 103



OTTO ZIERER

# BILD DER JAHRHUNDERTE

EINE WELTGESCHICHTE IN 19 EINZEL- UND 11 DOPPELBÄNDEN



## UNSICHTBARE KRONE

ist der Titel des soeben erschienenen siebten Bandes der neuartigen Weltgeschichte. Dieser Band behandelt das 1. Jh. v. Chr.

\*

Die Form der Stadtrepublik ist für das Imperium zu eng geworden. In revolutionären Kämpfen setzt sich die Tyrannis der großen Männer durch. Auf den plutokratischen Diktator Sulla folgt Caesar, der Mann der Volkspartei. Noch größer wird das Imperium: in Gallien und Britannien, in Ägypten und Syrien klirrt der Marschtritt der Legionäre. Der Träger der „Unsihtbaren Krone“, Caesar, fällt als Opfer einer Verschwörung. Aber unter seinem Nachfolger Augustus blüht großartig wie nie zuvor die Glorie Roms.

Auch dieser Band ist in sich vollkommen abgeschlossen und enthält wieder ausgezeichnete Kunstdrucktafeln und zuverlässige historische Karten. Er kostet in der gleichen gediegenen Ausstattung wie Band 1—5 in der kartonierten Ausgabe mit zweifarbigem, lackiertem Überzug DM 2.95 und in der herrlichen Ganzleinenausgabe mit Rot- und Goldprägung und farbigem Schutzumschlag DM 3.60. Frühere Bände können nachbestellt werden.

Prospekt kostenlos vom

**VERLAG SEBASTIAN LUX · MURNAU/MÜNCHEN**

Beachten Sie bitte die letzte Seite

22501947294



KLEINE BIBLIOTHEK DES WISSENS  
LUX-LESEBOGEN

NATUR- UND KULTURKUNDLICHE HEFTE

---

FRITZ BOLLE

Wunder  
der  
Vererbung

VERLAG SEBASTIAN LUX · MURNAU / MÜNCHEN

519513



Im Zellkern - wie ihn hier die Mikrophotographie vieltausendfach vergrößert zeigt - liegt die Antwort auf die Rätselfragen um das Erbgut



## Rätsel um das Erbgut

Drei weiße Vogeleier liegen dort vor mir — für den Unkundigen gar nicht allzusehr unterschieden nach Größe und Form. Und doch: wie verschieden sind die Vogelgestalten, die einmal aus diesen Eiern sich entwickeln werden! Aus dem einen Ei wird eine Ringeltaube schlüpfen, und ihr dunkel lockender Ruf Gruh-ruh-grugruh wird nächstens im Frühling durch Wald und Park erklingen. Eine Schleiereule wird aus dem zweiten Ei hervorkommen, die nächtliche Mäusejägerin mit dem weichen, wunderbar fein geperlten Gefieder und den großen Rätselaugen. Eine Blauracke gar wird aus dem dritten Ei kriechen, jener Vogel, dessen tropisch buntfarbiges Kleid Meister Albrecht Dürer auf einem seiner unvergänglichen Blätter festgehalten hat. Welche Kräfte sind es, die aus den fast gleich aussehenden Eiern so verschiedene Wesen entstehen lassen? Wie kommt es, daß aus dem Hühnerei immer wieder ein Huhn wird? Was ist es mit jener sonderbaren Macht der Vererbung, die bewirkt, daß die Nachkommen ihren Eltern immer wieder in den großen Zügen der äußeren Erscheinung, oft sogar in den kleinsten und lächerlichsten Einzelheiten so ähnlich sind?

Jahrhunderte hindurch haben die Forscher an diesem Lebenswunder der Vererbung herumgerätselt. Schon das Wort „Vererbung“ sagt es ja, um was es geht: Es muß etwas da sein, was als Erbe, als Erbgut von Vater und Mutter auf die Kinder, von diesen auf die Enkel und so fort von Generation zu Generation weitergegeben wird.

Schon die Gelehrten vergangener Zeiten haben sich oft und häufig den Kopf darüber zerbrochen, wo wohl das Erbgut stecken möge, das diese Ähnlichkeit von Großeltern zu Eltern, zu Kindern und Kindeskindern bewirkt, und sie dachten auch schon darüber nach, auf welche Weise diese Ähnlichkeit hervorgebracht werde; oft scheint das Erbgut nämlich in geradezu wunderbarer Weise ganze Generationen zu überspringen, dann aber läßt es auf einmal den Urenkel aufs verblüffendste dem Urahn gleichen. Die Bildergalerien alter Familien bieten viele Beispiele für diese Sprunghaftigkeit der Familienähnlichkeit.

Die Suche nach dem Erbgut wurde nicht einfacher, als vor mehr als hundert Jahren die Forschung die erstaunliche Tatsache feststellte und immer wieder bestätigte, daß genau wie beim Vogel jedes Leben, jedes Lebewesen überhaupt mit einem Ei beginne. Freilich: Fliege und Spinne, Krebs und Qualle scheinen nicht so große Eier zu haben wie Huhn und Taube. Aber beim gefiederten Volk täuscht man sich über die wahre Größe des wirklichen Eies. Das, was zum Beispiel dem späteren Kücken das Leben vermittelt, ist beim Hühnerei nur ein winziges Keimbläschen inmitten der von der Schale umhüllten Eimasse. Eigelb und Eiweiß selber sind nichts anderes als sorgfältig für den heranwachsenden Keimling bereitgestellte Nahrung, auf daß er in seiner Kalkschale nicht verhungere, bis er endlich ans Tageslicht schlüpfen und selbst seine Nahrung suchen kann. Die Eier aller geflügelten und geschuppten Tiere, aller Insekten und Krebse, und all der vielen noch niedrigeren Tierwesen sind nichts weiter als eine einzige Zelle, wie die Wissenschaft den einfachsten Baustein alles Lebendigen nennt. Nur unter dem Zauberglas des Mikroskops erkennt man das meist noch nicht stecknadelkopfgroße Zellgebilde, ein Klümpchen schleimiges-halbflüssiges Eiweiß, in dessen Innern ein verdichteter Punkt sichtbar ist — der Zellkern. Selbst die höchstentwickelten unter den Tieren, die Säugtiere — Pferd und Löwe, Maus und Elefant, Hase und Fledermaus — beginnen ihr Werden mit einer so winzigen Eizelle, und, was noch mehr überrascht, sogar jede Pflanze: Eine Eizelle steckt im Fruchtknoten jeder Blüte. Ob Eiche oder Moos, ob grüne Alge im Wassertümpel oder ragende Tanne im Gebirge, ob leuchtende Rose oder bleicher Schimmelpilz — alles pflanzliche Leben hebt genau wie alles tierische Leben mit einer Eizelle an.

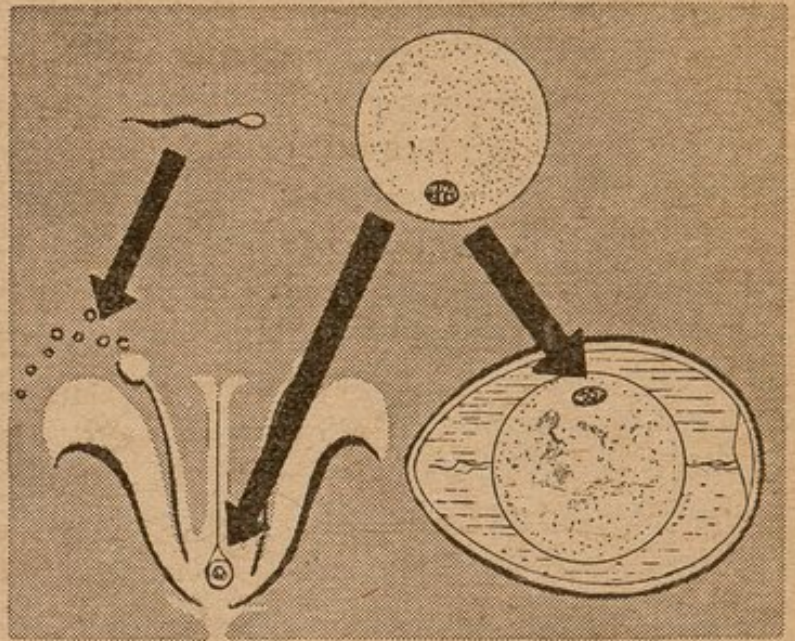
Mit dieser Erkenntnis ist aber die Frage nach dem Erbgut womöglich nur noch verwickelter geworden: Kann man sich beim Hühnerei noch vorstellen, daß in seinem Innern das Kücken, wenn auch noch

unerkennbar und unentwickelt, so doch wenigstens der Masse nach, vorhanden ist, so ist es ganz rätselhaft, wie in der winzigen Eizelle etwa eines Säugetieres das ganze spätere Tier stecken soll, oder, wenn auch nicht das Tier selbst, so doch sein „Erbgut“. Die Gelehrten vergangener Jahrhunderte haben sich denn auch nicht schlecht um dieses große Problem gestritten. Die einen meinten, in der winzigen Eizelle stecke tatsächlich das spätere Tier gleichsam eingeschachtelt. Ja — aber wo steckte dann die vorhergehende Generation mit all den Eigenschaften, die sie den Nachkommen vererbt? Es schien keine andere Lösung zu geben: Auch die früheren Generationen mußten in der einen Eizelle verborgen sein, sowohl die Großmutter wie die Urgroßmutter und alle Ahnen zurück bis an den Anfang der Welt, da zum ersten Mal das betreffende Tier- oder Pflanzenwesen entstanden war. Andere Forscher der Vergangenheit machten es sich leichter; sie behaupteten, sobald im Huhn das Ei sich zu entfalten beginne, wanderten aus allen Körperteilen des Muttertieres gleichsam winzige Abbilder jedes seiner Organe — des Auges mit seinen vielen Einzelteilen, der Nase, der Lunge, des Herzens — in die Eizelle hinein. Diese Abbilder würden dann als Erbgut weitergegeben, und im Laufe des Wachstums gestalte das neue Hühnchen nach den „Bildern“ seine Organe aus.

Natürlich wußten die gelehrten Herren vor zweihundert Jahren, daß es neben der Henne auch eines Hahnes bedurfte, wenn aus einem Ei ein neues Lebewesen hervorgehen sollte. Im Tierreich war es durchweg so, daß bei der Weitergabe des Lebens an die Nachkommen ein männliches und ein weibliches Wesen zusammenwirken mußten. Es war eine der großen Leistungen der Wissenschaft, als deutsche Forscher bewiesen, daß es auch bei den Pflanzen weibliche und männliche Elemente gab. In der Blüte ist der Fruchtknoten mit dem Stempel der weibliche Teil der Pflanze und entspricht etwa dem Huhn, der gelbe Blütenstaub — auch Pollen genannt —, den der Wind in goldenen Wolken von den Haselsträuchern oder die Hummeln und Bienen von den Blumen herantragen, ist der männliche Gegenpol. Man nennt jene Zellen, aus denen alles spätere Leben entspringt, Keimzellen: Eizellen die weiblichen, die im Fruchtknoten der Blüte oder im Leib des Muttertieres geborgen liegen, Samenzellen die männlichen. Und wie das Pollenkorn auf den Stempel des Fruchtknotens gelangen und sich von dort aus mit der Eizelle vereinigen muß, so müssen sich auch bei allen Tieren Eizelle und Samenzelle verbinden, auf daß neues Leben entsteht. Wer freilich von beiden das Erbgut trägt — die größere kugelige Eizelle oder die viel



Alles höhere Leben - ob Tier oder Pflanze - entsteht aus der Vereinigung von männlichen und weiblichen Keimzellen. Die tierische Samenzelle (links oben) entspricht dem Pollenkorn - man sieht solche aus dem Staubblatt der Blüte links unten austreten. Die Eizelle (rechts oben) läßt sich noch im Fruchtknoten, der am unteren Ende des Stempels im Blütenboden sitzt, und im Keimfleck des Hühnereies, der auf der Dotterkugel ruht, wiedererkennen. Samen- und Eizelle sind 100 fach vergrößert.



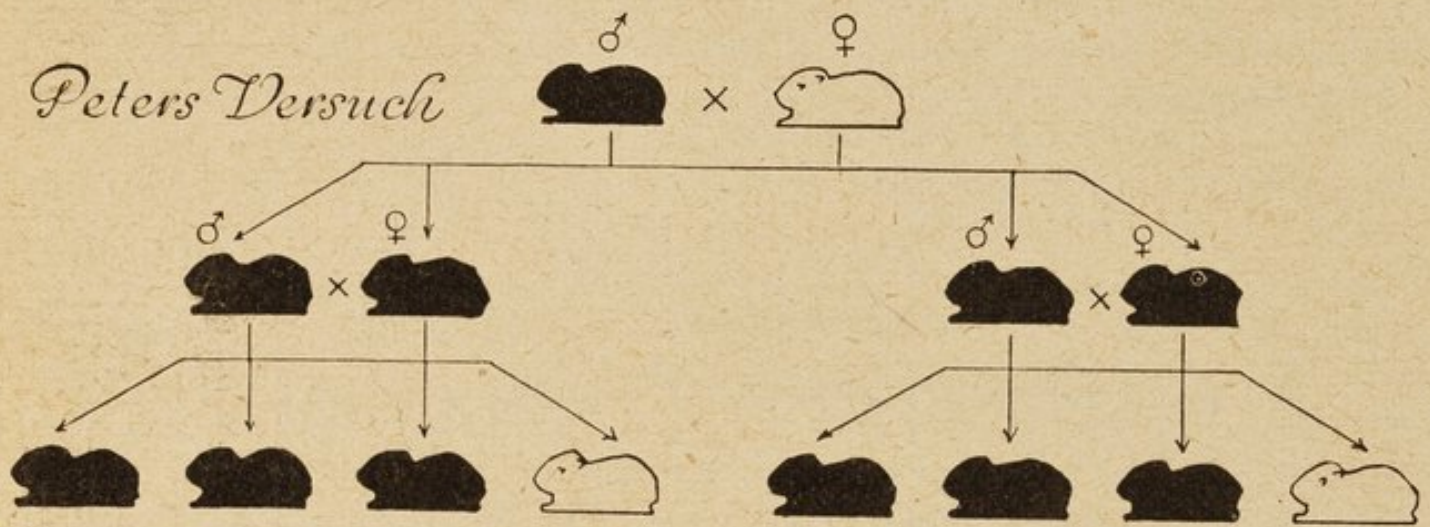
kleinere Samenzelle mit dem winzigen „Kopf“ und dem schlängelnden „Schwanz“, das blieb noch lange Zeit ungeklärt. Und wie gar aus dem winzigen Schleimklümpchen „Ei“, mit dem sich nun auch noch die Samenzelle verbunden hat, ein ausgewachsenes Lebewesen entstehen kann, in dem sich das Erbgut entfaltet — das schien so wunderbar, daß man meinte, es müsse wohl für immer ein unlösbares Rätsel bleiben. Und doch — man kann den Geheimnissen des Erbguts schon näher kommen.

## **Von Meerschweinchen und schwarzen und weißen Kugeln**

Peter, der Bub meines Nachbarn, ist dem Problem auf die einfachste Weise zu Leibe gerückt. Letzthin, als er mir über den Gartenzaun hinweg ein paar frisch ausgegrabene Käfer zur Begutachtung vorlegte, sprachen wir auch davon, wie sich wohl die Eigenschaften und Merkmale von den Tiereltern auf die Tierkinder vererben könnten. Ich riet ihm, die zwei Meerschweinchen, die er am Geburtstag zum Geschenk erhalten hatte, auf die Frage der Vererbung hin einmal genau zu beobachten. Sie schienen mir für einen solchen Ver-

sich besonders geeignet. Von den beiden zutraulichen Nagern ist „Frau“ Meerschweinchen schneeweiß mit roten Augen, „er“ hingegen, Herr Meerschweinchen, ist ganz schwarz und dunkeläugig wie ein kleiner Satan. Freund Peter sollte einfach feststellen, wie die Nachkommen aussehen würden, und er war — stolz auf diesen Forschungsauftrag — mindestens ebenso gespannt wie ein Universitätsprofessor, der dem Ergebnis einer bedeutungsvollen Versuchsreihe entgegenseht: Peter fragte sich, ob die Meerschweinchenjungen wohl alle schwarz würden oder alle weiß, ob es gar gescheckte oder graue Meerschweinchen geben würde oder vielleicht alles durcheinander. Als dann der große Augenblick gekommen war, schien Peter etwas enttäuscht, daß alle vier Jungen genau so aussahen wie der Vater: Schwarz und dunkeläugig!

Aber Peter ist trotz seiner Jugend schon einer von den echten Naturforschern — er hat ihre erste Tugend, Geduld, und auch ihre zweite: Ihm fällt etwas Neues ein! Und ein bißchen Glück hat er auch: Zwei der Jungen sind Weibchen, zwei Männchen. Und so wartet er ein halbes Jahr geduldig, bis seine jungen Meerschweinchen erwachsen sind; er hat sie während dieser Zeit als Pärchen voneinander getrennt gehalten. Dann ist es soweit: Meerschweinchen-Enkel sind

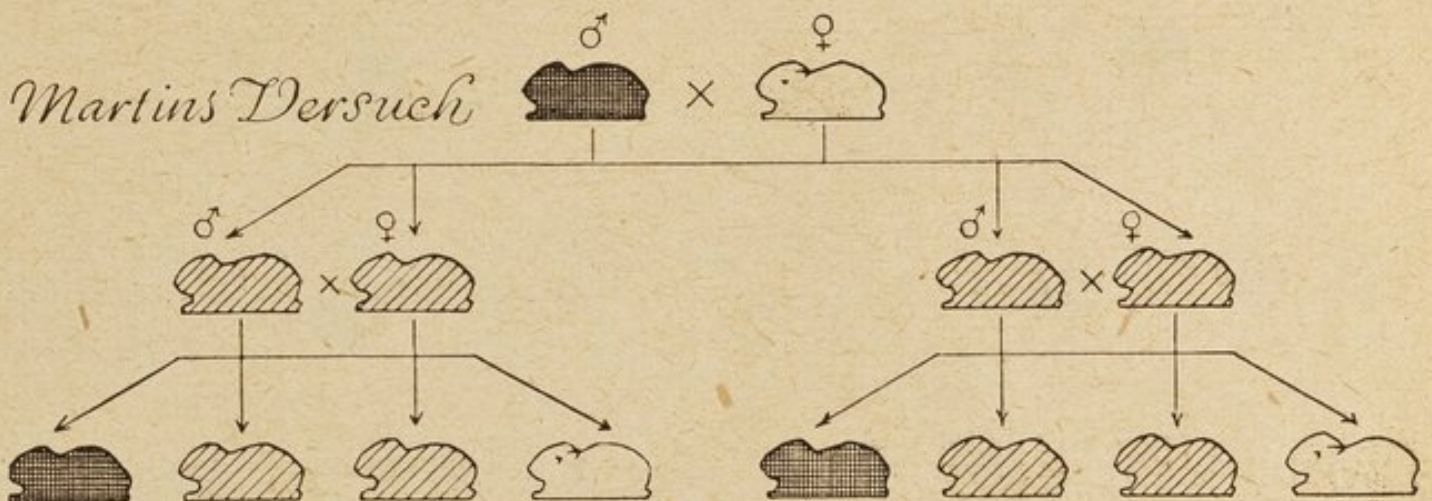


da! Aber wie merkwürdig! In beiden Würfen liegt neben drei schwarzen, die aussehen wie die schwarzen Eltern, ein schneeweißes Junges, dessen Augen denn auch genau so korallenrot werden wie die seiner „Großmutter“!

Peter macht sich seine eigenen Gedanken über seine Meerschweinchenzüchtungen. Wenn, so sagt er sich, in der dritten, der Enkelgeneration, wieder weiße Tiere entstehen konnten, so kann in der zweiten,

der Kindergeneration, in der doch alle gleichförmig schwarz waren, das Erbgut für die weiße Haarfarbe nicht verschwunden gewesen sein. Aber wo hatte es gesteckt? Und wie war es wieder zum Vorschein gekommen?

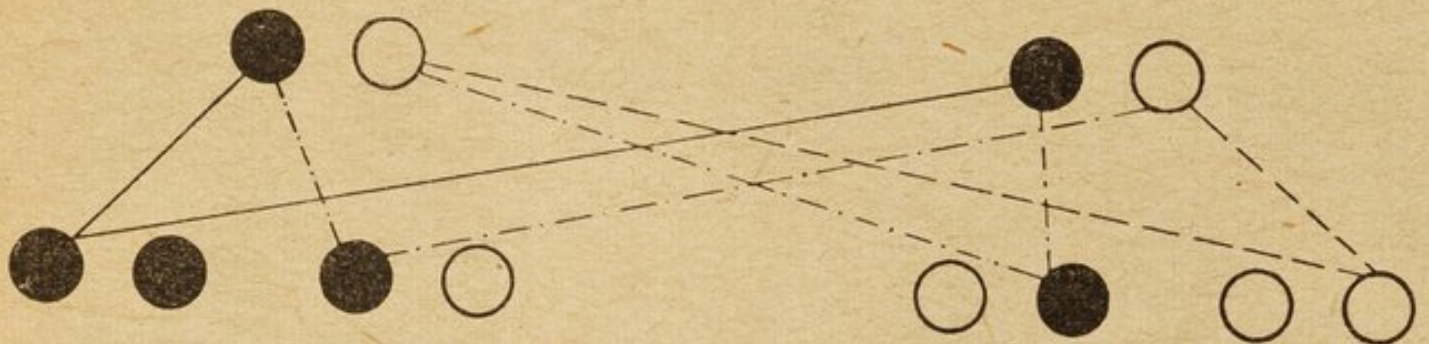
Über diese Fragen grübelt auch Martin, Peters Freund, der von dessen Experimentierlust angesteckt ist und nun ebenfalls Meerschweinchen hält. Auch Martins Meerschweinchenweibchen ist weiß, das Männchen aber schön fuchsrot. Fast zur selben Zeit wie Peters Paar bekamen auch Martins Meerschweinchen vier Junge. Aber sie waren nicht fuchsrot, wie ihr Vater — das hatten die beiden nachdenklichen Buben nach dem Ergebnis des Schwarz-Weiß-Versuches erwartet —, auch nicht weiß, wie die Mutter, sondern blaßrötlich, so halb und halb zwischen Rot und Weiß. Als Martin den Versuch genau wie Peter fortführte und je ein blaßrotes Männchen mit je einem ebenso blaßroten Weibchen kreuzte, da wurde es schließlich ganz und gar unverständlich: Zweimal vier Junge kamen da zur Welt — in jedem Ställchen ein fuchsrotes, zwei blaßrötliche und ein schneeweißes! Das war mehr als seltsam, und die beiden Buben hatten viel zu diskutieren. Also: Wenn man zwei verschiedene Meerschweinchen-sorten kreuzt, Schwarze mit Weißen, Rote mit Weißen, dann sind die



dabei entstehenden Jungen alle gleichfarbig. Aber in einem Falle folgen die Jungen dem Vater, im anderen bekommen sie eine Zwischenfärbung. Wenn man Mischfarbige nun untereinander weiterzucht, dann „schlägt“ ein Teil von den Enkeln auf die Ausgangsgeneration der Großeltern „zurück“, wie auch in dem Falle der Schwarz-Weiß-Enkel einer auf das Weiß der Großmutter zurückgekommen war. Das Erbgut geht also sicherlich nicht verloren, es

bleibt auch dann erhalten, wenn eine Generation übersprungen wird, wenn das Erbgut also anscheinend verschwunden ist. Aber wie kommt es wieder zum Vorschein?

Eines Tages kommt den Buben die Erleuchtung, wie es wohl sein könnte: Die Schwarzen, die aus der Kreuzung Schwarz mal Weiß hervorgegangen sind, und die Blaßrötlichen aus der Kreuzung Rot mit Weiß — die haben sicherlich das Erbgut ihrer Eltern in sich aufgenommen. Im einen Falle ist das Erbgut also Schwarz-Weiß, im anderen Rot-Weiß. Haben aber die Kinder in ihrem Erbgut sozusagen Platz für zwei Farben, warum sollte es bei den Eltern nicht genau so sein? Auch im Erbgut der Eltern müssen die Farben zweimal stecken. Der eine Urvater hat also im Erbgut nicht ein einfaches Schwarz, sondern Schwarz-Schwarz, der andere nicht ein einfaches Rot, sondern Rot-Rot, die beiden Urmütter haben entsprechend Weiß-Weiß in sich. Und nun, da der rettende Gedanke da ist, erinnern sich Martin und Peter an die Rechenspiellereien aus der letzten Mathematikstunde. Der Lehrer hielt in jeder Hand je eine schwarze und eine weiße Kugel und fragte, wie oft man die vier Kugeln dieser zwei Kugelpaare miteinander vereinigen könne — „kombinieren“ hatte er es genannt. Sie hatten, damit es anschaulicher werde, an der Tafel folgendes aufgezeichnet:



Viermal also ließen sich die Kugeln kombinieren: Einmal zu Schwarz-Schwarz, zweimal zu Schwarz-Weiß, einmal zu Weiß-Weiß. Das „Weiß-Weiß“ der Kugeln — das sind ja unsere weißen Enkel — dachte sich Martin, und das Schwarz-Schwarz müssen dann ja wohl die Roten sein, Schwarz-Weiß hingegen die „Blassen“. Für Martins Versuch stimmten die Zahlen in der Tat wundervoll. Wie war das aber mit Peters drei schwarzen und einem weißen Meerschweinchen in der Enkelgeneration? Weiß-Weiß — das ist klar, das ist das weiße Enkelchen. Und wo sind die Meerschweinchen, die der Kombination Schwarz-Weiß entsprechen? Nun — es gibt keine andere

Denkmöglichkeit: Sie sind unter den Schwarzen versteckt — denn schon die erste Nachkommengeneration, die doch schwarzes Erbgut vom Vater und weißes von der Mutter hatte, war ja nicht schwarz-weiß gemischt, sondern schwarz gefärbt: Das schwarze Erbgut ist offenbar so „kräftig“, daß es „durchschlägt“, daß es das Weiße zwar nicht auslöscht, aber es „überdeckt“. Wenn aber dann in der nächsten Generation wieder Weiß mit Weiß zusammenkommt, entsteht ein weißes Meerschweinchen, selbst wenn die Eltern ganz schwarz waren.

Die Zahlenverhältnisse, die Peter und Martin mit ihren Erbversuchen ermittelt hatten, stimmten also aufs schönste mit denen überein, die sich bei der Kugelkombination ergeben hatten, und so verschieden die Ergebnisse der Rot-Weiß-Kreuzung und die der Schwarz-Weiß-Kreuzung auf den ersten Blick ausgesehen hatten — es steckte dieselbe Kombination dahinter.

## **Gregor Mendel findet die Erbgesetze**

Als sich nach längerer Zeit wieder einmal Gelegenheit zu einem Geplauder mit den kleinen Naturforschern ergab, war ich nicht wenig erstaunt über das, was sie da herausgefunden hatten. „Alle Achtung!“, sagte ich. „Aber gar zu stolz braucht ihr auf eure Leistung nicht zu sein“, meinte ich, „denn all das, was ihr neu entdeckt zu haben glaubt, ist der Wissenschaft schon sehr lange bekannt“.

Die beiden waren sichtlich enttäuscht. Und so legte ich ihnen dar, wie Enttäuschungen sozusagen zur Tagesordnung jedes Forscherlebens gehörten, und ich nannte ihnen als Beispiel den Namen jenes Mannes, der vor rund hundert Jahren als erster ähnliche Versuche in großem Umfange durchgeführt und die von meinen Freunden Peter und Martin gefundenen Zahlen in hundert und aberhundert Fällen bestätigt und gesichert habe. Zeit seines Lebens sei ihm die Anerkennung versagt geblieben. So begann ich denn vom Augustinerpater Gregor Mendel zu erzählen, vom Leben und Wirken dieses

großen Naturforschers aus Brünn, der die Wissenschaft vom Erbgut, die Vererbungslehre oder Genetik, überhaupt erst geschaffen hat . . .

Als Sohn eines deutschen Bauern wurde Johann Mendel am 22. Juli 1822 zu Heinzendorf in Österreichisch-Schlesien geboren. Er besuchte das Gymnasium in Troppau, studierte, da er sich dem geistlichen Beruf widmen wollte, an der Philosophisch-Theologischen Lehranstalt in Olmütz und trat im Jahre 1843 in das Brünner Augustinerstift ein. Der Novize erhielt den Klostersnamen Gregor, und unter diesem Namen ist er unsterblich geworden.

Im Alter von 25 Jahren wird Bruder Gregor Diakon, und schließlich wird er zum Priester geweiht. Da er neben seinem priesterlichen Amt gern auch die Jugend erziehen will, versucht Gregor Mendel die Prüfung als Gymnasiallehrer abzulegen. Aber: Er besteht die Prüfung nicht — er fällt durch! Jedoch läßt er sich nicht enttäuschen. Als begeisterter Freund der Natur und Naturwissenschaft studiert er von 1851 bis 1853 Physik, Mathematik, Zoologie und Botanik in Wien. Man weiß nicht, ob Gregor Mendel beim zweiten von ihm unternommenen Versuch, die Gymnasiallehrer-Prüfung abzulegen, abermals durchgefallen oder ob er von der Prüfung zurückgetreten ist; bis zu seiner Wahl zum Prälaten ist jedenfalls der Mann, dessen Forschungen ein wahres Weltreich an Erkenntnissen erschlossen haben, nur Suppleant, also Hilfslehrer an der Oberrealschule in Brünn gewesen. Alle seine freie Zeit aber widmete er seinen Versuchen, hinter das Geheimnis des Erbguts zu kommen. Und als für solche Versuche besonders geeignet hatte er ganz gewöhnliche Erbsen befunden.

Das Gärtchen an der Mauer des Brünner Augustinerklosters, in dem der stille, freundliche Mönch ganz für sich allein seine Kreuzungsversuche unternahm, ist nur 35 Meter lang und 7 Meter breit. Aber diese 245 Quadratmeter sind wahrhaft historischer Boden im schönsten Sinne des Wortes, ehrwürdiger als alle Krönungsstätten und Schlachtfelder, denn hier wurzeln nicht nur grundlegende Erkenntnisse über das Geheimnis der Vererbung und damit des Lebens überhaupt — von hier aus nahm auch eine Wissenschaft ihren Ausgang, die der hungernden Menschheit vielfältige Ernte auf Böden schenken sollte, die gar keine oder vordem nur kümmerliche Frucht getragen hatten.

Gregor war unbeschwert von allen konfusen Vererbungstheorien vergangener Jahrhunderte und ging mit Unbefangenheit an seine Versuche. Er wollte an die Frage nach dem Erbgut, an die Frage,

wie sich die Eigenschaften und die Verschiedenheiten der Eltern bei Kindern und Kindeskindern auswirkten, nicht durch Nachdenken herangehen, sondern durch den Versuch. Und um möglichst einfache Verhältnisse untersuchen zu können, wählte er Erbsensorten, die sich jeweils in nur einem Merkmal unterschieden. Wie Peter schwarze und weiße Meerschweinchen, Martin rote und weiße Meerschweinchen gekreuzt hatte, so brachte Mendel eine Erbsensorte, die grüne Samen hatte, mit einer anderen zusammen, die gelbe Samen besaß, oder er kreuzte eine runzlige Erbsensorte mit einer glatten, eine rotviolettblühende mit einer weißblühenden. Sieben verschiedene, aber deutlich ausgeprägte Merkmale zog er so in den Kreis seiner über Jahre sich erstreckenden Beobachtungen.

Ihr Ergebnis legte er in dem Aufsatz „Versuche über Pflanzenhybriden“ (Hybriden sind Mischlinge wie in Martins Versuch die blaßroten Meerschweinchen) nieder; die Arbeit erschien 1865 im vierten Band einer kleinen, nur in wenigen hundert Stücken gedruckten wissenschaftlichen Zeitschrift, den „Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn“. Es war die Zeit, in der die Erforschung des Lebens ganz und gar erfüllt war vom Streit um die Frage, ob es im Reich der Lebewesen eine Entwicklung von niedrigeren Formen zu höheren gebe, wie Darwin und Haeckel es lehrten. So kam es, daß man über dem hitzigen Gelehrtenkampf die Arbeit des stillen Brünner Mönchs völlig übersah; selbst große Männer der Zeit, denen Mendel voller Verehrung Abdrucke seiner Veröffentlichung übersandte, merkten gar nicht, welche entscheidende Beobachtungen hier niedergelegt waren. Fünfunddreißig lange Jahre mußten vergehen, bis Mendels Erkenntnisse im Jahre 1900 gleichzeitig von drei Forschern, die sich unabhängig voneinander und von ganz verschiedenen Fragestellungen aus dem Problem der Vererbung zugewandt hatten, in vollem Umfange bestätigt wurden. Ihre Namen verdienen durchaus neben dem Namen Gregor Mendels genannt zu werden: Es waren die Botaniker Karl Erich Correns in Leipzig, Erich von Tschermak in Wien und Hugo de Vries in Amsterdam. Alle drei sind damals höchst erstaunt gewesen, ihre vermeintlich neuen Befunde in der längst vergessenen Arbeit des Brünner Paters zu entdecken, der so sorgfältig beobachtet und seine Beobachtungen so überraschend richtig gedeutet hatte. Ihm zu Ehren, der am 6. Januar 1884 als Abt seines Klosters in Brünn friedlich und still, wie er im Leben gewesen, entschlafen war, hat man die von ihm zuerst erkannten Gesetzmäßigkeiten die „Mendelschen Gesetze“ genannt. Sie sind die Grundlage aller modernen Forschung vom Erbgut.

## Die Mendelschen Gesetze

Das erste Mendelsche Gesetz lautet: Kreuzt man zwei verschiedene Rassen — so nennt die Wissenschaft jene „Sorten“ oder „Spielarten“, die sich untereinander durch nur geringfügige, aber erbliche Eigenschaften unterscheiden, wie Mendels Erbsen und die Meerschweinchen von Peter und Martin — kreuzt man also zwei solche Rassen, so sind alle aus dieser Verbindung hervorgehenden Nachkommen unter sich gleich. Dabei ist es gleichgültig, ob die eine oder die andere Rasse Vater oder Mutter war. Die Meerschweinchen-Versuche unserer Freunde sind schöne Beispiele für dieses Gesetz: Alle Tierchen der ersten Generation, die man auch als erste Filialgeneration (von filius, der Sohn, und filia, die Tochter) oder abgekürzt F-1-Generation nennt, waren im ersten Versuch schwarz, im zweiten blaßrot. Das gleiche hatte Mendel für seine Erbsen gefunden, und inzwischen hat man in Tausenden und Abertausenden von Versuchen und Beobachtungen mit allen nur möglichen Pflanzen und Tieren ein für alle Male zuverlässig erwiesen, daß die von Mendel entdeckten Gesetzmäßigkeiten für das gesamte Reich des Lebendigen, für Pflanze, Tier und Mensch gleichermaßen Gültigkeit haben: Ob man Erbsen kreuzt oder Hühner, bunte Blumen oder langweilige Schnecken, ob man den Erbgang menschlicher Augenfarbe untersucht oder erblicher Krankheiten — stets ist die Gültigkeit dieser Gesetze unangetastet. Eines ist allerdings für das erste Mendelsche Gesetz Voraussetzung: Daß es sich um „reine“ Rassen handelt. Das hat nun nichts zu tun mit irgendwelchen dummen oder gar ins Politische verdrehten Vorstellungen von menschlichen Rassen, sondern „reine Rassen“ im Sinne der Mendelschen Gesetze sind solche, die wie die roten und weißen Meerschweinchen ein einheitliches Erbgut für ein bestimmtes Merkmal besitzen. Nicht reinerbig in diesem Sinne sind dann natürlich die uneinheitlichen blaßrötlichen Meerschweinchen mit ihrem Erbgut Rot-Weiß oder ein Teil der schwarzen Nachkömmlinge, die das Schwarz-Weiß-Erbgut besaßen. Wegen der Einfarbigkeit, wegen der Uniformität der ersten Nachkommengeneration, nennt man das erste Mendelsche Gesetz wohl auch das Uniformitätsgesetz.



Im Fall der blassen Meerschweinchen kann der Meerschwein-Vater rot, die Mutter weiß gewesen sein oder umgekehrt, ein weißes Männchen kann mit einem roten Weibchen zusammengebracht worden sein — ihre Kinder sind, gleichgültig ob sie Männchen oder Weibchen werden, durchweg blaßrot. Wegen dieser Zwischenfarbe spricht man in diesem Fall wohl auch von „intermediärer“ Vererbung (vom lateinischen *intermedium*, die Zwischenstufe).

Martin und Peter hatten — das müssen wir noch feststellen — bei ihren Versuchen sehr viel Glück gehabt. Nicht immer treten in der Enkelgeneration, die man auch zweite Nachkommen- oder F-2-Generation nennt, die Zahlenverhältnisse beim Wiedererscheinen der großelterlichen Eigenschaften, beim „Aufspalten“, so deutlich hervor wie bei den Zuchten unserer Freunde. Je mehr Nachkommen man aber hat, desto klarer werden die Zahlenverhältnisse. Um möglichst viele Nachkommen zu erzielen, hatte Gregor Mendel eben auch lieber mit Pflanzen gearbeitet, deren viele Blüten und Samen viel größere Zahlen ergeben als selbst die fruchtbarsten Meerschweinchen.

Man kann den Meerschweinchenversuch selbstverständlich noch weiter treiben: Man kreuzt ein fuchsrotes Männchen der Enkel-(F-2-)Generation mit einem fuchsroten Weibchen der gleichen Generation und erhält in der dritten Mischlings-(F-3-)Generation, als Urenkel also des Ausgangspaares, ausschließlich fuchsrote Nachkommen. Das gleiche gilt, wenn man weiße Enkelkinder kreuzt — auch ihre Nachkommen sind durchweg rein weiß, sie „züchten“ also, wie man sagt, „rein weiter“, sie sind „reinerbig“. Die blaßroten Meerschweinchen der F-2-Generation aber, unter sich gekreuzt, liefern Nachkommen, die wiederum nach demselben Zahlenverhältnis aufspalten, das bereits die F-2-Generation selbst auch gezeigt hatte: 25 Prozent der Urenkel (F-3) werden richtig fuchsrot, 25 Prozent weiß, und 50 Prozent zeigen das blaßrote Haarkleid, das zum ersten Mal in der F-1-Generation aufgetreten war. Und diese Zahlenverhältnisse meint das zweite Mendel-Gesetz, wenn es sagt: Kreuzt man die Mischlinge der ersten Nachkommengeneration (F-1) miteinander, so treten in der Enkelgeneration (F-2) die gegensätzlichen Merkmale der beiden Großeltern wieder auf, und zwar in ganz bestimmten, immer wiederkehrenden Zahlenverhältnissen.

Man nennt den Versuch mit Martins roten und weißen Meerschweinchen in der Fachsprache der Vererbungslehre den „Mirabilis-Typ“ der Vererbung, und zwar deshalb, weil genau die gleichen Gesetzmäßigkeiten, die bei den Meerschweinchen gegolten hatten, auch bei den rot und weiß blühenden Sippen der Wunderblume *Mirabilis*

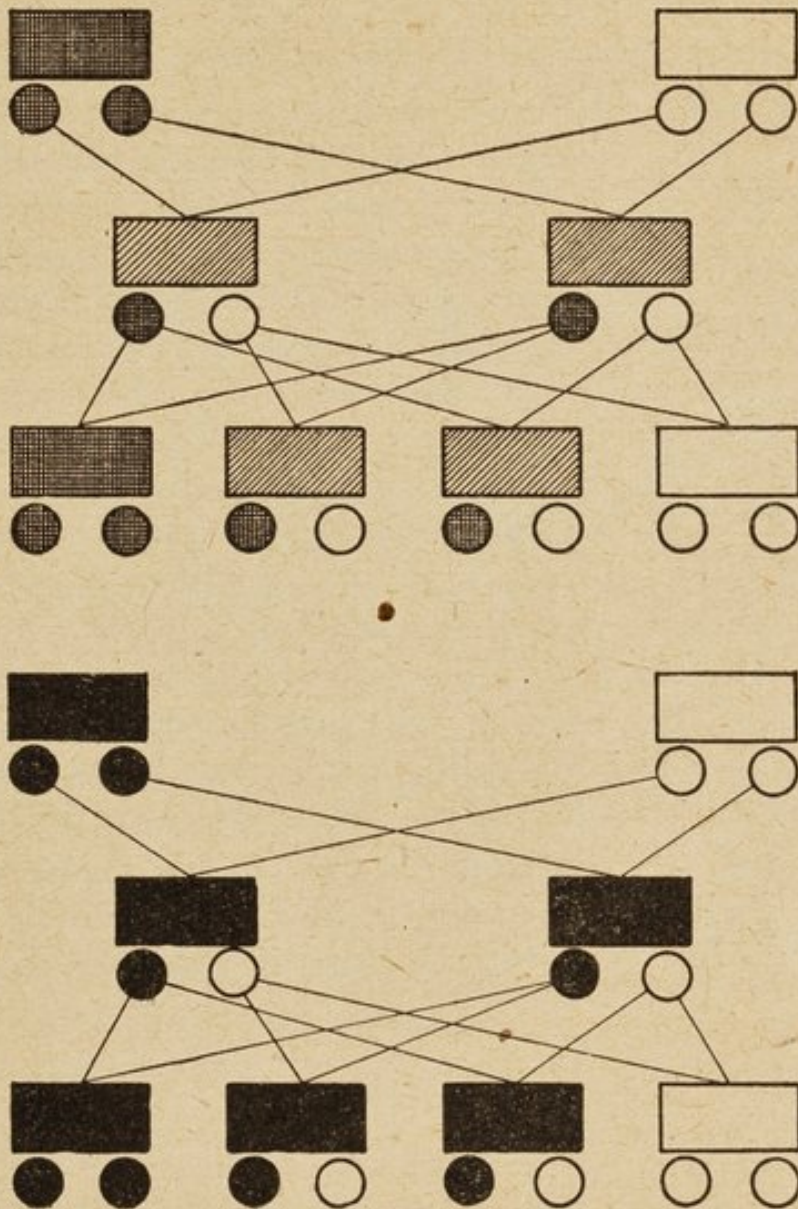
*jalapa* gelten: Die Blüten der aus einer Kreuzung weiß und rot blühender Wunderblumen hervorgehenden Mischlinge sind rosa; kreuzt man aber solche rosa blühenden Wunderblumen, so gibt es nach dem obengenannten zweiten Mendelschen Gesetz in der Enkelgeneration 25 Prozent rot, 50 Prozent rosa und 25 Prozent weiß blühende *Mirabilis*-Pflanzen.

Ganz bestimmte, immer wiederkehrende Zahlenverhältnisse bekommt man aber selbstverständlich auch, wenn man Peters Versuch mit den schwarzen und weißen Meerschweinchen beliebig oft wiederholt; der glückliche Zufall hatte sie ihm ja schon beim erstenmal gegeben: 75 Prozent Schwarze und 25 Prozent Weiße. Dasselbe hatte Mendel bei seinen Erbsen gefunden, als er eine gelbschalige mit einer grünschaligen Sorte kreuzte — weshalb man diese Art der Vererbung den „*Pisum*-Typ“ (vom lateinischen *Pisum* für Erbse) nennt: Stets war die erste Nachkommengeneration ausschließlich gelbschalig. Das nicht zur Auswirkung gekommene Erbgut für das Merkmal grünschalig (Peters Weiß entsprechend) ist dabei keinesfalls verschwunden, es ist nur verdrängt und gleichsam zurückgewichen. Deshalb nennt man solche überdeckten Merkmale, wie das verdrängte Grün oder das verdrängte Weiß, nach dem lateinischen Wort *recedere*, zurückweichen, *re z e s s i v*. Dagegen wird das Gelb der Erbse, das Schwarz des Meerschweinchens, also eine Eigenschaft, die sich vorherrschend durchgesetzt hat, als *d o m i n a n t* bezeichnet — vom lateinischen *dominare*, beherrschen. Daß das rezessive Merkmal durchaus noch da ist, hatte sich ja schon in Peters Versuch erwiesen, als plötzlich in der Enkelgeneration (F-2) wieder ein weißes Tier auftauchte. Und auch bei Mendels Erbsen gab es in der F-2-Generation wieder grünschalige Erbsen, genau 25 Prozent gegenüber den drei Vierteln gelbschaliger. Die Nachkommenschaft der 25 Prozent — der Weißen bei den Meerschweinchen und der Grünen bei den Erbsen — bleibt, wenn man sie mit ihresgleichen kreuzt, also unter sich weiterzüchtet, reinerbig weiß beziehungsweise grün. Von den 75 Prozent der gelben Erbsen oder der schwarzen Meerschweinchen aber züchtet ein Teil, und zwar wieder 25 Prozent aller Angehörigen der zweiten Mischlingsgeneration, rein weiter — genau so viel also wie die Roten in Martins Versuch! Die Nachkommenschaft der restlichen 50 Prozent schließlich spaltet in der nächsten Generation (F-3) in der gleichen Weise auf wie in F-1. Erwähnt sei an dieser Stelle, daß die Erbforscher die Ausgangsgeneration, die Stammeltern also, mit *P* bezeichnen, nach dem lateinischen Wort *parentes*, die Eltern.

## Vom doppelten Erbgut

Mit Hilfe der Kugeln, die sie im Mathematikunterricht hatten kombinieren sollen, waren die beiden Freunde Peter und Martin hinter das Geheimnis der eigentümlichen Zahlenverhältnisse gekommen, die sich bei ihren Erbversuchen ergeben hatten: Jedem Paar entgegengesetzter Merkmale — der roten und weißen oder schwarzen und weißen Haarfarbe beim Meerschweinchen, der roten und weißen Blütenfarbe bei der Wunderblume *Mirabilis*, den gelben und grünen Samenschalen bei der Erbse — entspricht stets ein Erbgut, in dem die Merkmale paarweise vorhanden sind. Die Rosafärbung der Wunderblume in der F-1-Generation und die blaßrote Haarfärbung der Meer-

schweinchen unseres Freundes Martin, sie beruhen darauf, daß der Mischling gleichzeitig eine rote und weiße „Anlage“ — man nennt sie wohl auch „Erbanlage“ oder „Erbfaktor“ — mitbekommen hat; eine dieser Anlagen stammt offenbar vom Vater, die andere von der Mutter. Die rote und die weiße Erbanlage erzeugen dann gemeinsam das Rosa oder Bläßrot des Mischlings. Selbst



im Falle der dominanten Vererbung, wie sie die gelben und grünen Erbsen und die schwarzen und weißen Meerschweinchen aufweisen, besitzt der Mischling z w e i Anlagen, von denen eine aber erheblich größere Kraft zur Entfaltung besitzt als die andere und sich deshalb allein durchsetzt.

Diese Feststellung, zu der die beiden Naturfreunde Peter und Martin mit viel Glück, einiger Forschergeduld und nicht zuletzt dank ihrer Aufmerksamkeit in der Mathematikstunde gekommen waren, ist dieselbe, die auch Gregor Mendel vor fast hundert Jahren getroffen und in seinen zahlreichen Versuchen gesichert hat: Die Aufspaltung der Enkelgeneration ist nur zu verstehen, wenn man annimmt, daß für jede äußerlich sichtbar werdende Eigenschaft stets zwei Anlagen vorhanden sind, die beim Werden des neuen Wesens von Vater und Mutter her sich zusammenfinden und in den folgenden Generationen nach den Gesetzen der Kombinationsrechnung wieder „aufspalten“. Um sich bei der Beschreibung der Versuche die Mühe der reichlich langatmigen Merkmalsbezeichnungen zu ersparen, bei denen man zudem immer noch hinzusetzen müßte, ob sie dominant oder rezessiv sind, hat Mendel die Anlage für ein bestimmtes Merkmal einfach mit einem Buchstaben bezeichnet, und zwar selbstverständlich die einander entsprechenden Merkmale (Weiß-Rot, Weiß-Schwarz, Gelb-Grün) mit denselben Buchstaben; er hat sie aber dadurch unterschieden, daß er dem dominanten Merkmal den großen Buchstaben gab, für das rezessive aber den kleinen wählte. Bei der Kreuzung von schwarzen und weißen Meerschweinchen käme also von dem einen der Elterntiere die Anlage Schwarz — nennen wir sie „A“ (als dominant großgeschrieben!) —, vom anderen die Anlage Weiß — wiederum mit „a“ bezeichnet, aber kleingeschrieben, weil wir ja wissen, daß diese Anlage rezessiv ist. Da außerdem vorausgesetzt wurde, daß jede erbliche Eigenschaft doppelt vorhanden ist, müssen die beiden Elterntiere die „Erbformel“ AA und aa besitzen, der F-1-Mischling aber Aa. Wird ein solcher F-1-Mischling mit einem F-1-Mischling der gleichen Erbformel gekreuzt, so trennen sich die Anlagen A und a und ordnen sich bei den Nachkommen — wie die Kugeln in der Mathematikstunde — nach den Gesetzen der Kombinationsrechnung, was so aussieht:

AA	Aa
aA	aa

Wir haben also wieder dasselbe: In der zweiten Nachkommen-

generation (F-2) bekommen wir reinerbige AA (25%), reinerbige aa (25%) und Gemischterbige (50%), nämlich aA (25%) und Aa (25%), was beides das gleiche ist; dabei wird immer vorausgesetzt, daß sämtliche Kombinationsmöglichkeiten erschöpft sind, was eben nur eintritt, wenn man, wie Peter und Martin, bei wenigen Tieren oder Pflanzen viel Glück hat oder aber, wenn man mit sehr viel Versuchstieren oder -pflanzen arbeitet, wie es Pater Mendel getan hat.

Doch vorerst genug von Mathematik und Kombinationen — jetzt gilt es, noch einmal in die Geheimnisse der Eizelle hinabzusteigen.

## Vom Zellkern und seiner Teilung

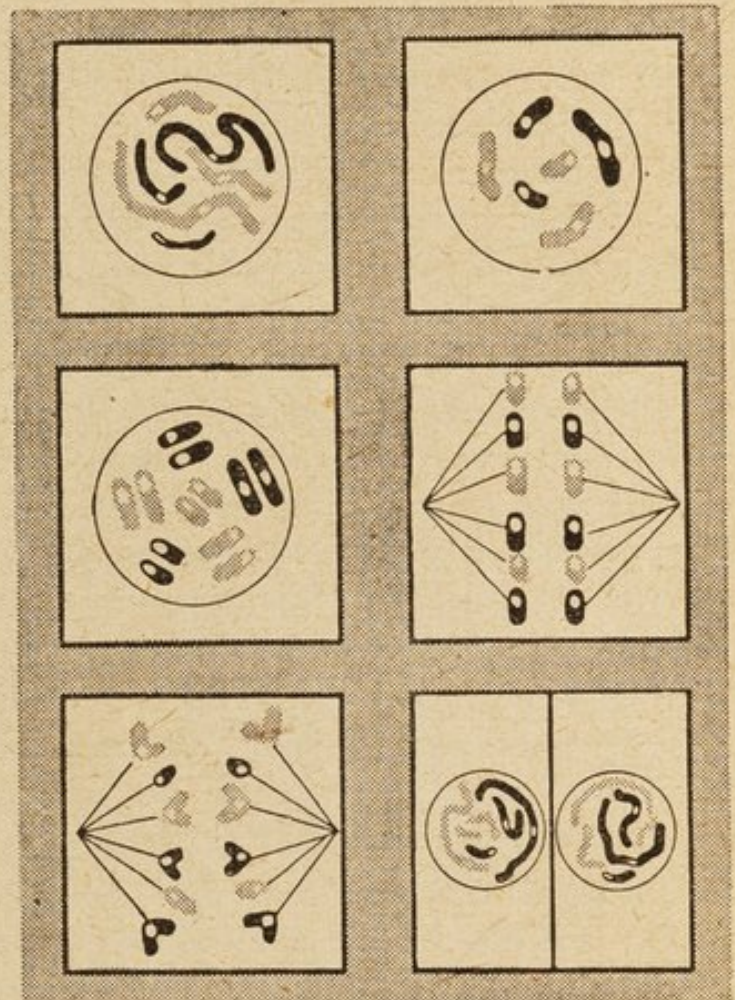
In Peters Nachbarschaft wohnt der Tischler Anton Hämmerle, der sich neuerdings Hühner hält. Er ist ganz stolz auf die kräftig schwarz und weiß gesprenkelten sechs Hennen, für die auch ein Hahn da ist. Aber welchen Ärger gibt es, als die Hühner nicht rein züchten, d. h. nicht alle wieder schwarz-weiß werden! Immer wieder kommen Kücken zur Welt, die zu schwarzen Hähnchen oder Hennen heranwachsen, und ebenso viele weiße Hühner laufen zwischen der Hauptmasse der schwarz-weiß Gesprenkelten herum. (Das Weiß ist nicht ganz rein weiß, aber man muß schon sehr genau hinsehen, um eine feine dunkle Sprenkelung erkennen zu können.) Peter und Martin sehen sich das eine Weile mit an und können dann Meister Hämmerle erklären, warum das so ist — ja, warum es so sein muß, und sie haben es gar wichtig mit ihrer Feststellung, daß Hämmerles Hühner nach dem Mirabilis-Typ züchten. Der Nachbar aber hat die Lust an seinem Federvieh verloren, und so schlachtet er zunächst einmal alle Hähne; denn die Hühner sollen natürlich weiter Eier legen, was sie auch fleißig besorgen. Aber unsere jungen Freunde sind dabei auf ein neues Problem gestoßen: Wie ist das eigentlich — wird aus einem Ei, das „nur“ von der Henne stammt, auch ein Hähnchen? Wieder denken sie nicht lange nach, sondern experimentieren. Die Eier kommen in den Brutschrank; aber die Zeit, da normalerweise die Kücken längst geschlüpft sein müssen, verstreicht, ohne daß sich etwas regt. Im Gegenteil, das einzige, was bei der ganzen Geschichte zum Schluß herauskommt, ist ein höchst übler Geruch!

„Alles Leben stammt aus dem Ei“ — so hatte schon vor mehr als dreihundert Jahren der große englische Forscher William Harvey gesagt, derselbe Harvey, der auch als erster den Blutkreislauf richtig erkannt und das Herz als den Pumpenmotor des Blutes gedeutet hatte. Aber Leben, das bewies das Brutschrank-Experiment unserer Freunde, kann nur entstehen, wenn zu der mütterlichen Eizelle die männliche Samenzelle tritt. Erst mit der Verschmelzung beider beginnt in der Eizelle jene geheimnisvolle Umwandlung, die aus dem Klümpchen Eiweiß der Zelle einen herrlichen farbenprächtigen Vogel, einen riesigen Wal, einen hundert Meter hohen Mammutbaum, eine herrlich duftende Rose werden läßt. Samenzelle und Eizelle — beide geben, so lehrt die Erfahrung, das Erbgefüge im gleichen Umfange weiter. Was liegt näher als die Annahme, daß das Erbgut in jenem Teil der Zelle steckt, den sowohl die große Eizelle wie die kleine Samenzelle besitzt. Das kann aber nichts anderes sein als der Zellkern. Er ist in beiden Keimzellen gleich groß, beim Menschen, dessen Eizelle zweihunderttausendmal größer ist als die Samenzelle, ebenso wie beim Vogel, dessen Eizelle durch das Nährdotter noch unendlich größer ist — der Kern im Vogelei ist auch nicht größer als der Kern des mikroskopisch kleinen Samenfädchens.

Dieser Zellkern findet sich nicht nur in der Keimzelle, sondern in jeder Zelle des Körpers; er ist meist kugelig. Ein feines Häutchen, die Kernmembran, trennt den Kern vom Zelleiweiß. Die Membran umschließt eine Kernflüssigkeit, und in dieser ist wiederum eine Masse erkennbar, die sich mit geeigneten Mitteln leicht und kräftig färben läßt und deshalb Chromatin genannt wird (vom griech. chroma, Farbe). Will man wissen, welche eigenartige Rolle der Kern und sein Chromatin im Leben der Zelle spielen, so muß man den Kern bei der „Arbeit“ beobachten. Das ist freilich nicht ganz leicht, denn Zelle und Kern sind ja nur winzig klein. Ein Mikroskop muß her, eine ganze Reihe von Chemikalien und Farben, und natürlich ein Lebewesen, das besonders geeignet ist für solche Untersuchungen; wir wählen die feinen Wurzelspitzen eines Pflänzchens, die aus zahlreichen Zellen aufgebaut sind. Aber ach, wir töten sie ja, wenn wir sie mit den Farben behandeln, so daß wir nichts von der Arbeit des Zellkerns erkennen können. Doch das Bild, das sich uns unter dem Mikroskop bietet, das Bild von vielen hundert Zellen, läßt sich trotz der Zerstörung noch recht gut deuten, so daß wir uns eine richtige Vorstellung vom Zellkern und seiner Tätigkeit machen können. Da finden wir einige Zellen, die sich gerade teilen. Jedes Wachstum

bei Pflanze, Tier und Mensch beruht ja darauf, daß die Zelle die Fähigkeit hat, sich zu teilen; aus einer Zelle werden deren zwei, aus zwei vier, aus vier acht, aus acht sechzehn und so fort, bis in die Millionen und Billionen. Bei diesen sich teilenden Zellen nun hat sich der Kern in eine Anzahl verschiedener Fäden aufgelöst, die man Kernfäden oder Kernschleifen nennt. Die Wissenschaft bezeichnet diese schleifen- oder hakenförmigen Gebilde als **Chromosomen** (von chroma, die Farbe, und soma, der Körper), also als färbbare Körperchen. Hunderte, Tausende, Abertausende solcher Präparate mit sich teilenden Zellen hat die Wissenschaft untersucht, und immer wieder dasselbe festgestellt: Jeder dieser Kernfäden ist zweimal vorhanden. Und jeder von ihnen spaltet sich als Vorbereitung für die Zellteilung in der Längsrichtung. Durchmustern wir unser Präparat weiter, so findet sich bald eine weitere Zelle, bei der die Teilung schon fortgeschritten ist; die Spaltheilfäden haben sich bereits voneinander entfernt. Wieder suchen wir, da — und dort: immer weiter wird der Abstand der Chromosomen voneinander. Eine Zwischenwand entsteht, die Zellen sind getrennt, jetzt knäueln sich die Chromosomen auf, verdichten sich in jeder der neuen Zellen zu einem Kern: Aus einer Zelle sind zwei geworden, und beide haben dank dieser Art der Teilung denselben Chromosomenbestand wie die eine, aus der sie hervorgegangen sind.

Man nennt diese Art der Zellteilung **Mitose** (vom griech. mitos, Faden). Das Kennzeichen dieses komplizierten Vorganges ist die mit Hilfe der Chromosomenteilung erreichte gleichmäßige Verteilung des Chromatins auf die Tochterzellen. Auffällig ist weiter, daß die Zahl der Chromosomen bei den verschiedenen Tier- und Pflanzenarten zwar sehr unterschiedlich, für jede Art aber stets die gleiche ist: Der Spulwurm hat vier (also zweimal 2), die Taufliege, ein



bei den Erbforschern besonders beliebtes Tierchen, deren 8 (also zwei Garnituren von vier verschiedenen Kernfäden), die Küchenzwiebel 16, der Mais 20, die Maus 24, der Mensch 48 (also: zwei Chromosomensätze zu je 24), die Gartenerdbeere 50, manche Schmetterlinge 62. Liegt es nicht nahe, zu vermuten, daß in diesen Chromosomen, die so sorgfältig von Zelle zu Zelle weitergegeben werden und die in jeder Zelle in gleicher Zahl zu finden sind, das Erbgut ruht?

Als erster hat dies im Jahre 1866 Ernst Haeckel ausgesprochen, der bekannte Abstammungs-Theoretiker — ein Jahr also nach Mendels grundlegender Veröffentlichung, die aber Haeckel damals noch nicht gekannt hat. Doch es bedurfte vieler Jahrzehnte unermüdlicher Kleinarbeit, bis endlich drei Jahre nach der Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze der Würzburger Tierforscher Theodor Boveri und der amerikanische Erbforscher W. S. Sutton überzeugend klarlegen konnten, daß die Ergebnisse der Mendelschen Kreuzungsversuche und die der Zellforschung zu dem gleichen Schluß führen: Die Chromosomen sind die Träger der Vererbung, in ihnen stecken die Anlagen für die vererbbaaren Merkmale, die Erbfaktoren oder die *Gene*, wie man die Erbanlagen heute nennt.

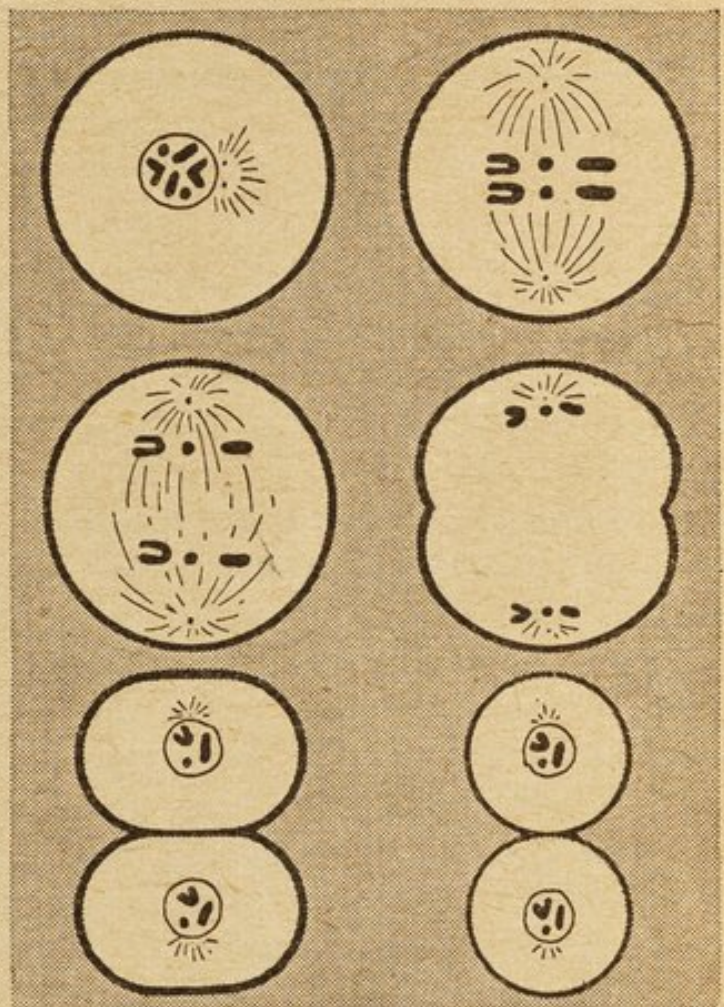
Denken wir noch einmal an die Versuche mit den Meerschweinchen unserer beiden Freunde Peter und Martin: Schon dabei war die Vermutung aufgekommen, daß jedes Farbmerkmal von *zwei* Anlagen getragen würde. Hatte nicht auch Gregor Mendel gesagt, daß jedes Lebewesen für jedes Merkmal zwei, je zu einem Paar vereinigte Erbfaktoren in sich enthalte? Und haben wir nicht unter dem Mikroskop gesehen, daß jedes Chromosom in doppelter Ausfertigung vorhanden ist, daß also jede Zelle einen doppelten — die Wissenschaft sagt diploiden — Chromosomensatz hat? Ist dieser Doppelcharakter der Chromosomen aber Tatsache, so meldet sich sofort ein ernsthaftes Bedenken an: Wenn Eizelle und Samenzelle sich vereinigen, muß dann nicht die daraus entstehende Zelle des neu entstehenden Organismus den vierfachen Chromosomensatz bekommen, nämlich das Chromosomenpaar der Eizelle und das Chromosomenpaar der Samenzelle? Wird sich dann nicht aber bei jeder neuen Generation die Zahl der Chromosomen immer wieder verdoppeln, was schließlich zu einem Anwachsen der Erbmasse ins Unermeßliche führen müßte? Wenn das der Fall sein sollte, so wäre unsere Annahme, daß die Chromosomen die Träger des Erbgutes seien, offensichtlich falsch. Aber in Wirklichkeit wächst die Erbmasse nicht ins Unendliche. Wie oft wir auch tierisches oder



pflanzliches Gewebe unter dem Mikroskop betrachten, es findet sich immer dieselbe, feststehende Chromosomenzahl: zweimal 2 gleich 4 beim Spulwurm, zweimal 10 gleich 20 beim Mais, zweimal 24 gleich 48 beim Menschen. Wie läßt sich diese widerspruchsvolle Tatsache erklären?

Schon 1887 hatte der geniale Freiburger Zoologe August Weismann eine scharfsinnige Überlegung angestellt. Wenn die Chromosomen das Erbgut weitergeben und dabei ihre Zahl tatsächlich be ständig bleibt, dann muß irgendwann im Entwicklungsgang der Keimzellen eine Art der Kernteilung erfolgen, bei der die Zahl der Chromosomen auf die Hälfte herabgesetzt wird. Eine solche „Reduktions“-Teilung machen nun sowohl die Samen- wie die Eizellen tatsächlich durch. Es ist das ein noch viel komplizierterer Vorgang als die mitotische Teilung, doch läßt sich das Wesentliche recht einfach darstellen: Die jungen Keimzellen haben an sich den doppelten Chromosomensatz genau wie alle anderen Körperzellen auch. Dann aber gehen sie ihrer Reifung entgegen. Die gleichgestalteten, einander entsprechenden und ein Paar bildenden Chromosomen stellen sich sozusagen einander gegenüber auf. Aber nun werden nicht, wie

bei der gewöhnlichen Teilung, die Chromosomen gespalten und die Spaltheilften auseinandergezogen, vielmehr werden jetzt die ungeteilten Chromosomen voneinander getrennt, so daß die in dieser „Reifeteilung“ entstehenden reifen Keimzellen nur noch den einfachen Satz enthalten; die Forschung nennt diesen Zustand haploid, vom griechischen haploos, einfach, im Gegensatz zum diploiden Satz der Körperzellen. Und nun ist auch klar, wie die immer gleichbleibende doppelte Chromosomenzahl in den Körperzellen entsteht: Der einfache Chromosomensatz in der Eizelle und der einfache in der Samenzelle vereinigen sich bei der Verschmelzung, und



die Urzelle des Organismus hat den diploiden Chromosomensatz — einen von der Mutter und einen vom Vater.

Aus den immer wiederkehrenden Zahlenverhältnissen seiner Erbsenversuche hatte auch schon Mendel gefolgert, daß die Anlagen-Paare vor der Fortpflanzung von einander getrennt und bei der die nächste Generation einleitenden Bestäubung neu kombiniert würden. Die erfolgreichen Forschungen unserer Zeit über die Reifeteilung haben diese kühne Theorie aufs schönste bestätigt: Wenn die von Vater und Mutter herstammenden Chromosomenpaarlinge, die sich bei der Vorbereitung der Reifeteilung paarweise zusammengelegt haben, voneinander getrennt werden, bleibt es dem Zufall überlassen, welcher Paarling, ob der väterliche oder der mütterliche, dabei in die eine und welcher in die andere reife Keimzelle gelangt. Und da die Erbanlagen in den Chromosomen liegen, werden sie dabei ebenfalls neu kombiniert, und es entstehen so die Zahlenverhältnisse der Meerschweinchen-, Mirabilis- und Erbsenversuche.

## **Was die Mendel-Gesetze für den Alltag bedeuten**

In dem kleinen Garten, den das Brünner Kloster ihm für seine Versuche überlassen hatte, kam Gregor Mendel bei seinen Erbsenexperimenten noch zu einigen weiteren, sehr aufschlußreichen Ergebnissen. Er hatte sich u. a. auch die Aufgabe gestellt, Mischlinge von Erbsensorten zu untersuchen, die nicht in nur einem, sondern in mehreren Merkmalspaaren unterschieden waren: Er hatte Erbsen mit gelben runden Samen mit solchen gekreuzt, deren Samen grün und kantig-runzlig waren. Die F-1-Generation, die er erhielt, hatte, seinem ersten Gesetz entsprechend, ein ganz einheitliches Aussehen, und zwar waren alle Samen gelb und rund. Daraus folgte, daß Gelb und Rund dominant, Grün und Runzlig rezessiv waren. Vermehrte er nun die F-1-Generation mit ihresgleichen, so erschienen in der F-2-Generation nicht nur die beiden Ausgangsformen wieder, sondern überraschenderweise auch noch zwei ganz neue, vorher nicht existierende, nämlich: Gelb-runzlige und Grün-runde Samen.

Die Erklärung dieses Erbganges und seiner Ergebnisse findet sich sofort, wenn man sich die Erbformel der beiden Ausgangssorten klarmacht: Das dominante Merkmal Gelb sei mit G bezeichnet, das entsprechende rezessive Grün mit g, Rund mit R und runzlig mit r. Die Ausgangssorten der Stammeltern-Generation, der P-Generation, haben also die Formeln GGRR und ggrr (jede Anlage ist ja doppelt vorhanden!); bei der Reifeteilung wird der doppelte Chromosomensatz auf die Hälfte herabgesetzt: Die Keimzellen sind nun GR und gr. Aus ihnen entsteht die erste Nachkommen-Generation (F-1) mit dem wiederum doppelten Chromosomensatz GgRr.

Bei der Reifeteilung, so hat Mendel angenommen und die Chromosomenforschung bewiesen, werden die einzelnen Anlagen unabhängig voneinander auf die Keimzellen verteilt. Die vier Gene G, g, R, r kann man, wenn immer ein Merkmal für Farbe und eines für Form vereint werden sollen, wie folgt kombinieren:

GR      Gr      gR      gr

Diese Anlagenzusammenstellungen werden also auch die reifen Keimzellen der F-1-Generation aufweisen. Wenn dann derartig ausgestattete männliche und weibliche Keimzellen zusammentreffen, ergibt sich folgendes:

Männliche Keimzellen der F-1-Generation	Weibliche Keimzellen der F-1-Generation			
	GR	Gr	gR	gr
GR	GGRR	GGRr	GgRR	GgRr
Gr	GGrR	GGrR	GgrR	Ggrr
gR	gGRR	gGRr	ggRR	ggRr
gr	gGrR	gGrR	ggrR	ggrr

Man erhält also sechzehn verschiedene Gen-Verbindungen, die aber nur in vier verschiedenen Erscheinungsformen auftreten, weil die dominanten Anlagen G und R das äußere Bild bestimmen. Nur dort, wo die Gene für die rezessiven Merkmale Grün und Runzlig, wo g und r doppelt vorhanden sind, können sie auch äußerlich in Erscheinung treten. Auf diese Weise entsteht das zunächst eigenartig anmutende Zahlenverhältnis 9 : 3 : 3 : 1.

Das Schema auf Seite 24 oben zeigt noch einmal anschaulich, wie dieses Zahlenverhältnis entstanden ist:

○	○	○	○
○	◇	○	◇
○	○	●	●
○	◇	●	◆

- 9 ○ gelb-rund  
 3 ◇ gelb-runzelig  
 3 ● grün-rund  
 1 ◆ grün-runzelig

Und nun läßt sich auch das dritte Mendelsche Gesetz formulieren: Kreuzt man Rassen, die sich in mehreren Merkmalspaaren unterscheiden, so wird jedes einzelne Erbanlagen-Paar nach dem zweiten Mendelschen Gesetz vererbt, und die Anlagen verschiedener Paare werden unabhängig voneinander verteilt. Das Erbgut ist also nicht ein unteilbares Ganzes, sondern besteht aus selbständigen, voneinander trennbaren und nach den Gesetzen der Kombinationsrechnung sich wieder vereinigenden Einzelanlagen, den Genen.

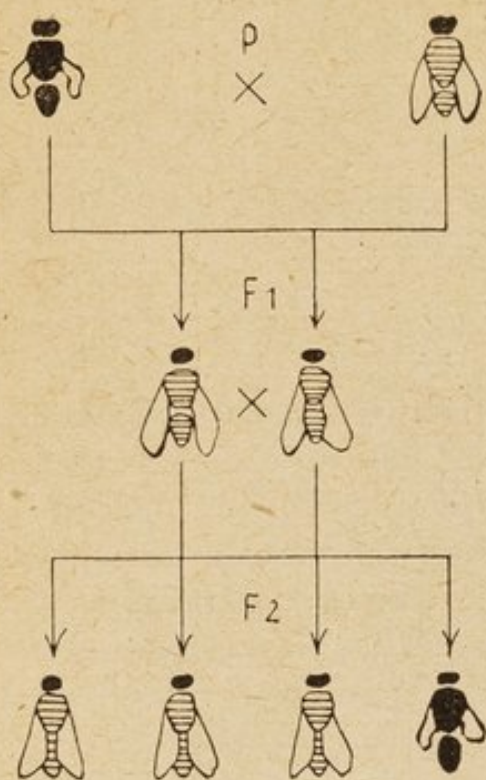
Und an dieser Stelle erkennt man auch zum ersten Male die große Bedeutung der zunächst als nutzlos erscheinenden Erbsen- und Meerschweinchen-Versuche für die Praxis: Denn es sind hier nicht nur die Ausgangssorten wieder erstanden, sondern zwei völlig neue Sorten haben sich gebildet. Der geschickte Züchter kann also, wenn er die erblichen Anlagen seiner Pflanzen und Tiere und die Gesetze der Mendel-Vererbung kennt, durch Kreuzung Merkmale miteinander vereinigen, die vordem Kennzeichen verschiedener Rassen waren. Diese Erkenntnis ist für die systematische Tier- und Pflanzenzucht von außerordentlicher Bedeutung geworden! Da hat man in freilich unsäglich mühevoller Züchtungsarbeit frühreifenden Weizen mit solchen Sorten kombiniert, die hohe Erträge bringen, und so die Anbaugrenze — vor allem in Kanada und Rußland — weit nach Norden schieben und zugleich die Ernten vervielfachen können. Und wie es mit dem Weizen war, so ist es mit Kartoffeln und Mais, Fettschweinen und Milchkühen: Alle bewußte Züchtung geht auf Mendels Werk zurück.

## Gene sind gekoppelt und werden ausgetauscht

Mit Erbsen und Wunderblumen, Löwenmäulchen und Mäusen experimentierten die europäischen Erbforscher. Einem Amerikaner aber ging das alles nicht schnell genug, er suchte nach einem Wesen, bei dem man nicht Monate lang auf Nachkommenschaft warten mußte; es sollte sich einfach und leicht züchten lassen und möglichst zahlreiche Nachkommen hervorbringen. Thomas Hunt Morgan — so hieß der amerikanische Tierkundler — fand das geeignete Tier. Es war eine winzige Fliege, die Tau- oder Essigfliege, mit wissenschaftlichem Namen *Drosophila melanogaster*, die „schwarzbäuchige Taufreundin“ genannt. In zehn Tagen ist eine neue Generation da mit Hunderten von Nachkommen. Tausende von Fliegen kann man in ein paar einfachen Flaschen unterbringen, in denen ihre Larven im gärenden Bananenmus prächtig gedeihen. — Ein wahrhaft ideales Versuchstier war in der *Drosophila* gefunden!

Wie ideal sein Fund aber wirklich war, ahnte Morgan damals freilich noch nicht. Er war schon glücklich, daß sich unter den vielen Tausenden rotäugiger Taufliegen plötzlich eine mit weißen Augen fand. Nun konnte man Mendels Versuche in noch größerem Maßstabe nachprüfen. Wunderbar bestätigte sich, was sich bei den Erbsen ergeben hatte, auch bei den Fliegen. Das Merkmal der weißen Augen genügte dem amerikanischen Forscher aber nicht lange. Schon suchte Morgan nach weiteren unterscheidenden Eigenschaften und fand eine Fliege mit absonderlich geformtem Flügel, eine andere mit abnorm gefärbtem Brustschild, eine dritte mit Stummeln anstatt der Flügel, eine schwarzgefärbte. Jede dieser neuen Rassen wurde sorgfältig von den anderen getrennt. Fünfzehn verschiedene Rassen fand Morgan im ersten Jahr seiner Versuche — ein Riesenmaß an Kleinarbeit erforderte ihre Züchtung, das Auszählen der in die Tausende gehenden Nachkommenschaften, das Ausdenken neuer Versuchsreihen. Aber es lohnte sich! Immer neue Erkenntnisse wurden gewonnen; aber dann schienen plötzlich Mendels Gesetze nicht mehr zu stimmen.

Morgan hatte graugefärbte, langflüglige Normaltiere mit einer Form gekreuzt, die schwarz war und Stummelflügel hatte. Daß ihre



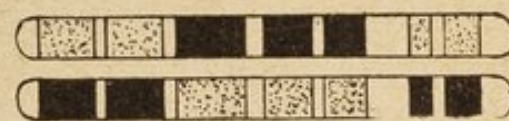
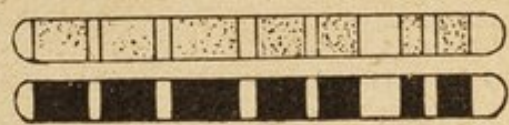
Nachkommen einheitlich grau-langflügelig wurden, war nach dem ersten Mendelschen Gesetz zu erwarten gewesen. Daß sich aber in der zweiten Nachkommengeneration nicht die Verhältnisse des Erbsenversuchs „Gelb-rund  $\times$  Grün-runzlig“ mit ihren vier verschiedenen Kombinationen wiederholten, daß vielmehr nur die beiden elterlichen Ausgangsformen wieder auftraten, damit hatte niemand gerechnet. Die beiden anderen Kombinationen: Schwarz-langflügelig und Grau-stummelflügelig waren ausgeblieben! Aber Morgan fand die Lösung des Rätsels: er konnte feststellen, daß die Erbanlagen Grau und Langflügelig hier, Schwarz und Stummelflügelig dort immer zusammen auftreten. Sie lassen sich nicht, wie es das dritte Mendelgesetz fordert, auseinanderreißen und

frei kombinieren, weil sie in je einem Chromosom liegen: Grau und langflügelig in einem, Schwarz und stummelflügelig in einem anderen. Diese nicht kombinierbaren Erbanlagen sind „gekoppelt“. Das dritte Mendelsche Gesetz mußte also eine neue Fassung bekommen: Alle Merkmale, deren Gene nicht an dasselbe Chromosom gebunden sind, vererben sich unabhängig voneinander, können also, wenn sie in einer Generation miteinander verbunden waren, in der nächsten getrennt auftreten; im gleichen Chromosom gekoppelte Gene hingegen werden nicht frei kombiniert.

Aber die Aufregungen um die Kreuzung „Grau-langflügelig  $\times$  Schwarz-stummelflügelig“ sollten mit dieser sehr einleuchtenden Erklärung noch nicht ihr Ende gefunden haben. Plötzlich nämlich tauchten bei wiederholten Versuchen doch ein paar langflügelig-schwarze Fliegen auf und ebenso einige grau-stummelflügelige, die doch eigentlich nach der Neufassung des dritten Mendelgesetzes „verboten“ waren. Wie sollten denn die in den Chromosomen liegenden Erbfaktoren jetzt auf einmal frei kombiniert worden sein? Sie konnten doch nicht frei im Zellkern herumfahren und sich zusammentun, wie es ihnen beliebte?

Morgan fand auch für diese Rätselfragen eine geniale Antwort: Die Trennung gekoppelter Anlagen ist nur denkbar, wenn zwischen den einander entsprechenden Chromosomen Stücke ausgetauscht werden. Diese kühne Theorie des „Erbfaktoren-Austausches“ ließ sich

in der Tat unter dem Mikroskop bestätigen: Bei der Reifeteilung legen sich die einzelnen Chromosomenpaare nicht nur parallel nebeneinander, sondern es treten während dieses Aneinanderlegens häufig Überkreuzungen auf. Morgan nannte diese Erscheinung „Crossing over“. Die Chromosomen verkleben am Kreuzungspunkt, brechen an dieser Stelle auseinander, und die sich entsprechenden Stücke fügen sich aufs neue zusammen. Dabei werden die zu beiden Seiten der Bruchstelle liegenden Teile und mit ihnen die dort befindlichen Gene zwischen den beiden zerbrochenen Chromosomen ausgetauscht. Es ist leicht einzusehen, daß zwei Gene um so häufiger die Möglichkeit haben, ausgetauscht zu werden, je weiter sie auseinander liegen; je näher sie sich sind, um so geringer ist diese Wahrscheinlichkeit.



Als sich gar bei den schließlich nach Millionen zählenden Versuchstieren immer wieder dieselben Austauschprozentätze einstellten, zog Morgan den kühnsten Schluß aus seinen Experimenten und Überlegungen: Wenn man einmal voraussetzt, daß die Gene in den Chromosomen eines neben dem anderen sitzen, gleichsam aufgereiht wie die Perlen auf der Schnur, dann muß man aus der Häufigkeit des Austausches schließen können, wo das ausgetauschte Gen im Chromosom sitzt. Wiederum folgten Hunderte und Tausende von Versuchen, bis Morgan schließlich eine „Chromosomen-Landkarte“ seiner Taufliege vorlegen konnte, auf der man genau ablesen kann, an welcher Stelle ein bestimmtes Gen seinen Platz hat (s. Abb. Seite 29). Die Häufigkeit des Austauschs zweier Gene hatte Morgan dabei zum Maß für ihre Entfernung vom Anfang des Chromosoms genommen; je weiter sie auseinander liegen, desto häufiger wurden sie ausgetauscht. Die so ermittelten Abstände der Stellen, an denen bekannte Gene sitzen (der „Gen-Örter“, wie die Forschung sagt), von dem mit 0,0 bezeichneten einen Ende des Chromosoms rechnet man dem großen Forscher zu Ehren nach „Morgan-Einheiten“. Und mit Recht hat Thomas Hunt Morgan, der im gleichen Jahre 1866 geboren ist, in dem Gregor Mendel seine klassische Arbeit veröffentlicht hat, den Nobelpreis für diese wahrhaft geniale Leistung bekommen, die grundlegend ist für die Erforschung der Erbllichkeit auch bei allen anderen Lebewesen.

## Vom Wandel des Erbguts

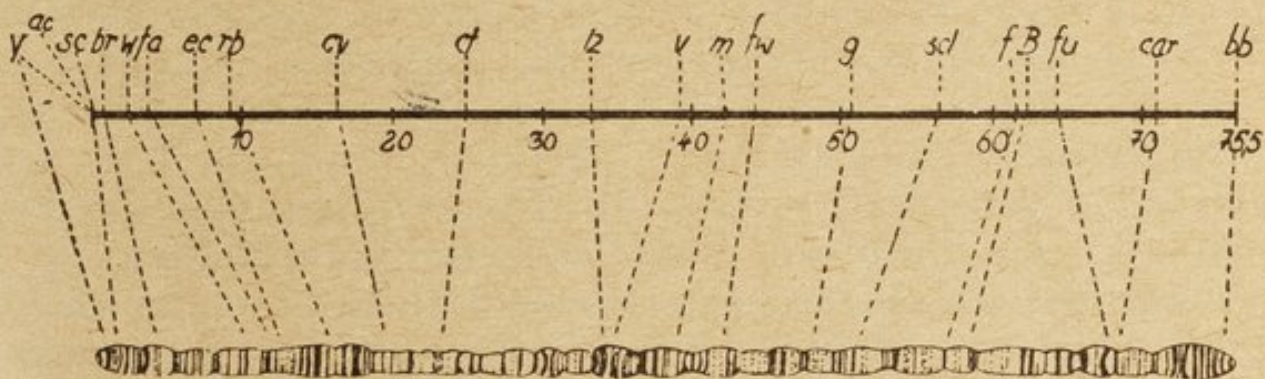
Professor de Vries, derselbe, der anno 1900 einer der Wiederentdecker der Mendelschen Gesetze war, gab im gleichen Jahr der wissenschaftlichen Welt noch eine zweite Entdeckung bekannt, die nicht minder umstürzend war als Mendels Feststellungen: Unter Tausenden von Nachtkerzen, jenen schön hellgelb blühenden Einwanderern aus Nordamerika, die an jedem Bahndamm, auf jedem Schuttplatz zu finden sind, waren einige wenige entstanden, die sich in deutlich erkennbaren Merkmalen von der normalen Form unterschieden und die (und das war das Aufregende) diese Abweichung erblich an die nächste Generation weitergaben. Unter den Augen der Forschung war sozusagen sprunghaft aus einer normalen Nachtkerze eine andere geworden — mit veränderter Blattform die eine, zwergwüchsig eine andere und durch Riesenwuchs ausgezeichnet eine dritte. Mutare heißt verwandeln, und Mutationen, Verwandlungen, nannte de Vries diese sprunghaften Veränderungen des Erbguts. Nun verstand man auch, wie die Unterschiede zwischen gelber und grüner Erbse, roter und weißer Wunderblume, rotäugiger und weißäugiger oder grauer und schwarzer Fliege einst entstanden sein mochten.

Ein Schüler des großen Morgan, Hermann Muller, verbiß sich in diese Frage. Er nahm sich vor, die Gene in den Chromosomen mit allen nur denkbaren Mitteln zu zwingen, sich zu verändern. Eiskälte und Gluthitze, Röntgen- und Radiumstrahlen ließ er auf die Taufliegen, auf ihre Eier, auf ihre Larven einwirken — acht Jahre lang sah Muller weiter nichts als seine Fliegen und ihre Nachkommen — dann aber konnte er auch mit Ergebnissen aufwarten, die mehr als staunenswert waren: Er hatte Mutationen über Mutationen erzielt, hundert-, hundertfünzigmal mehr, als in der Natur vorkamen. Es gab darunter Mutationen, die man bereits kannte, aber auch solche, wie man sie überhaupt noch nie gesehen hatte! Muller war es gelungen, als erster das Erbgut zu verwandeln! Er hatte — wie mikroskopische Beobachtungen lehrten — die Chromosomen durch Beschuß mit Röntgenstrahlen oder ultraviolettem Licht zerbrochen; sie waren dann „verkehrt“ zusammengewachsen, und dadurch waren Mutationen entstanden. Offenbar hatte er aber manchmal nicht ein ganzes Chromosom gestört, sondern in dieser Kette von Genen nur



ein einzelnes Gen mit einem einzelnen Partikelchen seiner Strahlen, mit einem einzigen Lichtquant, getroffen, und eine andere Mutation war die Folge. Freilich — niemals hatte er voraussagen können, was bei der Mutation entstehen würde; aber auch in der freien Natur gehen die Mutationen offenbar regel- und ziellos vor sich. Doch je tiefer die Forscher in die Geheimnisse der Chromosomen und der Gene eindringen, desto mehr steigt auch die Aussicht, man werde eines Tages das Erbgut so genau kennen, daß man auch „gerichtete“ Mutationen wird erzielen, daß man also die Erbanlagen bewußt wird verändern können — eine Aussicht, die wahrhaft schwindeln macht!

*Drosophila*, die millionen- und abermillionenfach gezüchtete, gekreuzte, in Mutationensversuchen geschundene Taufliege aber barg noch mehr an Überraschungen: Eines Tages konnte man die Erbanlagen bei *Drosophila* sogar sehen! Das erscheint zunächst unglaublich, wenn man bedenkt, daß selbst im stärksten Mikroskop ein Taufliegenchromosom, das höchstens drei bis vier Tausendstel eines Millimeters lang ist, nur als Strich erscheint. Nun — es scheint tatsächlich, als habe die Natur die Taufliege nur für die Erbforscher geschaffen: Ausgerechnet in ihren Speicheldrüsenzellen liegen riesenhaft vergrößerte Zellkerne, und in ihnen Chromosomen, hundert- und zweihundertmal größer als die „normalen“ in den Keimzellen — unsere hintere Umschlagseite zeigt ein Photo solcher Riesenchromosomen: Da sieht man nun groß und deutlich die Verklebungen, die Zerstörungen durch den Röntgenbeschuß, und da liegen im vielfach vergrößerten, lebendigen Modell die Gene wirklich aufgereiht wie die Perlen auf der Schnur. Selten sind kühne Theorien eines genialen Forschers durch den Augenschein so großartig bestätigt worden wie Morgans Anschauung von der Anordnung der Gene im Chromosom.



Die Morgan'sche Chromosomenkarte oben zeigt dieselbe Reihenfolge der Gene - symbolisiert durch Buchstaben - wie das Riesenchromosom unten

## Wie die Gene wirken

Aus dem Verhalten der Erbfaktoren bei der Röntgenbestrahlung haben amerikanische, deutsche und russische Forscher in ungemein scharfsinnigen Überlegungen sehr weitreichende Folgerungen über das wahre Wesen der Gene ziehen können. Danach ist ein Gen ein ungewöhnlich kompliziert aufgebautes Riesen-Eiweiß-Molekül — das selbst wieder aus äußerst verwickelten Bausteinen, den Aminosäuren, zusammengesetzt ist. Jedes Gen (im normalen Chromosom nur etwa ein zwanzigtausendstel Millimeter groß!) hat wahrscheinlich einen etwas anderen Aufbau. Wenn ein Röntgenstrahl-Schuß ein so kompliziertes Gefüge trifft, so gibt es natürlich Schäden; Atome, Atomgruppen, Molekülteile werden an einen anderen Platz geworfen, das Riesenmolekül gerät in Unordnung, und die Folge davon ist — eine Mutation.

Wie aber, so fragt man, wirkt das Gen nun nach außen? Wie kommt es, daß ein so winziges Eiweißmolekül die Augenfarbe, die Flügelform etwa einer Fliege bestimmt, daß die Gene überhaupt alle äußere Erscheinung und alle Lebenstätigkeit beeinflussen? In allerneuester Zeit haben vor allem deutsche Forscher — der Zoologe Alfred Kühn und der Chemiker Nobelpreisträger Adolf Butenandt, beide in Tübingen — auch auf diese letzte Frage eine Antwort gefunden. Zu ihren Versuchen zogen sie die Mehlmotte heran, und an diesem Schmetterling konnten sie nachweisen, daß die Gene einzeln und im wechselseitigen Zusammenspiel die Bildung bestimmter Wirkstoffe veranlassen, wahrscheinlich indem sie das Eiweiß der Zelle chemisch beeinflussen. Diese Wirkstoffe — man nennt sie Enzyme oder Fermente — steuern ihrerseits wieder die zahlreichen komplizierten chemischen Vorgänge, die in der Zelle, in den größeren Zellverbänden, den Geweben und Organen, ablaufen. Wird ein Gen durch eine Mutation verändert, so fällt das Ferment aus, und die Folge ist, daß auch die chemische Reaktionskette unterbrochen ist: Es kommt zu Stoffwechselstörungen, die äußerlich zu erkennen sind und Rückschlüsse darauf zulassen, welche Reaktion, welches steuernde Ferment und welches Gen ausgefallen ist, das dieses Ferment zur Verfügung gestellt hat. Aber hier steckt noch alles in den Anfängen. Jeder Tag bringt neue Erkenntnisse, schon haben Versuche mit dem

Brotschimmelpilz glänzend bestätigt, was an der Mehlmotte gefunden wurde — und in geduldiger Kleinarbeit sind in aller Welt die Forscher dabei, Schritt für Schritt immer tiefer einzudringen in das Geheimnis der Vererbung.

Wenig wurde bisher vom Menschen gesprochen. Aber auch der Mensch unterliegt den Gesetzen der Vererbung. Nicht nur Augenfarbe und Nasenform werden vererbt. Auch Begabung wird im Erbgut weitergegeben von Generation zu Generation: Der Stammbaum der Musikerfamilie Bach ist ein wundervolles Beispiel dafür. Aber auch viele Krankheiten sind erblich. Im Tier- und Pflanzenreich ist Vererbung Schicksal, unentrinnbares Gesetz. Dem Menschen allein ist es gegeben, die Macht des Erbschicksals zu beherrschen: Durch Geist und Erziehung. Und selbst die Schrecken der Erbkrankheiten wird er eines Tages für immer brechen, dann nämlich, wenn die entsagungsvolle Forschung uns die Zusammenhänge zwischen den Genen im Zellkern und der normalen wie der krankhaften äußeren Erscheinung immer besser verstehen läßt und uns die Wirkstoffe kennen und anwenden lehrt, mit denen man die Kette vom Gen zum Merkmal beeinflussen und so vom Bösen zum Guten wenden kann.

Fast will es freilich scheinen, daß nun, da die Erbträger als Riesemoleküle erkannt worden sind, das Wunder der Vererbung entzaubert sei: In Molekülen und Molekülgruppen beschlossen sind die Anlagen, aus denen sich all die Schönheit, all die wunderbare Zweckmäßigkeit der lebendigen Natur entfaltet. Aber der Aufbau jener Eiweißmoleküle, die wir als Träger des Erbguts kennen gelernt haben, erweist sich selbst wiederum als ein neuer Kosmos mit einer schier unabsehbaren Fülle kompliziertester Strukturen, hinter der sich abermals das wahrhaft Schöpferische verbirgt — der für immer geheimnisvolle Urgrund alles Wunder der Vererbung, aller Wunder des Lebens und aller Wunder dieser Welt.

Umschlaggestaltung: Karlheinz Dobsky



---

L u x - L e s e b o g e n 1 0 3 - H e f t p r e i s 2 5 P f g .

Natur- und kulturkundliche Hefte — Bestellungen (vierteljährl. 6 Hefte DM 1.50) durch jede Buchhandlung und jede Postanstalt — Verlag Sebastian Lux, Murnau-München — Druck: Buchdruckerei Mühlberger, Augsburg

# HISTORISCHES LEXIKON

**Das Nachschlagewerk für das »Bild der Jahrhunderte«**

*Das Lexikon enthält Angaben über 1300 historische Schauplätze, 4600 Namen historischer Persönlichkeiten, 1300 historische Begriffe, zusammen 7200 Stichworte und 22000 Daten. Zahlreiche Abbildungen, Zeichnungen, Tabellen. Umfang etwa 480 Seiten.*

In diesem umfassenden Nachschlagewerk wird die Gesamtgeschichte, die im »Bild der Jahrhunderte« in ihrem Ablauf dargestellt ist, in alphabetischen Stichworten lexikonartig geordnet. Für das Zierersche Werk ist das »Historische Lexikon« zugleich der Registerband. Bei jedem Namen befinden sich genaue Angaben, in welchem Band des »Bild der Jahrhunderte« Näheres darüber nachzulesen ist. Das »Historische Lexikon« enthält — sinnvoll geordnet, wissenschaftlich zuverlässig, reich illustriert — die wichtigsten Begriffe aus den Jahrtausenden der Geschichte. Mit seinen Bildern, Zeichnungen und Tabellen ist das Lexikon zugleich ein wertvolles Handbuch für jeden Freund und Studierenden der Geschichte.

\*

Jeder Bezieher, der das Gesamtwerk »Bild der Jahrhunderte« jetzt vorbestellt, erhält bereits nach dem 17. Band das große »Historische Lexikon« als Subskriptions-Vergünstigung unberechnet (späterer Preis dieses Lexikons DM 15.50).

**VERLAG SEBASTIAN LUX • MURNAU / MÜNCHEN**



# Meine Filmtiere

Von Eugen Schumacher - 96 Seiten Text mit 124 Bildern auf  
64 Tafeln - In Ganzleinen, mit prächtigem Schutzumschlag DM 12.80

„Das Buch wird jeden Tierfreund -- und wer wäre das nicht --  
bereichern und beglücken. Man lernt, indem man aufs beste  
unterhalten wird.“ Schwäbische Post

*Unsere Prospekte „Schumacher, Filmtiere“ sowie „Natur-  
und Heimatbücher bei Bruckmann“ liegen bei Ihrem Buch-  
händler bereit. Sollten sie dort nicht verfügbar sein, gehen  
sie Ihnen auf Verlangen kostenlos direkt vom Verlag zu.*

**VERLAG F. BRUCKMANN · MÜNCHEN**

Postanschrift: München 20, Abhofach