

# »Zu radikal für die Zeit«.

## Biographie und Literatur von / zur Genetikerin und Nobelpreisträgerin Barbara McClintock (USA 1902–1992)

**Margarete Maurer** Abdruck aus: Margarete Maurer/Luise Berthe-Corti/Gerda Freise/Patricia Hynes/Dolly Wittberger: *Forschen Frauen anders? Arbeitspapiere* aus dem RLI, Nr. 3, Wien (ViF/RLI-Verlag) 2001. Wir danken dem Verlag für die freundliche Abdruckgenehmigung.

Abdruck und Redaktion dieser META-THEMEN wurden wiederum von Margarete Maurer (Rosa-Luxemburg-Institut, <http://www.rli.at/>) betreut.<sup>1</sup>

Barbara McClintock wurde am 16. Juni 1902 in Hartford/Connecticut in den USA geboren. Nach ihrem High-School-Abschluss 1918 arbeitete sie in einem Stellenvermittlungsbüro. Das Studium der Botanik begann sie 1920 an der Cornell-Universität in Ithaca, die ebenso wie die Universität Chicago als für das Frauenstudium besonders aufgeschlossen galt. Als Erstfach wählte McClintock Zytologie<sup>2</sup> und als Neben- und als Nebenfächer Genetik und Zoologie. Während des Studiums hatte sie eine bezahlte (Hilfs-) Assistentinnenstelle inne und beschäftigte sich mit der Identifizierung und Charakterisierung von Mais-Chromosomen<sup>3</sup>. Dabei konnte sie in wenigen Tagen – durch die Abwandlung eines kurz zuvor von dem Zytologen Belling entwickelten Färbeverfahrens – eine neue und erfolgreiche Methode hierfür finden; ihr Dienstgeber freute sich allerdings nur bedingt hierüber, denn er selbst hatte dies schon lange vergeblich versucht. Durch Barbara McClintocks Arbeit war es möglich, die einzelnen Mais-Chromosomen hinsichtlich ihrer Länge, Form und Struktur lichtmikroskopisch zu bestimmen und voneinander zu unterscheiden sowie Veränderungen festzustellen.

1927 schloss sie ihr Studium mit dem Ph.D., dem amerikanischen Dokortitel, ab und wurde *instructor*<sup>4</sup> an der Cornell an der Cornell-Universität. Gemeinsam mit den zwei interessierten und hochmotivierten Studenten Marcus Rhoades und George Wells Beadle<sup>5</sup>, mit denen sie, mit denen sie ihr Leben lang befreundet bleiben sollte, veranstaltete sie eigene Diskussions-Seminare ohne Professor. Sie veröffentlichte zwischen 1929 und 1931 eine Reihe wissenschaftlicher Publikationen, durch welche sie den Mais zu einem wichtigen Untersuchungsobjekt der zytogenetischen Forschung machte – er erhielt dadurch als Versuchsobjekt einen ähnlichen Stellenwert wie die Taefliege *Drosophila melanogaster*<sup>6</sup> – und durch die McClintock sich als eine der führenden amerikanischen Zell-GenetikerInnen<sup>7</sup> etablieren konnte. Zusammen mit ihrer (einzigen) Mitarbeiterin Harriet Creighton, die 1929 als Studentin – zwecks Dissertation – nach Cornell kam, erbrachte sie 1931 den endgültigen Beweis für die chromosomale Basis der Vererbung. Die beiden Wissenschaftlerinnen konnten zeigen, dass der Austausch genetischen Materials während der Bildung der Geschlechtszellen durch einen Austausch von chro-

mosomalem Material begleitet wird. Dieses Experiment wurde später als »eines der wirklich großen Experimente der modernen Biologie« bezeichnet und in eine Reihe gestellt mit den Forschungen eines Gregor Mendel, Thomas H. Morgan und Hermann J. Muller – also mit den Arbeiten von Genetikern, die aus späterer Sicht anerkannt Biologiegeschichte geschrieben haben<sup>8</sup>.

In der Zeit von 1931 und 1933 forschte Barbara McClintock am *California Institute of Technology* in Pasadena, an der Universität Missouri in Columbia und gleichzeitig im Labor der Cornell Universität, zwischen welchen Instituten sie – auf der Basis eines zweijährigen Stipendiums des *National Research Council*<sup>9</sup> – in einem kleinen Sportwagen hin und her pendelte. In dieser Zeit entdeckte sie die Ringchromosomen in Mais, und sie identifizierte die Kernorganisationsregion (NOR, *nucleolar organizer region*), einen speziellen Zellbereich, der notwendig ist, damit sich die Kernkörperchen (*nucleoli*) der Zellkerne bilden können (sogar noch rund fünfzig Jahre später – im Jahr 1982 – sollte sie allerdings feststellen müssen, dass die meisten ZellbiologInnen »die volle Bedeutung der Organisierung ... noch gar nicht erkannt« hatten).

1933 ging sie als Stipendiatin der Guggenheim-Stiftung<sup>10</sup> nach Deutschland nach Deutschland an die Universität Freiburg, kehrte jedoch aufgrund der politischen Situation frühzeitig in die Staaten und nach Cornell zurück. In den darauffolgenden Jahren war sie weiterhin – da ohne Anstellung – auf Forschungsgelder aus Stiftungen angewiesen. Aufgrund der Bemühungen ihres Freundes Lewis Stadler<sup>11</sup> wurde ihr schließlich 1936 an der Universität von Missouri eine Assistenzprofessur angeboten. Position und Bezahlung entsprachen keineswegs ihren wissenschaftlichen Leistungen und Erfolgen, aber zu dieser Zeit waren Positionen, die für Frauen an den Universitäten zugänglich waren, im allgemeinen beschränkt auf Assistenzstellen oder die Tätigkeit als *instructor*<sup>12</sup>. Nur durch besondere Unterstützung durch einzelne männlicher Wissenschaftler, wie auch im Falle McClintocks, war der Zugang zur wissenschaftlichen Forschung möglich. Der Frauenanteil an den Professuren von Frauen-Hochschulen (*Women's Colleges*<sup>13</sup>) hingegen war in den



Barbara McClintock  
(Abb. The Nobel Foundation)

zwanziger und dreißiger Jahren relativ hoch. Lehrerin an einem solchen College zu werden, war damals für viele Wissenschaftlerinnen ein charakteristischer Weg – ein Weg, der jedoch für Barbara McClintock nicht in Frage kam: Sie wollte kein »*lady scientist*« werden, sondern forschen.

Für McClintock gab es jedoch in Missouri trotz ihrer hervorragenden Leistungen auf die Dauer keine Entwicklungs- bzw. Aufstiegschancen – d. h. keine Aussichten auf eine ihrem Können entsprechende Stellung, und von Anfragen anderer Institutionen unterrichtete man sie nicht, denn man wollte sie als hochqualifizierte Wissenschaftlerin behalten, ohne ihr die entsprechende Stellung zu geben. Da dieses Klima für sie immer unerträglicher wurde, verließ sie im Juni 1941 die Universität Missouri und lud sich bei dem Genetiker Milislav Demerec<sup>14</sup> nach Cold Spring nach Cold Spring Harbor<sup>15</sup> ein, wo ihr al ein, wo ihr alter Freund Marcus Rhoades, der gerade eine Stelle an der Columbia-Universität in New York angenommen hatte, in Zukunft seinen Mais anzubauen plante. Mit Hilfe der Unterstützung von Milislav Demerec, der Direktor der Abteilung für Genetik wurde, erhielt McClintock im Dezember 1941 für ein Jahr eine Forschungsstelle am Carnegie<sup>16</sup> Institute o Institute of Washington in Cold Spring Harbor. Hier führte sie über zwei Jahre lang ihre Forschungen durch. Außerhalb der Sommerzeiten, in der viele Kollegen nach Cold Spring Harbor kamen, musste sie dabei zumeist völlig alleine arbeiten, da sie hier die einzige MaisgenetikerIn war und ihr außerdem viele männliche Kollegen mit Unverständnis oder gar Missachtung begegneten. Es freute sie daher sehr, als sie 1944 von George Beadle<sup>17</sup> nach Stanford nach Stanford gerufen wurde, um an der Identifizierung der Chromosomen von *Neurospora* – also derjenigen Pilze, die auf Brot wachsen – zu arbeiten, dem neuen Untersuchungsobjekt von Beadle. Wegen der besonderen Kleinheit dieser Chromosomen hatte noch niemand dieses Problem bewältigen können. McClintock löste diese Aufgabe jedoch

und schloss das Projekt sehr erfolgreich ab.

Gleichfalls 1944 wurde McClintock in die Nationale Akademie der Wissenschaften aufgenommen (als dritte Frau überhaupt) und außerdem zur Präsidentin der Genetischen Gesellschaft von Amerika (GSA, *Genetics Society of America*) ernannt, wodurch sie zur ersten Frau in dieser Position wurde. Sie kehrte an die Cornell-Universität und später nach Cold Spring Harbor zurück. Hier begann sie auch ihre Arbeiten zur so genannten »Transposition« – insbesondere mit Hilfe klassischer Kreuzungsexperimente. Sie arbeitete die nächsten sechs Jahre an dieser ihrer bedeutendsten Entdeckung, für die sie allerdings erst 1983 mit dem Nobelpreis für Medizin ausgezeichnet wurde. McClintock betonte, dass die genetischen Elemente im Chromosom nicht wie Perlen auf einer Schnur fix aneinander gereiht sind, sondern dass sie sich bewegen und ihre Position verändern können, und dass dies Folgen für die Gen-Expression<sup>18</sup> hat. Die Trans hat. Die Transposition besteht darin, dass ein genetisches Element sich aus seiner Lage ablöst und in eine andere Stelle am Chromosom einfügt. Diese »springenden Gene« entdeckte sie anhand von Beobachtungen von Veränderungen im Sprengelmuster des Indianermaises: »Sie konnte bei *Zea mays* L. in einer Serie außerordentlich eleganter Studien den Nachweis führen, dass eine Reihe von Mutationen auf der Insertion<sup>19</sup> eines genetischen Elementes an dem Ort des mutierten Gens beruhen. Diese Elemente konnten selber nachweisbare genetische Eigenschaften haben. Sie konnten in einem zweiten Transpositionereignis den Ort des mutierten Gens wieder verlassen. In diesen Fällen konnte das mutierte Gen seine ursprüngliche Aktivität wieder aufnehmen, d. h. zum Wildtyp zurückmutieren. Das transponierbare Element tauchte an einer anderen Stelle wieder auf, wo es seine alten Eigenschaften entfalten konnte.«<sup>20</sup>, so Peter Sta, so Peter Starlinger 1982/1984. Für McClintock war der Vorgang der Transposition ein Mechanismus, mit dem der Zusammenhang zwischen unterschiedlichen, gleichwohl aber miteinander in Beziehung stehenden phänotypischen Tatsachen<sup>21</sup> einerseits und einerseits und chromosomalen bzw. genetischen Vorgängen andererseits erklärt werden konnten. Die Transposition spielte für McClintock sowohl für die – ihrer Meinung nach *veränderliche* und keineswegs statische – Struktur des Genoms als auch in der embryonalen Entwicklung der Pflanzen – und davon ausgehend, aller Organismenarten – eine gewichtige Rolle (das Vorhandensein ähnlicher Mechanismen in vielen anderen Organismenarten – nicht nur in Mais – wurde inzwischen bestätigt). Bedeutsam sei die Transposition schließlich auch für die Evolution: Transposons würden sich in fremdes Erbgut integrieren, bei dessen Verlassen zu Mutationen und damit zu veränderten phänotypischen Merkmalen führen und so zur Entstehung neuer Arten beitragen (dies ist auch heute ein Diskussions-

punkt). Insbesondere ist offen, ob die Transposition auch ein Mittel ist, mit dessen Hilfe der Organismus auf *Umweltreize*, zum Beispiel auf Stresssituationen, reagieren und sich in seiner genetischen Organisationsstruktur veränderten Umweltbedingungen anpassen kann (dies widerspricht den Annahmen des Neodarwinismus).

Als McClintock ihre Ergebnisse und ihre Sicht der genetischen Regulation 1950, 1951 und 1953 einem größeren Publikum präsentierte, war die Resonanz gering, und auch für viele weitere Jahre wurden ihre grundlegenden Entdeckungen weitgehend ignoriert<sup>22</sup>. Manche Geneti. Manche GenetikerInnen waren der Meinung, dass ihr System so komplex sei, dass es jedes beliebige ungewöhnliche genetische Verhalten erklären könne (und daher nicht mehr spezifisch genug sei), und andererseits, dass es so ungewöhnlich sei, dass sie seine Universalität – das heißt seine Gültigkeit auch für andere Arten als den Mais – nicht für wahrscheinlich hielten. McClintock selber schrieb später, 1987, dass sich die Genetik damals noch in einem vergleichsweise ungeformten Zustand befunden habe und keine klare Vorstellung von der Natur der Gene vorhanden gewesen sei; »Gene« seien weitgehend hypothetische Einheiten geblieben, bevor sie nicht auf andere Weise bestätigt worden seien. Ihr eigenes Verstehen des Phänomens der Transposition, sagte sie in ihrer Nobelpreisrede 1983, sei »viel zu radikal für die Zeit« gewesen – »stillschweigende Annahmen« – nämlich der Inhalt des herrschenden »Dogmas« der Genetiker – hätten »eine Barriere für eine effektive Kommunikation« gebildet (das »zentrale Dogma« beinhaltete u.a. die Vorstellung einer sehr großen Starrheit des Genoms und eine nur *einseitige* Richtung der »Informationsflüsse« in der Zelle).

McClintock arbeitete die folgenden Jahre vorwiegend für sich, wie aus einer Übersicht über ihre *Publikationen* geschlossen werden kann: Zwischen 1956 und 1978 hielt sie lediglich vier Vorträge vor Publikum, das heißt auf Symposien, welche zwar publiziert wurden, aber auf wenig Resonanz stießen. Weitere Berichte veröffentlichte sie mit wenigen Ausnahmen nur noch in den Jahrbüchern der *Carnegie Institution* – dies waren die offiziellen Tätigkeitsberichte für ihre eigene Institution. Ihr Nachlass umfasst hingegen mehr als eintausend Seiten an Manuskripten und Berichten über kontrollierende Elemente in Mais allein für die Zeit zwischen den fünfziger und sechziger Jahren. Erst in den siebziger Jahren – nachdem man an *E. coli*<sup>23</sup> ähnliche Prozesse festgestellt hatte – begann man, den Arbeiten Barbara McClintocks zur Transposition die ihrer Bedeutung angemessene Beachtung zu schenken. 1983 erhielt sie dafür den Nobelpreis für Medizin.

Dass die für die moderne Genetik so wichtige Entdeckung der Transposition durch Barbara McClintocks erst sechs- und dreißig Jahre später wirklich anerkannt wurde, hatte nicht nur mit man-

gelndem Respekt vor einer Wissenschaftlerin und Ignoranz gegenüber weiblichen Leistungen zu tun, sondern auch damit, dass manche Kollegen den individuell entwickelten Forschungsansatz McClintocks, ihre naturphilosophischen Voraussetzungen sowie ihre sprachlichen Ausdrucksweisen und komplexen Vorstellungswelten intellektuell nur schwer nachvollziehen konnten, und man(n) es außerdem zu dieser Zeit vielfach für zu gewagt hielt, solche komplexen Untersuchungsfragen an einer höheren Nutzpflanze wie dem Mais zu untersuchen, wie McClintock dies tat. Die Struktur der DNS, der Desoxyribonukleinsäure, als Trägerin der Erbsubstanz, war noch nicht bekannt und wurde nach der Formulierung des berühmten Doppelhelix-Modells durch James Watson und Francis Crick 1953 viele Jahre lang auch als zu starr aufgefasst, wie oben erwähnt. Barbara McClintocks Auffassungen unterschieden sich gravierend vom wissenschaftlichen *mainstream* – dem Hauptstrom – ihrer Zeit: sie war ihm weit voraus. Erst als ihre Ergebnisse durch die stürmische Entwicklung der Molekularbiologie bzw. mittels deren neuen Methoden bestätigt und ähnliche Vorgänge auch an anderen Organismen gefunden wurden, wurde vielen die Bedeutung ihrer Entdeckungen einsichtig.

Barbara McClintock erhielt neben anderen zahlreichen Preisen und Auszeichnungen Ehrendokorate der Rockefeller-<sup>24</sup> und der Harvar und der Harvard-Universität. Eine angemessene Stellung ist ihr jedoch während ihres ganzen Lebens nicht angeboten worden. Die Genetikerin starb im Alter von 90 Jahren Anfang September 1992 in New York.

## Literatur zu Barbara McClintock

\*Barahona, Ana: Explanation in Biology and the Work of Barbara McClintock. Paper at the International Congress of the International Society for the History, Philosophy and Social Studies of Biology, held at Leuven, Belgium, 19–23. July, 1995 (Manuskript).

\*Barahona, Ana: Barbara McClintock and the Transposition Concept, in: International Archive d'Histoire des Sciences, 1995.

\*Barahona, Ana/Ayala, Francisco J.: La importancia del contexto y el trabajo de Barbara McClintock, in: *Arbor*, 1995.

Campbell, Allan : Insertion by phages and Transposons, in: Fedoroff, Nina V./Botstein, David (Hg.): *The Dynamic Genome: Barbara McClintock's Ideas in the Century of Genetics*, New York 1992, S. 109–114.

Cherfas, Jeremy/Conor, Steve: How restless DNA was tamed, in: *New Scientist*, 13 October 1983, S. 78–79.

Comfort, N.C.: Two Genes, No Enzyme: A Second Look at Barbara McClintock and the 1951 Cold Spring Harbor Symposium, in: *Genetics* 140, August, 1995, S. 1161–1166.

Effe-Stumpf, Gertrud/Glässing, Gabriele/Habigsberg, Annette: Weibliche Wege zu Naturwissenschaft und Computer?, *AMBOS Unter-*

<p>richt Frauenstudien, Bielefeld (Oberstufenkolleg des Landes NW an der Universität Bielefeld, AMBOS, Arbeitsmaterialien aus dem Bielefelder Oberstufen-Kolleg, Nr. 27) 1988, S. 94–97.</p> <p>Fedoroff, Nina V.: Springende Gene beim Mais, in: Spektrum der Wissenschaft 8, 1984, S. 36–47, abgedruckt in: Erbsubstanz DNA: vom genetischen Code zur Gentechnologie, Heidelberg (Springer, Spektrum der Wissenschaft: Verständliche Forschung), 2. Aufl. 1986, S. 146–157.</p> <p>*Fedoroff, Nina V./Botstein, David (Hg.): The Dynamic Genome: Barbara McClintock's Ideas in the Century of Genetics, New York (Cold Spring Harbor Laboratory Press) 1992.</p> <p>Fedoroff, Nina V.: Maize Transposable Elements: A Story in Four Parts, in: Fedoroff, Nina V./Botstein, David (Hg.): The Dynamic Genome: Barbara McClintock's Ideas in the Century of Genetics, New York 1992, S. 389–415.</p> <p>Fölsing, Ulla: Barbara McClintock: Medizin-Nobelpreis 1983, in: Dies.: Nobel-Frauen. Naturwissenschaftlerinnen im Portrait, München (C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung; Beck'sche Reihe 426) 1990, S. 100–115.</p> <p>Green, Mel. M.: Annals of Mobile DNA Elements in Drosophila: The Impact and Influence of Barbara McClintock, in: Fedoroff, Nina V./Botstein, David (Hg.): The Dynamic Genome: Barbara McClintock's Ideas in the Century of Genetics, New York 1992, S.117– 122.</p> <p>*Hemleben, Vera: Molekularbiologie der Pflanzen, Stuttgart (G. Fischer, UTB 1533) 1990, Vorwort, S. VII.</p> <p>*Keller, Evelyn Fox : A Feeling for the Organism. The Life and Work of Barbara McClintock, San Francisco (W. H. Freeman) 1983. – Deutsche Ausgabe: Barbara McClintock. Die Entdeckerin der springenden Gene. Aus dem Amerikanischen von Gerald Bosch, Basel–Boston–Berlin (Birkhäuser, Lebensgeschichten aus der Wissenschaft) 1995.</p> <p>*Keller, Evelyn Fox: Zum Tod von Barbara McClintock, in: Gen-etischer Informationsdienst (G.I.D.), Nr. 82, 1992, S. 10–11 (leicht gekürzter Beitrag aus dem Berliner Frauenprogrammheft Blattgold, Nr. 10/1992).</p> <p>Kirkup, G./Keller, L. Smith: A Feeling for the Organism: Fox Keller's Life of Barbara McClintock', in: G. Kirkup/L. Smith Keller: Inventing Women: Science, Technology and Gender, Cambridge–Oxford (Polity Press) 1992, S. 188–195.</p> <p>*Klupsch, Romy: Barbara McClintock, in: Koryphäe, Nr. 4, Oktober 1988, S. 24–28.</p> <p>Kretschmar, Gisela: Nicht nur Madame Curie... . Fünf unbekannte Nobelpreise für Frauen, [Köln], o. J. (Rundfunkmanuskript).</p> <p>Nature: Nobel Prize to Barbara McClintock, in: Nature, Vol. 305, 13. Oktober 1983, S. 575.</p>	<p>Nevers, Patricia/Saedler, Heinz: Transposable Genetic Elements as Agents of Gene Instability and Chromosomal Rearrangements, in: Nature 268, 1977, S. 109.</p> <p>The Nobel Foundation: Les Prix Nobel. The Nobel Prize 1983, Stockholm 1984 (mit Angaben zum wissenschaftlichen Werdegang von Barbara McClintock).</p> <p>NW: Späte Anerkennung für die Mutter der Genetik. Medizin-Nobelpreis an Barbara McClintock, in: NW, 11.10.1983.</p> <p>Rennie, John: Neue Drehs der DNA. Trends in der Genetik, in: Spektrum der Wissenschaft, Nr. 5, Mai 1993, S. 32–40.</p> <p>Rheinberger, Hans Jörg: Barbara McClintock, in: Brockhaus-Bibliothek »Die Großen der Welt«, 1996 oder 1997 (vorläufige Fassung, Ms.).</p> <p>Rhoades, Marcus: Barbara McClintock: Statement of Achievements. Statement for the National Academy of Sciences, 1967 (unpublished).</p> <p>Rhoades, Marcus M.: The Early Years of Maize Genetics, in: Annual Revue of Genetics, Vol. 18, 1984, S. 21. – Abgedruckt in: Fedoroff, Nina V./Botstein, David (Hg.): The Dynamic Genome: Barbara McClintock's Ideas in the Century of Genetics, New York 1992, S. 45–69.</p> <p>Rhoades, Marcus: Barbara McClintock. An Appreciation, in: Maydica XXXI, 1986, S. 3.</p> <p>*Ries, Renate: »Das Leben ist viel wunderbarer, als uns die Wissenschaft erkennen läßt« – Barbara McClintock (*1902), Nobelpreis für Medizin 1983, in: Charlotte Kerner (Hg.): Nicht nur Madame Curie... Frauen, die den Nobepreis bekamen, Weinheim (Beltz &amp; Gelberg) 1990; 2. Auflage 1991, S. 273–296.</p> <p>Spektrum der Wissenschaft: Nobelpreis für Medizin, Dezember 1983, S. 16+18.</p> <p>*Starlinger, Peter: Transposition: Ein neuer Mechanismus zur Evolution. Vortrag vor der Rheinisch-Westfälischen Akademie der Wissenschaften am 1. Dezember 1982. Sonderdruck aus: Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften. Vorträge N 328, Opladen (Westdeutscher Verlag) 1984, S. 7.</p> <p>*Tappeser, Beatrix: Nobelpreisträgerinnen für Physik, Chemie, Medizin – gibt es die überhaupt? in: Sabine Berghahn u. a. (Hg.): Wider die Natur? Frauen in Naturwissenschaft und Technik, Berlin (Elefant Press) 1984, S. 258–261.</p> <p>*W., R.: Muster im Mais. Medizin-Nobelpreis für Barbara McClintock, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ), [1983].</p> <p>Weisbach, Margot: Barbara McClintock, 1902, Nobelpreis für Medizin 1983, in: Dies.: Die Töchter Nobels. Eine Studie über das Leben der Preisträgerinnen, Lünen/Westfalen (Wuth) 1990, S. 142–145.</p>	<p><b>Publikationen von Barbara McClintock (Auswahl, chronologisch)</b></p> <p>Quellen: Lehrbücher der Genetik, Aufsätze von Ana Barahona 1995 und The Collected Papers of Barbara McClintock 1987. Zu beachten ist, dass McClintock mehrfach – insbesondere im Carnegie Institution of Washington Yearbook (CIWYB) – verschiedene Artikel mit derselben Überschrift veröffentlicht hat, deren Inhalte aber nicht identisch sind. – Die hier gegebene Auswahl umfaßt insbesondere die von Barbara McClintock in ihrer Einleitung zu den Collected Papers selbst genannten – weil für ihre Entwicklung des Konzepts flexibler genetischer Elemente bedeutungsvoll gewesen – Arbeiten, ihre allererste Publikation von 1926 sowie einige weitere von FachkollegInnen als wichtig erachtete Arbeiten.</p> <p>Randolph, L.F./McClintock, Barbara: Polyploidie in <i>Zea mays</i> L., in: American Naturalist 60, 1926, S. 99–102 Creighton, H.S./McClintock, Barbara: A Correlation of Cytological and Genetical Crossing-over in <i>Zea mays</i>, in: Proceedings of the National Academy of the Sciences 17, 1931, S. 492–497. – Abdruck in: J. A. Peters (Hg.): Classic Papers in Genetics, Englewood Cliffs/N. J. (Prentice Hall) 1959, S. 155–160, und in: M. L. Gabriel/S. Iain Fogel (Hg.): Great Experiments in Biology, Englewood Cliffs/N. J. (Prentice Hall) 1955, S. 267–272.</p> <p>McClintock, Barbara: A correlation of ring-shaped chromosomes with variegation in <i>Zea mays</i>, in: Proceedings of the National Academy of the Sciences 18, S. 677–681.</p> <p>McClintock, Barbara: The production of maize plants mosaic for homozygous deficiencies: Simulation of the <i>bm1</i> phenotype through loss of the <i>Bm1</i> locus, in: Genetics 22, 1937, S. 200.</p> <p>McClintock, Barbara: A method for detecting potential mutations of a specific chromosomal region, in: Genetics 23, 1937, S. 159.</p> <p>McClintock, Barbara: The production of homozygous deficient tissues with mutant characteristics by means of the aberrant mitotic behavior of ring-shaped chromosomes, in: Genetics 23, 1938, S. 315–376.</p> <p>McClintock, Barbara: The fusion of broken ends of sister half-chromatids following chromatid breakage at meiotic anaphases, in: Missouri Agricultural Experiment Station Research Bulletin 290, 1938, S. 1–48.</p> <p>McClintock, Barbara: The behavior in successive nuclear divisions of a chromosome broken at meiosis in: Proceedings of the National Academy of the Sciences 25, 1939, S. 405–416.</p> <p>McClintock, Barbara: The stability of broken ends of chromosomes in <i>Zea mays</i>, in: Genetics 26, 1941, S. 234–282.</p> <p>McClintock, Barbara: The association of mutants with homozygous deficiencies in <i>Zea mays</i>, in: Genetics 26, 1941, S. 542–571.</p> <p>McClintock, Barbara: The Fusion of broken ends of chromosomes following nuclear fu-</p>
--	--	--

sion, in: Proceedings of the National Academy of the Sciences 28, 1942, S. 458–463.

McClintock, Barbara: Maize Genetics, in: Carnegie Institution of Washington Yearbook (CIWYB) 41, 1942, S. 181–186.

McClintock, Barbara: Maize Genetics, in: CIWYB 42, 1943, S. 148–152.

McClintock, Barbara: Maize Genetics, in: CIWYB 43, 1944, S. 127–135.

McClintock, Barbara: The relation of homozygous deficiencies to mutations and allelic series in maize, in: Genetics 29, 1944, S. 478–502.

McClintock, Barbara: Maize Genetics, in: CIWYB 45, 1946, S. 176–186.

McClintock, Barbara: Cytogenetic Studies of Maize and Neurospora, in: CIWYB 46, 1947, S. 146–152.

McClintock, Barbara: Mutable Loci in Maize, in: CIWYB 47, 1948, S. 155–169.

McClintock, Barbara: The Origin and Behavior of Mutable Loci in Maize, in: Proceedings of the National Academy of the Sciences 36, 1950, S. 344–355.

McClintock, Barbara: Chromosome Organization and Genic Expression, in: Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology 16, 1951, S. 13–47.

McClintock, Barbara: Mutable Loci in Maize, in: CIWYB 51, 1952, S. 212–219.

McClintock, Barbara: Induction of Instability at Selected Loci in Maize, in: Genetics 38, 1953, S. 579–599.

McClintock, Barbara: Controlling elements and the gene, in: Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology 21, 1956, S. 197–216(.

McClintock, Barbara: Intranuclear systems controlling gene action and mutation, in: Brookhaven Sympos. in Biology 8, 1956, S. 58–74 (Symposium held in June, 1955)(.

McClintock, Barbara: Some parallels between gene control systems in maize and bacteria, in: American Naturalist 95, 1961, S. 265–277.

McClintock, Barbara: Further studies of gene-control systems in maize, in: CIWYB 61, 1962, S. 448–461.

McClintock, Barbara: Topographical Relations between Elements of Control Systems in Maize, in: CIWYB 62, 1962/63, S. 486–493.

McClintock, Barbara: Aspects of Gene Regulation in Maize, in: CIWYB 63, 1964, S. 592–602.

McClintock, Barbara: The control of gene action in maize, in: Brookhaven Sympos. in Biology 18, 1965, S. 162–184.

McClintock, Barbara: Genetic systems regulating gene expression during development, in: Developmental Biology, Supplement 1: The 26th Symposium of the Society for De-

velopmental Biology (June, 1967), Control Mechanisms in Developmental Processes, New York (Academic Press) 1968, S. 84–112.

McClintock, Barbara: Development of the maize endosperms a revealed by clones, in: The Clonal Basis of Development, 36th Symposium of the Society for Developmental Biology (June, 1977), New York (Academic Press) 1978, S. 217–237.

McClintock, Barbara: Mechanisms that rapidly reorganize the genome, in G. P. Reder (Hg.): Stadler Genetics Symposium, Vol. 10, Columbia/Mo. (The Curator of the University of Missouri), 1978, S. 25–48.

McClintock, Barbara: The significance of responses of the Genome to Challenge, in: Science. Reprint Series, Vol. 226, 16. November 1984, S. 792–801. – Abgedruckt in: Fedoroff, Nina V./Botstein, David (Hg.): The Dynamic Genome: Barbara McClintock's Ideas in the Century of Genetics, New York 1992. S. 626–635. – Gleichfalls erschienen in: Lex Prix Nobels en 1984, Stockholm (P.A.Norstedt & Söhner) 1984 und in Nobel Lectures, Amsterdam–New York (Elsevier).

McClintock, Barbara: The Discovery and Characterization of Transposable Elements. The Collected Papers of Barbara McClintock, New York–London (Garland) 1987 (enthält Liste von 73 Publikationen).

**Anmerkungen**

- 1 Quellen: Siehe die mit einem \* Stern gekennzeichneten Titel in der umseitigen Liste der Sekundärliteratur.
- 2 Zytologie oder Cytologie = Zellenlehre, untersucht die per Licht- und per Elektronenmikroskop erfassbaren Strukturen der Zelle.
- 3 Chromosomen = fadenförmige Gebilde im Zellkern, die bei der Kernteilung unter dem Mikroskop sichtbar gemacht werden können; sie tragen die Gene.
- 4 *instructor* = Mitglied der Universität auf der untersten akademischen Stufe – lehrend, aber nicht mit eigenem Lehrauftrag versehen.
- 5 George Wells Beadle, geboren 1903 in Wahoo/Nebraska, gestorben am 30. September 1989 in Pomona/California, sollte 1958 – gemeinsam mit dem Genetiker Joshua Lederberg und dem Biologen Edward Lawrie Tatum – für biochemische Erbforschungen den Medizin-Nobelpreis erhalten; wurde 1960 Rektor der Universität von Chicago.
- 6 Taufeliege *Drosophila melanogaster* = wegen der kurzen Zeitspanne der Generationenfolge Lieblingsobjekt der GenetikerInnen (vgl. auch Robert E. Kohler: *Lords of the Fly. Drosophila Genetics and the Experimental Life*, Chicago 1994).
- 7 Zell-Genetik oder *Cytogenetics* = Wissenschaft, die die Untersuchung der unter dem Mikroskop sichtbaren Strukturen der Zelle (Zytologie) mit der Genetik, der Wissenschaft von den Vererbungsvorgängen, verknüpft.
- 8 Mordecai L. Gabriel/Seymour Fogel (Hg.): *Great Experiments in Biology*, Englewood Cliffs, 18. Aufl. 1955; Zitat: S. 268. Die produktive Zusammenarbeit mit Harriet Creighton endete 1934, da diese Cornell verließ, um Lehrerin an einem Frauencollege zu werden.
- 9 Das *National Research Council* der USA ist vergleichbar mit der Deutschen Forschungsgemeinschaft der BRD.
- 10 Guggenheim-Stiftung: Gegründet von dem Ehepaar Florence und Daniel Guggenheim (geboren 1856 in Port Washington, gestorben am 28. September 1930).
- 11 Lewis John Stadler, geboren am 6. Juli 1896 in Florida, gestorben 1954, Genetiker, Agronom, führte landwirtschaftliche Pflanzenzuchtexperimente auf

- dem Gebiet der Mais-Genetik sowie Feldexperimente durch; 1925–1926 Mitglied des naturwissenschaftlichen Forschungsrates.
- 12 *instructor*: siehe Anm. 4.
  - 13 Heute sind zumindest unter den Studentinnen »Die amerikanischen Frauen-Colleges ... wieder gefragt« (Suzanne Seeland: *Das Old Girl's Network* funktioniert, in: Frankfurter Rundschau, Samstag, 18. Oktober 1986, S. ZB 5, »Frau und Gesellschaft«).
  - 14 Milislav Demerec, geboren am 11. Januar 1895 in Ostajnica/Jugoslawien, gestorben 1966, Biologe, Pflanzenzüchter, ab 1923 an der Abteilung für Genetik – Station für experimentelle Evolution am Carnegie-Institut (siehe unten, Anm. 16). Arbeitete auch mit Mais, *Drosophila* (= Fruchtfliege) und *Delphinium* (= Rittersporn).
  - 15 Dieses Laboratoriumsgelände der Carnegie-Stiftung (siehe unten, Anm. 16) in Cold Spring Harbor liegt etwa vierzig Meilen östlich von Manhattan.
  - 16 Andrew Carnegie, geboren am 25. November 1835 in Dunferline/Schottland, gestorben am 11. August 1913 in Lennox/Mass., Stahl-Industrieller und Philanthrop, Gründer der Carnegie-Institution, förderte und unterstützte mit 350 Millionen Dollar zahlreiche wissenschaftliche und kulturelle Einrichtungen.
  - 17 Zu George Beadle siehe Anm. 5.
  - 18 »Gen-Expression« bedeutet, daß ein Gen in Funktion ist, »angeschaltet« wird. McClintock hatte seit 1931 durch Röntgenstrahlung veränderte Pflanzen, d. h. durch Bestrahlung erzeugte »Mutantens«, genetisch veränderte Pflanzen bzw. Chromosomen, untersucht.
  - 19 »Insertion« eines genetischen Elementes = Einbau eines genetischen Elementes.
  - 20 Peter Starlinger: Transposition: Ein neuer Mechanismus zur Evolution, Opladen 1984, S. 7. – Peter Starlinger, Professor für Genetik an der Universität Köln, hatte selbst seit Mitte der sechziger Jahre über Transposition gearbeitet – allerdings vorwiegend an Bakterien – und kannte McClintock persönlich, von einem Aufenthalt als junger Forschungsstipendiat in Cold Spring Harbour her.
  - 21 »Phänotyp« (von *phain-omai* = zu erscheinen): sichtbares, physisches oder körperliches Erscheinungsbild eines Lebewesens, im Gegensatz zum »Genotyp« oder »Anlagentypus«, seiner genetischen Struktur bzw. der Summe seiner Erbanlagen, die nur durch wissen-

- schaftliche Analyse erkannt werden kann. Phänotypische Veränderungen müssen, wenn sie in der Evolution von Bedeutung sein sollen, in irgendeiner Weise im Genom festgelegt sein; allerdings sind die *wenigsten* phänotypischen Eigenschaften der Organismen *nur* genetisch determiniert.
- 22 Weitgehend ignoriert insofern, als sie nur sehr selten zu Vorträgen oder zum Abhalten von Seminaren eingeladen wurde – insbesondere nicht hinsichtlich der Transposition. Dennoch wurden ihre Arbeiten von anderen aufgenommen, und spätestens seit den fünfziger Jahren galt Barbara McClintock als legendäre Koryphäe ihres Gebietes (Campbell 1992, S. 109). Was die Rezeption ihrer Arbeiten in Deutschland betrifft, so berichtete Peter Starlinger, der seit Mitte der sechziger Jahre selbst über Transposition arbeitete und McClintock von seinem Aufenthalt als junger Forschungsstipendiat in Cold Spring Harbour her persönlich kannte: »Ich bin selbst schon 1952 in Tübingen auf die Bedeutung von McClintocks Arbeiten hingewiesen worden und habe ihre klassische Arbeit von 1951 seither immer wieder studiert und mit meinen Studenten besprochen. Ich glaube, daß ich sie inzwischen verstehe, und sie ist für unsere Arbeit noch heute von großer Bedeutung« (Brief vom 19.7.1995 an Ulla Fölsing, in: Dies.: Nobel-Frauen, München 1990, S. 206, Anm. 24).
  - 23 *Escherichia coli* = Kolibakterium, beliebtes Untersuchungsobjekt der Molekularbiologie; begeißeltes, stäbchenförmiges Bakterium, an den Ecken abgerundet; Vorkommen insbesondere in Dickdarm und unterem Dünndarm von Tieren und Menschen, außerhalb des Darms Erreger von Eiterungen und Infektionen (Sepsis); zerlegt Traubenzucker in Säure und Gas.
  - 24 Das Rockefeller-Institut in New York, 1902 gegründet, wurde in den siebziger Jahren zur Rockefeller-Universität, welche sich auf Naturwissenschaften spezialisiert hat. Der Gründer, John Davison Rockefeller (1839–1937), war ein US-amerikanischer Stahl-Industrieller und Philanthrop, führend in der amerikanischen Erdöl- und Schwerindustrie, und galt als reichster Mann der Welt; er gründete die *Rockefeller-Foundation* zur Förderung der Wissenschaften. Die Rockefeller-Stiftung betrieb eine weltweite Wissenschaftspolitik von Europa bis China.