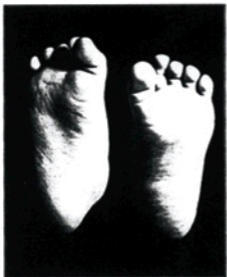


Erne Maier
Maren Killmann

Kinderfuß und Kinderschuh

Entwicklung der kindlichen Beine und Füße
und ihre Anforderungen an fußgerechte Schuhe



Verlag Neuer Merkur

Erne Maier

Maren Killmann

Kinderfuß und Kinderschuh

**Entwicklung der kindlichen Beine und Füße
und ihre Anforderungen an fußgerechte Schuhe**



Verlag Neuer Merkur GmbH

Bibliografische Informationen Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© 2003 Verlag Neuer Merkur GmbH

Verlagsort: Postfach 46 08 05, D-80916 München

Alle Urheberrechte vorbehalten. Vervielfältigungen bedürfen der besonderen Genehmigung.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmung und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Alle in dieser Veröffentlichung enthaltenen Angaben, Ergebnisse usw. wurden vom Autor nach bestem Wissen erstellt und von ihnen und dem Verlag mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Gleichwohl sind inhaltliche Fehler nicht vollständig auszuschließen. Daher erfolgen alle Angaben ohne jegliche Verpflichtung oder Garantie des Verlages oder des Autors. Sie garantieren oder haften nicht für etwaige inhaltliche Unrichtigkeiten (Produkthaftungsausschluss). Im Text sind Warennamen, die patent- oder urheberrechtlich geschützt sind, nicht unbedingt als solche gekennzeichnet. Aus dem Fehlen eines besonderen Hinweises oder des Zeichens ® darf nicht geschlossen werden, es bestehe kein Warenschutz.

Erne Maier/Maren Killmann - Kinderfuß und Kinderschuh - Entwicklung der kindlichen Beine und Füße und ihre Anforderungen an fußgerechte Schuhe

1. Auflage 2003 - ISBN 3-929360-85-3

Layout und grafische Gestaltung: Martina Stolzmann

Druck: Zauner Druck, Dachau

Vorworte	7	Die Entwicklung des Kinderfußes	39
Geleitworte	9	im Spiegel der Gangspuren	39
Einleitung	11	Vorgehensweise	40
		Untersuchungsergebnisse	40
		Vorfuß	40
		Altersunterschiede	41
	13	Zusammenfassung	41
Der Fuß in der Menschheitsgeschichte	16	Zwölf Beispiele	41
Aufrichtung zum Zweibeiner	16	Ossifikation (Verknöcherung)	63
Knochen – Bänder – Muskeln	16	Unterschiede bei den Geschlechtern	63
Verlagerung des Schwerpunktes	16	Das Knochenalter	65
Gestaltwandel der Gliedmaßen	17	Weitere Knochenkerne	65
Entwicklung des menschlichen Gehirns	17	Reifung des Bindegewebes	66
	19	Die Grundsubstanz	66
Embryogenese und Fetogenese	19	Entwicklung der Fasern	66
Entwicklung der Extremitäten	19	Stabilisierung und Dehnbarkeit	66
Drehung der unteren Extremitäten	19	Eine gesunde Entwicklung	67
Das Fußwurzelgelenk	20		
Sensible Phasen	20	Sensible Phasen	67
Längenwachstum	21	Nutzung der Funktion	67
	21	Sensible Phasen bei Sinnesorganen	67
Das Säuglingsalter	21	Die sensible Phase der Aufrichtung	68
Zeit der Geburt	21		
Untersuchungsergebnisse	22	Wachstum	69
Ist Behandlung notwendig?	24	Wachstumsgeschwindigkeit	69
Entwicklung im Säuglingsalter	24	Länge und Gewicht	70
Veränderungen der Beinstellung	24	Reifung	70
	24	Wachstum der Extremitäten	70
Die Aufrichtung	26	Wachstum der Füße	71
Wichtige Zeitpunkte in der Entwicklung	27	Auswirkungen auf die Schuhe	73
Meilensteine	27	Studie in der Schweiz	73
Grenzsteine	27	Studie in Österreich	73
Grenzsteine der Körpermotorik	27	Eigene Untersuchungsergebnisse	73
	28	Wachstumssprünge	74
Kleinkindlicher Gestaltwandel	28	Die Kieler Fußmessstudie	74
Veranlagung und Funktion	28	Die Weißenfelder Fußmessstudie	75
Erkenntnisse durch die funktionelle Anatomie	28	Messungen von Gangspuren	75
Druck, Zug und Biegung	29	Der ausgereifte Fuß	76
Ausgleich der Kräfte	29		
Vom O-Bein zum gestreckten Bein	29	Laufen lernen	77
Ausgangspunkt Säuglingsbeine	29	Grenzenlose Bewegungslust	77
Zwischenstation X-Bein	30	Entwicklung des Gehens	78
Übergewicht	32	Die Grazie kindlicher Bewegung	78
Ante- und Retroversion	32	Energie sparende Bewegungen	78
Gestaltwandel des Oberschenkels	32	Automatismen	79
Gestaltwandel des Schienbeins	33	Bewegung des Körperschwerpunktes	79
Die Fußstellung	34	Ausgefeilt bei Erwachsenen	80
Aufrichtung des Rückfußes	35	Allmähliche Entwicklung beim Kind	80
Zusammenspiel von Knochen,	36	Die Bewegungen des Kopfes	80
Muskeln und Bindegewebe	36	Koordination und Grazie	80
Torsion	37		
Vorfußstand und Vorfußgang	37		
Einwärtsgang	38		

Kapitel 1

	Variabilität der Norm	81	Klärung der Ursachen	104
	Normalverteilung	81	Sensibilität ist gefragt	105
	Vielfalt „normaler“ Füße	82	Prävention	105
			Vorrang hat die primäre Prävention	105
	Gesundheit und Leistung	82	Änderung von Gewohnheiten	105
	Veranlagung, Anforderung und Leistung	82	Hindernisse	106
	Besonderheit Tanz	83		
	Körperliche Voraussetzungen	83	Die Fußsohlenreflexmassage	107
	Flexibilität	84	Geschichte	107
	Die Form der Zehen	84	Theorie	107
	Die Ausbildung der Gelenke	84	Abbildung der Organe	108
			Die Behandlung	109
			Diskussion	109
			Die Wirksamkeit	110
			Mehr Zuwendung	110
			Frei von Zweifeln	110
			Behandlung im Wortsinn	110
Kapitel 2	Fußfehler - Fußschäden	85		
	Auswirkungen auf die Durchblutung	87		
	Fußfehler	88		
	Angeboren heißt nicht erblich.	88		
Kapitel 3	Klumpfuß (Pes equinovarus adductus)	88	Kinderschuh	111
	Sichelfuß (Metatarsus adductus oder varus, Pes adductus)	89	Die Weite als führendes Maß	113
	Serpentinenfüße	89	Wachstumskurve	113
	Platt- oder Schaukelfuß (Pes planus)	90	Arbeitskreis Kinderschuh	114
	Zehenfehlbildungen	91	Entwicklung in der DDR	114
	Hackenfuß (Pes calcaneus)	91		
	Fußfehler, die nicht beim Neugeborenen erkannt werden	91	Der Leisten	115
	Hohlfuß (Pes cavus, Pes excavatus)	91	Jedem Schuh sein eigener Leisten	115
	Kontrakter Plattfuß	92	Herstellung	115
	Knochenverschmelzungen	92	Maßnahmen	115
	Inkonstante Fußknochen	93	Weitensprung	117
	Die Haglund-Ferse	93	Vorfuß und Rückfuß	117
			Ballenbreite	118
			Die notwendige Variabilität	118
			Andere Leisten im Iran	118
	Fußschäden	94	Der Leistenmacher – das Herzstück der Schuhfabrikation	119
	Die Anfänge der Fußschädigung	94	Salvatore Ferragamo	119
	Stauchung und Pferchung	95		
	Schiefzehe (Hallux valgus)	96	Der Brandsohlenriss	119
	Entstehung	96	Konstruktionsanweisungen	120
	Barfußläufer und Schuhträger	97	Konstruktionslinien	120
	Häufigkeit	97	Verhältnis Vorfuß zu Rückfuß	121
	Wesentliche Ergebnisse der Untersuchungen Bickels	98	Unterschreitung des Vorfußanteils	121
	Abhängigkeit von der Vorfußform	99	Der Ballenwinkel	123
	Schlussfolgerung	99	Zugabe und Zehenwinkel	123
	Spreizfuß (Pes transverso-planus)	100		
	Entstehungsgeschichte (Ätiopathogenese)	101	Die Länge	124
	Als Ergebnis eines Alterungsprozesses	101	Bedarf in Schuhgrößen	125
	Als Beginn des Krankheitsprozesses	102	Maßsysteme	125
	Beurteilung	102	Stichlängen	125
	Befunde bei Älteren	103	Englisch-amerikanisches Maßsystem	126
	Was ist zu tun?	104		

Mondopoint-System	126	Von der Würde der Füße	141	Kapitel 4
Geschichtliches	126	Achtung vor den Füßen	143	
Das Untermaß-Problem	127	Der Fuß in der bildenden Kunst	144	
Zugabe	127	Anatomen und Zeichner	144	
Größenauszeichnung	127	Die wissenschaftliche Anatomie	144	
Maße für Kinderschuhe	128	Anatomie für Künstler	145	
Die Gründe des Problems	128	In der Neuzeit	145	
Jugendschuhe	129	Gesunde und geschädigte Füße	146	
Die Passform	130	Gesunde Füße	146	
Der Verkauf	130	Die Zeit Peter Paul Rubens	148	
Information der Informanten	130	Vorteil der Armut	150	
Information von Institutionen	131	Leid im Schnabelschuh	150	
Information von Personen	131	Die Füße der Tänzerinnen	151	
Kinderärzte	131	Kinderfüße	152	
Führungskräfte im Schuhfachhandel	131	Der schöne Fuß	154	
Die Eltern	132	Griechische Klassik	154	
So werden Stammkunden gewonnen	132	„Blühendes Fleisch“	156	
Thema Fußschäden	132	Die Lehre der Proportionen	156	
Schriftliche Informationen	133	Proportionen des Fußes	156	
Was beim Kauf von Kinderschuhen	133	Der Fuß im Wandel der Zeit	157	
zu bedenken ist	133	Die Standbilder der Griechen	158	
Information der Kinder	133	Die aufrechte Haltung	159	
Schwierige Wahl	134	Vom Werdegang der Bildhauer	159	
Information der Öffentlichkeit	134	Die Ästhetik	159	
Empfehlung zur Prävention	134	Die Klassik	160	
Wünsche des Verfassers	135	Bewegung und Gegenbewegung	160	
Über die Mode	135	Standbein und Spielbein	161	
Fünf Interessen	136	Der Bildhauer Polyklet	162	
Mode	136	Über die Haltung	163	
Preis	136	Propriozeptive Wahrnehmung	164	
Geschwindigkeit und Bequemlichkeit	136	Haltung gestern und heute	165	
beim Einkauf	136	Perfektion im Kindesalter	165	
Schönheit	136	Hellenistische Kunst	165	
Gesundheit	136	Griechische, ägyptische	166	
Gestern und heute	136	und quadratische Füße	166	
Unwirksame Empfehlungen	137	Der Fuß in Mythen, Religionen und Märchen	168	
„Unter dem Pantoffel der Mode“	137	Fußspuren	168	
Der Einfluss der Schuhmacher	138	In Europa . . .	168	
„Gesundheitsschuhe“	138	. . . und der ganzen Welt	169	
Mode und Schönheit	138	Sinnbild des ganzen Menschen	170	
Im Wandel	139	Vom Kraftfluss des Bodens	171	
Plateausohlen und Absätze	140	Bestiarien	172	
Museen für Schuhe	140	Der Fuß im Märchen	173	
Kritiker	140	Der Fuß in der Umgangssprache	173	
		Sprachgebrauch im Alltag	173	
		Verbindung zur Erde	173	
		Kopf und Verstand	173	
		Leichtfuß und Hasenfuß	173	

Sprichwörter und sprichwörtliche Redensarten	175	Zum Sprachgebrauch	183
Der Körper und seine Sprichwörter	175	Ebenen und Achsen	185
Vom Bein	175	Rumpfnähe und Rumpferne	185
Vom Fuß	175	Torsion	186
Vom Schuh	175	Die Bewegungen des Fußes	186
Vielfalt in anderen Ländern	175	Adduktion und Abduktion	186
Gin-Lien, der Lotusfuß der Chinesin	177	Flexion und Extension	186
Ein Zeichen hohen Standes	177	Supination und Pronation	187
Starke Einschränkungen	177	Inversion und Eversion	187
Die Kunst des Bandagierens	177	Aufrichtung und Senkung	188
Zuerst schmal, dann kurz	177	Abwicklung des Fußes	188
Ausformung der Schuhe	178	Varus und valgus	188
Ideal und Wirklichkeit	178	Strahlen und Wölbungen	189
Die Qual der Schönheit	179	Innenkantung und Außenkantung	189
Bewertung	179	Innen- und Außendrehung	189
Der Anatom Hans Virchow	180	Glossar	190
Ein Fachmann in Sachen Fuß	180	Technische Hinweise zu den Präparaten	192
Varianten	180	Skelettaufstellung nach Form	192
Knochenverformung in der Wachstumsphase	181	Aufhellungspräparate	192
Intaktes oberes Sprunggelenk	181	Andere Feuchtpräparate	192
Das Fersenbein	181		
Die Keilbeine und Mittelfußknochen	181	Schlagwortverzeichnis	193
Die Belastung	182		
Aus heutiger Sicht	182		

Das Buch möchte sich dem weitgefächerten Thema entsprechend an Leser unterschiedlicher Berufsgruppen wenden. Es möchte Kinderärzte, Allgemeinärzte, Ärzte der Orthopädie und orthopädischen Chirurgie und Anatomen als auch Fachkräfte der Leisten- und Schuhindustrie und des Schuhfachhandels ansprechen. Interesse erhoffe ich mir bei Physiotherapeuten, Podologen, Sportpädagogen und Mitarbeitern in Institutionen der Gesundheitsförderung und Verbraucherberatung.

Ich stütze mich auf die umfangreiche Literatur teils lange zurückliegender Jahre, in denen die Beschäftigung mit Schuh, Fuß und der Schädigung des Fußes durch den Schuh üblicher war, auf die Mitwirkung in der damaligen „Forschungsstelle für Leisten- und Schuhbau“ der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft (DOG), heute Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC), auf eigene Untersuchungen und Messungen, deren Ergebnisse regelmäßig in den Zeitschriften der Pädiatrie, der Orthopädie, der Schuhtechnik und des Schuhhandels seit 1954 bekannt gemacht wurden, ferner auf mehrere medizinische Dissertationen in Mainz und Erlangen und

Diplomarbeiten in der Deutschen Sporthochschule Köln. Als Grundlage erwies sich die langjährige eigene Tätigkeit als Kinderarzt und ein von Anbeginn an enger Kontakt zu Leistenmodelleuren, Schuhtechnikern und Schuhhändlern als wichtig.

Meinungsverschiedenheiten gehören zur Wissenschaft. Hier ergeben sie sich insbesondere aus erheblichen Unterschieden des Beobachtungsgutes. Der Arzt, der die leidenden Füße der Erwachsenen sieht, urteilt anders als der Kinderarzt, der die Entwicklung vieler Kinder vom Neugeborenenalter an bis zum Jugendalter verfolgen kann; er sieht die Anfänge.

Das Buch soll für viele anregend und lesbar sein. Die damit verbundene Gratwanderung war mir Kapitel um Kapitel vor Augen. Sprachliche und begriffliche Vereinfachungen durften nicht zu Verzerrungen führen. Sowohl im Bereich der Lehre vom Fuß als auch der vom Schuh werden interessierte Leser Lücken entdecken. Der Umfang des Buches war zu beschränken. Möge es dennoch freundliche Aufnahme finden.

Erne Maier

Vor mehr als 20 Jahren hat Professor Erne Maier die Arbeit an diesem Buch begonnen. Sein rastloser Forscherdrang zwang ihn immer wieder, die bei der Arbeit aufscheinenden Wissenslücken durch neue Recherchen zu klären; selten war er wirklich zufrieden mit dem Geschriebenen. Zwei Jahre vor seinem Tod erhielt ich den Auftrag, ihm bei der Zusammenstellung seines immensen Wissens zur Seite zu stehen. Trotz aller Bemühungen war es ihm jedoch nicht möglich, das Werk zu vollenden. Ich versprach ihm, das Buch mit den vorliegenden Unterlagen in seinem Sinne fertig zu stellen. Sein Vertrauen ist Ehre und Verpflichtung für mich.

Besonders schwierig war es, aus der enormen Bildermenge, die mir Professor Maier zur Verfügung gestellt hatte, die wichtigsten Abbildungen auszuwählen und dem Text richtig zuzuordnen. Ich hoffe, dass mir gelungen ist, die wissenschaftlichen Fakten für Ärzte wie für Angehörige der Schuhindustrie verständlich darzustellen.

Leider ist in den Aufzeichnungen von Professor Maier kein Literaturverzeichnis enthalten, es nachträglich zusammen zu stellen, ist unmöglich. Der Leser möge dies entschuldigen.

Maren Killmann

*Prof. Dr. Jürgen Koebke,
Zentrum Anatomie der Universität zu Köln,
Joseph-Stelzmann-Str. 9, 50931 Köln*

Es war nur eine kurze Zeitspanne, um ihn persönlich kennen und schätzen zu lernen: Als in Sachen Fuß rastloser Pensionär nahm Prof. Dr. Erne Maier häufig den Weg in die glücklicherweise von seinem Wohnsitz nicht weit entfernte Kölner Anatomie, um zu recherchieren, zu diskutieren und zu bereichern.

Sein praktisch-orientiertes, wissenschaftlich akribisches Denken gab immer wieder Anlass, selbst inne zu halten und das eigene Wirken und Tun kritisch zu überprüfen. Scharf- und feinsinnig waren seine Fragen, Bemerkungen und Einwürfe, geprägt durch reiche Lebenserfahrung und bewusste Lebensweise.

Unvergesslich seine Gastvorlesungen (ob seiner Bescheidenheit bedurfte es langer Überredungskunst meinerseits, diese zu halten) für Studierende des Präparierkurses: Ihm gelang es, mittels einer facettenreichen Darstellung des Menschenfußes als dessen ausgereiftestem Organ das annähernd 400 Studenten und Studentinnen umfassende Auditorium zu fesseln und für die Anatomie zu begeistern. Man hätte eine Stecknadel fallen hören.

Wesentliche Teile seines Lebenswerkes hat Erne Maier im vorliegenden Buch, dem er sich ungebeugt bis zu seinen letzten Tagen gewidmet hat, zusammengetragen. In diesem seinem Buch finden Abbildungen von meisterhaft hergestellten Fußpräparaten aus Erne Maiers Hamburger Zeit ihren Platz. In Erinnerung an Erne Maier als verehrten, väterlichen Freund schätze ich mich glücklich zu wissen, dass diese Präparate ihren würdigen und endgültigen Standort in der Schausammlung der Kölner Anatomie gefunden haben.

Prof. Prof. h. c. (Rus) Dr. J. Koebke

Das vorliegende Werk meines jahrzehntelangen Freundes, des Kinderarztes Prof. Erne Maier, ist schon seit Jahren von zahlreichen Interessierten erwartet worden, waren die vielen Publikationen seiner Forschungen doch sehr weit verstreut. Nunmehr liegt eine Zusammenfassung seines wissenschaftlichen Lebenswerkes und der ungewöhnlich weitreichenden Erfahrungen des außerordentlich vielseitigen Autors vor.

Es war ein Glücksfall, dass er frühzeitig zur „Forschungsstelle für Leisten und Schuhbau“ der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft stieß und ebenso, dass die auch wissenschaftlich interessierte Firma der Elephantenschuh-Hersteller ihm Kinderfußmessungen übertrug. Aufgrund seiner Ergebnisse und weiterer Forschungen – Kinderschuhe waren vielfach zu kurz und die Weite stimmte nicht überein – forderte er gegen manche Widerstände u. a. mit neuen Maßtabellen die Änderung der Leistenherstellung mit verschiedenen Weiten. So wurde er zu einer unbequemen, unbestechlichen Autorität auf diesem Sektor.

Seine Ausführungen betreffen nicht nur den Kinderfuß und -schuh in Deutschland, sondern weit darüber hinaus auch in anderen Ländern und im Erwachsenenalter. Ferner geht er z. B. auf Darstellungen in der Religion, der Kunst, der Sprache, der Mode usw. ein.

Die Ergebnisse veröffentlichte er erst nach wiederholten Selbstprüfungen; ebenso bewertete er mit Hilfe seiner profunden Literaturkenntnisse immer wieder neuere, fremde Ergebnisse nach ihrer Zuverlässigkeit und Praktikabilität. Das Werk ist von hoher Warte geschrieben und stellt in unserer schnelllebigen Zeit ein wichtiges Dokument unseres derzeitigen Wissens und Denkens um die Jahrtausendwende auch für kommende Generationen dar. Kein Leser wird die Schrift ohne Gewinn aus der Hand legen.

Zu danken haben wir neben dem „Verlag Neuer Merkur“ besonders Frau Dr. Killmann für die große Mühe, die Schrift vor allem mit der Einordnung der zahlreichen Abbildungen zum Abschluss gebracht zu haben, als der Tod dem Autor die Feder zur endgültigen Gestaltung aus der Hand genommen hatte.

Prof. Dr. med. Hans Mau
Emeritierter Ordinarius für Orthopädie der
Universität Tübingen
Tübingen im April 2003

Frederic Wood Jones schrieb 1944 im Vorwort seines Buches „Structure and Function as Seen in the Foot“ (Williams and Williams, Baltimore):

“Man’s foot is all his own. It is unlike any other foot. It is the most distinctly human part of his anatomical make-up. It is a human specialization and whether he be proud of it or not, it is his hallmark and so long as Man has been Man and so long as he remains Man it is by his feet that he will be known from other members of the animal kingdom. He may speak slightly of feet of clay and imagine his form to be divine with perhaps the exception of his feet, but with all his conceit he must not ever forget that it is, in fact, his feet that confer on him his only real distinction and provide his only valid claim to human status. We may, therefore, assume that we have every guarantee that the foot is a proper subject for examination for its own sake.”

Frei übersetzt:

Des Menschen Fuß ist einzig ihm eigen. Er ist mit keinem anderen Fuß vergleichbar. Anatomisch gesehen ist er der menschlichste Teil unseres Körpers. Er ist eine Besonderheit des Menschen, sei dieser darauf stolz oder nicht. Er ist sein Gütesiegel!

Solange es Menschen gibt und Menschen geben wird, sind es ihre Füße, an denen sie von allen anderen Mitgliedern der königlichen Tierwelt erkannt werden.

Der Mensch mag seine irdischen Füße gering schätzen, sich selbst aber, vielleicht mit Ausnahme der Füße, für das Ebenbild Gottes halten. Bei aller Verblendung sollte er nicht vergessen, dass es tatsächlich die Füße sind, die ihn auszeichnen und ihm gestatten, menschlichen Rang zu beanspruchen. Wir dürfen also getrost davon ausgehen, dass die Füße es wert sind, wenn wir uns mit ihnen befassen.

Der Fuß in der Menschheitsgeschichte

Embryogenese und Fetogenese

Das Säuglingsalter

Die Aufrichtung

Kleinkindlicher Gestaltwandel

Ossifikation (Verknöcherung)

Reifung des Bindegewebes

Sensible Phasen

Wachstum

Laufen lernen

Variabilität der Norm

Gesundheit und Leistung

Der Fuß in der Menschheitsgeschichte

„Der Fuß ist das ausgereifteste menschliche Organ“

1976 erkannten Mitarbeiter der Paläoanthropologin Mary Leakey im vulkanischen Boden bei Laetoli (Tansania), nicht weit entfernt vom Serengeti-Naturpark, „menschliche“ Fußspuren von drei Individuen, zwei Erwachsenen und einem Kind. Die Vermutung, dass es sich um prähistorische Spuren handelte, bestätigte sich. Nach der Altersbestimmung mit der Kalium-Argon-Methode waren sie vor 3,6 Millionen Jahren entstanden, also im Pliozän, der letzten geologischen Periode des Tertiärs vor dem Übergang zum Quartär. Damals gab es keine Menschen. Alle Fossilfunde dieser Zeit verwiesen auf tierische Geschöpfe, so genannte Südafaffen (Australopithecinae), die aufrecht standen und liefen. Gesichts- und Hirnschädel waren eher denen der heute lebenden Menschenaffen Afrikas vergleichbar. (Abb. I - 1)



Abb. I - 1

Die Fußspuren von Laetoli waren unverwechselbar Spuren menschlicher Füße. Ihre Zehen waren nicht wie die der Greiffüße der Affen fingerlang, der mittlere am längsten (wie auch bei menschlichen Händen), und nicht bogenförmig nach innen gekrümmt. Sie waren kurz und lagen gerade nebeneinander. Die Großzehe lag den anderen vier Zehen

eng an. Sie stand nicht wie ein Daumenstrahl vom Fuß ab und konnte nicht wie ein Daumen den anderen Zehen gegenübergestellt werden; ein Zangenriff mit Annäherung des Daumenendgliedes an die Kuppe der II. oder III. Zehe war damit nicht möglich. Die Sohlen der Füße hatten sich insgesamt im Boden eingedrückt, nicht überwiegend der Fußaußenrand, wie beim Affenfuß zu erwarten wäre.



Abb. I - 2: Primatenfüße im Vergleich

A: Schimpanse; B: Flachland-Gorilla; C: Berg-Gorilla; D: Mensch



Abb. I - 3: Fußskelett eines Menschen (links) und eines Gorillas (rechts)

Aufrichtung zum Zweibeiner

Die Aufrichtung zum Zweibeiner nahm vor vier bis fünf Millionen Jahren ihren Anfang. Fossilfunde sprechen dafür, dass sich die Anpassung des knöchernen Skeletts an die geänderte Belastung zuerst im Bereich der unteren Extremitäten vollzog. Wahrscheinlich zur gleichen Zeit formte sich das Becken um, danach richtete sich die Wirbelsäule auf. Auch der Schultergürtel wandelte sich, da sich seine Funktion änderte: Arme und Hände wurden nicht mehr zur Fortbewegung benötigt, so dass sie frei wurden zu „handwerklicher“ Tätigkeit. Zugleich mit der Aufrichtung der Halswirbelsäule änderte sich die Stellung des Kopfes und die Gestalt des Hirn- und Gesichtsschädels. Was jeweils voranging und wie die Veränderungen einander bedingten, sind offene Fragen. Alle mit der Aufrichtung zum Zweibeiner zusammenhängenden Vorgänge beanspruchten die gesamte Zeit bis zum Auftreten des heutigen (rezenten) Menschen, des *Homo sapiens sapiens*. Wir haben keinen Anlass anzunehmen, dass sie abgeschlossen sind.

Knochen - Bänder - Muskeln

Die Aufrichtung des Menschen vollzog sich um die Querachse der Hüftgelenke. Hier befinden sich die stärksten Knochen des Skeletts, die Beckenknochen und die Oberschenkelknochen. Das stärkste Band des Körpers, das Band zwischen Becken und Oberschenkel (Lig. iliofemorale), verbindet Darmbein (Os ilium) und Oberschenkel (Femur). Die kräftigen Muskeln, die die Hüfte umgeben, verbergen in ihrer Masse das Becken. Während sich andere Gelenke an der Körperoberfläche abzeichnen, sind die Hüftgelenke von außen nicht erkennbar. Stärkster Streckmuskel ist der große Gesäßmuskel (*M. gluteus maximus*), der das Becken aufrichtet und in dieser Stellung festhält. Er bringt den Schwerpunkt des Körpers über das Becken, das den Rumpf wie ein Korb auffängt. Starke Sehnenplatten stabilisieren die Aufrichtung; das Sehnenfeld der vorderen Bauchwand, das des Rückens und die Sehnenbinde, die vom Becken bis zum Unterschenkel herabreicht und den Oberschenkel als sehniges Rohr umgibt (*Fascia lata*). Ihre Verstärkung an den Außenseiten der Oberschenkel (*Tractus ilio-tibialis*) dient als Zuggurtung und trägt zur Stabilität des Femur gegenüber seiner Biegebelastung bei (s. S. 32).

Die Aufrichtung vollzieht sich der Schwerkraft entgegen und erfordert ein erhebliches Übergewicht der Streckmuskulatur gegenüber den Beugern, die die Schwerkraft auf ihrer Seite haben. Die Gestalt des Beckengürtels und der Beine wird daher beim Menschen durch die mächtige Streckmuskulatur bestimmt. Sie bildet eine Muskelschlinge von den Gesäßmuskeln hinten nach vorn zu den Streckmuskeln des Oberschenkels und wieder nach hinten zur Wadenmuskulatur.

Verlagerung des Schwerpunktes

Die Wirbelsäule ist fest in den Beckenring eingefügt. Die Last, die sie trägt, nimmt nach unten hin zu, ebenso die Größe der Wirbelkörper. Die Abknickung zwischen Lendenwirbelsäule und Kreuzbein (Promontorium) mit einem Winkel von rund 60 Grad bei Frauen und 64 Grad bei Männern erklärt sich aus der Aufrichtung. Dieser Winkel ist charakteristisch für den Menschen, hat sich aber erst allmählich ausgebildet, wie Fossilfunde zeigen. Bei den Tieraffen ist er gering, bei Menschenaffen beträgt er rund 35 Grad. Das tierische Becken hat nicht die Gestalt und Funktion eines Korbes, der den Rumpf auffängt, es gleicht eher einem Deckel, der in Verlängerung der Wirbelsäule die Hinterbeine bedeckt, die mit ihm gelenkig verbunden sind.

Bei jedem Vergleich mit den heute lebenden Menschenaffen ist zu bedenken, dass sie sich zeitlich genauso weit von dem gemeinsamen Ahnen entfernt haben wie die Hominiden. Die Parallelentwicklung begann vor 10 bis 20 Millionen Jahren.

Zur menschlichen Wirbelsäule gehören charakteristische Ausschwingungen nach vorn (Lordose der Hals- und der Lendenwirbelsäule) und hinten (Kyphose der Brustwirbelsäule und des Kreuzbeins), die dem aufrechten Stand und Gang Elastizität geben. Auch sie tragen dazu bei, den Körperschwerpunkt über dem Becken zu halten. Bei den Vierbeinern, auch den Menschenaffen, liegt er dagegen vor dem Becken. (Abb. I – 4)

Die Schwerlinie des Menschen, auch Traglinie genannt, verläuft von der Höhe des Schädels durch das große Hinterhauptsloch (Foramen magnum) entlang der Halswirbelsäule durch den Brust- und den Bauchraum zur Beckenmitte und von dort zum

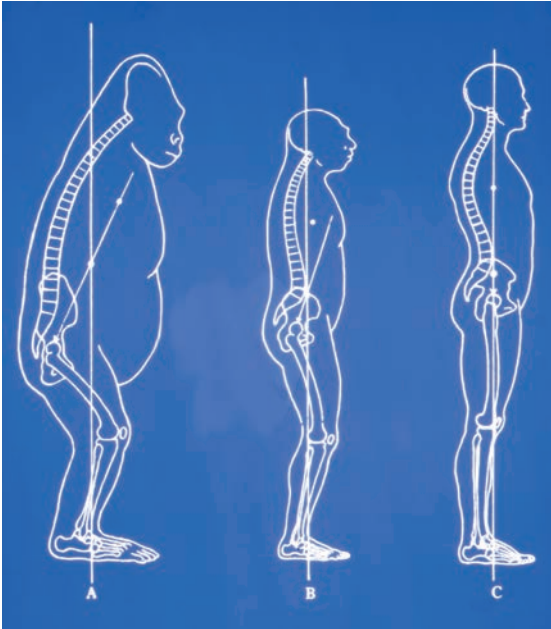


Abb. I - 4: A: Gorilla; B: Neanderthaler; C: Moderner Mensch

Boden zwischen den parallelgestellten, gleichmäßig belasteten Füßen.

Gestaltwandel der Gliedmaßen

Wir stehen auf relativ kleinen Sohlenflächen. Bei der Breite seiner Schultern und Hüften gleicht der aufgerichtete Mensch einem auf der Spitze stehenden Kegel. Das Körpergewicht und die kräftige Beugemuskulatur des Unterschenkels, die bei der Aufrichtung Teil der Streckerschlinge ist, beugen den Fuß abwärts (Plantarflexion) und heften die Sohlen an den Boden.

Stand- und Gangsicherheit setzten den Gestaltwandel des Fußes voraus. Auch der Rückfuß änderte sich bei der Entwicklung zum Menschenfuß, er richtete sich ebenfalls auf. Die Achse des Schienbeins trifft nahezu senkrecht auf das Sprungbein und dieses liegt über dem Fersenbein, das achsengerechter aufgerichtet die Last übernehmen kann, wie Franz Weidenreich 1922 im Vergleich zum Rückfuß des Gorillas demonstrierte.

Die Freisetzung der Arme und Hände, gemeinsam mit der Aufrichtung der Halswirbelsäule und des Kopfes und dem Wandel des Gesichtsschädels, führten zum Gestaltwandel des Schultergürtels und zu höheren Anforderungen an das Gleichgewichtsorgan und an das zentrale und periphere

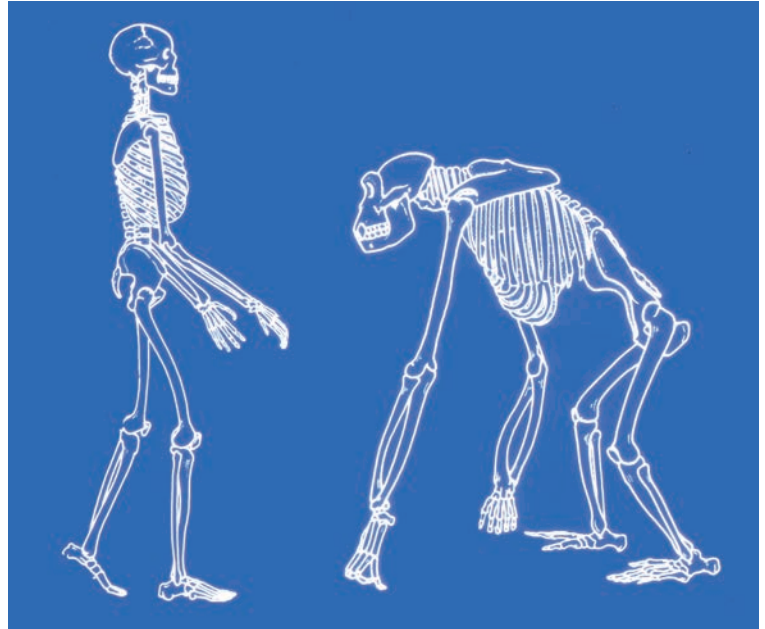


Abb. I - 5

Nervensystem. Zahlreiche Anpassungsvorgänge liefen zeitlich nebeneinander oder hintereinander ab, bedingten sich gegenseitig und trugen zur Menschwerdung bei. (Abb. I - 5)

Entwicklung des menschlichen Gehirns

Die Hirnentwicklung des Menschen, an die beim Vergleich des Menschen mit Tieren zuerst gedacht wird, begann früh, nämlich bereits bei der ersten Entwicklung der Säugetiere vor rund 200 Millionen Jahren. Sie steigerte sich bei den Primaten und unter ihnen nochmals bei den Menschenaffen, die rund 2,5 mal mehr Hirnmasse je kg Körpergewicht aufweisen gegenüber den Tieraffen. Australopithecus afarensis, dessen Fußspuren in Laetoli und dessen Fossilien an mehreren Orten in Ostafrika gefunden wurden, hatte zwar Menschenfüße und andere Merkmale des aufrechten Ganges, aber noch ein Schädelvolumen, das dem der heute lebenden Menschenaffen entspricht. Erst vor rund zwei Millionen Jahren vergrößerte es sich um die Hälfte aller bisherigen Volumina. Von dieser Zeit an sprechen wir von Hominiden. Homo habilis, der werkzeugschaffende Vormensch, tritt in den Fossilfunden in Erscheinung. Wenige 100 000 Jahre später folgte Homo erectus. Dann stagnierte die Hirnentwicklung für eine Dauer von 1,5 Millionen Jahren. Mit dem Homo sapiens vor rund 500 000 Jahren setzte sie sich fort.

Bei den Menschenaffen, von denen es vor einigen

Millionen Jahren mehr Arten als heute gab, beträgt das Volumen des Hirnschädels durchschnittlich 390 cm³ (Schimpansen), 410 cm³ (Orang-Utan), 500 cm³ (Gorilla), beim *Homo habilis* betrug es zwischen 600 und 800 cm³, beim *Homo erectus*, der Afrika verließ und dessen Fossilien außer in Afrika in Java, China und Europa gefunden worden sind, im Mittel rund 1000 cm³, beim *Homo sapiens* dagegen 1200 bis 1700 cm³, also Werte wie beim heutigen Menschen, dem *Homo sapiens sapiens*. Das Hirnvolumen des Neandertalers, der heute als

Seitenzweig der Hominidenentwicklung angesehen wird, war noch um rund 15 Prozent größer.

Die Stammeslinie vom *Australopithecus afarensis* über *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo sapiens* zum *Homo sapiens sapiens* ist nicht präzise darzustellen. Es gab mehrere Arten nebeneinander, heute dagegen ist der Mensch die einzige Art der einzigen Gattung der Hominiden. Die Häufung der Fossilfunde der 80er und 90er Jahre hat die Zuordnung eher erschwert. Die zeitliche Zuordnung ist dagegen durch die Fortschritte der molekularbiologischen Untersuchungen verbessert worden. Heute gilt als sicher, dass die Menschheitsgeschichte in Afrika ihren Anfang nahm. Am Anfang stand die Aufrichtung, und sie begann mit dem Gestaltwandel des Fußes, wahrscheinlich gleichzeitig der Beine und des Beckengürtels.

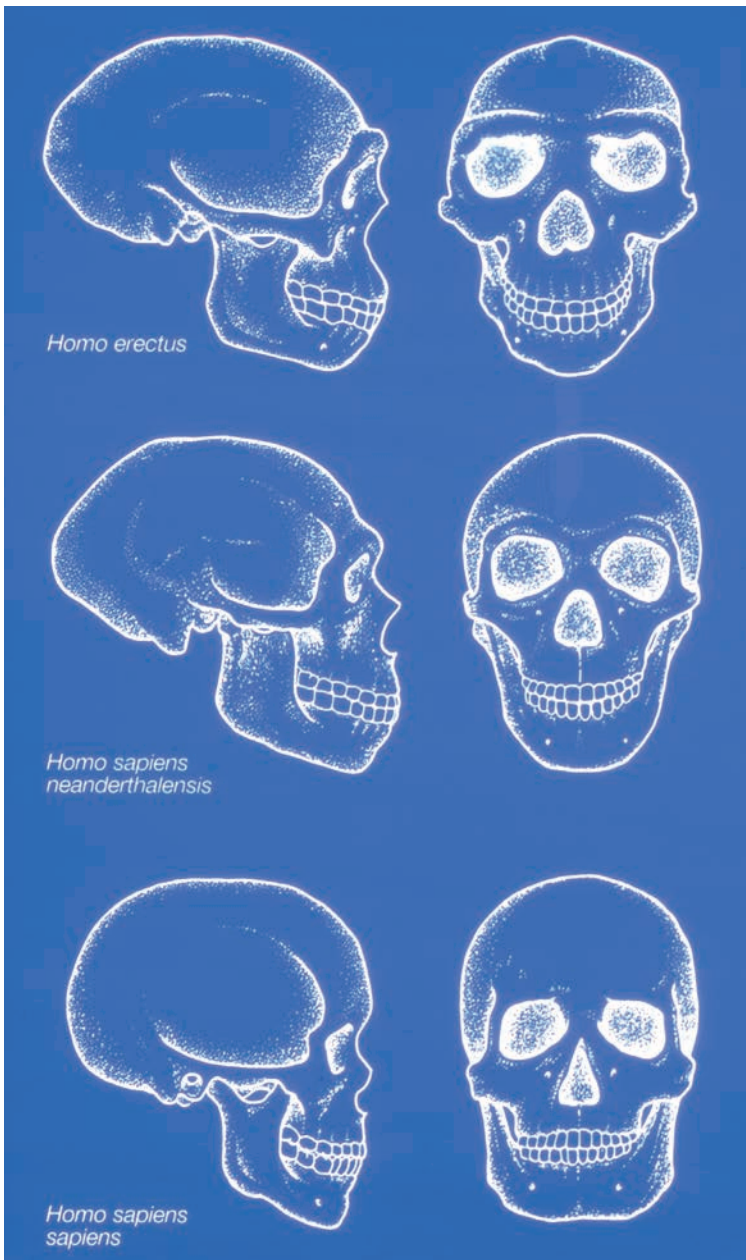


Abb. 1 - 6: Schädel von *H. erectus*, *H. sapiens neanderthalensis* und *H. sapiens sapiens* (von oben nach unten) im Vergleich.

Embryogenese und Fetogenese

Die ersten acht Schwangerschaftswochen sind die Zeit der Embryonalentwicklung (Embryogenese). In dieser relativ kurzen Zeit entwickeln sich die Organe. Das Kind erreicht eine Scheitel-Steißlänge (SSL) von etwa 30 mm. Mit der neunten Schwangerschaftswoche beginnt die Ausreifung der Organe, die Fruchtentwicklung (Fetogenese).

Entwicklung der Extremitäten

In der vierten Schwangerschaftswoche entstehen auf beiden Seiten des Embryos Extremitätenleisten (Wolffsche Leisten), aus denen sich zwei zunächst schaufelförmige Armknospen hervorstülpen. Ein bis zwei Tage später folgen die Beinknospen. Erst innerhalb der weiteren fünf Entwicklungswochen beginnen sich die Extremitätenknospen so weit zu gliedern, dass die Abschnitte der Schultern und Hüften, der Arme und Beine und der Hände und Füße voneinander zu unterscheiden sind. Zuerst sind am vorderen Rand der Handplatten Einkerbungen erkennbar, dann an den Fußplatten. Sie schneiden schnell tiefer ein und trennen fünf Finger- und fünf Zehenstrahlen. Die Wolffschen Extremitätenleisten bilden sich zurück.



Abb. 1 - 7: Modell eines Embryos zu Beginn der 6. Woche, Scheitel-Steiß-Länge 10 mm

Drehung der unteren Extremitäten

Hände und Füße folgen in ihrer Stellung der Längsachse der Arme und Beine, die Füße stehen also in äußerster Spitzfußstellung (Plantarflexion). Die Innenknöchel der Schienbeine stehen gegenüber den Außenknöcheln der Wadenbeine zurück, aber schon in der siebten Woche liegen sie in einer Ebene. Zur gleichen Zeit werden Oberschenkel und Knie angehoben. Durch die Beugstellung in den Hüften schauen die Knie nach oben (kranialwärts). Die Beine kreiseln von schräg hinten außen zur Seite außen, dann weiter nach schräg vorn außen. Sie drehen sich bis zum Ende der achten Woche um etwa 90 Grad. Die Arme drehen sich in die Gegenrichtung um etwa 45 Grad.

Die Zehen liegen nebeneinander; die dritte Zehe ist wie der Mittelfinger der Hand am längsten, bleibt dann aber im Wachstum zurück. Die Füße stehen leicht nach außen gedreht (supiniert) und an den Körper angelegt (adduziert), ihre Sohlen sind einander zugewandt.

Die Kreiselung der Beine setzt sich fort. In der neunten Woche stehen die Arme mit dem Ellbogen nach unten, die Beine mit den Knien nach vorn. Die Beine drehen sich, bis die Großzehen nach innen gerichtet sind. Die Fußsohlen zeigen nach innen unten. Die Köpfe der Mittelfußknochen I und V senken sich, die Querwölbung entsteht. Der Fuß hebt sich im Sinne der Dorsalextension und behält die Außendrehung (Supinationsstellung) bei. Der Vorfuß steht weiterhin im Tarso-Metatarsal-Gelenk (Lisfrancschem Gelenk) adduziert. Die Großzehe kann wie ein Daumen nach innen abstehen.

Das Fußwurzelgelenk

Zur gleichen Zeit, in der sechsten bis achten Woche, beginnt die Stellungenänderung des Sprungbeins zum Fersenbein. Zunächst lagen diese Knochen wie die Handwurzelknochen in einer Ebene nebeneinander, nun beginnt die Überlagerung des Fersenbeins durch das Sprungbein. Von der siebten Woche an hat nur noch das Sprungbein Kontakt zur Knöchelgabel des Unterschenkels, das obere Sprunggelenk (OSG) entsteht.

Gleichzeitig differenzieren sich Muskeln, Gefäße, Nerven und die Elemente des straffen Bindegewebes. Die Fußsohlensehnenplatte (Plantaraponeurose) wird erkennbar, ebenso die Anlage des Sohlenpolsters. Die Leisten und Furchen der Fußsohlenhaut werden zu Beginn der Fetogenese erkennbar, Fußnägel im fünften Schwangerschaftsmonat. Sie erreichen bis zum zehnten Monat die

vordere Begrenzung der Zehenkuppen.

Sprungbein und Fersenbein unterliegen bereits pränatal einem Gestaltwandel. Das Sprungbein wächst in die Breite und in die Höhe, die Sprungbeinrolle (Trochlea) wird quadratischer und der Sprungbeinhals länger. Die Länge des Fersenbeinkörpers nimmt vor der Geburt ab, danach wieder zu. Die supinatorische Schrägstellung des Fersenbeinhöckers (von oben außen nach unten innen) dagegen nimmt pränatal erheblich zu, postnatal aber ab (s. S. 35). Auch die anderen Knochen der Fußwurzel ändern ihre Gestalt, Mittelfußknochen und Zehen ändern ihre relativen Längen (Lippert).

Noch zur Zeit der Embryogenese verknorpeln die Skelettelemente des Fußes, zuerst die Mittelfußknochen (Ossa metatarsalia) II bis V, das Würfelbein (Os cuboideum), das Fersenbein (Calcaneus), dann das Sprungbein (Talus), die seitlichen (lateralen) Keilbeine (Ossa cuneiforme), zuletzt der I. Mittelfußknochen, das I. Keilbein, das Kahnbein (Os naviculare) und schließlich, noch in der achten Woche, die Zehenglieder (Digiti), auch sie in der Folge von außen nach innen. Die Verknorpelung der Skelettelemente des Fußes ist zu Beginn der Fetalzeit abgeschlossen, mit ihr beginnt die Verknöcherung. (s. S. 63).

Sensible Phasen

Innerhalb welcher kurzer Zeit sich während der Embryogenese die Organe differenzieren, verdeutlichte sich erschreckend in den Jahren 1959 bis 1962: Schwere Fehlbildungen der Sinnesorgane, des Herzens, der Bauchorgane, der Arme, Hände, Beine und Füße bei wahrscheinlich mehr als 6000 Neugeborenen folgten der Einnahme eines Thalidomid-haltigen Medikaments an bestimmten Tagen der Frühschwangerschaft. Die „sensible Phase“, in der die Medikamenteneinnahme zu falschen Entwicklungen führte, dauerte nur 15 Tage, vom 21. bis zum 36. Tag der Schwangerschaft (s. S. 67). Für die Art der Fehlbildungen gab der Zeitpunkt der Einnahme den Ausschlag. Schäden an Armen und Händen entstanden bei Medikation zwischen dem 23. und dem 29. Tag, Schäden an Beinen und Füßen zwischen dem 30. und dem 33. Tag.

Bis dahin war nichts über derart schwerwiegende Fruchtschädigungen durch Arzneimittel bekannt. Das Erschrecken war auch deshalb groß, weil das angeschuldigte Präparat ärztlich gern verordnet

und gut vertragen wurde. Als der Kinderarzt und Humangenetiker W. Lenz (1919 bis 1995) den ursächlichen Zusammenhang erkannte und im Dezember 1961 bekannt gab, erreichte er die Zurücknahme des Medikaments durch den Hersteller. Aber seine These blieb bis zum Herbst 1962 umstritten. Dann endete die Missbildungswelle, wie von ihm vorausgesagt worden war.

Vorgeburtliche Störungen der Entwicklung des Kindes durch Medikamente, Chemikalien und ionisierende Strahlen sind nicht noch einmal in diesem Umfang in Erscheinung getreten. Die Gefährdung der Entwicklung durch Infektionskrankheiten ist seit 1941 bekannt, als der australische Arzt N. M. Gregg (1892 bis 1966) den Zusammenhang von Röteln in der Schwangerschaft mit einer Trias von Fehlbildungen des Kindes aufdeckte (Linsentrübung, Schwerhörigkeit, Herzfehler). Gefährdet sind ungeborene Kinder auch durch eine Toxoplasmose-Infektion in der Schwangerschaft. Eine scharf abzugrenzende sensible Phase wie bei den Thalidomidschäden ist hier allerdings nicht gegeben; es kommt in Einzelfällen zu Fehlbildungen in der Embryo- und Fetogenese (Embryo- und Fetopathien).

Längenwachstum

Das vorgeburtliche (pränatale) Wachstum verläuft in den ersten Schwangerschaftstagen langsam, von der zweiten Woche bis zur 20. Woche sehr schnell, danach wieder etwas langsamer. In der zwölften Schwangerschaftswoche werden bereits 90 mm Scheitel-Steiß-Länge (SSL) erreicht, in der 16. Woche 160 mm, in der 20. Woche rund 250 mm. Die einzelnen Körperteile wachsen nicht gleichmäßig. Das Maß der Steigung (der Wachstumsgradient) ist pränatal kranialwärts gerichtet. Der Fuß wächst schneller als die Hand, die Unterschenkel und der Rumpf, der Unterschenkel schneller als der Oberschenkel.

Die relative Fußlänge (in Bezug zur Körperlänge) beträgt von der vorgeburtlichen Zeit an bis zum Erwachsenenalter 15 bis 16 Prozent. Sie steigt nur zur Zeit der Pubertät vorübergehend auf 16 bis 17 Prozent.

Das Säuglingsalter

Das Menschenkind ist kein Nestflüchter, der sich mit offenen Sinnen in kurzer Zeit nach der Geburt orientieren und auf eigenen Beinen stehen und laufen kann. Es ist auch kein Nesthocker, hilflos, mit verschlossenen Augen und Ohren, ohne die Fähigkeit, sich zu orientieren, aufzurichten und fortzubewegen. Ebenso wenig ist es ein Tragling wie die Säuglinge der Beuteltiere oder die Affenkinder, die sich am Haarpelz des Muttertieres festklammern und vom Muttertier, schützend mit Armen und Beinen umfasst, an der Brust verborgen werden können. An eine ehemalige Zugehörigkeit erinnert nur noch der funktionslos gewordene Klammerreflex des jungen Säuglings (B. Hassenstein).

Der menschliche Säugling passt in keine der genannten Kategorien. Adolf Portmann (1897 bis 1982) nannte ihn einen „sekundären Nesthocker“ und verstand das Säuglingsalter als Fortsetzung der Schwangerschaft außerhalb des Mutterleibes (extrauterine Schwangerschaft).

So wird verständlich, dass sich die Füße und Beine des Säuglings in ihrem Aussehen und ihrer Stellung nicht nennenswert von ihrem vorgeburtlichen Erscheinungsbild unterscheiden. Die pränatale Entwicklung geht in die postnatale kontinuierlich über.

Zeit der Geburt

Neugeborenenfüße, wie wir sie in den Tagen nach der Geburt und bei der Basis-Neugeborenenuntersuchung (U2) in der Zeit vom dritten bis zehnten Lebenstag sehen, zeichnen sich am häufigsten durch eine mehr oder weniger ausgeprägte Auswärtsdrehung (Supinationsstellung) und Vorfußadduktion aus. Die Fußsohlen sind einander zugewandt. Die Großzehen stehen oft von den vier anderen Zehen ab („Sandalenlücke“). Das Hochziehen des Fußes (Dorsalextension) ist unbehindert, die Abwärtsbeugung (Plantarflexion) eher eingeschränkt.

Jedes Merkmal für sich kommt akzentuiert vor: Betonte Supination („Kletterfuß“, „Supinationsfuß“), betonte Adduktion („Sichelfuß“, „Pes adductus“, „Metatarsus varus“ bei Abknickung des Vorfußes insgesamt), betonte Dorsalextension bei passiv möglicher Anlagerung des Fußrückens an den Unterschenkel („Hackenfuß“), gelegentlich mit



Abb. I - 8:
Neugeborenenfüße



Abb. I - 9:
Supinationsfuß mit kräftigem Fußaußenrand und Opponierbarkeit des Großzehen-, besser Daumenstrahls bei Gorillakind Goma (Basel)

einer Sperre der Plantarflexion bei Beugung bis zum rechten Winkel (Null-Stellung). Charakteristisch sind fließende Übergänge.

Die Bezeichnungen erinnern daran, dass die Entscheidung, ob ein Merkmal noch in den Bereich der Norm fällt oder für einen behandlungsbedürftigen Zustand spricht, Schwierigkeiten machen kann. Charakteristisch sind fließende Übergänge.

Bestimmte Merkmale treten gemeinsam auf, was sich aus der Gelenkmechanik erklärt. Die „Kompromissachse“ des unteren Sprunggelenks verläuft schräg vom Fersenbein unten außen nach vorn oben innen zum Sprungbeinkopf. Ihr Verlauf verbindet einerseits die Dorsalextension mit der Pronation des Rückfußes (Eversion) und Abduktion des Vorfußes, andererseits die Plantarflexion mit der Supination des Rückfußes (Inversion) und Adduktion des Vorfußes.

Zum ausgeprägten Hackenfuß gehört daher die Neigung zur Pronation, zum Supinationsfuß gehört die Neigung zur Adduktion.

Untersuchungsergebnisse

Hans Spitzzy (1872 bis 1956) berichtete 1903 über Bau und Entwicklung des kindlichen Fußes. Bei Neugeborenen falle die erhebliche Dorsalextension und die Supinationsstellung auf; rund 80 Prozent seien auswärts gedrehte Füße. Diese Stellung bleibe lange erhalten. Hackenfüße mit hochgradiger Dorsalextension, oft bis an den Unterschenkel hochklappbar, zeigten vermehrt eine Pronationsstellung mit Prominenz des Taluskopfes und des Kahnbeins. Diese Füße seien oft lang, schmal und flach. Die Fußwölbung innen sei bei Neugeborenenfüßen deutlich erkennbar; Säuglingsfüße seien keine Plattfüße. Das Ballenmaß des Neugeborenenfußes sei meist geringer als die Fußlänge. Das Fett-Bindegewebe entwickle sich im Säuglingsalter, der Neugeborenenfuß sei noch schlank. Bei zu früh geborenen und bei dystrophen Neugeborenen sehe man den skelettären Bau mit der Wölbung besonders deutlich. Unter dem Kahnbein bilde das Fettgewebe ein kräftiges Polster, das erst im Kleinkindalter schwindet („Spitzzy'scher Fettpfropf“).



Shigeo Nagura (1958, 1960) fand bei 112 Neugeborenen unmittelbar nach der Entbindung bei Jungen wie Mädchen am häufigsten eine Kombination von Supination und gesteigerter Dorsalextension (58 Prozent), am zweithäufigsten Supinationsfüße ohne Hackenfußmerkmal (25 Prozent), sehr viel seltener „reine“ Hackenfüße (5,4 Prozent), Pronationsfüße (3,6 Prozent) und indifferente Stellungen (3,6 Prozent). Drei Tage später hatte sich das Bild geändert. Die Neigung zur Hackenfußstellung hatte sich verringert, die Supination zugenommen.

Mitte der 70er Jahre untersuchte W. Weltersbach 4214 Neugeborenenfüße. Es ergaben sich fließende Übergänge von einer unauffälligen Mittelstellung (rund 73 Prozent) einerseits zu betonten Supinations-Adduktionsstellungen (rund 13 Prozent), andererseits zu betonten Hackenfuß-Pronationsstellungen (auch rund 13 Prozent). Extremvarianten grenzte der Untersucher vom Supinationsfuß ab, wenn der Fuß in übersteigerter Varusstellung als „Klumpfußhaltung“ erschien, ohne ein Klumpfuß zu sein (0,14 Prozent), und vom Hackenfuß, wenn die Plantarflexion im oberen Sprunggelenk passiv nicht über den rechten Winkel hinaus gelang (0,57 Prozent). Der Untersucher sprach dann von einer „Beugekontraktur“.

Seine Befunde bestätigen Beobachtungen zahlreicher Untersucher früherer Zeit, sind allerdings im Umfang einmalig. Die große Zahl vermittelt eindrucksvoll, wie sich die unterschiedlichen Haltungen der Füße im Sinne einer Normalverteilung zusammenfügen. Wann sollte von noch gesunden Extremvarianten der Norm, wann schon von behandlungsbedürftigen Fehlstellungen gesprochen werden? Da allerdings alle Füße nur einmal im Neugeborenenalter untersucht worden sind, ist nicht bekannt, wie sie sich entwickelt haben.

Anatomische Studien an Neugeborenenfüßen (H. Fritsch 1993) bestätigen, dass sie sich nicht von fetalen Füßen der letzten Schwangerschaftsmonate unterscheiden. Sie stehen in Supination und das Sprungbein liegt noch nicht voll über dem Fersenbein, sondern überragt es auf der Innenseite. Längs- und Querwölbung sind vorhanden. Der II. Strahl liegt am höchsten. Das Unterhaut-Fettgewebe an der Sohle und an den Fußrändern ist ebenso gekammert wie beim Fuß des Erwachsenen.

Abb. I - 10: Säugling mit Hüft- und Kniebeugung und Supinationsstellung der Füße

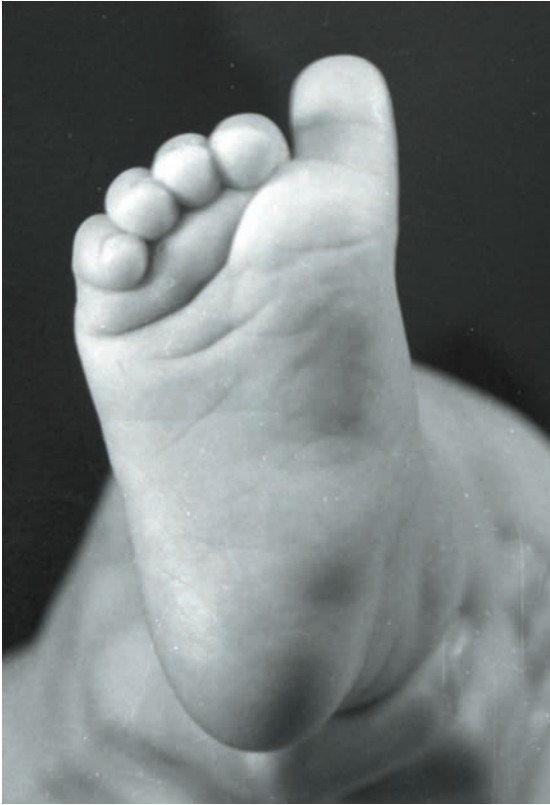


Abb. I -
11 (oben links):
Zehenbeugung
12 (oben rechts):
Großzehen-
beugung
13 (unten links):
Zehenspreizung
14 (unten rechts):
Supinations-
stellung des
rechten, Pro-
nationsstel-
lung des linken
Fußes



Bei Säuglingsfüßen aller Lebensmonate geht im Gegensatz zu Neugeborenenfüßen die gesteigerte Dorsalextension zurück, die Plantarflexion lockert sich und das Sohlenpolster nimmt zu. Eine einmal vorhandene Supinationsstellung bleibt meistens bis zur Zeit nach der Aufrichtung bestehen.

Ist Behandlung notwendig?

Strittig ist nach wie vor die Frage, welche Extremvarianten behandelt werden müssen. In der Praxis gehen die Meinungen auseinander. Ärzte, die im Zweifelsfall behandeln (und häufig zweifeln), verzeichnen gute Erfolge, überzeugen aber Kollegen nicht, die selten zweifeln und mehr als 99 Prozent der Neugeborenenfüße für gesund halten. Sie warten auch bei Hackenfüßen, Pronationsfüßen, Kletterfüßen, Klumpfußhaltungen und Sichelfüßen zuversichtlich ab. Fragen der Indikation (der Anzeige einer Behandlungsbedürftigkeit) und der Nützlichkeit oder Schädlichkeit verschiedener Behandlungsmethoden blieben bisher offen. Es fehlen methodisch gesicherte Längsschnittuntersuchungen.

G. Imhäuser (1912 bis 1996) sagte wiederholt, man dürfe bei noch in der Entwicklung befindlichen Kindern nicht alles, was einem nicht gefällt, für krank halten. Je älter er werde, umso häufiger neige er zum Abwarten. Seinen Handbuchbeitrag über den Sichelfuß (1985) schreibe er gern um. Es seien immer Säuglinge, die vorgestellt würden, selten ältere Kinder.

Entwicklung im Säuglingsalter

Säuglingsfüße sind wie Säuglingshände ständig in Bewegung, solange das Kind wach ist. Die Zehen spreizen sich, beugen sich (in Plantarflexion) und strecken sich (zur Dorsalextension). Beugen sich die Zehen II bis V, streckt sich die Großzehe. Das Bewegungsmuster nimmt vorweg, was später bei der Abwicklung zum Schritt geschieht: In der Schwungphase strecken sich alle Zehen, in der Phase der Abstoßung tragen die Zehen II bis V durch Krümmung zum Abstoßen bei, während die Großzehe flach dem Boden angepresst wird, wenn sich der Fuß über dem Großzehenstrahl erhebt, bevor es zur Abwicklung kommt.

Die Zehen V und IV sind nicht weniger kräftig als die Nachbarzehen III und II; sie bleiben erst nach

der Aufrichtung im Wachstum zurück. Großzehe und zweite Zehe stehen voneinander ab.

Das Unterhaut-Fettgewebe verdickt sich in wenigen Wochen. Unter den Zehengrundgelenken I, III, IV und V werden vier Polster erkennbar, die den von Tieren bekannten vier Tastballen entsprechen. Das mediale Polster verstärkt sich zum Großzehenballen, die drei anderen Polster verschmelzen zum Außenballen. Innen- und Außenballen trennt eine nach vorn ziehende Hautfurchung, die dem Verlauf des II. Strahls folgt. Das II. Zehengrundgelenk ist nicht unterpolstert. Ein meist auffallendes Polster findet sich vor dem Fersenrund innen unter dem Sprungbein-Kahnbein-Gelenk, wie von H. Spitzzy beschrieben.

Veränderungen der Beinstellung

Säuglingsbeine sind in den Hüft- und Kniegelenken gebeugt. Diese Beugestellungen sind aktiv nicht und passiv nicht ohne erhebliche Gewalt zu überwinden. Sie erinnern an die Beugung der entsprechenden Gelenke bei Vierbeinern, auch denen der Menschenaffen. Beim Menschen strecken sich Hüft- und Kniegelenke nach der Aufrichtung des Kindes (siehe S. 29).

Die Einwärtsdrehung der Beine am Ende der Embryonalzeit hatte die Kniescheibengegend um rund 90 Grad von schräg hinten außen nach vorn außen geführt (siehe S. 19). In dieser Stellung verharrt sie ebenfalls durch das Säuglingsalter hindurch bis zur Aufrichtung des Kindes.

Bei Säuglingen ist der Abstand der Knie voneinander größer als der der Innenknöchel; sie haben O-Beine und auch diese erinnern an die Beinstellung der Menschenaffen. Die Traglinie verläuft nicht zentral durch das Kniegelenk, sondern innen an ihm vorbei. Bis zur Aufrichtung des Kindes besteht eine Asymmetrie der Gelenkenden des Oberschenkelknochens und des Schienbeins im Bereich des Kniegelenks, der innere Gelenkhöcker des Femur ist beim Säugling deutlich höher als in den späteren Jahren.

Auch die Stellung der Wachstumsfugen (Epiphysenfugen) von Oberschenkel und Schienbein zueinander trägt beim Säugling zur O-Beinigkeit bei. Vorgeburtlich bildeten sie miteinander einen nach außen offenen stumpfen Winkel, im Säuglingsalter nahezu einen rechten Winkel. Später ver-

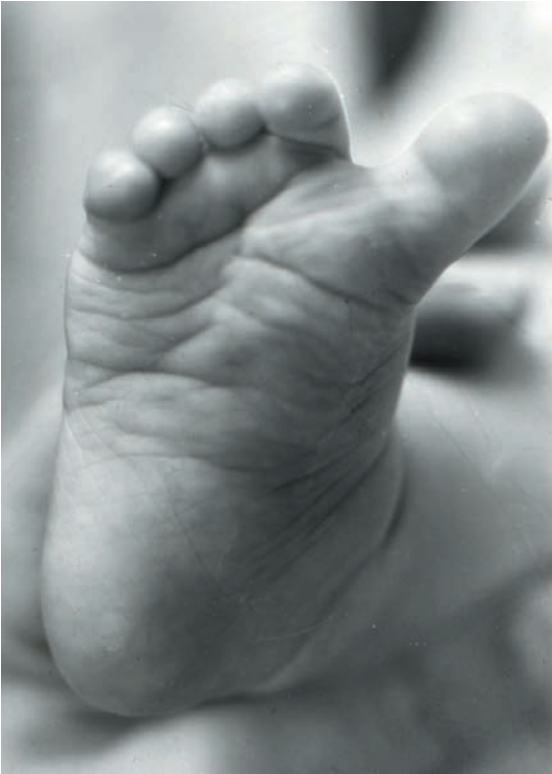


Abb. I - 15 (oben): Leistenhaut der Neugeborenen-Fußsohle mit Bewegungsfurchen;

Abb. I - 16 (rechts): vier Polster unter den Zehengrundgelenken I, III, IV und V



ringert sich der Winkel im Zuge einer Änderung am proximalen Femur-Ende: Zwischen Schaftachse und Epiphysenfuge verkleinert er sich von rund 90 Grad auf rund 82 Grad. Dazu kommt eine Stellungsänderung am Tibiakopf. Die Gelenkpfanne hat zur Transversalebene beim Neugeborenen eine nach hinten abfallende Neigung (Retroversion) von rund 27 Grad, die bis zum Erwachsenenalter auf etwa vier Grad zurückgeht.



Abb. I - 17 (rechts): Einjähriges Kind, unverändert o-beinig mit Supinationsstellung des Fußes

Die Aufrichtung

„Jedes Kind richtet sich zu seiner Zeit auf – an der inneren Uhr ist nicht zu drehen.“

Am Ende des ersten oder zu Beginn des zweiten Lebensjahres beendet die Aufrichtung zum Stand endgültig das Säuglingsalter und damit die Zeit, die von A. Portmann als „extrauterine Schwangerschaft“ bezeichnet wurde.

Vom **siebten Lebensmonat** an bleiben viele Kinder nicht mehr in Rücken- oder Bauchlage, sondern drehen sich über beide Seiten um. Sie heben die Arme, wenn sie aufgenommen werden wollen, und ziehen sich an den Händen der Erwachsenen hoch. Werden sie vom Sitzen in den Stand hochgezogen, stützen sie sich nach vorne ab. Aus der Bauchlage ziehen sie die Beine unter den Bauch nach vorn, versuchen sich aufzurichten, fallen jedoch wieder in die Bauchlage zurück.

In diesem Alter liegen die Hüften der Unterlage auf, die Beine werden abgewinkelt und sind in allen Gelenken beweglich. Vielen Kindern ist in diesem Alter ein stabiler Vierfüßlerstand noch nicht möglich. Sie rollen sich hin und her, robben oder kriechen nach vorn oder unwillentlich zurück, wenn sie einen Gegenstand erreichen wollen. Sie strecken sich gern, bringen die Beine unter den Bauch und versuchen, vorwärts zu kommen.

Im **achten Lebensmonat** drehen sich viele Kinder behände aus der Rückenlage in die Bauchlage oder umgekehrt. Die Kopfhaltung ist in Bauchlage stabil. Viele Kinder gehen in Krabbelposition, beginnen zu krabbeln, robben aber noch häufiger, um vorwärts zu kommen. Sie bewegen sich koordiniert, ziehen sich an den Händen Erwachsener hoch, können Kopf und Rumpf gut halten, wippen an den Händen auf und nieder und krallen die Zehen ein. Aus allen Haltungen kommen sie schnell heraus, bewegen sich viel, genießen die Bewegung nach vorn. Das Stehen gelingt mit Festhalten zunehmend schneller. Lassen sie los, setzen sie sich hin und versuchen gleich, wieder aufzustehen. Verlieren sie das Gleichgewicht, reagieren sie zweckmäßig; Steuerung und Gegensteuerung verbessern sich von einem Tag zum anderen.

Vom **neunten Monat** an beobachten wir kaum noch Rücken- oder Bauchlage. Das wache Kind dreht sich über die Seitenlage zum Sitzen, erhebt sich in den Vierfüßlerstand und setzt sich wieder. Im Sitzen bewegen die Kinder den Rumpf sicher. Viele Kinder rutschen auf dem Gesäß vorwärts, bevor sie krabbeln. Manche Kinder begnügen sich lange mit dem Rutschen, andere krabbeln nie. Viele Kinder ziehen sich in diesem Alter an Tischen, Stühlen, Kommoden hoch, stehen stabil, wippen auf und ab, wobei sich die Hüften schneller strecken als die Knie, und bewahren beim Festhalten das Gleichgewicht. Oft gelingen erste Schritte an den Möbeln entlang. Die Geschwindigkeit beim Krabbeln nimmt zu.

Vom **zehnten Monat** an drehen sich die meisten Kinder schnell über die Seite zum Sitzen oder Krabbeln. Sie sitzen frei mit gutem Gleichgewicht, stützen sich zur Seite, nach vorn und nach hinten und gelangen schnell in den Vierfüßlerstand. Sie stehen ohne Festhalten, laufen an den Möbeln entlang, fallen leicht in die Sitzposition zurück und stehen wieder auf.

Das **Krabbelalter** oder die Krabbelphase ist kein zeitlich scharf begrenzter Lebensabschnitt. Jedes Kind sitzt, steht, läuft zu seiner Zeit; an der inneren Uhr ist nicht zu drehen. Die Entwicklungsverläufe von der Rücken- oder Bauchlage bis zur Aufrichtung variieren, die Übergänge sind fließend. Auch vermeintliche Rückschritte kommen vor: Einige Kinder, die schon liefen, fallen für mehr oder weniger lange Zeit wieder ins Krabbeln oder Vorwärtsrutschen zurück. Rund zehn Prozent der Kinder krabbeln überhaupt nicht, denn Krabbeln ist fakultativ, nicht obligatorisch.

Vom **elften Monat** an sitzen viele Kinder ausdauernd frei, die Hüften gebeugt, die Beine nach außen gedreht. Einige machen bereits wenige freie Schritte, andere bevorzugen noch das Krabbeln zur schnellen Fortbewegung.

Vom **zwölften Monat** an steigt die Zahl der Kinder, die frei laufen, wenn auch noch unsicher, breitbeinig und mit einwärts gedrehten Füßen. Der Körperbau begünstigt in diesem Alter die Aufrichtung nicht. Kopf und Rumpf haben großes Gewicht, so dass der Körperschwerpunkt sehr hoch liegt. Hüften und Knie stehen gebeugt, die Wirbelsäule hat ihre s-förmigen Schwingungen noch nicht erreicht, die Lendenlordose fehlt.

Wichtige Zeitpunkte in der Entwicklung

Die Variationsbreite der motorischen Entwicklung bis zur Aufrichtung und zum Laufbeginn wird von Monat zu Monat größer. Die Skalen, die Müttern und Ärzten zeigen, wann welche Entwicklungsschritte erwartet werden dürfen, geben zwar Anhaltswerte, dürfen aber nicht starr ausgelegt werden, sie sind keine Richtlinien. Wenn von „vielen“ Kindern die Rede ist, sind 80 bis 90 Prozent gemeint.

Meilensteine

Meilensteine kennzeichnen die Entwicklungsabschnitte, die das Kind zurückzulegen hatte, bis es zum Beispiel sitzt, steht, läuft. Aus den von Inge Flehming überarbeiteten, auf deutsche Verhältnisse bezogenen und zuverlässig orientierenden Denver-Entwicklungsskalen (Frankenburg) können wir entnehmen, dass rund 90 Prozent der Kinder sich innerhalb der Zeitspanne von vier bis sechs Monaten aus der Rücken- oder Bauchlage umzudrehen vermögen, also wenige vor dem vierten und wenige erst nach dem sechsten Monat. 90 Prozent können mit sieben bis neun Monaten ohne fremde Hilfe sitzen, mit achteinhalb bis zwölf Monaten an Möbeln entlang laufen, mit zwölfteinhalb bis 16 Monaten allein laufen und mit 14 bis 19 Monaten hinaufgehen.

Grenzsteine

Grenzsteine (R. Michaelis) sind verbindlicher als Meilensteine. Sie geben an, bis zu welchem Alter bestimmte Leistungen erbracht werden, wenn sich Kinder gesund entwickeln. Ob sie früh oder spät sitzen, stehen, laufen, ist belanglos. Motorik und Sprache können sich unterschiedlich entwickeln: Einige Kinder laufen spät und sprechen früh, andere laufen früh und sprechen spät. Die Gesamtentwicklung des Kindes setzt sich aus vielen Einzelschritten zusammen.

Aber es gibt Grenzen, deren Überschreitung den Verdacht weckt, dass der Entwicklung Hindernisse entgegenstehen. So liefert der neunte Monat einen Grenzstein: Bis dahin haben alle gesunden Kinder gelernt, frei zu sitzen. Bis zum 18. Monat können alle gesunden Kinder frei laufen.

Grenzsteine der Körpermotorik

- 1. Monat: In schwebender Bauchlage kann für einige Sekunden der Kopf in der Rumpfebene gehalten werden
- 3. Monat: Sicheres Kopfhieven in der Bauchlage, Abstützen auf die Unterarme
- 6. Monat: Langsames Hochziehen zum Sitzen mit angebeugten Armen, der Kopf wird in der Rumpfebene gehalten
- 9. Monat: Sicheres, zeitlich nicht beschränktes freies Sitzen mit geradem Rücken und guter Kopfkontrolle
- 12. Monat: Sicheres und zeitlich wenig eingeschränktes Stehen mit Festhalten an Möbeln oder Wänden
- 18. Monat: Freies Gehen mit sicherer Gleichgewichtskontrolle
- 2. Jahr: Sicheres Rennen, Umsteuerung von Hindernissen
- 3. Jahr: Beidbeiniges Abhüpfen von einer untersten Treppenstufe
- 4. Jahr: Wohlkoordiniertes Treten und Steuern eines Dreirades oder eines ähnlichen Fahrzeuges
- 5. Jahr: Bewältigung der Treppen beim Auf- und Abgehen freihändig und mit Beinwechsel ohne Schwierigkeiten