

Norbert Schramm

Kompendium - Kanarienvögel



Band 2

Genetik Gefiederfärbung Farbenkanarien Mischlinge

Vorwort und Dank

Vor nunmehr zehn Jahren entstand das Manuskript zu meinem ersten Buch über Farbenkanarien. Innerhalb dieser Dekade sind in der Farbenkanarienzucht große züchterische Fortschritte zu beobachten. Es ist rückblickend für mich erstaunlich, welche enorme Entwicklung einige Farbschläge genommen haben. Auch neue Kanarienfalten sind inzwischen international anerkannt und in den Standards hinterlegt. Für weitere Farbschläge und Mutationen laufen bereits Anerkennungsverfahren.

Es ist also an der Zeit, das Thema der Farbenkanarienzucht wieder aufzugreifen und die neuesten Entwicklungen darzustellen. Dieser zweite Band meines „Kompendium – Kanarienvögel“ ist deshalb dem Zweig der Farbenkanarienzucht gewidmet.

Im vorliegenden Band gehe ich kurz auf die Geschichte der Genetik ein. Die Kompliziertheit der genetischen Vorgänge in ihrer Gesamtheit zu erläutern, würde dem Vogelzüchter keine Hilfe sein. Ich habe deshalb vieles sehr vereinfacht dargestellt und nur die grundlegenden genetischen Zusammenhänge, die jedem ernsthaften Züchter bekannt sein sollten, hoffentlich anschaulich erklärt.

Im engen Zusammenhang mit der Genetik steht die biochemische Entwicklung der Federfarben. Dazu gibt es neue wissenschaftliche Erkenntnisse, die in diesem Band nicht fehlen dürfen.

Ich wünsche mir sehr, dass nunmehr die wissenschaftlichen Erkenntnisse beider Themenbereiche zum allgemeinen Züchterwissen werden. Viel zu oft kann man immer noch die falschen und ungenauen Thesen und Regeln früherer Zeiten lesen und hören.

Viele theoretische und praktische Hinweise für die gezielte Farbenkanarienzucht sind aufgeführt und alle heute anerkannten Farbschläge habe ich ausführlich beschrieben.

Ausgehend von meinem „Farbenkompass für Kanarien“ habe ich auch in diesem Band fast ausschließlich deutsche Farbbegriffe nach dem klassischen RAL-Farbsystem verwendet und somit subjektive Farbbezeichnungen vermieden.

Eng mit der Farbenkanarienzucht in Verbindung steht auch die „Mischlingszucht“. Leider wird dieser Zweig der Vogelzucht oft angegriffen und verfemt. Gerade deshalb sind einige klärende - und auch kritische - Worte für diesen uralten Zweig der Vogelzucht notwendig.

Viele Vogelzüchter sind mit ihrem Namen bekannt geworden. Sie haben neue Mutationen entdeckt oder sich sonst für die Vogelzucht sehr verdient gemacht. Leider werden oft in Fachpublikationen die Namen dieser Menschen ohne Vornamen und Lebenszeit genannt. Um diesen Züchtern ein kleines Denkmal zu setzen, habe ich versucht den Vor- und Nachnamen, das Geburt- und Todesjahr oder gar ein Porträt ausfindig zu machen. Ein herzlicher Dank geht an Gerhard Verhaegen, der mir dabei sehr helfen konnte. Sollten Leser etwas für diese Recherche beitragen können, bin ich über Hinweise sehr dankbar.

Bedanken möchte ich mich auch bei Bernd Debus, der seinen hervorragenden Aufsatz über die Geschichte der

Opalvögel zur Verfügung stellte.

Danke auch an die Züchterfreunde Michael Förster und Ludwig Hofmann, die mir Mognound Jaspe-Federn zur Untersuchung gegeben haben.

Viele der Vogelbilder konnte ich im Laufe der Zeit selbst fotografieren, aber leider nicht immer die Siegervögel großer Schauen. Für die Überlassung von aussagefähigen Bildern bedanke ich mich ganz herzlich bei Jose Antonio Abbellán Baños, Dietmar Bähke, Frans Begijn, Lens Erwin, Eugen Franke, Ricardo López Garcia, Guiseppe Gallo, Jean-Pierre Hennebique, Olaf Hungenberg, Johan van der Maelen, Paul Pütz, Dirk de Schinkel, Edeltraud Schneider, Alessandro des Santis, Lubomir Veselý und Winnie Qin-Pukat sowie bei weiteren Bildautoren, die im Anhang aufgeführt sind.

Bedanken möchte ich mich bei allen ungenannten Züchtfreunden, deren Vögel ich auf Bewertungsschauen fotografieren durfte.

Herzlich danken möchte ich Frau Silke Grieß für die Durchsicht und Korrektur des Manuskriptes.

Danksagen möchte ich auch dem Verlag Book on Demant, dessen Druckqualität sich in den letzten Jahren, vor allem im Abdruck der Farbbilder, deutlich verbessert hat.

Ganz besonders möchte ich mich bei meiner lieben Annegret bedanken, die erneut über Monate hinweg mit Geduld und Verständnis meine schweigsame Tätigkeit am Computer ertrug und mir oft mit Ratschlägen zur Seite stand.

Norbert Schramm

Dresden, Frühjahr 2017

Inhalt

Vorwort und Dank

Die Spuren der Gene

Die Geschichte der Genetik

Erste Erklärungsversuche

Erste Meilensteine

Die Chromosomen werden entdeckt

Die Doppelhelix

Die Entzifferung des genetischen Codes

Der andere, epigenetische Code

Vogelzüchter als Forscher

Genetische Grundlagen

Zelle und Chromosom

Die Chromosomen – Träger der Gene

Die DNA

Der genetische Code

Vom Gen zum Protein

Die Gene und Allele

Die Genorte und Faktoren

Die Wildallele

Genmutation

Die Vererbungsregeln

Die genetische Nomenklatur

- Erbformeln erstellen
- Was ist dominant, rezessiv und intermediär?
- Die Mendelschen Regeln
- Vererbung des Geschlechts
- Das Punnett-Quadrat
- Crossing over
- Chromosomenmutation und Gen-Insertion
- Praktische Zuchtverfahren
 - Die Auslese
 - Die Fremdzucht
 - Die Inzucht
 - Die Linienzucht
 - Die Kreuzungszucht
 - Das Zuchtbuch

Die Gefiederfarben

- Licht und Farbe
- Farbstoffe und Strukturfarben
- Die Lipochrome
 - Carotinoide oder Lipochrome?
 - Die Lipochromsynthese
 - Die Lipochromeinlagerung
 - Die Gelb-Rot-Vererbung
- Die Melanine
 - Die Melaninzellen
 - Die Wanderung der Melanoblasten
 - Die Melanosome
 - Die Biochemie der Melaninbildung
 - Die Einlagerung der Melanosome

Die Farbenkanarien

Über den Rassestandard

Subjektive Farbbezeichnungen

Die Namen der Farbenkanarien

Allgemeine Standardanforderungen

Der Intensitätsfaktor (I-Locus)

Die Gefiederfärbung durch Farbmittel

Aufgehellte Farbenkanarien

Der Lipochrom-Synthese-Faktor (L-Locus)

Gelb und gelbgrundig (Gen L^+)

Rot und rotgrundig (Allel L^r)

Der Urucum-Faktor (ur-Locus)

Weißer und weißgrundige Kanarien

Der rezessive Weißfaktor (wr-Locus)

Der dominante Weißfaktor (Wd-Locus)

Die Inos

Zusatzfaktoren für die Lipochrombildung

Der Ivoorfaktor (iv-Locus)

Der Zitronenfaktor (Z-Locus)

Die Melaninkanarien

Allgemeine Standardanforderungen

Zusatzfaktoren für die Melaninfärbung

Der optische Blaufaktor (ob-Locus)

Der Polymelanin-Faktor (po-Locus)

Der Superoxydations-Faktor (So-Locus)

Die gescheckten Vögel (M-Locus)

Die klassischen Melaninkanarien

Der Schwarz-Braun-Faktor (s-Locus)

Der Melanin-Dichte-Faktor (d-Locus)

Die nichtklassischen Melaninkanarien

Der Pastellfaktor (p-Locus)

Der Opal-Onyx-Faktor (o-Locus)

Opal (Allel o^{op})

Onyx (Allel o^{ox})

Der Tyrosinase-Faktor (c-Locus)

Topas (Allel c^{tz})

Phaeo (Allel c^{ph})

Der Extensions-Faktor (e-Locus)

Eumo (Allel e)

Der Kobalt-Faktor (ko-Locus)

Der Jaspe-Faktor (jp-Locus)

Weitere Ausblicke

Nero Perla – Schwarze Perle

Double black

Mini-Farbenkanarien

Deutsche Hauben

Zeichnungskanarien

Finkenmischlinge

Kulturgeschöpfe Finkenmischlinge

Blending, Mischling, Bastard, Hybrid

Systematik der Arten

Artenmischlinge in der Natur

Mischlinge im DKB

Benennung der Mischlinge
Schutzstatus und Kennzeichnung
Über Enten

Die Mischlingszucht

Haltung und Ernährung
Zuchtmanagement
Flughecke
Wechselhecke
Pärchenhecke

Cardueliden-Mischlinge

Mischlinge zwischen Kanarien und Girlitzen
Mischlinge zwischen Kanarien und Zeisigen
Mischlinge zwischen Kanarien und Stieglitz
Mischlinge zwischen Kanarien und Grünfinken
Mischlinge zwischen Kanarien und Hänflingen
Mischlinge zwischen Kanarien und
Birkenzeisigen
Mischlinge zwischen Kanarien und Dompfaff
Mischlinge zwischen Kanarien und Gimpeln
Mischlinge zwischen Kanarien und
Kreuzschnäbel
Mischlinge zwischen verschiedenen
Carduelidenarten

Der Züchterwettbewerb

Die Bewertungsschau

Die Vogelzüchterorganisationen

Über den Sinn von Bewertungen
Die Schaukäfige
Die Schauklassen
Unterschiedliche Bewertungsmethoden
 Die Punktbewertung der Farbenkanarien
 Die Punktbewertung der Mischlinge
Das Platzierungssystem
Die Auswertung der Schauerfolge

Anhang

Codex pro Natura
Grundsatzpapier Mischlinge
Richtlinien für Vogelbörsen

Tabellen

Tabelle 1: Die genetischen Symbole bekannter Erbfaktoren bei Kanarien
Tabelle 2: Erbgang autosomal-rezessiver Eigenschaften
Tabelle 3: Erbgang autosomal-dominanter Eigenschaften
Tabelle 4: Erbgang autosomal-intermediärer Eigenschaften
Tabelle 5: Erbgang gonosomal-rezessiver Eigenschaften
Tabelle 6: Erbgang gonosomal-dominanter Eigenschaften
Tabelle 7: Verpaarungsbeispiele mit Mosaik-Kanarien
Tabelle 8: Verpaarungsbeispiele mit Intensiv und Schimmel
Tabelle 9: Die Gelb-Rot-Vererbung

Tabelle 10: Verpaarungsbeispiele mit schwarzen Männchen

Tabelle 11: Verpaarungsbeispiele mit braunen Männchen

Tabelle 12: Verpaarungsbeispiele mit Achat-Männchen

Tabelle 13: Verpaarungsbeispiele mit Isabell-Männchen

Tabelle 14: Verpaarungsbeispiele mit Satinet Männchen

Tabelle 15: Verpaarungsbeispiele mit Braun- und Schwarz-Phaeo

Tabelle 15: Verpaarungsbeispiele mit Phaeo- und Topas

Tabelle 16: Verpaarungsbeispiele mit Eumo-Kanarien
Tabellen Mischlinge

Bildquellen

Literaturübersicht

Zeitschriften, Periodika

Die Spuren der Gene



Die Geschichte der Genetik

Alle uns heute bekannten Haustiere und unsere Nutzpflanzen sind aus wildlebenden Tier- und Pflanzenarten hervorgegangen. Die Menschen der Frühzeit jagten Tiere und sammelten Pflanzen. Nach und nach, im Laufe vieler Jahrtausende, wurden diese Tätigkeiten durch die gezielte Vermehrung der Tiere und Pflanzen ersetzt. Die Menschen mussten nun nicht mehr den Tieren und Pflanzen hinterher ziehen, sie konnten sesshaft werden.

Der Haushund ist vermutlich das älteste Haustier der Menschen. Wissenschaftler schätzen, dass die Haustierwerdung (*Domestikation*) des Wolfes in Europa vor etwa 25.000 Jahren begann¹. Eine genetische Berechnung zeigt, dass sich Hund und Wolf vor mindestens 135.000 Jahren als Art getrennt haben, sodass man davon ausgehen muss, dass der Wolf sehr viel länger als „Hund“ ein Begleiter der Menschen war².

Die Vielfalt der heutigen Hunderassen ist auf das unbewusste Anwenden genetischer Gesetzmäßigkeiten zurückzuführen. In manch einem Hundewurf waren Welpen dabei, die sich von ihren Eltern ein klein wenig in der Gestalt oder in ihrem Wesen unterschieden. So waren einzelne Hunde vielleicht eifriger bei der Jagd, trotzten besser Kälte oder Hitze oder waren in den Augen der Menschen einfach schöner. Je nach Wertigkeit dieser Eigenschaften wurden diese Hunde verstärkt zur weiteren Zucht verwendet.

Was mit dem Wolf begann, wurde in späteren Jahrtausenden auch mit anderen Tieren versucht. Langsam, Schritt für Schritt, bildeten sich auf diese Weise aus verschiedenen Tier- und Pflanzenarten einzelne Rassen heraus. Ganz ohne Wissenschaft, nur auf Erfahrungswerte gestützt – die sicherlich auch mündlich überliefert wurden – konnten wünschenswerte Eigenschaften gefestigt und verbessert, unerwünschte verdrängt werden. Diese Auslesezucht ist bis heute weltweit die vorherrschende Zuchtmethod geblieben.



Tier- und Pflanzenzucht bewirkt immer eine künstliche, vom Menschen gelenkte, Evolution!

Sehr oft ähneln Kinder ihren Eltern in auffälliger Weise. Etwa in ihrer Gestalt, in der Augenfarbe, in der Form der Nase oder des Mundes. Wer kennt nicht den Ausspruch bei einem Blick in den Kinderwagen: „Ganz der Vater“. Vielleicht sieht das Kind auch seinem Großvater mütterlicherseits viel ähnlicher als seinem leiblichen Vater. Auf jeden Fall scheint

der Bauplan dieser körperlichen Merkmale von den Vorfahren an die Nachkommen weitergegeben zu werden.

So wie die materiellen Güter von den Eltern an die Nachkommen weitergegeben – eben „vererbt“ – werden, so scheinen auch die körperlichen Merkmale und Charaktereigenschaften von einer Generation an die nächste vererbt zu werden.

Erste Erklärungsversuche

Aus der Antike ist überliefert, dass sich schon damals einige Gelehrte Gedanken über die Gesetzmäßigkeiten der Vererbung machten. Der griechische Philosoph ANAXAGORAS (499 bis 428 v. d. Z.) war der Meinung, dass im Sperma des linken Hodens die Tochter, im Sperma des rechten Hodens der Sohn bereits vorgeformt sei (*Präformationslehre*) und so die väterlichen Eigenschaften an die Nachkommen weitergegeben werden. Ähnlich dachte auch noch sein Landsmann ARISTOTELES (384 bis 322 v. d. Z.), der jedoch bereits beschrieb, dass die Kinder nicht nur den Eltern, sondern auch deren Vorfahren ähnelten.

PLATON (428 bis 348 v. d. Z.) ging davon aus, dass Vater und Mutter in gleicher Weise an der Übertragung der Merkmale beteiligt sind.

Die antiken Auffassungen prägten die naturphilosophischen Überlegungen bis in die Neuzeit hinein, denn es fehlten die wissenschaftlichen Instrumente. Auch nachdem um 1600 die ersten Mikroskope konstruiert wurden, war der Weg zur Erkenntnis der Vererbung körperlicher Merkmale noch weit.

Im Jahr 1677 entwickelte ANTONI VAN LEEUWENHOEK (1632 bis 1723) das Mikroskop zu neuer Perfektion und entdeckte

damit Einzeller, Bakterien, Blutkörperchen und Spermien. Aber auch er sah im Spermium einen kompletten Organismus bereits vorgebildet.

Erst die embryologischen Untersuchungen im Jahr 1817 von CHRISTIAN HEINRICH PANDER (1794 bis 1865) und die Entdeckung der Eizelle bei Säugetieren 1827 von KARL ERNST VON BAER (1792 bis 1876) beendeten die antiken Ansichten der Vererbung.

1831 entdeckte ROBERT BROWN (1773 bis 1858) den Zellkern in Pflanzenzellen, was THEODOR SCHWANN (1810 bis 1882) und MATTHIAS JACOB SCHLEIDEN (1804 bis 1881) zur Begründung der Zelltheorie aller Lebewesen veranlasste. 1857 beschrieb der Schweizer Anatom und Physiologe RUDOLF ALBERT VON KÖLLIKER (1817 bis 1905) die Mitochondrien in Muskelzellen.

Erste Meilensteine

1822 wurde JOHANN GREGOR MENDEL in Heinzendorf bei Odrau (Österreichisch-Schlesien – heute Tschechische Republik) als Sohn eines mittellosen Bauern geboren. Wie viele Kinder seiner Zeit, musste er schon früh den Eltern in der Wirtschaft zur Hand gehen. Er lernte so das Veredeln von Obstbäumen und die Zucht von Bienen. Aufgrund seiner schwächlichen Statur konnte er den elterlichen Hof nicht erben. Deshalb beschloss man, dass Johann Gregor Priester werden sollte. 1843 trat er in die Abtei St. Thomas in Brünn (heute Brno) ein und wurde Mönch des Augustinerordens.

Von 1844 bis 1848 studierte er Theologie an der Brünner Theologischen Lehranstalt und von 1851 bis 1853 in der Universität Wien. Dort arbeitete er unter anderem bei Professor CHRISTIAN DOPPLER (1803 bis 1853), dem Entdecker des Doppler-Effekts, und beschäftigte sich darüber hinaus

auch mit Mathematik, Chemie, Zoologie, Botanik und Paläontologie.

Ab 1854 begann Mendel im Klostergarten der Abtei Altbrunn die unterschiedlichen Varianten bei Pflanzen zu untersuchen. In den nächsten acht Jahren experimentierte er vor allem mit Erbsen, weil die Sorten dieser reinrassigen Pflanzen und deren Samen in sieben unterschiedlichen Merkmalen klar zu unterscheiden waren.

Systematische Vererbungsversuche bestimmten bald sein Wirken. Über die Anzahl der erzüchteten Pflanzen und ihrem Aussehen führte er akribisch Buch. Anhand seiner Aufzeichnungen und Zahlenergebnisse erkannte er mathematische Gesetzmäßigkeiten, die von einer zur anderen Generation auftraten.



Bild 1: Der Augustinermönch
Johann Gregor Mendel.

Seine Erkenntnisse über Kreuzungsversuche fasste er 1865 zu drei Grundregeln (Mendelsche Regeln) zusammen, die noch heute ihre Gültigkeit haben. Damit machte sich Johann Gregor Mendel zum Wegbereiter der modernen Vererbungswissenschaft, die wir heute als „Klassische Genetik“ bezeichnen.

1868 wurde Mendel Abt in seinem Kloster und stellte seine Versuche weitgehend ein. Mendels Arbeiten und seine Vererbungsregeln wurden zu seiner Zeit nicht anerkannt. Auch nach seinem Tod im Jahr 1884 fanden seine Erkenntnisse vorerst keine Beachtung. Dazu trug sicherlich auch sein Nachfolger auf dem Abtstuhl bei, der den gesamten Nachlass Mendels auf dem Klosterhof verbrennen ließ. Außer seinen veröffentlichten Schriften (u. a. „Versuche über Pflanzenhybriden“, erschienen in den Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins von Brünn)³ und wenigen Briefen an den Botaniker CARL WILHELM VON NÄGELI (1817 bis 1891) sind keine weiteren Unterlagen erhalten geblieben.

Ein Schüler des VON NÄGELI, der deutsche Botaniker und Pflanzengenetiker CARL CORRENS (1864 bis 1933), erhielt um 1900 aus dem Nachlass Nägelis unter anderem auch die noch vorhandenen Briefe Mendels und erkannte deren Bedeutung. Auch der Botaniker HUGO DE VRIES (1848 bis 1935) und der Botaniker und Genetiker ERICH TSCHERMAK-SEYSENEGG (1871 bis 1962) gelten heute als Wiederentdecker der Mendelschen Regeln. Durch eigene Versuche konnten diese drei Forscher Mendels Erkenntnisse experimentell bestätigen.

Seither vergeht kaum ein Jahr, indem Forscher und Wissenschaftler keine neuen Erkenntnisse über den Aufbau

der pflanzlichen und tierischen Zellen oder über Mechanismen der Vererbung entdecken. Viele dieser Entdeckungen können als Meilensteine in der Geschichte der Genetik betrachtet werden. Einige wichtige Stationen sind hier aufgeführt.

Die Chromosomen werden entdeckt

Kurz nach der Veröffentlichung von Mendels Hauptwerk entdeckte 1869 JOHANNES FRIEDRICH MIESCHER (1844 bis 1895) in Fischspermien und anderem biologischen Material die Nukleinsäure und nannte sie „Nuclein“ - abgeleitet von lateinisch *nucleus* = Kern.

Der Anatom HEINRICH WILHELM WALDEYER (1836 bis 1921) führte 1888 die Bezeichnung „Chromosomen“ für die färbbaren Kernkörperchen ein.

EDUARD STRASBURGER (1844 bis 1912) entdeckte die Teilung des pflanzlichen Zellkerns und beschrieb gemeinsam mit THEODOR BOVERI (1862 bis 1915) die Konstanz der Chromosomenzahl bei unterschiedlichen Arten. Boveri prägte für das Zentralkörperchen der Zelle den Begriff „Centrosom“.

Boveri und WALTER STANBOROUGH SUTTON (1877 bis 1916) entdecken 1902/04, dass die paarweise auftretenden Chromosomen sich genau so verhalten, wie die von Gregor Mendel beschriebenen Erbfaktoren und begründeten damit die Chromosomentheorie der Vererbung.

Der britische Genetiker WILLIAM BATESON (1861 bis 1926) trug wesentlich zur Verbreitung der Ideen Mendels bei und prägte 1906 den Begriff „Genetik“, der bald auch offiziell für den gesamten neuen Wissenschaftszweig angewendet wird.

Der Begriff „Gen“ (von griechisch = gebären) wurde 1909 vom dänischen Botaniker WILHELM LUDVIG JOHANNSEN (1857 bis 1927) eingeführt. Er bezeichnete damit die von Gregor Mendel entdeckten hypothetischen „Erbfaktoren“. Er prägte auch die heute geläufigen Begriffe „Genom“ (Erbgut) und „Phänotyp“ (Erscheinungsbild).

Der US-amerikanische Zoologe und Genetiker THOMAS HUNT MORGAN (1866 bis 1945) verwendete für seine Kreuzungsversuche das erste Mal die Taufliege, auch Obst- oder Essigfliege genannt, (*Drosophila melanogaster*), die seither das am häufigsten verwendete Versuchstier der Genetiker ist.



Bild 2: Thomas H. Morgan.



Bild 3: Essigfliege
den Biologen seiner Zeit. Ihm zu Ehren ist auch die Einheit (*Drosophila melanogaster*).

Morgan lieferte den Beweis, dass tatsächlich in den Chromosomen die Erbanlagen (Gene) lokalisiert sind und dort in einer bestimmten Reihenfolge und in bestimmten Abständen vorliegen. Er fand auch heraus, dass es Merkmale gibt, die meist zusammen vererbt werden (gekoppelte Gene) und dann auf dem gleichen Chromosom liegen.

Mit seinen Mitarbeitern beschrieb Morgan die Erscheinung des „crossing overs“ und konnten so die relativen Positionen und Abstände der unterschiedlichen Gene auf dem Chromosom feststellen. 1911 fasste er mit seinen Mitarbeitern diese Erkenntnisse zu einer ersten Chromosomenkarte (Genkarte) der Taufliege zusammen.

Für seine bahnbrechenden Leistungen erhielt er 1933 den Nobelpreis für Medizin. Morgan gilt als einer der führen „centiMorgan“ (cM) benannt worden, die den relativen Abstand zweier Gene auf einem Chromosom angibt.

Die Doppelhelix

Die Forscher OSWALD AVERY (1877 bis 1955), COLIN MCLEOD (1909 bis 1972) und MACLYN McCARTY (1911 bis 2005) erkannten 1944, dass die DNA Träger der genetischen Informationen ist.

1953 präsentierten die Forscher JAMES WATSON (geb. 1928), FRANCIS CRICK (1916 bis 2004), MAURICE WILKINS (1916 bis 2004) und ROSALIND FRANKLIN (1920 bis 1958) der Öffentlichkeit die molekulare Doppelhelix-Struktur der DNA. Sie stellten fest, dass sich das DNA-Molekül aus einem

langen Aminosäurefaden zusammensetzt und einen dreidimensionalen, spiralförmigen Doppelstrang bildet, der fein verdrillt im Zellkern liegt. Im Innenraum der Doppelhelix fügen sich die vier organischen Basen zu Paaren zusammen.

Die Forscher fanden heraus, dass diese Struktur sich selbst kopieren kann und erklärten somit den Mechanismus der Vererbung. Für diese Entdeckung erhielten Watson, Crick und Wilkins 1962 den Nobelpreis für Medizin. Rosalind Franklin, die mit ihren DNA-Röntgenaufnahmen wesentlich zur Entdeckung der DNA-Struktur beitrug, war zu dieser Zeit bereits verstorben, so dass sie nicht für diesen Preis nominiert werden konnte.

Der US-amerikanische Biochemiker ARTHUR KORNBERG (1918 bis 2007) isolierte 1956 das DNA-Polymerisations-Enzym (heute: DNA-Polymerase I) aus einem Bakterium. Zusammen mit SEVERA OCHOA (1905 bis 1993) entdeckte er den „Mechanismus in der biologischen Synthese der RNA und DNA“, wofür beide 1959 ebenfalls den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin erhielten. Ochoa wirkte auch maßgeblich an der Entschlüsselung des genetischen Codes mit.

Die Entzifferung des genetischen Codes

Der US-amerikanische Biochemiker und Genetiker MARSHALL WARREN NIRENBERG (1927 bis 2010) und sein deutscher Kollege HEINRICH MATTHAEI (geb. 1929) planten das wohl bedeutendste Experiment der Genetik des 20. Jahrhunderts. Das so genannte Poly-U-Experiment war der Schlüssel zur Entzifferung des genetischen Codes. Obwohl im gemeinsamen Labor das Experiment allein Matthaei im Mai 1961 gelang, publizierten Nirenberg und Matthaei stets

gemeinsam als Autorenschaft. Mit diesem gelungenen Experiment war es erstmalig gelungen, die Mechanismen des genetischen Codes zu begreifen, was in der Folge die komplette Entzifferung des Codes möglich machte.

ROBERT WILLIAM HOLLEY (1922 bis 1993) gelang 1962 die Isolierung bestimmter RNasequenzen. Holley erhielt zusammen mit Nierenberg und HAR GOBIND KHORANA (1922 bis 2011) 1968 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin für die „Interpretation des genetischen Codes und seiner Funktion bei der Proteinsynthese“.

Khorana wiederum gelang 1970 als erstem Wissenschaftler die künstliche Synthese eines Gens. Damit war der Weg für eine weitere Wissenschaft und Industriezweig eröffnet – der Gentechnologie.

Der US-amerikanische Biochemiker HERBERT WAYNE BOYER (geb. 1935) entwickelte zusammen mit seinem Kollegen STANLEY NORMAN COHEN (geb. 1935) eine Technik um fremde DNA in Bakterienzellen einzubauen. Beide gründeten 1976 die erste Biotechnologiefirma mit Namen „Gentech“, in der 1978 das erste synthetische Insulin hergestellt wurde. 1982 lässt die USA dieses gentechnisch hergestellte Insulin als Arzneimittel zu.

Der „genetische Fingerabdruck“ wurde 1984 von ALEC JOHN JEFFREYS (geb. 1950) entwickelt. Bald darauf folgten die ersten gentechnisch veränderten Tiere, so wurde 1987 die „Harvard-Krebs-Maus“ als erstes Tier patentiert.

Einen weiteren Höhepunkt in der Genetik starteten 1990 Wissenschaftler mit dem Human Genome Project (HGP). Sie stellten sich das Ziel, bis zum Jahr 2003 das gesamte menschliche Erbgut zu entschlüsseln.

Auf dem Weg zu diesem Ziel entzifferten 1995 Forscher das komplette Erbgut des Bakteriums *Haemophilus influenzae*. 1996 folgte die Entzifferung des Genoms eines höheren Lebewesens – der Bäckerhefe *Saccharomyces cerevisiae*.

Das erste genetisch entschlüsselte Tier war 1998 ein Fadenwurm. 1999 wurde das Chromosom 22 als erstes menschliches Chromosom komplett entziffert und im Jahre 2000 folgte die komplette Entzifferung des Erbgutes der Fruchtfliege, 2002 das Genom der Maus. 2003 konnte das Human Genome Project (HGP) abgeschlossen werden: Das menschliche Erbgut war entschlüsselt.

An diesem Projekt war CRAIG VENTER (geb. 1946) maßgeblich beteiligt. Venter gilt heute als einer der genialsten Forscher der Gegenwart, wenn auch seine Methoden oft umstritten sind und er sich mit seinem privaten Forschungsinstitut oft in den Grauzonen der Ethik bewegt. Im Jahr 2007 gelang es Venter das Erbmaterial eines Bakteriums komplett synthetisch herzustellen. 2010 fügte er selbst einen vollständigen, selbst geschriebenen, Gencode in ein Bakterium ein, dem zuvor das natürliche Erbmaterial entfernt wurde.

An der Technischen Universität Dresden arbeitet eine Forschergruppe unter der Professorin für Biophysik PETRA SCHWILLE (geb. 1968) an der Herstellung einer komplett künstlich hergestellten Zelle⁴.

Der andere, epigenetische Code

Der französische Botaniker und Zoologe JEAN-BAPTISTE PIERRE ANTOINE DE MONET, CHEVALIER DE LAMARCK (1744 bis 1829) entwickelte eine der ersten Evolutionstheorien. Er war überzeugt, dass Organismen ihre im Laufe des Lebens

erworbenen Eigenschaften von Generation zu Generation vererben. Diese als *Lamarckismus* bezeichnete Theorie wurde von vielen Genetikern lange Zeit als nicht existent verurteilt, weil sie der klassischen Genetik widersprach.

In den vergangenen Jahrzehnten wurden Phänomene beobachtet, die sich nicht mit der klassischen Genetik erklären lassen. So wurde z. B. festgestellt, dass in einer Region Schwedens die schlechten Ernährungsgewohnheiten der Großeltern sich auf das Krankheitsrisiko der Enkel auswirkte. Die im Zweiten Weltkrieg hungernden Frauen gebaren kleinere Kinder, was durchaus erklärbar ist. Ungewöhnlich ist jedoch, dass diese Kinder, die nicht an Hunger litten, ebenfalls deutlich kleinere Kinder zur Welt brachten.

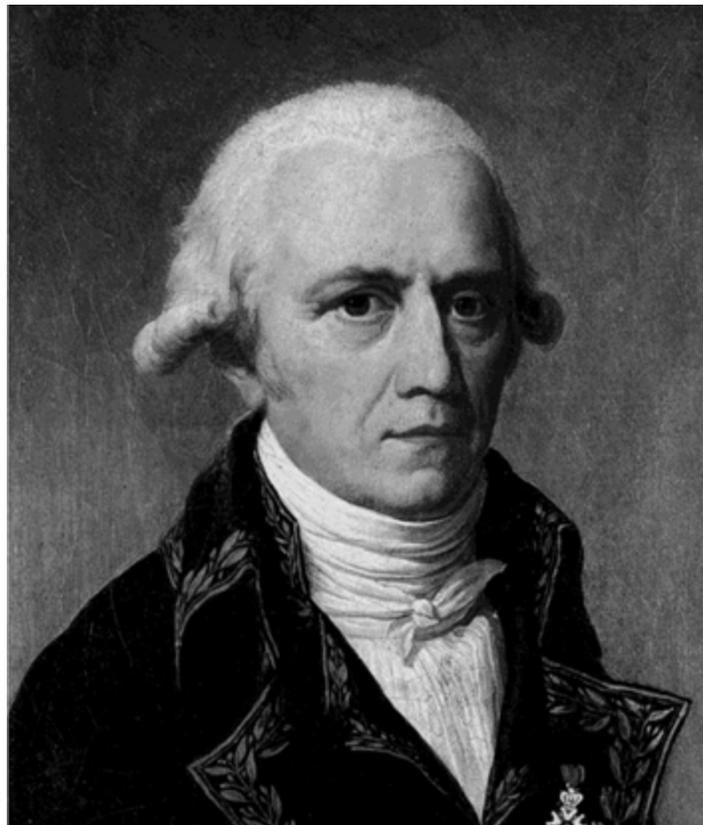


Bild 4: Jean-Baptiste de Lamarck.

In Tierversuchen stellten Forscher ähnliches fest. So setzten sie Fruchtfliegen einem Hitzeschock aus, der ihren Stoffwechsel veränderte. Die Nachkommen dieser Fliegen zeigten den gleichen veränderten Stoffwechsel wie ihre Eltern. Mäuse, die sich aufopferungsvoll um den Nachwuchs kümmern, geben diese Eigenschaft offenbar ebenfalls an ihre Nachkommen weiter.⁵ Diese Beobachtung haben Vogelzüchter ebenfalls seit langer Zeit machen können und wenden diese Erfahrung in dem Zuchtgeschehen an.

Solche Beobachtungen lassen nur einen Schluss zu: Es muss Stoffe geben, die sich erworbene Erfahrungen und Erlebnisse „merken“ können und an die Nachkommen weitergeben.

Heute wissen wir, dass tatsächlich Umweltbedingungen auf die Vererbungsmechanismen einwirken, da diese äußeren Einflüsse die Genaktivität steuern können. Diese als *Epigenetik* bezeichnete Wissenschaft begründete 1942 der britische Entwicklungsbiologe, Paläontologe, Genetiker, Embryologe und Philosoph CONRAD HAL WADDINGTON (1905 bis 1975). Dieser Wissenschaftszweig wurde lange Zeit nicht ernst genommen oder gar als Pseudowissenschaft abgetan.

Mit dieser neuen wissenschaftlichen Disziplin werden die alten Vorstellungen von den starren unveränderlichen Genen revidiert. Gene sind somit ein Leben lang formbar und können durch Lebensstil, etwa durch die Ernährung, beeinflusst und über das eigene Leben hinaus an die Kinder und Enkel weitergegeben werden.

Nach wie vor gilt, dass die DNA-Riesenmoleküle mit ihren Genen den Bauplan für den Körperbau und seinen Funktionen darstellen. Zum Ausführen des genetischen Programms benötigen die Gene jedoch Anweisungen, wann welcher Schritt auszuführen ist. Dafür sind Steuerungsgene

in den Chromosomen integriert. Es häufen sich jedoch die Hinweise, dass die Aktivität vieler Gene von außen beeinflusst wird.

Epigenetiker fanden heraus, dass Gene oder Genabschnitte entweder aktiv oder inaktiv, an- oder abgeschaltet werden können. Als Schalter dienen chemische Anhängsel („Schaltermoleküle“, Eiweiße und andere Signalstoffe), die entlang des DNA-Strangs verteilt sind. Sie helfen, das richtige Enzym in Position zu bringen, das den genetischen Code des dazugehörigen Gens abliest.

Mittlerweile wird immer deutlicher, dass dieses „Epigenom“ ebenso wichtig für die Entwicklung eines gesunden Organismus ist wie das „Genom“ mit seiner DNA. Immer klarer wird auch, dass dieses Epigenom wesentlich leichter durch Umwelteinflüsse verändert wird, als es bei den Genen der Fall ist. So steuern diese epigenetischen Schalter z. B. die Krebsentstehung. Die größte Überraschung aber ist, dass die epigenetischen Signale von den Eltern an die Kinder weitergegeben werden.

Die Entschlüsselung des epigenetischen Codes ist derzeit eine der größten Herausforderungen der Wissenschaft und beinhaltet ein enormes Potenzial. Obwohl die Erforschung epigenetischer Phänomene noch am Anfang steht, können schon heute viele wichtige Fragen beantwortet werden.

Vogelzüchter als Forscher

Auch Vogelzüchter haben sich mit den Phänomenen der Vererbung auseinandergesetzt. Wie in allen anderen Bereichen der Tier- und Pflanzenzucht war es vor allem die Anwendung einer konsequenten Auslese der Elterntiere für

eine Weiterzucht, die den teilweise enormen Zuchtfortschritt ermöglichte.

Vor allem die, über die deutschen Grenzen hinaus bekannt gewordenen, Gesangskanarienzüchter aus St. Andreasberg – der Kaufmann und Klempner PETER ERNTGES (1812 bis 1896), der Bergmann WILHELM TRUTE (1836 bis 1889) und der aus St. Andreasberg stammende, und 1885 nach Dresden übergesiedelte, HEINRICH SEIFERT (1862 bis?) – haben es verstanden, aus dem Landkanarienvogel eine neue Rasse zu züchten: den Harzer Edelroller.

Während des 1. Weltkrieges entdeckten Mischlingskanarienzüchter – der Militärgesandte GEORG BAUMPELZER aus Ostpreußen, der Fabrikdirektor i. R. CARL BALSER aus Fulda und der Eisenbahninspektor LUDWIG DAHMS aus Königsberg – das die männlichen Mischlinge aus der Kreuzung des Kapuzenzeisigs mit dem (gelben) Kanarienvogel zum Teil fruchtbar sind. Mit den Zuchtvögeln von Dahms züchtete der ostpreußische Beamte BRUNO MATERN weiter. Er erkannte das ungeheure Potenzial für die Farbenkanarienzucht und versuchte das Rot der Kapuzenzeisige auf die bis dahin nur gelb- und weißgrundigen Kanarienvögel zu übertragen.

Diese bekannten Kanarienzüchter haben sicherlich nie etwas über die Mendelschen Vererbungsregeln gehört. Sie mussten auf die altbewährte Methode der Auslesezucht zurückgreifen, was ihnen hervorragend gelang.

Der ebenfalls sehr bekannte Kanarienzüchter KARL REICH (1871 bis 1944) aus Bremen entsann sich, dass bereits im 18. Jahrhundert die Tiroler Bergleute die berühmten Gesangskanarien mit Nachtigallenschlag züchteten. Er versuchte mit Hilfe spezieller Fütterung die Gesangszeit der Nachtigallen zu verlängern, um sie als Vorsänger für seine

Gesangskanarien zu verwenden. Später kam ihm der Gedanke Grammophonplatten mit Nachtigallgesang zu verwenden.



Bild 5: Dr. Hans Duncker.

An einem Augusttag im Jahr 1921 lief Dr. HANS JULIUS DUNCKER (1881 bis 1961), der damals schon sehr bekannte Ornithologe, Erbbiologe und Rassenhygieniker aus Bremen, eine Straße entlang und hörte eine Nachtigall schlagen. Da Duncker wusste, dass Nachtigallen im August nicht mehr singen, ging er den Lauten hinterher und traf in der Wohnung von Karl Reich auf die Gesangskanarien mit Nachtigallenschlag. Forscher und Züchter wurden gute Freunde und aus dieser Freundschaft erwuchs die fruchtbare Forschungsarbeit Dr. Hans Dunckers über die Vererbungsregeln der Kanarien- und anderer Kleinvögel. Dafür stellte Karl Reich im Laufe der Zeit mehrere Hundert Kanarienvögel zur Verfügung.

Der wohlhabende Bremer Kaufmann Generalkonsul CARL HUBERT CREMER (1858 bis 1938) widmete sich in seiner Freizeit seinen Blumen, exotischen Fischen und seiner sehr ausgedehnten Vogelliebhabe. Für die sehr umfangreichen Vererbungsversuche Dunckers stellte er ab 1925 in seinem

Landhaus seine Zuchtanlagen zur Verfügung und sponserte äußerst großzügig die Zuchtprogramme.

Duncker widmete sich viele Jahre der Untersuchung der Erbgänge körperlicher Merkmale der Kanarienvögel (Färbung, Scheckung, Scheitelhaube usw.). Die Basis seiner Überlegungen waren die Mendelschen Regeln, die er schöpferisch und systematisch weiterentwickelte, experimentell und theoretisch mit Beispielen aus der Vogelzucht untersetzte.

Duncker erkannte auch die Vorarbeiten Materns zur Züchtung eines roten Kanarienvogels, widmete sich intensiv mit dieser Problematik und stellte erste Vererbungsregeln dazu auf.

Es ist Dunckers Verdienst, die Praxis der Vogelhaltung und die theoretischen Naturwissenschaften erfolgreich verknüpft zu haben. Seiner Erkenntnisse hat er in mehr als 75 Schriften veröffentlicht, wovon seine beiden Werke „Genetik der Kanarienvögel“ und „Kurzgefasste Vererbungslehre für Kleinvogelzüchter“ heute noch als leicht verständliche Standardwerke der Vogelzüchter gelten. Seine Vererbungstabellen für Wellensittiche sind heute noch in Gebrauch.

Als Genetiker schloss er sich der Argumentation der nazistischen Ideologie zur „Reinhaltung der Rasse“ an, wurde bereits 1930 Vorsitzender der Bremer Ortsgruppe der Deutschen Gesellschaft für Rassenhygiene und befürwortete die Zwangssterilisation von Behinderten. Allerdings wurde er erst unter Druck 1941 Mitglied der NSDAP. 1948 entnazifiziert, widmete er sich in seinem Ruhestand erneut der Ornithologie und reorganisierte die Vogelsammlung des Bremer Überseemuseums.

Die Aufzählung wichtiger Persönlichkeiten rund um die Genetik in der Kanarienvogelzucht wäre ohne JULIUS HENNIGER (1878 bis 1971) mehr als unvollständig. Bereits im jugendlichen Alter von 15 Jahren widmete er sich der Zucht von Kanarienbastarden. Weiter schreibt Henniger über sich:

„Ich war inzwischen nach dem damaligen Deutschen Schutzgebiete Samoa im Stillen Ozean übergesiedelt, wo ich in meiner Freizeit die Beobachtung und Erforschung der dortigen tropischen Vogelwelt betrieb. Dabei gelang es mir, mehrere für Samoa neue Vogelarten aufzufinden. Auch Prachtfinken und



Bild 6. Julius Henniger (l.) bei Züchterfreund *europäische Finkenvögel*, sowie *Yorkshire-Arthur Birnstein* in Dresden 1954.

Kanarien züchtete ich dort, bis mich 1914 der Ausbruch des 1. Weltkriegs überraschte, der eine fast sechsjährige Zivilinternierung in Neuseeland zur Folge hatte. Nach meiner Entlassung blieb ich in Auckland, der größten Handelsstadt Neuseelands, hängen und war gerade mit der