

Neurophysiologische Grundlagen der motorischen Entwicklung

Zitiervorschlag: Gromer, B. (2026). Neurophysiologische Grundlagen der motorischen Entwicklung. Abrufbar unter URL:

https://wsd-bw.de/doku.php?id=wsd:selbststaendiges_leben:themenfeld:theorien_bewegung:neuro_motorik , CC BY-SA 4.0

Die motorische Entwicklung ist ein dynamischer, über die gesamte Lebensspanne andauernder Prozess, der auf der Reifung des zentralen Nervensystems (ZNS), genetischen Dispositionen sowie auf lern- und erfahrungsabhängigen Anpassungsmechanismen beruht. Motorische Kompetenzen entwickeln sich nicht isoliert, sondern stehen in enger Wechselwirkung z.B. mit Wahrnehmung, Emotion, Kognition, Sprache und sozialer Interaktion sowie mit damit verbundenen förderlichen oder hemmenden Kontextfaktoren. In sonderpädagogischen Kontexten ist die motorische Entwicklung sowohl als Entwicklungsindikator als auch als Ansatz zur Ausgestaltung individueller Bildungsangebote von zentraler Bedeutung.

Organisation und Funktion motorischer Netzwerke

Die neuronale Steuerung von Bewegung lässt sich aus zwei sich ergänzenden theoretischen Perspektiven betrachten:

- **Klassisches hierarchisches Modell:** In diesem Modell ist das Nervensystem hierarchisch organisiert: Einfache, reflexartige Bewegungen werden von subkortikalen Strukturen (Hirnstamm, Rückenmark) gesteuert, komplexe, willkürliche Bewegungen von höheren kortikalen Zentren (Großhirnrinde). Reflexe werden dabei durch die Reifung höherer Zentren gehemmt, sodass zielgerichtete, differenzierte Bewegungen möglich werden (vgl. Jackson 1884, zitiert nach Leyendecker 2005).
- **Systemisch-aufgabenorientiertes Modell:** Neuere Theorien der motorischen Kontrolle (z. B. Task-Oriented Approach) betrachten Bewegung als sich entwickelndes Produkt der Interaktion von Person, Aufgabe und Umwelt. Bewegungen entstehen situativ und flexibel und werden durch sensorische Rückmeldungen, Umweltbedingungen und funktionale Anforderungen beeinflusst. Motorisches Lernen erfolgt nicht nur durch Wiederholung isolierter Bewegungen, sondern durch aktive Problemlösung im realen Kontext (vgl. Umphred 2000; Zieger 1995; Horak 1992, zitiert nach Leyendecker 2005).

Das hierarchische Modell der motorischen Kontrolle erklärt die biologische Reifung und die Top-down-Steuerung von Bewegung. Das systemisch-aufgabenorientierte Modell erweitert diese Perspektive um flexible, kontextabhängige Bewegungssteuerung und funktional-adaptives Lernen. Im pädagogischen und therapeutischen Kontext sollten Fördermaßnahmen und Bildungsangebote beide Sichtweisen berücksichtigen: biologisch-reifungsorientierte Aspekte (z. B. Reflexintegration, Tonusregulation) sowie aufgabenorientierte Ansätze (Alltagsbewegungen, selbstständige Problemlösung, sensorische Integration).

Zentrale neuronale Strukturen

Die neuronale Steuerung von Bewegung erfolgt über ein komplexes, hochgradig vernetztes System (vgl. Rosenkötter 2013):

- **Primärer motorischer Cortex:** Verantwortlich für die Ausführung willkürlicher Bewegungen. Im Gehirn gibt es für jeden Körperteil einen eigenen Bereich, der je nach Bedeutung und Feinheit der Bewegung unterschiedlich viel Raum einnimmt.
- **Prämotorischer Cortex und supplementär-motorisches Areal:** Diese Areale sind wesentlich an Bewegungsplanung, -vorbereitung und -sequenzierung sowie an der Koordination beidseitiger Bewegungen beteiligt.
- **Basalganglien:** Sie modulieren motorische Aktivität, indem sie Bewegungen selektieren, initiieren oder hemmen. Zudem sind sie an der Automatisierung und am prozeduralen Lernen motorischer Fertigkeiten beteiligt.
- **Kleinhirn:** Es übernimmt eine zentrale Rolle bei der Feinabstimmung von Bewegungen, der Anpassung an sensorische Rückmeldungen, der zeitlichen Koordination sowie bei Gleichgewichts- und Haltungsreaktionen.
- **Hirnstamm und Rückenmark:** Diese Strukturen vermitteln grundlegende motorische Programme, Reflexe und rhythmische Bewegungsmuster (z.B. Lokomotion).

Frühkindliche Reflexe und kortikale Kontrolle

In den ersten Lebensmonaten wird das motorische Verhalten maßgeblich durch Reflexmuster bestimmt, die auf subkortikaler Ebene (unterhalb der Großhirnrinde) organisiert sind. Diese Reflexe erfüllen eine wichtige entwicklungsbiologische Funktion, indem sie erste Bewegungs- und Wahrnehmungserfahrungen ermöglichen und dem Schutz oder der Lebenserhaltung dienen. Die allermeisten frühkindlichen Reflexe sind nur in den ersten Lebenswochen und -monaten beobachtbar und klingen danach spontan ab (vgl. Schneider & Lindenberger 2018; Rosenkötter 2013). Diese ersten angeborenen Bewegungsmuster werden zunehmend vom Kind kontrolliert und damit veränderbar und variabel (vgl. Stemme u.a. 2012).

Persistierende oder unzureichend integrierte Reflexe können die Entwicklung von Haltung, Gleichgewicht, Koordination und Feinmotorik beeinträchtigen. In der sonderpädagogischen Praxis finden sich solche Auffälligkeiten gehäuft bei Kindern mit Entwicklungsverzögerungen, neurologischen Grunderkrankungen, neurologischen Schädigungen oder frühkindlichen Belastungsfaktoren. In der Fachliteratur werden mehr als 20 unterschiedliche Reflexe und Reaktionen beschrieben, die zu diagnostischen Zwecken genutzt werden können (vgl. Rossmann 2016).

Muskeltonus, Haltung und posturale Kontrolle

Der Muskeltonus stellt die Grundspannung der Muskulatur dar und ist eine wesentliche Voraussetzung für Bewegung und Stabilität. Seine Regulation erfolgt über komplexe Rückkopplungsschleifen zwischen peripheren Rezeptoren und zentralnervösen Steuerungsinstanzen. Eine angemessene

Tonusregulation ermöglicht die Entwicklung posturaler Kontrolle, also der Fähigkeit, den Körper gegen die Schwerkraft aufzurichten, das Gleichgewicht zu halten und die Haltung situationsangemessen anzupassen (z. B. beim Sitzen, Stehen oder Gehen) (vgl. Leyendecker 2005; Rosenkötter 2013). Muskeltonus meint dabei ein fortlaufendes Austarieren und Anpassen von Muskelaktivität und Tonusschwankungen im gesamten Haltungs- und Bewegungsapparat (vgl. Stemme u. a. 2012).

Die Entwicklung der posturalen Kontrolle verläuft von proximal nach distal (von der Körpermitte zu den Extremitäten) sowie von grobmotorischer Stabilität hin zu feinmotorischer Differenzierung. Veränderungen des Muskeltonus (z.B. Hypotonie oder Hypertonie) können sich in eingeschränkter Ausdauer, veränderten Bewegungsmustern oder kompensatorischen Strategien zeigen (vgl. Leyendecker 2005; Rosenkötter 2013).

Sensorische Systeme und motorische Steuerung

Motorische Handlungen basieren auf der kontinuierlichen Verarbeitung und Integration sensorischer Informationen. Von besonderer Bedeutung sind:

- **das vestibuläre System**, das Informationen über Bewegung, Beschleunigung und Raumlage liefert,
- **das propriozeptive System**, das Rückmeldungen über Muskelspannung, Gelenkstellung und Körperposition vermittelt,
- **das taktil-haptische System**, das Berührungs-, Druck- und Oberflächeninformationen verarbeitet.

Eine effektive sensorische Integration ist Voraussetzung für zielgerichtete Bewegungsplanung, Gleichgewichtsreaktionen und motorische Anpassungsfähigkeit. Störungen in der sensorischen Verarbeitung können zu Unsicherheiten, Vermeidungsverhalten, erhöhter Ermüdung oder motorischer Unruhe führen und sollten im sonderpädagogischen Kontext differenziert beobachtet werden (vgl. Leyendecker 2005; Rosenkötter 2013).

Neuroplastizität und motorisches Lernen

Die Entwicklung motorischer Fähigkeiten ist in hohem Maße durch neuroplastische Prozesse geprägt. Synaptische Verbindungen der Nervenzellen werden durch wiederholte Nutzung „gebahnt“, stabilisiert und ausdifferenziert, während wenig genutzte Verbindungen wieder abgebaut werden. Motorisches Lernen erfolgt dabei über aktive Auseinandersetzung mit der Umwelt, Wiederholung, Variation und zunehmende Selbststeuerung.

Gerade im Kindesalter bietet die hohe Plastizität des Gehirns günstige Voraussetzungen für gezielte Fördermaßnahmen. Bewegungsangebote wirken dabei nicht nur auf motorischer Ebene, sondern unterstützen auch die Entwicklung exekutiver Funktionen, der Selbstregulation und der Körperwahrnehmung (vgl. Leyendecker 2005; Rosenkötter 2013).

Literatur

Leyendecker, C. (2005). Motorische Behinderungen. Grundlagen, Zusammenhänge und Förderungsmöglichkeiten. Stuttgart: Kohlhammer.

Rosenkötter, H. (2013). Motorik und Wahrnehmung im Kindesalter. Eine neuropädagogische Einführung. Stuttgart: Kohlhammer.

Rossmann, P. (2016). Einführung in die Entwicklungspsychologie des Kindes- und Jugendalters. Bern: Hogrefe.

Schneider, W. & Lindenberger, U. (Hrsg.) (2018). Entwicklungspsychologie. Weinheim: Beltz.

Stemme, G., Eickstedt, D. von & Laage-Gaupp, A. (2012). Die frühkindliche Bewegungsentwicklung. Vielfalt und Besonderheiten. Düsseldorf: verlag selbstbestimmtes leben.

Layout und Gestaltung: Christian Albrecht, Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung (ZSL) Baden-Württemberg

From:
<https://www.wsdbw.de/> -

Permanent link:
https://www.wsdbw.de/doku.php?id=wsd:selbststaendiges_leben:themenfeld:theorien_bewegung:neuro_motorik 

Last update: **2026/01/09 17:27**