

Volker Herzog

Epigenetik: Das molekulare Gedächtnis des Körpers als ein Dirigent unseres Lebens

Unter Gedächtnis verstehen wir die Fähigkeit des Zentralnervensystems, Informationen aus der Umwelt wahrzunehmen, zu speichern und, wenn erforderlich, wieder abzurufen. Zweifellos kann der Organismus auch in der Peripherie eine Gedächtnisfunktion ausüben: Wir erleben täglich, dass unsere Haut über ein Gedächtnis in Form von Narben, Falten und anderen Hautzeichen verfügt und für jedermann sichtbar die Zeitlichkeit unserer Existenz reflektiert. Seit etwa drei Jahrzehnten wissen wir, dass im Organismus auch ein molekulares Gedächtnis erkennbar ist, das die Beziehung zwischen Umwelt und dem Erscheinungsbild unseres Organismus vermittelt und speichert. Neurowissenschaftler haben vor kurzem einen eindrucksvollen Beleg für dieses Gedächtnis beobachtet. Sie konnten zeigen, dass neugeborene Ratten durch mütterliche Fürsorge im späteren Leben weniger Stress-anfällig und furchtloser sind als vernachlässigte Neugeborene. Der Leser solcher Nachrichten könnte sich fragen, ob dieses vermeintlich triviale Ergebnis die Mühe der Experimente wert war; denn – übertragen auf den Menschen – handelt es sich um uralte Erfahrungen über den Zusammenhang zwischen Mutterliebe und kindlicher Entwicklung. Diese Lebenserfahrungen beantworten jedoch nicht die biologischen Fragen: wodurch wird das Gehirn so geprägt, dass die Tiere mit unterschiedlich erlebter Kindheit im späteren Leben ein unterschiedliches Verhalten zeigen und auf welche Weise werden diese neuen Eigenschaften auf die folgende Generation übertragen? Untersuchungen an den Gehirnen dieser Tiere ergaben, dass die Sequenz der Desoxyribonukleinsäure(DNS)-Bausteine unbeeinflusst blieb. Aber es wurden spezifische Veränderungen an der DNS und an diese gebundenen Proteinen beobachtet, die sich als chemisch stabil erwiesen haben, aber auch wieder rückgängig gemacht werden können.¹ Derartige Veränderungen kennen wir nicht nur in den Zellen des Zentralnervensystems,

sondern in wechselndem Umfang und Muster in allen Zellen des Organismus als molekulare Grundlage des Körpergedächtnisses. Wir bezeichnen dieses molekulare Gedächtnis des Organismus als sein Epigenom und die noch junge Wissenschaft, die sich erfolgreich damit beschäftigt, ist die Epigenetik.

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts, als die heute bekannten zellulären und molekularen Funktionen des Organismus noch unerforscht waren, entwickelte Jean Baptiste Lamarck erstmals seine Theorie der Vererbung erworbener Eigenschaften, mit der er die Evolution der Spezies erklärte. Damals war es unmöglich, diese Spekulation molekular zu untermauern und es ergab sich ein etwa 130 Jahre währender Stillstand dieser Forschungsrichtung (siehe Tabelle). In dieser Zeit wurde die Vererbung erworbener Eigenschaften mehr und mehr abgelehnt und schließlich durch wissenschaftlich-fehlerhaftes Verhalten und durch schwerwiegende politische Ereignisse zu einer ungültigen und vermeintlich überflüssigen Hypothese. Das änderte sich vor wenigen Jahrzehnten, als die Entdeckung der DNS als Träger der genetischen Information, die molekulare Genetik und die vollständige Entschlüsselung des menschlichen Genoms zwar überwältigende Erfolge zeitigten, gleichzeitig jedoch erkannt wurde, dass die Genetik Mendels nur eine vereinfachte Sicht der Vererbung ist und neben dem Genom auch das Epigenom entscheidend in die Entwicklung unseres Organismus, in die Vererbung und vermutlich auch in die Evolution eingreift. Die Theorie der Vererbung erworbener Eigenschaften beruht auf einer 200-jährigen Geschichte, ausgehend von der Vision Lamarcks bis zur heutigen Epigenetik bei Pflanze, Tier und Mensch. Der heutige Stand dieser noch jungen Wissenschaft und ihre Entwicklung seit Veröffentlichung der Theorie Lamarcks verdienen eine kritische Betrachtung, die zu einer aktuellen Bewertung und damit zu einem Verständnis für die Epigenetik-Forschung in Biologie und Medizin beitragen kann.

Lamarck und seine Zeit

Dem französischen Botaniker und Zoologen Jean Baptiste de Lamarck (1744–1829) gelang es gegen Ende des 18. Jahrhunderts, das *Museum d'Historie Naturel* in Paris zusammen mit seinen Kollegen Etienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772–1844) und Georges Cuvier (1769–1832)