

## Genesis

Das menschliche Gehirn ist außergewöhnlich: groß, kompakt und komplexer als das jedes anderen Lebewesens. Im Lauf der letzten sechs Millionen Jahre hat sich seine Größe verdreifacht, wobei diese Veränderung überwiegend vor 800000 bis 200000 Jahren stattfand, also im Wesentlichen noch vor dem Erscheinen des *Homo sapiens*.

Warum nahm das Potenzial des menschlichen Gehirns im Lauf der Menschheitsgeschichte derart drastisch zu? Die Antwort scheint auf der Hand zu liegen: Unser größeres Gehirn erlaubte uns, in einem Maße Sicherheit und Wohlstand zu erlangen, wie es keiner anderen Spezies möglich war. Die Sache ist jedoch wesentlich komplizierter. Wenn ein Gehirn wie das menschliche tatsächlich so vorteilhaft für das Überleben ist, warum hat sich dann in den Jahrmilliarden der Evolution bei keiner anderen Spezies auf Erden ein vergleichbares Gehirn herausgebildet?

Dieser Unterschied ist wirklich bemerkenswert, vor allem wenn man auf die Evolution anderer Organe blickt. Augen zum Beispiel entwickelten sich unabhängig voneinander auf verschiedenen Evolutionsbahnen – bei Wirbeltieren (Amphibien, Vögeln, Fischen, Säugetieren und Reptilien) ebenso wie bei Kopffüßlern (einschließlich Tintenfischen, Oktopussen und Kalmaren) und in der einfacheren Form als Ocellen bei Wirbellosen wie Bienen, Spinnen, Quallen und Seesternen. Der ferne Vorfahr all dieser Spezies, der vor mehr als 500 Millionen Jahren lebte, scheint nur über elementare Lichtrezeptoren verfügt zu haben, mit denen er hell von dunkel unterscheiden konnte.<sup>[1]</sup> Da jedoch gutes Sehvermögen einen klaren Überlebensvorteil in verschiedenen Umwelten mit sich brachte, entwickelten sich unabhängig voneinander bei manchen dieser Spezies komplexe, dem jeweiligen Lebensraum angepasste Augen.

Dieses Phänomen, dass sich ähnliche Merkmale unabhängig in verschiedenen Spezies herausbilden und nicht auf ein bereits vorhandenes Merkmal eines gemeinsamen Vorfahren zurückgehen, bezeichnet man als *konvergente Evolution*. Dafür gibt es zahlreiche weitere Beispiele, etwa die Entwicklung der Flügel bei Insekten, Vögeln und Fledermäusen oder die vergleichbaren Körperformen von Fischen (Haien) und Meeressäugern (Delfinen), angepasst an das Leben im Wasser. Offenkundig haben also verschiedene Spezies ähnlich vorteilhafte Merkmale unabhängig voneinander erworben – nicht jedoch Gehirne, die in der Lage wären, literarische, philosophische und künstlerische Meisterwerke zu erschaffen oder den Pflug, das Rad, den Kompass, die Druckerpresse, die Dampfmaschine, den Telegrafen, das Flugzeug und das Internet zu erfinden. Solch ein Gehirn entwickelte sich nur einmal – beim Menschen. Warum ist ein so leistungsstarkes Gehirn in der Natur so selten, trotz seiner offensichtlichen Vorteile?

Die Antwort auf dieses Rätsel liegt unter anderem in den zwei großen Nachteilen des Gehirns. Erstens benötigt unser Gehirn enorme Energiemengen. Es macht nur 2 Prozent des Körpergewichts aus, verbraucht aber 20 Prozent der Energie des Körpers. Zweitens erschwert seine Größe den Durchgang des Babykopfs durch den Geburtskanal. Folglich ist das menschliche Gehirn stärker komprimiert oder »gefaltet« als die Gehirne anderer Spezies, und Menschenbabys werden mit »unausgereiften« Gehirnen geboren, die Jahre der Feinabstimmung benötigen, um zur Reife zu gelangen. Deshalb sind menschliche Säuglinge hilflos: Während sich die Jungtiere vieler anderer Spezies schon kurz nach der Geburt selbstständig fortbewegen können und schnell in der Lage sind, sich selbst Nahrung zu beschaffen, benötigen Menschen einige Jahre, bevor sie ohne Hilfe und sicher gehen, und noch viele weitere Jahre, bis sie sich materiell selbst versorgen können.

Doch ungeachtet dieser Nachteile stellt sich die Frage, was überhaupt zur Entwicklung des menschlichen Gehirns geführt hat. Forschern zufolge könnten verschiedene Kräfte gemeinsam zu diesem Prozess beigetragen haben. Der *ökologischen Hypothese* nach ist die Entwicklung des menschlichen Gehirns darauf zurückzuführen, dass unsere Spezies bestimmten Herausforderungen durch die Umwelt ausgesetzt war. Da sich die klimatischen Bedingungen und die jeweils angepassten Tierpopulationen immer wieder änderten, seien prähistorische Menschen mit höher entwickelten Gehirnen besser in der Lage gewesen, neue Nahrungsquellen zu erschließen, sich Jagd- und Sammelstrategien anzueignen und Koch- und Lagertechniken auszubilden – alles Fähigkeiten, die ihnen das Überleben und Gedeihen unter den unsteten ökologischen Bedingungen ihres lokalen Lebensraums ermöglichten.<sup>[2]</sup>

Die *soziale Hypothese* hingegen geht davon aus, dass die zunehmende Notwendigkeit, innerhalb komplexer sozialer Strukturen mit anderen Menschen zu kooperieren, zu konkurrieren und Handel zu treiben, einem höher entwickelten Gehirn mit seiner Fähigkeit, die Motive anderer zu verstehen und ihre Reaktionen vorauszusehen, einen evolutionären Vorteil verschaffte.<sup>[3]</sup> Ebenso habe die Fähigkeit, zu überreden, zu manipulieren, zu schmeicheln, zu erzählen und zu unterhalten – was alles dem eigenen sozialen Ansehen zugutekam und Vorteile mit sich brachte –, die Entwicklung des Gehirns und der Fähigkeit zur Sprache und zum Diskurs gefördert.

Die *kulturelle Hypothese* schließlich betont die Eignung des menschlichen Gehirns, Informationen aufzunehmen und zu speichern, sodass sie von einer Generation an die nächste weitergegeben werden können. Demnach bestehe einer der einzigartigen Vorteile des menschlichen Gehirns in seiner Fähigkeit, effizient aus den Erfahrungen anderer zu lernen. Dadurch kann es sich Gewohnheiten und Vorlieben aneignen, die das

Überleben in unterschiedlichen Umgebungen begünstigen, ohne auf den viel langsameren Prozess der biologischen Anpassung angewiesen zu sein.[4] Anders gesagt: Menschenbabys mögen körperlich hilflos sein, aber ihre Gehirne verfügen über ein unvergleichliches Lernpotenzial, einschließlich der Gabe, die Verhaltensnormen – die Kultur – zu übernehmen und zu bewahren, die zum einen ihren Vorfahren das Überleben ermöglichten und zum anderen ihren Nachkommen zu einem guten Leben verhelfen werden.

Ein Mechanismus, der darüber hinaus zur Entwicklung des Gehirns beigetragen haben könnte, ist die *sexuelle Selektion*. Möglich, dass die Menschen eine Vorliebe für Partner mit höher entwickelten Gehirnen ausbildeten, auch wenn das Gehirn selbst keine offensichtlichen evolutionären Vorteile bot.[5] Vielleicht zeugten komplexe Gehirne von unsichtbaren Qualitäten, die für den Schutz und die Erziehung von Kindern vorteilhaft waren, und potenzielle Partner könnten diese Qualitäten aus wahrnehmbaren Attributen wie Klugheit, guter Artikulation, schnellem Denken oder Sinn für Humor abgeleitet haben.

Die Evolution des menschlichen Gehirns war zweifellos der Hauptantrieb für den einzigartigen Aufstieg der Menschheit, nicht zuletzt weil sie dazu beitrug, den *technologischen Fortschritt* anzustoßen, also immer ausgefeiltere Wege zu finden, die natürlichen Materialien und Ressourcen um uns herum zu unserem Vorteil zu nutzen. Diese Fortschritte wiederum prägten künftige evolutionäre Prozesse und ermöglichten es den Menschen, sich erfolgreicher an ihre sich verändernde Umwelt anzupassen sowie neue Technologien zu entwickeln und zu nutzen – ein sich wiederholender und verstärkender Mechanismus, der zu immer größeren technologischen Sprüngen führte.

Insbesondere geht man davon aus, dass der zunehmend virtuose Umgang mit Feuer, der die frühen Menschen in die Lage versetzte, ihre Nahrung zu kochen, ein zusätzliches Wachstum des Gehirns anregte. Denn nun musste für das Kauen und Verdauen nicht mehr so viel Energie aufgewendet werden, die Kalorien wurden besser verwertet und es wurde Platz im Schädel frei, den zuvor Kieferknochen und Muskeln eingenommen hatten.[6] Das könnte zu weiteren Innovationen in der Kochtechnik geführt haben, was sich wiederum im Wachstum des Gehirns niedergeschlagen haben könnte. Ein sich selbst verstärkender Kreislauf.

Doch unser Gehirn ist nicht das einzige Organ, das uns von anderen Säugetieren unterscheidet – auch die menschliche Hand gehört dazu. In Verbindung mit unserem Gehirn entwickelten sich auch unsere Hände unter anderem in Reaktion auf die Technologie, insbesondere auf die Vorteile der Herstellung und Nutzung von Jagdwerkzeugen, Nadeln und Kochutensilien.[7] Vor allem als sich die menschliche Spezies die Technik zur Bearbeitung von Steinen und zur Herstellung hölzerner Speere

aneignete, verbesserten sich die Überlebenschancen derjenigen, die diese Werkzeuge effizient einzusetzen verstanden. Bessere Jäger konnten ihre Familien zuverlässiger ernähren und somit mehr Kinder bis zum Erwachsenenalter großziehen. Die Weitergabe dieser Fähigkeiten von einer Generation an die nächste erhöhte den Anteil kompetenter Jäger in der Bevölkerung, und der Nutzen weiterer Innovationen wie stabilere Speere und – in späterer Zeit – stärkere Bögen und schärfere Pfeile, trugen zum evolutionären Vorteil dieser Jagdkompetenzen bei.

Im ganzen Verlauf unserer Geschichte bildeten sich positive Rückkopplungsschleifen ähnlicher Art heraus: Umweltveränderungen und technologische Neuerungen ermöglichten ein Bevölkerungswachstum und bewirkten die Anpassung der Menschen an ihren sich verändernden Lebensraum und ihre neuen Werkzeuge; diese Anpassungen wiederum verbesserten unsere Fähigkeit, in die Umwelt gestaltend einzugreifen und neue Technologien zu ersinnen. Wie sich zeigen wird, ist dieser Zyklus von zentraler Bedeutung dafür, wie wir die Reise der Menschheit zu verstehen haben und das Rätsel des Wachstums lösen können.

## **Exodus aus der Wiege der Menschheit**

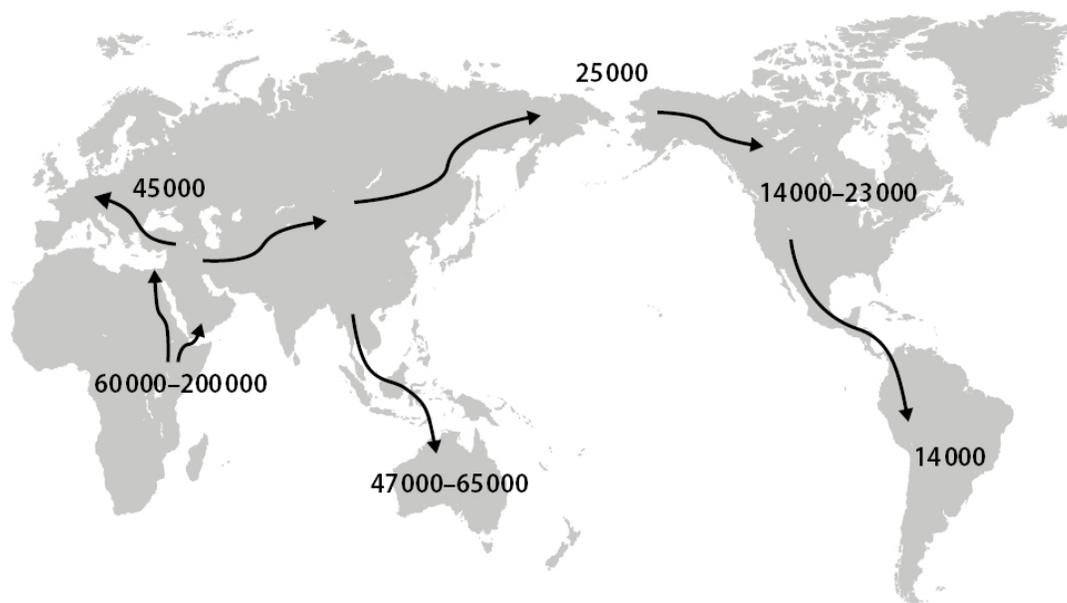
Über Hunderttausende von Jahren hinweg zog die menschliche Spezies in Kleingruppen von Jägern und Sammlern in Afrika umher und entwickelte dabei komplexe technologische, soziale und kognitive Fähigkeiten.<sup>[1]</sup> Als die prähistorischen Menschen zu immer besseren Jägern und Sammlern wurden, wuchs ihre Bevölkerung in den fruchtbaren Regionen Afrikas erheblich an, was letztlich den Lebensraum und die natürlichen Ressourcen, die jedem von ihnen zur Verfügung standen, verknappte. Deshalb begannen die Menschen, sobald es die klimatischen Bedingungen erlaubten, auf der Suche nach weiteren fruchtbaren Territorien auf andere Kontinente auszuweichen.

*Homo erectus*, womöglich die erste menschliche Spezies von Jägern und Sammlern, breitete sich vor fast zwei Millionen Jahren in Eurasien aus. Die bisher ältesten Fossilien des frühen *Homo –sapiens*, die außerhalb Afrikas entdeckt wurden, sind 210000 Jahre (ausgegraben in Griechenland) beziehungsweise 177000 bis 194000 Jahre alt (gefunden im Karmel-Gebirge in Nordisrael).<sup>[2]</sup> Es scheint jedoch, dass die Nachkommen dieser ersten modernen Menschen, die Afrika verließen, ausstarben oder sich aufgrund der widrigen klimatischen Bedingungen während der Eiszeit wieder nach Afrika zurückzogen.<sup>[3]</sup>

Es war demnach in Afrika, wo vor etwa 150000 Jahren die jüngste (matrilineare) Vorfahrin aller heute lebenden Menschen in Erscheinung trat, die sogenannte mitochondriale Eva. Obwohl es zu jener Zeit natürlich noch zahlreiche andere Frauen in

Afrika gab, starben deren Linien schließlich alle aus. Somit stammen sämtliche heute lebenden Menschen von dieser einen afrikanischen Frau ab.[4]

Der weithin akzeptierten »Out of Africa«-Hypothese zufolge geht die heutige Population des anatomisch modernen Menschen überwiegend auf eine größere Migration des *Homo sapiens* aus –Afrika bereits vor 60000–90000 Jahren zurück.[5] Der Mensch wanderte dabei über zwei Routen nach Asien: Die nördliche verlief über das Nildelta und die Sinai-Halbinsel in die östliche Mittelmeerregion, Levante genannt, und die südliche über die Bab-el-Mandeb-Straße an der Mündung des Roten Meeres auf die Arabische Halbinsel (Abb. 3).[6] Die ersten modernen Menschen erreichten Südostasien vor mehr als 70000 Jahren,[7] Australien vor 47000–65000 Jahren[8] und Europa vor fast 45000 Jahren.[9] Sie besiedelten Beringia vor etwa 25000 Jahren, überquerten die Landbrücke über die Beringstraße während mehrerer Perioden des Pleistozäns und drangen vor 14000–23000 Jahren tiefer nach Amerika ein.[10]



**Abb. 3: Der Auszug des *Homo sapiens* aus Afrika**

Die mutmaßlichen Migrationsrouten des *Homo sapiens* und vor wie viel Jahren die Wanderungen ungefähr stattgefunden haben. (Häufig revidiert im Lichte neuer Entdeckungen.)

Diese Migrationswellen aus Afrika heraus trugen zur Größe und Vielfalt der menschlichen Bevölkerung auf dem gesamten Planeten bei. Die prähistorischen Menschen besiedelten neue ökologische Nischen, gewannen dadurch Zugang zu neuen Jagd- und Sammelgebieten und begannen, sich rascher zu vermehren. Gleichzeitig führte ihre Anpassung an die verschiedenen neuen Umgebungen zu einer größeren