



universität
wien

MASTER THESIS

Titel der Master Thesis / Title of the Master's Thesis

Neuroplastizität im höheren Alter,
Perspektiven der Psychomotorik.

verfasst von / submitted by
Maria Peer, Bakk.rer.nat.

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Arts (MA)

Wien, 2023 / Vienna 2023

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
Postgraduate programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 992 795

Universitätslehrgang lt. Studienblatt /
Postgraduate programme as it appears on
the student record sheet:

Psychomotorik

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Mag. Dr. Otmar Weiß

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	1
2	Einleitung	2
3	Neuroplastizität, Lernen und Gedächtnis	5
3.1	Das plastische Gehirn	5
3.2	Aufbau und Funktion des Gehirns	7
3.2.1	Wichtige Gehirnareale für Lernen und Gedächtnis	10
3.3	Informationsverarbeitung	12
3.3.1	Das Nervensystem	12
3.3.2	Neurone	12
3.3.3	Gliazellen	14
3.4	Lernen und Gedächtnis	15
3.4.1	Molekulare Mechanismen.....	15
3.4.2	Gedächtnissysteme und -prozesse.....	18
3.4.3	Das Langzeitgedächtnis	20
4	Das Alter	24
4.1	Höheres drittes und hohes viertes Alter	26
4.2	Veränderungen und Anforderungen im Alter	27
4.2.1	Biologisch-medizinische Dimension.....	27
4.2.2	Psychische Dimension	27
4.2.3	Soziale Dimension.....	28
4.3	Gehirn, Lernen und Gedächtnis im Alter	28
4.3.1	Strukturelle und funktionelle Veränderungen des Gehirns	29
4.3.2	Kristalline und fluide kognitive Funktionen	31
4.3.3	Bedingungen für Lernen im Alter	32
4.3.4	Einflussmöglichkeiten auf die kognitive Leistungsfähigkeit	33
5	Psychomotorik im Alter	39
5.1	Ursprünge der Psychomotorik	39
5.2	Gegenstand der Psychomotorik	40
5.3	Wie wirkt Psychomotorik.....	42
5.4	Das Konzept der Motogeragogik	43
5.4.1	Daseinsthemen und Entwicklungsaufgaben	44
5.4.2	Bedeutung von Körper und Bewegung im Alter	45
5.5	Praxis der Motogeragogik.....	48
5.5.1	Kompetenzbereiche.....	48
5.5.2	Das Erfahrungsfeld Gedächtnis	50
6	Diskussion	53
7	Zusammenfassung.....	59
	Literaturverzeichnis.....	62
	Abbildungsverzeichnis.....	69
	Tabellenverzeichnis.....	70
	Abstract.....	71

1 Vorwort

Seit ich als Fußballtrainerin arbeite, begleiten mich Fragen zur Gestaltung von Lern- und Entwicklungsprozessen in Bewegungssettings. Der ULG-Psychomotorik hat mir in dieser Hinsicht eine neue Perspektive eröffnet und durch meine Master Thesis konnte ich mein Interesse noch weiter vertiefen. Ich widme mich dafür der Motogeragogik und der Zielgruppe, höheres Alter, die mich besonders neugierig macht und einem Fachgebiet, der kognitiven Neurowissenschaft, das für mich Neuland bedeutet und deswegen umso interessanter ist.

Ich bedanke mich, bei allen Lehrenden und Studienkolleg*innen des ULG-Psychomotorik für die Inspiration, bei Univ.- Prof. Mag. Dr. Otmar Weiß für die Betreuung meiner Master Thesis, bei Mag. Dr. Michael Methlagl für die Begleitung als Vortragender der LV wissenschaftliches Arbeiten und bei Simone für deine Zeit, deinen Gedanken und den Austausch mit dir über das Thema. Danke!

2 Einleitung

Lernen ist in jeder Lebensphase möglich (Bubolz-Lutz, Göskens, Kricheldorf & Schramek, 2010, S. 98). Das Gehirn spielt dabei eine essenzielle Rolle. Es kann sich bis ans Lebensende durch Erfahrungen verändern und neu verschalten (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 610; Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 26), „es kann sich stetig auf neue Herausforderungen einstellen, neue Verbindungen knüpfen, Gehirnareale bei geistiger und körperlicher Aktivität strukturell und funktionell vergrößern oder bei nicht-Gebrauch verkleinern“ (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2009, S. 32). Diese Fähigkeit wird als Neuroplastizität bezeichnet und sie bildet die zelluläre Referenz von Lernen (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 610). Die kognitive Neurowissenschaft geht davon aus, dass von zellulärer Ebene aus betrachtet, es zu Lernprozessen kommt, wenn neue Synapsen entstehen oder bereits existierenden gestärkt bzw. geschwächt werden (OECD, 2005, S. 65). Im Hinblick auf das erwachsene Gehirn, rüstiger und vitaler älterer Menschen, ist besonders der zweite Mechanismus wirksam (OECD, 2005, S. 65). Gut funktionierende Gedächtnisleistungen sind eine Voraussetzung, um das Leben gut bewältigen zu können und es als lebenswert zu empfinden (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 610). Plastizität und kognitive Vitalität sind dabei der Schlüssel für lebenslanges Lernen älterer Erwachsener (OECD, S. 85).

Use it or lose it! Werden kognitive Fähigkeiten und Funktionen nicht gebraucht oder sind sie nicht in Verwendung, so bilden sie sich zurück und verschlechtern sich (Eisenburger, Gstöttner & Zak, 2008, S. 6). Eine erhöhte physische und geistige Aktivität kann förderlich für ein gesundes Gehirnaltern sein und bei gesunden älteren Erwachsenen zu zeitlich stabilen Leistungssteigerungen in den geübten Bereichen führen (Kliegel, Zinke & Hering, 2012, S. 76; Pinter, Weiss, Papousek & Fink, 2014, S. 241). Studien mit kognitiven Interventionen zur neuronalen Plastizität weisen jedoch daraufhin, dass es nur in den jeweils trainierten oder ähnlichen Aufgaben zu kognitiven Leistungszuwächsen kommt (Brehmer et al., 2011, S. 1119; Dziemian, Appenzeller, von Bastian, Jäncke & Langer 2021, S. 14; Karbach & Kray, 2009, S. 986; Kliegel et al., 2012, S. 75; Klingberg, 2010, S. 322; Owen et al., 2010, S. 776; von Bastian, Langer, Jäncke & Oberauer, 2013, S. 621). Der ferne Transfer von solchen trainingsspezifischen Leistungsverbesserungen, auf andere kognitive Fähigkeiten, die mit den trainierten Aufgaben keine strukturelle Überlappung aufweisen und somit auch auf den Alltag, ist oft mangelhaft (Kliegel et al., 2012, S. 75; Pinter et al., 2014, S. 244) oder kann nur vermutet und angedeutet werden (Gajewski, Thönes, Falkenstein, Wascher & Getzmann, 2020, S. 14; Heinzl et al., 2016, S. 248).

Abwechslungsreiche Trainings mit kognitiven, physischen, sozialen und kreativitätsförderlichen Bestandteilen, könnten möglicherweise eine Antwort auf dieses Transferproblem sein und ein gesundes (Gehirn)altern fördern sowie zu Leistungsverbesserungen im Alltag führen (Pinter et al., 2014, S. 244). Die Psychomotorik könnte dafür das passende Praxistool sein.

Die Psychomotorik ist ein „bewegungsorientiertes Konzept der Persönlichkeitsbildung und Entwicklungsförderung“ (Krus, 2015a, S. 26). Die Motogeragogik, deren Anwendungsgebiet (Pinter-Theiss, Steiner-Schätz, Lukesch, Schätz & Theiss, 2014, S. 22), bezieht sich auf den Entwicklungsabschnitt höheres und hohes Alter (Kuhlenkamp, 2022, S. 213; Müller, 2018, S.1; Philippi-Eisenburger, 1990, S. 124) und will über das Medium Bewegung die Handlungsfähigkeit und Handlungskompetenz der Zielgruppe alternder Menschen erhalten und fördern (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 124). Sie beschränkt ihre Anregungen dabei nicht auf funktionales Üben, vielmehr soll der ganze Mensch erreicht werden, denn alle Bereiche brauchen Anreize, damit sich Körper, Geist und Seele stetig lebendig fühlen (Eisenburger et al., 2008, S. 6).

Diese Master Thesis setzt sich mit den Themen Neuroplastizität im höheren Alter und Psychomotorik auseinander, sie will Bezüge zwischen den Fachgebieten der kognitive Neurowissenschaft und der Motogeragogik herstellen, indem mittels der hermeneutischen Methode der Literaturanalyse, folgende konkrete Fragestellung erörtert wird:

Kann die Motogeragogik zu einer hohen Lebensqualität im höheren Alter (respektive: vitale, rüstige Ältere) beitragen, indem sie am Beispiel des Erfahrungsfeldes Gedächtnis Lernprozesse gestaltet, die sich positiv auf das Gehirnaltern auswirken? Stellt sie so möglicherweise eine Antwort auf das Transferproblem dar, das einem in Neuroplastizitätsstudien begegnet?

Kapitel drei setzt sich mit der neurowissenschaftlichen Perspektive von Lernprozessen auseinander. Es beschreibt die Struktur und Funktionsweise des Gehirns und des Nervensystems, sowie die Mechanismen von Lernen und Gedächtnis.

Die Lebensphase Alter wird in *Kapitel vier* thematisiert. Es befasst sich mit altersbedingten Veränderungen, den daraus resultierenden Anforderungen, sowie der Lern- und Leistungsfähigkeit der Gedächtnisfunktionen und den Einflussmöglichkeiten darauf.

Kapitel fünf nimmt auf die Psychomotorik im Alter Bezug. Deren Ursprünge und Gegenstand werden erläutert sowie das Konzept der Motogeragogik und der Förderung der Neuroplastizität am Beispiel des Erfahrungsfeldes Gedächtnis.

In *Kapitel sechs* wird die Forschungsfrage dieser Arbeit diskutiert und mit Bezug auf die dargestellten Sachverhalte und gewonnenen Erkenntnisse beantwortet.

Den Abschluss bildet schließlich *Kapitel sieben* mit einer Zusammenfassung der gesamten Arbeit.

3 Neuroplastizität, Lernen und Gedächtnis

Lernen ist ein aktiver Vorgang, in dessen Verlauf es zu Veränderungen im Gehirn der lernenden Person kommt (Spitzer, 2007, S. 4). Erkenntnisse der Hirnforschung weisen auf die lebenslange Veränderbarkeit des Gehirns hin, womit die Bedingung zum lebenslangen Lernen gegeben ist (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 101). Im folgenden Kapitel geht es um die neurowissenschaftliche Perspektive von Lernprozessen. Thematisiert werden die Neuroplastizität als zelluläre Erscheinungsform von Lernen, den daran beteiligten neuronalen Strukturen und Prozesse, grundlegende Informationen zum menschlichen Gehirn und seiner Arbeitsweise im Kontext Lernen und Gedächtnis.

3.1 Das plastische Gehirn

„Das Gehirn ist nicht statisch, sondern äußerst plastisch“ (Spitzer, 2007, S. 95). Neuronale Plastizität bezeichnet die Fähigkeit des Gehirns seine Struktur und Organisation zu jedem Lebenszeitpunkt verändern zu können, um sich kontinuierlich an neue Anforderungen und veränderte Voraussetzungen anzupassen (Janssen, 2017, S. 47). Synonym werden auch die Begriffe Gehirnplastizität oder Neuroplastizität verwendet (Jäncke, 2014, S. 227). Reorganisation, Neu- und Umstrukturierung, motorische und kognitive Veränderungen des Gehirns, findet ein Leben lang statt (Jäncke, 2021, S. 529; Janssen, 2017, S. 47-49; Pinter et al., 2014, S. 238). Die Fähigkeit zur Neuroplastizität kann als die biologische Grundlage von Lernprozessen gesehen werden (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2009, S. 32).

Neuronale Plastizität findet auf struktureller und funktioneller Ebenen statt (Jäncke, 2014, S. 227). Strukturelle Plastizität bezieht sich auf die morphologische Veränderbarkeit der Hirnstruktur (Jäncke, 2014, S. 227) wie der grauen oder weißen Substanz (Jäncke, 2021, S. 529), die fortlaufende Bildung neuer Nervenzellen (Neurogenese), neuer Synapsen bzw. neuer neuronaler Verbindungen (Janssen, 2017, S. 48) oder auch die Strukturveränderung der Dornenfortsätze der Nervenzellen (Janssen, 2017, S. 48). Funktionelle Plastizität meint erfahrungsbedingte neurophysiologische Aktivitätsveränderungen innerhalb von neuronalen Netzwerken (Jäncke, 2014, S. 227), wie etwa die Stärkung der Synapsen und der neuronalen Verbindungen beispielsweise durch Wiederholung und Übung oder auch die Schwächung von Synapsen, wenn Verbindungen im Gehirn nicht genutzt werden (Janssen, 2017, S. 48). Außerdem, wenn es zu einer Änderung der elektrischen Spannung an den Membranen von Nervenzellen kommt, wenn sich Enzyme bilden, die das Verhalten von Botenstoffen im synaptischen Spalt verändern, wenn die Mikrogliazellen des

Nervensystems aktiv werden oder wenn Botenstoffe in den synaptischen Spalt freigesetzt werden (Janssen, 2017, S. 48).

Neuronale Plastizität kann das Gehirn widerstandsfähiger machen, ermöglicht Rehabilitation nach Verletzungen oder das Erlernen neuer erwünschter Verhaltensmuster (Janssen, 2017, S. 49). Sie kann aber auch, aufgrund ungesunder Verhaltensweisen, zu nicht wünschenswerten Phänomenen mit negativen Folgen führen (Janssen, 2017, S. 49). Veränderungen die Neuroplastizität bewirken, können also adaptiv (zum Beispiel durch Lernen) oder restorativ (zum Beispiel nach einem Schlaganfall) auftreten (Pinter et al., 2014, S. 238) bzw. die Folge von Anpassung oder Fehlanpassung sein (Jäncke, 2021, S. 550). Das Gehirn macht keinen Unterschied zwischen positiven und negativen Lerninhalten bzw. gesundheitsfördernden oder -schädigenden Erfahrungen, es lernt, was wiederholt wird (Janssen, 2017, S. 49). Neuroplastische Prozesse können ausgelöst werden durch, physisches und kognitives Lernen und Training, durch sensorische oder motorische Erfahrungen oder durch aufgabenorientiertes Lernen (Jäncke, 2021, S. 547; Janssen, 2017, S. 47). Einflussfaktoren können sein: Motivation, Stress, Belohnung, Ernährung oder Hormone (Janssen, 2017, S. 47), klinische Phänotypen wie Trauma, Schlaganfall, mentale Störungen, Süchte, Entwicklungsstörungen, Hirndegeneration und Alter (Jäncke, 2021, S. 550) oder pharmakologische Beeinflussung (Jäncke, 2021, S. 547). Untersucht werden in diesem Bezug die Auswirkungen der Gehirnstimulation, der tiefen (neurochirurgischer Eingriff) und externen Hirnstimulation, der peripheren Nervenstimulation und verschiedene Anwendungen des Neurofeedback (Jäncke, 2021, S. 547). Ebenso wird die Bedeutung der selektiven Hemmung oder Erregung einer Hemisphäre zur Optimierung von Trainingsprozessen (Interhemisphärischen Interaktion) untersucht (Jäncke, 2021, S. 550).

Die vielfältigen Möglichkeiten, die neuroplastische Prozesse auslösen sind Gegenstand der noch jungen Wissenschaft der Neuroplastizitätsforschung bzw. der kognitiven Neurowissenschaft (Jäncke, 2021, S. 547). So wurde 1890 erstmals das Prinzip der Neuroplastizität erwähnt, relevante Diskussionsbeiträge dazu wurden ab 1948 vorgelegt und schließlich 1990 erschienen erste Studien mit Menschen (Jäncke, 2021, S. 529). Diese beschäftigten sich anfangs mit dem Phänomen des Phantomschmerzes, solchen Schmerzen die Betroffene nach einer Amputation in dem nicht mehr vorhandenen Körperteil empfinden (Jäncke, 2021, S. 549). So wurde diesbezüglich festgestellt, dass es einen Zusammenhang von Phantomschmerz und der Reorganisation des somatosensorischen Kortex gibt (Jäncke, 2021, S. 549). Neurone, die vormals das amputierte Glied versorgten, wurden nach der Amputation in neue Funktionskreise eingebunden (Jäncke, 2021, S. 549). In der Regel in solche, die unmittelbar neben der somatosensorischen Repräsentation des amputierten Gliedes lokalisiert sind (Jäncke, 2021, S. 549).

Zur zellulären Grundlage der anatomischen Plastizität ist noch Forschung notwendig, diskutiert werden Neuronenvergrößerung, Zunahme der Dendritisierung und der Gliafortsätze, Synaptogenese und Kapillarisierung (Jäncke, 2021, S. 550).

3.2 Aufbau und Funktion des Gehirns

Das Gehirn ist die Schaltzentrale des Menschen und überwacht alle lebensnotwendigen Prozesse (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 14). Die Aufnahme und Verarbeitung von Information, sie abzuspeichern, abzurufen und anzuwenden stellt die Hauptarbeit dar - maßgeblich dafür sind dabei auch die Sinnesrezeptoren (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 15). Es leistet bewusste Handlungs- und Denkprozesse, (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 17; Reich, 2005, S. 31), es ist für Kommunikation und Sprache (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 14) und für die Steuerung emotionaler Empfindungen verantwortlich (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 26; Reich, 2005, S. 31). Außerdem steuert es die Mobilität und überwacht vitale Funktionen wie Herzschlag, Atmung, Körpertemperatur, Stress- und Immunreaktion, Aufmerksamkeit und Schlaf oder Muskelkontrolle (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 14). Selbst im Schlaf arbeitet es und leistet dabei unter anderem Konsolidierungsprozesse (Reich, 2005, S. 31).

Das ausgewachsene menschliche Gehirn ist zwischen 1,3 und 1,4 Kilogramm schwer und besteht aus Nervenzellen und Gliazellen (Reich, 2005, S. 31). Es wird von etwa 80 bis 100 Milliarden Nervenverbindungen durchzogen, wobei jede Nervenzelle über ca. 10.000 Verbindungen zu anderen Nervenzellen aufweist (Jäncke, 2014, S. 227). Maßgeblichen Einfluss auf dieses komplexe Netzwerk haben genetische Prozesse, welche die Rahmenbedingungen für dessen Entwicklung bilden (Jäncke, 2014, S. 228), Erfahrungen (Jäncke, 2014, S. 227) und Umweltfaktoren (Jäncke, 2021, S. 532). Wie der restliche Körper, wird auch das Gehirn mit Blut versorgt. Bereits 1 Sekunde Unterbrechung der Blutzufuhr reicht, um den zur Verfügung stehenden Sauerstoff zu verbrauchen (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 73).

Das Nervensystem arbeitet parallel und nicht linear wie etwa ein Computer, dies birgt den Vorteil, dass bei einer Schädigung andere Bereiche des Gehirns diese Ausfälle ganz oder teilweise kompensieren können (Reich, 2005, S. 34).

Die verschiedenen Regionen des Gehirns nehmen spezifische Aufgaben wahr (Reich, 2005, S. 39). Hinterhirn, Mittelhirn und Vorderhirn (Großhirn und Zwischenhirn) sind die drei wichtigsten Abschnitte des Gehirns (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 73). Sie arbeiten gleichberechtigt zusammen, was die Organisation von Verhalten betrifft (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 74). Die Zahl der beteiligten Hirnstrukturen und die Ausbreitung der Erregungskonstellationen über alle Hirnabschnitte (kortikal und subkortikal) steigt mit zunehmender Komplexität und Neuheit des Verhaltens (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 74).

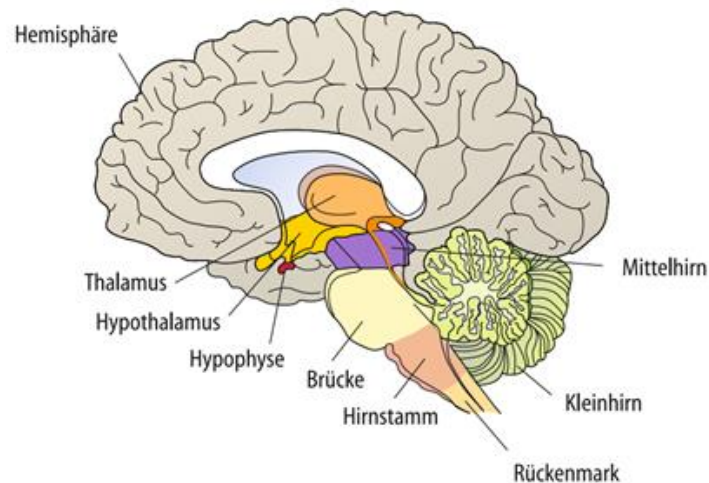


Abbildung 1: Erwachsendes Gehirn. Ansicht von medial auf die rechte Hemisphäre (Rosenzweig, Leiman & Breedlove, 2005; zit. n. Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 76)

Das Gehirn kann in folgende konkrete Abschnitte (siehe Abbildung 1 und 2) gegliedert werden: verlängertes Mark (Medulla oblongata), Brücke (Pons), Kleinhirn (Cerebellum), Mittelhirn (Mesencephalon), Zwischenhirn (Diencephalon), Groß- oder Endhirn (Telencephalon, Cerebrum) (Roth & Strüber, 2020, S. 59; Trepel, 2021, S. 109; Voelcker-Rehage, 2012, S. 41).

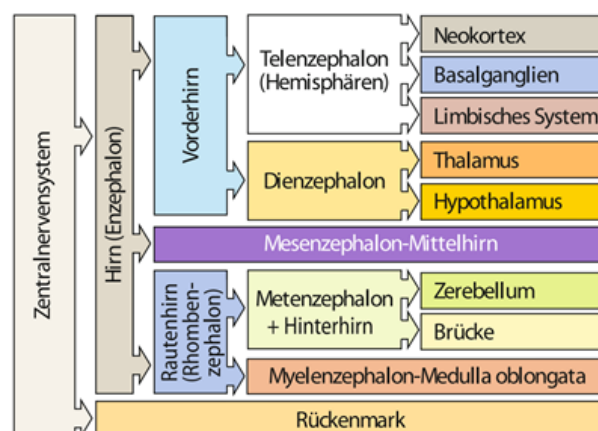


Abbildung 2: Abschnitte des Gehirns und wichtige Kerngebiete (Rosenzweig, Leiman & Breedlove, 2005; zit. n. Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 76)

Das *verlängerte Mark (Medulla oblongata)* bildet die Fortsetzung des Rückenmarks und ist der Eintritts- und Austrittsort der Hirnnervenpaare 5 - 12, welche die motorischen und sensorischen Kerngebiete enthalten (Roth & Strüber, 2020, S. 68). Dementsprechend liegt ein Aufgabengebiet in der Verarbeitung von Sinnesinformationen, wie des Hörens oder des Gleichgewichts. Außerdem ist sie für die Funktion der Verdauung, der Atmung, des Kreislaufes und Wärmehaushalt verantwortlich (Reich, 2005, S. 32).

Die *Brücke (Pons)* schließt am verlängerten Mark an. Sie stellt die Verbindung zwischen Großhirn und Kleinhirn her und übermittelt Informationen zwischen diesen. Sie enthält wichtige motorische und limbische Kerne und koordiniert die Bewegungssteuerung (Reich, 2005, S. 32; Roth & Strüber, 2020, S. 69).

Das *Kleinhirn (Cerebellum)* ist auf der Brücke aufgesetzt (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 92). Es ist primär ein Bewegungskontrollzentrum (Bear, Connors & Paradiso, 2018, S. 195), ein wichtiger Ort des motorischen Lernens sowie an kognitiven und emotionalen Leistungen, wie dem Denken, dem Vorstellen, dem Fühlen oder der Sprache, beteiligt (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 92; Roth & Strüber, 2020, S. 69). Das Kleinhirn und die Brücke und bilden zusammen das *Hinterhirn (Metencephalon)* (Trepel, 2021, S. 109).

Das *Mittelhirn (Mesencephalon)* schließt an Brücke und Kleinhirn an (Roth & Strüber, 2020, S. 69). Es ist an der Kontrolle von Bewusstsein und Aufmerksamkeit beteiligt und für die Überwachung sensorischer und motorischer Funktionen zuständig (Reich, 2005, S. 32), wie visuell gesteuerte Blick- und Kopfbewegungen, gerichtete Hand- und Armbewegungen, Orientierungsleistungen sowie bei Bewegung, Handlungssteuerung und Handlungsbewertung (Roth & Strüber, 2020, S. 69).

Das *Zwischenhirn (Diencephalon)* liegt tief im Großhirn eingebettet (Roth & Strüber, 2020, S. 70). Es besteht aus dem Epithalamus, dem Thalamus, dem Hypothalamus und der anhängenden Hypophyse (Roth & Strüber, 2020, S. 70). Der *Epithalamus* ist für den Schlaf-Wach-Rhythmus und andere Zeitrhythmen des Körpers verantwortlich (Roth & Strüber, 2020, S. 70). Der *Thalamus*, das *Tor zum Kortex*, ist die Schaltstation zur Großhirnrinde (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 78) und an kognitiven und limbischen Funktionen beteiligt (Roth & Strüber, 2020, S. 70). Der *Hypothalamus* ist das Oberste Regulationszentrum für vegetative und endokrine Vorgänge und steuert unter anderem die Atmung, den Kreislauf, den Stoffwechsel, die Schmerzempfindung oder die Temperaturregulation (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 98). Über die anhängende *Hypophyse* wird der Hormonhaushalt gesteuert (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 78). Der Hypothalamus ist mit fast allen anderen Teilen des Gehirns verbunden, da er lebenswichtige Verhaltensweisen wie das Fluchtverhalten oder die Nahrungsaufnahme steuert (Jaeger, 2015, S. 373; Reich, 2005, S. 32). Außerdem

ist er hauptverantwortlich für Antrieb und Gefühl (Motivation und Emotion), er beeinflusst die höheren sensorischen, motorischen und kognitiven Funktionen von Thalamus und Kortex (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 75). Auch er ist eng mit dem limbischen System verbunden (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 77).

Das *Großhirn* (*Endhirn, Cerebrum oder Telencephalon*), bildet den größten und höchstentwickelten Abschnitt (Roth & Strüber, 2020, S. 70; Voelcker-Rehage, 2012, S. 41). Es ist für sensorische, motorische und kognitiv-assoziative Funktionen zuständig (Roth & Strüber, 2020, S. 72). Die zwei Hälften (Hemisphären), in denen es geteilt ist, sind über einen dicken Nervenstrang dem *Balken* (*Corpus callosum*) miteinander verbunden (Roth & Strüber, 2020, S. 61; Voelcker-Rehage, 2012, S. 41). Dieser ist ein wichtiger Kommunikationsweg zwischen den beiden Gehirnhälften (Bear et al., 2018, S. 211). Die rechte Hirnhälfte empfängt Sinneswahrnehmungen der linken Körperseite und steuert deren Bewegungen. Umgekehrt ist die linke Hirnhälfte für die Sinneswahrnehmungen und Bewegungen der rechten Körperseite zuständig (Bear et al., 2018, S. 195).

Den oberflächlichen Teil des Großhirns bildet die 2 - 5 mm dicke *Großhirnrinde* (*Cortex cerebri*), sie ist in vier Lappen unterteilt, die verschiedene Aufgaben ausüben: der *Frontallappen* (Lobus frontalis, Vorderseite) ist für Verhaltensplanung, Bewegungs- und Handlungskontrolle und Bewertung von Handlungen zuständig; der *Parietallappen* (Lobus parietalis, Scheitel) für Körperwahrnehmung, Tastgefühl, Erkennen und Verarbeiten von Symbolen; der *Temporallappen* (Lobus temporalis, Seitenregion) für Wahrnehmung, Gedächtnisleistungen, Bereiche von Lernen und Emotionen und im *Okzipitallappen* (Lobus occipitalis, Hinterhaupt) befindet sich das Sehzentrum (Reich, 2005, S. 34; Roth & Strüber, 2020, S. 72; Trepel, 2021, S. 110). Die Lappen sind durch Furchen (Sulci) zergliedert, welche die Oberfläche in Windungen (Gyri) unterteilt (Roth & Strüber, 2020, S. 72; Trepel, 2021, S. 110). Die Großhirnrinde wird nach verschiedenen Kriterien und Funktionen in 52 Gebieten, den sogenannten Brodmann Arealen eingeteilt (Roth & Strüber, 2020, S. 72). So ist zum Beispiel Areal 17 dem Sehsinn oder Areal 4 dem motorischen System zugeordnet (Bear et al., 2018, S. 226).

3.2.1 Wichtige Gehirnareale für Lernen und Gedächtnis

Zentren, die für Lern- und Gedächtnisprozesse eine wichtige Rolle spielen, sind im Großhirn angesiedelt: das limbische System (mit Mandelkern und Hippocampus), die Basalganglien und der Neokortex (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 98).

Das *limbische System* wird auch als *der Sitz der Psyche* bezeichnet, es verarbeitet Emotionen, reguliert Motive und bildet Ziele (Roth & Strüber, 2020, S. 73). Um Verhalten zu Wiederholen oder zu vermeiden hat es die Aufgabe, Handlungen und Ereignisse nach den

möglichen positiven oder negativen Folgen zu bewerten (Roth & Strüber, 2020, S. 74). Limbische Strukturen sind an der Steuerung aller Verhaltens- und Denkprozesse beteiligt, dies inkludiert auch emotionale und kognitive Funktionen (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 79). Es ist ein derart komplexes Netzwerk, dass es mit mehreren unterschiedlichen Zentren über das gesamte Gehirn verteilt ist (Roth & Strüber, 2020, S. 74). Die Hauptabschnitte bilden der Mandelkern (Amygdala, vegetativ-emotionaler Anteil) und der Hippocampus (kognitiv-kontextuelles Gedächtnis) (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 98).

Für das Lernen neuer Inhalte ist der *Hippocampus* eine wichtige Struktur (Spitzer, 2007, S. 36) und unabdingbar für das Lernen einzelner Ereignisse (Spitzer, 2007, S. 23). Damit sind Kenntnisse über einzelne Fakten gemeint, wie beispielsweise geographische Ortskenntnisse (Spitzer, 2007, S. 24). Bewertet der Hippocampus – mit Hilfe anderer Strukturen und Funktionen des Gehirns die für Emotionen, Aufmerksamkeit, Motivation zuständig sind – eine aufgenommene Information als neu und interessant, dann speichert er sie indem er von dieser eine neuronale Repräsentation bildet (Spitzer, 2007, S. 34) und sie ggf. in das deklarative Gedächtnis weiterleitet (Pinter et al., 2014, S. 239; Reich, 2005, S. 33). Ein Beschädigter oder beeinträchtigter Hippocampus, wie es bei der Alzheimer Krankheit der Fall sein kann, geht mit Lernschwierigkeiten oder erhöhter Vergesslichkeit einher (Macedonia & Höhl, 2013, S. 46).

Der *Mandelkern (Amygdala)* ist wichtig bei Gefühlen und der Verhaltensbewertung (Reich, 2005, S. 33). Ihm werden ähnliche Aufgaben wie dem Hippocampus zugeschrieben, jedoch für emotionale Reize und Informationen (Gruber, 2018, S. 112).

Die *Basalganglien* steuern motorische, kognitive und emotionale Funktionen sowie die Aufmerksamkeit (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 85). Insbesondere sind sie für die Steuerung von willkürlichen sowie für die Initiierung und Durchführung von langsamen Bewegungen wichtig und repräsentieren zudem den Ort der Speicherung von Automatismen und Gewohnheiten (Reich, 2005, S. 33; Roth & Strüber, 2020, S. 71).

Der *Neokortex* ist die evolutionär jüngste Struktur der Großhirnrinde. Er ist der Sitz des Denkens und der Ort, an dem sich drei Viertel der Neuronen im menschlichen Gehirn befinden (OECD, 2005, S. 65). Er ist ein plastischer, assoziativer Speicher (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 98) und kann die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung erhöhen (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 87). Der Seh- und Hörsinn, die somatische Wahrnehmung, die Kontrolle der willkürlichen Bewegung (Bear et al., 2018, S. 222) und das Sprachzentrum (Spitzer, 2007, S. 36) sind hier (im Neokortex) lokalisiert.

3.3 Informationsverarbeitung

3.3.1 Das Nervensystem

Das menschliche Nervensystem, ist für Handeln, Denken und Fühlen verantwortlich, es kann als ein großes und weit verzweigtes Netzwerk gesehen werden (Jäncke, 2014, S. 227). Es besteht aus Nervengewebe, welches sich aus Nerven- (Neurone) und Gliazellen zusammensetzt (Roth & Strüber, 2020, S. 61; Trepel, 2021, S. 2). Aus anatomischer Perspektive kann es in ein zentrales (ZNS) und ein peripheres Nervensystem (PNS) unterteilt werden, aus funktioneller Perspektive in ein somatisches und autonomes (vegetatives, viszerales). Ersteres dient der bewussten motorischen Ansteuerung der Skelettmuskeln und der bewussten sensiblen Wahrnehmung der Körperperipherie, zweiteres der unbewussten und unwillkürlichen Funktionsteuerung der inneren Organe (Trepel, 2021, S. 1). Das Gehirn und das Rückenmark bilden zusammen das ZNS (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 72; Roth & Strüber, 2020, S. 59; Trepel, 2021, S. 1). Das PNS, kann als dessen Rezeptions- und Ausführungsorgan gesehen werden, es besteht hauptsächlich aus Nervenzellfortsätzen (Trepel, 2021, S. 1). Die Hirn- und Spinalnerven, die den Körper durchziehen, bilden dabei die Verbindung von Gehirn zu den peripheren Organen (Trepel, 2021, S. 1).

3.3.2 Neurone

Die Nervenzellen sind das Grundelement der Informationsverarbeitung im Gehirn (OECD, 2005, S. 64) und dafür zuständig Informationen der Sinne, sogenannte Reize aufzunehmen und zu verarbeiten, indem sie beispielsweise gespeichert oder in Bewegungsanweisungen umgesetzt werden (Spitzer, 2007, S. 41; Reich, 2005, S. 34; Roth & Strüber, 2020, S. 61; Trepel, 2021, S. 2). Nervenzellen können von sensorischer, motorischer, kognitiver, limbischer oder exekutiver Funktionen sein: für das Entstehen von Wahrnehmungen (sensorisch), für die Steuerung des Bewegungsapparates (motorisch), für komplexe Wahrnehmungsleistungen – Denken, Vorstellen und Erinnern (kognitiv), für die Entstehung und Kontrolle von vegetativen Körperfunktionen, Affekten und Gefühlen (limbisch) oder für die Planung und Vorbereitung von Handlungen (exekutiv) (Roth & Strüber, 2020, S. 67- 68). Die meisten Neurone sind aus funktionaler Sichtweise austauschbar, ein und dasselbe Neuron kann verschiedene Aufgaben übernehmen. Jedes Gehirn ist somit einzigartig und in Abhängigkeit von Anlagen, Umwelteinflüsse und Lernprozesse, während des gesamten Lebens veränderbar (OECD, 2005, S. 66). Arbeiten mehrere Nervenzellen zusammen, so spricht man von Kernen (Reich, 2005, S. 38). Das menschliche Nervensystem enthält etwa 100 Milliarden Neurone (Trepel, 2021, S. 2). Jedes einzelne kann mit tausenden anderen verbunden sein, wodurch die Informationssignale gleichzeitig in mehrere Richtungen fließen können (OECD, 2005, S. 64). Neurone weisen eine große Formenvielfalt auf (Reich,

2005, S. 34), eine typische Nervenzelle, wie sie in Abbildung 3 zu sehen ist, besteht aus einem Zellkörper (Perikaryon), der einen Zellkern enthält, ein oder mehrere verzweigte Fortsätze (Axone) und Dendriten (Roth & Strüber, 2020, S. 62; Trepel, 2021, S. 2). Dendriten dienen dabei dem Erregungsempfang und Axon(e) der Erregungsweitergabe (Roth & Strüber, 2020, S. 62; Trepel, 2021, S. 2). Die Synapse bildet den Kontaktpunkt zu anderen Nervenzellen, sie besteht aus den Endkolben des Neurons, der Zellmembran der nachfolgenden Zelle und dem dazwischenliegenden Spalt (Roth & Strüber, 2020, S. 63; Trepel, 2021, S. 2). Hier geschieht die Erregungsübertragung von einem Neuron zum nächsten (Roth & Strüber, 2020, S. 63; Trepel, 2021, S. 2).

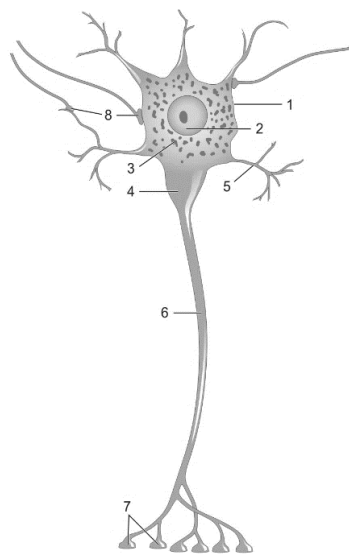


Abbildung 3: Darstellung einer Nervenzelle (Neuron). 1 Perikaryon, 2 Zellkern, 3 endoplasmatisches Retikulum, 4 Axonhügel, 5 Dendrit, 6 Axon, 7 synaptische Endkolben, 8 synaptische Endkolben anderer Nervenzellen (Trepel, 2021, S. 2)

Im Hinblick auf das Lernen, nehmen die Synapsen eine zentrale Stellung ein (siehe Abbildung 4) (Reich, 2005, S. 34). Die Erregungsverarbeitung der Synapsen erfolgt chemisch und elektrisch (Trepel, 2021, S. 3). Im ersten Fall geschieht die Signalweitergabe mittels Überträgerstoffe, sogenannte Transmitter (Roth & Strüber, 2020, S. 63; Trepel, 2021, S. 3). Diese binden sich an der nachfolgenden Zelle, an definierte Rezeptoren und verändern dadurch deren Membran (postsynaptische Membran), wodurch es zur Signalübertragung kommt (Trepel, 2021, S. 3). Transmitter können erregend (exzitatorisch) und stimulierend oder hemmend (inhibitorisch) und unterdrückend sein, dies wird vom Rezeptor der postsynaptischen Zelle bestimmt (Trepel, 2021, S. 11). Der wichtigste erregende Transmitter des Gehirns ist Glutamat (Roth & Strüber, 2020, S. 65). Die wichtigsten hemmenden Transmittersäuren sind Gamma-Amino-Buttersäure (GABA) und Glycin (Roth & Strüber, 2020, S. 65; Trepel, 2021, S. 11). Diese drei Stoffe sind an der schnellen Erregungsübertragung im

Millisekunden Bereich beteiligt (Roth & Strüber, 2020, S. 65). Sie werden von Neuromodulatoren, Transmitter, die im Sekundenbereich und folglich langsamer wirken, beeinflusst (Roth & Strüber, 2020, S. 66). Zusammen mit den Neuropeptiden und Neurohormonen haben sie eine tiefgreifende Wirkung auf die seelische Befindlichkeit (Roth & Strüber, 2020, S. 66). Neuronengruppen die denselben Transmitter oder dieselbe Gruppe von chemisch ähnlichen Transmittern einsetzen, werden Transmittersysteme genannt (Trepel, 2021, S. 10).

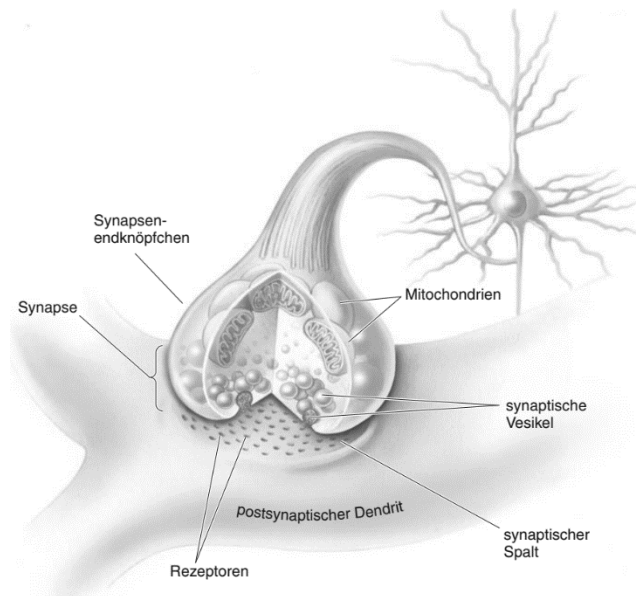


Abbildung 4: Synaptischer Endkolben und die Synapse (Bear et al., 2018, S.43)

Alle Nervenzellen können elektrische Signale weiterleiten (Trepel, 2021, S. 3), dies geschieht mittels Aktionspotenziale über das Axon an die andere Zelle (Roth & Strüber, 2020, S. 65; Trepel, 2021, S. 3). Über interzelluläre Ionenkanäle kommt es dabei zum Ionenaustausch zwischen den Zellen, Transmitter sind bei einer elektrischen Erregung nicht notwendig (Trepel, 2021, S. 4). Zu dieser Art der Erregungsübertragung kommt es beispielsweise im Herz oder auch im glatten Muskelgewebe (Trepel, 2021, S. 4).

3.3.3 Gliazellen

Gliazellen fungieren als Bindegewebe für die Neuronen, sie übernehmen Stütz- und Versorgungsfunktionen und beeinflussen so die neuronale Erregungsverarbeitung und die Synthese von neuronalen Botenstoffen (Roth & Strüber, 2020, S. 61; Trepel, 2021, S. 2). Zur wichtigsten Aufgabe gehört das Ausbilden von Myelin, womit neuronale Fortsätze ummarkiert werden (Myelinisierung) (Trepel, 2021, S. 6). Diese mehrschichtige Hülle (Mark- bzw. Myelinisierungsscheide) dient als elektrische Isolierung und beschleunigt so die Fortleitung der neuronalen Impulse (Trepel, 2021, S. 7). Je dicker das Axon, umso dicker ist die

Markscheide und umso schneller ist die Erregungsweiterleitung (Trepel, 2021, S. 7). Weitere wichtige Aufgaben der Gliazellen sind: Regeneration, Narbenbildung, Abwehr- und Abräumvorgänge, Auskleidung der inneren Liquorvorräume (Ventrikel) mit einer Zellschicht (Trepel, 2021, S. 7). Es gibt Hinweise, dass auch Gliazellen einen Beitrag zur Informationsverarbeitung im Gehirn leisten (Spitzer, 2007, S. 52).

3.4 Lernen und Gedächtnis

Die Organisation des menschlichen Gehirns ist, dem eines Netzwerkes ähnlich und Informationen sind über dieses Netzwerk verteilt und repräsentiert (Jäncke, 2021, S. 429). Die Ausbildung des Gedächtnisses erfolgt auf der Ebene der Synapsen (Synapsenkonsolidierung) und auf jener des jeweiligen Gedächtnissystems (Systemkonsolidierung) (Jäncke, 2021, S. 441).

3.4.1 Molekulare Mechanismen

Lernen meint den Erwerb von neuen Informationen oder Wissen (Bear et al., 2018, S. 894). Alle Lernformen weisen die Gemeinsamkeit auf, dass Informationen im Nervensystem gespeichert werden (Jäncke, 2021, S. 425). An der Informationsspeicherung sind Neurone beteiligt (Bear et al., 2018, S. 942). Erinnerungen werden dabei nicht nur auf ein Neuron, sondern auf mehrere verteilt (Bear et al., 2018, S. 944), welche zu sogenannten neuronalen Netzen (Neural Assemblies) zusammengeschaltet sind (Jäncke, 2021, S. 429). Jede Nervenzelle ist mit ca. 5.000 - 10.000 anderen Nervenzellen verbunden, die Netzwerke können also unterschiedlich groß, mehr oder weniger widerstandsfähig sein oder auch schneller oder langsamer arbeiten (Jäncke, 2021, S. 429). Je mehr Neurone an einem Netzwerk beteiligt sind, umso stabiler bleiben die Erinnerungen, auch im Falle einer Beschädigung einzelner Neurone, erhalten (Bear et al., 2018, S. 944). Gespeicherte Informationen werden von den Netzwerken als elektrische Erregungsmuster codiert (Jäncke, 2021, S. 429). Die maximale Anzahl an Neuronen ist bereits vor der Geburt erreicht und nimmt dann ab, auf die Synapsen trifft dieser Faktor aber nicht zu, sie können sich ein ganzes Leben lang neu bilden und sich funktionell und strukturell verändern (Jäncke, 2021, S. 227, S. 430; Trepel, 2021, S. 4). Diese Prozesse werden als *synaptische Plastizität* bezeichnet (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 69; Jäncke, 2021, S. 430).

Zelluläre Lern- und Gedächtnisprozesse vollziehen sich hauptsächlich durch Veränderungen an Synapsen (Bear et al., 2018, S. 973; Jäncke, 2021, S. 430; Spitzer, 2005, S. 12). Hier geschieht die Informationsübertragung und -speicherung (Bear et al., 2018, S. 940; Jäncke, 2021, S. 430) und es kommt hier während des Lernens zu morphologischen

Veränderungen (Form, Größe, Anzahl) was insgesamt zu einer effizienteren Informationsübertragung führen kann (Jäncke, 2021, S. 432). Der gesteigerte Informationstransfer erhöht die Strukturverdichtung (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 647). Neue prä- und postsynaptische Rezeptoren werden gebildet (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 646), was eine langanhaltende Zunahme der synaptischen Effektivität bewirkt, die Impulse werden besser übertragen und die Postsynapse reagiert stärker (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 813). Dieser Prozess wird *synaptische Konsolidierung* genannt (Jäncke, 2021, S. 432).

Die Qualität und Quantität der synaptischen Verbindungen sind ausschlaggebend für Lernen und Gedächtnisprozesse (Jäncke, 2021, S. 430). Abhängig von der Art der zu verarbeitenden Informationen, ist das ZNS in einem ständigen Verarbeitungs- bzw. Umbauprozess (Trepel, 2021, S. 4). Die Fähigkeit neue synaptische Kontakte zu bilden, ist abhängig von der Lebensphase und auch von den jeweiligen Regionen im ZNS (Trepel, 2021, S. 4). So verlieren manche Hirnregionen nach bestimmten Entwicklungsperioden ihre Plastizität und damit ihre Lernfähigkeit, bestimmte Lernvorgänge können nur mehr langsamer oder gar nicht mehr stattfinden (Trepel, 2021, S. 4). Kapitel 4.3 wird auf diese Veränderungen detaillierter eingehen.

Fragen zum zellulären Mechanismus synaptischer Veränderungen beim Lernen, wie beispielsweise die Gedächtnisspuren (Engramme) in den neuronalen Netzwerken (Zellensembles) abgelegt werden (Jäncke, 2021, S. 430), stellen ein noch relativ junges Forschungsgebiet dar (Bear et al., 2018, S. 959). Der Neuropsychologe Donald O. Hebb (1949), war der erste, der Überlegungen zur synaptischen Plastizität anstellte (Jäncke, 2021, S. 430) und kann als Begründer der modernen Plastizitätsforschung gesehen werden (Jäncke, 2014, S. 228). Die Hebb-Lernregel besagt, *neurons that fire together wire together* (Jäncke, 2021, S. 430). Je häufiger Nervenzellen gleichzeitig (oder mit geringer zeitlicher Verzögerung) feuern, sie also miteinander aktiv sind, umso stärker wird ihre Verbindung (Jäncke, 2021, S. 430). Wenn zwei Nervenzellen also wiederholt gleichzeitig aktiv werden, oder wenn eine immer wieder einen Reiz auf die andere überträgt, dann führt dies in beiden Fällen zu chemischen Veränderungen, die die Verbindung zwischen ihnen stärkt (Doidge, 2017, S. 76). Dies wurde experimentell bestätigt und hat aktuell Gültigkeit (Jäncke, 2021, S. 430).

Die *Langzeitpotenzierung* (long term potentiation, LTP) ist eine Form der synaptischen Plastizität und somit ein wichtiger Mechanismus des Lernens und der Gedächtnisbildung (Bear et al., 2018, S. 948). Sie konnte im Hippocampus, in verschiedenen Cortex Gebieten, im Neocortex in der Amygdala und in den Basalganglien nachgewiesen werden (Bear et al., 2018, S. 960; Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 647; Jäncke, 2021, S. 431). Besonders der Hippocampus scheint eine wichtige Region für die Gedächtnisbildung zu spielen, da

dort die meisten Synapsen eine LTP unterstützen (Bear et al., 2018, S. 949). Diese wird durch hochfrequente Reizung an gleichzeitig aktiven Synapsen ausgelöst (Bear et al., 2018, S. 952) und führt zur Verstärkung ebendieser (siehe Abbildung 5) (Bear et al., 2018, S. 948). Dies kann der Fall sein, wenn beispielsweise durch Übungsprozesse, ein und dieselbe Kontaktstelle zwischen zwei Nervenzellen wiederholt aktiviert werden (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 647).

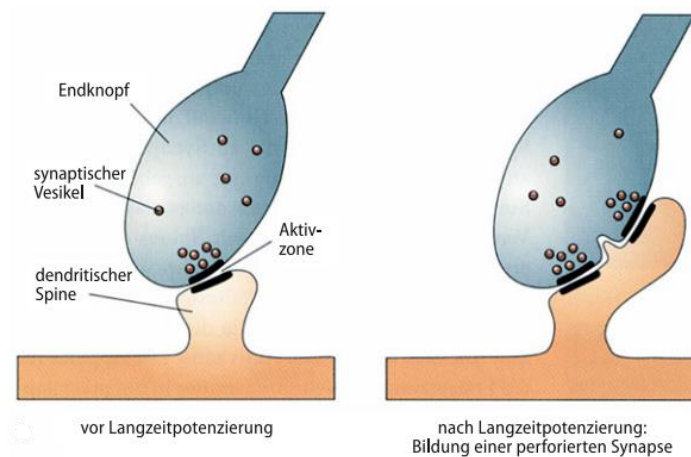


Abbildung 5: Synapse vor und nach LTP (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 646)

Die LTP findet an jenen Synapsen statt, die Glutamat als Transmitter nutzen (Jäncke, 2021, S. 432). Dieser stimuliert an der postsynaptischen Membran die AMPA (Glutamatrezeptor) und NMDA (N-methyl-D-Aspartat) Rezeptoren (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 644; Bear et al., 2018, S. 962; Jäncke, 2021, S. 432). Bei einer normalen Aktivierung der Synapsen, wird nicht jeder einlaufende Impuls an die nächste Zelle weitergegeben, es öffnen sich nur AMPA-Kanäle, die NMDA-Rezeptoren sind durch Magnesiummoleküle (Mg^{2+}) versperrt (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 644). Bei hochfrequenter repetitiver synaptischer Aktivierung wird die postsynaptische Membran, durch die großen Mengen an ausgeschüttetem Glutamat, depolarisiert und löst die Mg^{2+} Blockade vom NMDA-Kanal auf (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 644). Dadurch kann Kalzium (Ca^{2+}) in die postsynaptische Membran strömen und die für die LTP verantwortlichen Vorgänge auslösen (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 644). Ein Second-Messenger-Mechanismus (intrazelluläre Kaskade) wird ausgelöst, die Empfindlichkeit für Glutamatbindung der AMPA-Rezeptoren erhöht und die Glutamat Ausschüttung der präsynaptischen Zelle verstärkt (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 644). Retrograde Messenger, Botenstoffe, die aus der postsynaptischen Membran diffundieren und retrograd in die präsynaptische Zelle eindringen halten durch die Aktivierung der Proteinkinase, die erhöhte Transmitterausschüttung von Glutamat in Gang und sorgen so für eine dauerhaft erhöhte Erregbarkeit (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 646).

Die *Langzeitdepression* (LTD, long-term depression) hingegen führt zu einer Schwächung der Synapsen (Bear et al., 2018, S. 954). Dieser Mechanismus wird durch niederfrequente Reizung, die wesentlich geringer ist als 100 Hz, und/oder anhaltender Hyperpolarisation ausgelöst (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 644). Das erregende postsynaptische Potenzial an der postsynaptischen Zelle ist reduziert, die Folge ist eine Schwächung der synaptischen Verbindung, es kann zu Vergessen und Extinktion kommen (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 644; Jäncke, 2021, S. 432).

3.4.2 Gedächtnissysteme und -prozesse

Der Begriff *Gedächtnis* fasst Prozesse und Systeme zusammen, die für die Speicherung, die Aufbewahrung, den Abruf, das Vergessen und die Anwendung von Informationen verantwortlich sind (Jäncke, 2021, S. 425). Die zu verarbeiteten Informationen sind vielfältig: Bilder, autobiografische Aspekte, Geräusche, Wissen, Wörter, Musik oder spezifische Fertigkeiten (Jäncke, 2021, S. 425). Gedächtnisleistungen, der Abruf von Informationen, sind essenziell, um das Leben zu bewältigen, denn ohne Gedächtnis müsste jedes Mal neu gelernt werden, wie zum Beispiel der Gebrauch der Muttersprache, das Autofahren, die Bedienung technischer Geräte oder Alltagshandlungen (Reich, 2005, S. 43).

Gedächtnissysteme sind Speichersysteme, Gruppen von Hirnarealen, die der Speicherung und Wiedergabe bestimmter Informationen dienen (Bear et al., 2018, S. 917; Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 620; Jäncke, 2021, S. 425). Sie können unterschieden werden, hinsichtlich der Zeitdauer der gespeicherten Informationen: Kurz- und Langzeitgedächtnis; unterschiedlicher Modalitäten: verbales und nonverbales Gedächtnis; prozessorientierten Klassifikation (beteiligte Prozesse): Arbeitsgedächtnis und passive Gedächtnisspeicher; dem Bewusstseinsgrad der beteiligten Prozesse (traditionelle Einteilung): bewusste (deklarative) und unbewusste (implizite) Gedächtnisspeicher (Jäncke, 2021, S. 425).

Gedächtnisprozesse, können in vier Phasen gegliedert werden, der Encodierung, der Konsolidierung, des Abrufens und des Vergessens (Jäncke, 2021, S. 426). In der ersten Phase kommt es zur *Encodierung*, dem Ab- bzw. Einspeichern von Informationen (Jäncke, 2021, S. 426). Die Informationen werden in unverwechselbare zeitliche Sequenzen, räumliche Konfigurationen oder semantische Beziehungen umgeformt oder entschlüsselt (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 628). Die Speicherung erfolgt parallel (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 620). Synonym dazu wird häufig der Begriff Lernen verwendet (Jäncke, 2021, S. 426). Die Phase der *Konsolidierung*, bezeichnet die Aufrechterhaltung der gespeicherten Informationen bzw. deren Umwandlung in eine dauerhafte Erinnerung (Bear et al., 2018, S. 899; Jäncke, 2021, S. 426). Die Informationen setzen sich im Langzeitgedächtnis fest (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 627). Im Prozess der Retention (Retentionsphase oder

Retentionsintervall) kommt es zur neuronalen Festigung der Information, indem eine Gedächtnisspur angelegt wird (Jäncke, 2021, S. 427). Die Gedächtnisspur auch Engramm genannt, gibt Aufschluss darüber, wo die gespeicherte Information lokalisiert ist (Bear et al., 2018, S. 906). Information können gleichzeitig in mehreren Systemen abgelegt werden (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 620). Schlaf von einer Mindestdauer von 6 h fördert für die Konsolidierung von Gedächtnismaterial, zudem erhöht es die Kreativität und Problemlöseleistung (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 561). In der *Abrufphase* (recall) werden die Gedächtniseinträge, um sie zu nutzen können, aus dem Gedächtnisspeicher abgerufen (Jäncke, 2021, S. 427). Schließlich kann es in der letzten Phase auch zu *Vergessen* kommen, die gespeicherten Informationen gehen verloren oder verblassen mit der Zeit (Jäncke, 2021, S. 427).

Differenziert man das Gedächtnis hinsichtlich der zeitlichen Dimension (siehe Tabelle 1), so bildet der *sensorische Speicher* oder auch *Ultrakurzspeicher*, hierarchisch betrachtet, die unterste Ebene der Gedächtnissysteme (Jäncke, 2021, S. 426). Die über die Sinnesysteme aufgenommen Informationen, werden hier für wenige Sekunden abgespeichert (Jäncke, 2021, S. 426) und erfüllen wichtige Enkodierungsaufgaben: erste Merkmalsextraktion, Erkennen und Identifikation des Reizes, Mustererkennen und Benennen (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 627). Der sensorische Speicher liegt als visueller (ikonischer) und auditorischer (echoischer) Speicher vor (Jäncke, 2021, S. 426). Vorübergehende Speicherungen erfolgen im Kurzzeitgedächtnis oder Arbeitsgedächtnis (Bear et al., 2018, S. 899). Das *Kurzzeitgedächtnis* ist von begrenzter Speicherkapazität, Informationen werden für Sekunden bis maximal wenige Minuten gespeichert, ca. 7 ± 2 Informationseinheiten können aufgenommen und kurzfristig behalten werden (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 627; Jäncke, 2021, S. 426). Eingehende Informationen werden wiederholt zu Einheiten verkettet und geordnet (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 628). Sie werden entweder in das Langzeit Gedächtnis überführt, dem Arbeitsgedächtnis bereitgestellt oder sie gehen verloren (Jäncke, 2021, S. 426). Das *Arbeitsgedächtnis* weist eine Besonderheit auf, es ist einerseits Speicherstruktur und andererseits ein System, in dem Informationen bearbeitet werden, welches aus mehreren Subkomponenten besteht: der phonologischen Schleife, dem visuell-räumlichen Notizblock, der zentralen Exekutive und einem episodischen Puffer (Jäncke, 2021, S. 426). Auch das Arbeitsgedächtnis ist von begrenzter Kapazität und erfordert eine ständige Wiederholung (Bear et al., 2018, S. 899). Die Informationen können ins Langzeitgedächtnis übergehen, großteils werden sie aber wieder vergessen, wenn sie nicht mehr benötigt werden (Bear et al., 2018, S. 901). Forschungen mutmaßen, dass das Arbeitsgedächtnis, eine an verschiedenen Stellen des Gehirns lokalisierte Fähigkeit des Neocortex ist (Bear et al., 2018, S. 901). Bei tiefer und reichhaltiger Kodierung der Informationen kommt es zur

Übertragung ins *Langzeitgedächtnis* (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 628). Es ist hinsichtlich der Speicherdauer (Tage, Monate, Jahre) als auch der -kapazität unbegrenzt (Jäncke, 2021, S. 426). Forschungen deuten darauf hin, dass dem Gehirn mehrere Systeme zur Informationsspeicherung zur Verfügung stehen (Bear et al., 2018, S. 935).

Tabelle 1: Tabellarische Darstellung der Gedächtnissysteme hinsichtlich ihrer zeitlichen Dimension

Sensorischer Speicher (Ultrakurzzeitgedächtnis)	• Ikonischer Speicher: visuell • Echoischer Speicher: auditorisch
Kurzzeitgedächtnis	
Arbeitsgedächtnis	• zentrale Exekutive • Subsystem: phonologische Schleife, visuell-Räumlicher Notizblock, episodischer Puffer
Langzeitgedächtnis (deklaratives System)	• Episodisches Gedächtnis • Semantisches Gedächtnis
Langzeitgedächtnis (implizites System)	• Perzeptuelles Gedächtnis • Prozedurales Gedächtnis

Quelle: mod. n. Jäncke (2021, S. 426)

3.4.3 Das Langzeitgedächtnis

Eine gängige Einteilung des Langzeitgedächtnisses, ist hinsichtlich des Bewusstwerdens der jeweiligen Gedächtnisprozesse¹ (Jäncke, 2021, S. 427). Gedächtnisinhalte können implizit oder explizit wiedergegeben werden (siehe Tabelle 2) (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 622). Dementsprechend kann das Gedächtnis in ein bewusstes (deklaratives, explizites) Wissensgedächtnis und ein unbewusstes (nicht-deklaratives, implizites) Verhaltensgedächtnis eingeteilt werden (Jäncke, 2021, S. 427). Beide Gedächtnismechanismen können simultan ablaufen, sie sind aber an unterscheidbare Hirnstrukturen gebunden (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 622).

¹ Aktuell steht diese Art der Einteilung zur Diskussion, eine Einteilung anhand der beteiligten Gehirnstruktur wird vorgeschlagen.

Tabelle 2: Gliederung des Langzeitgedächtnisses

Deklaratives Gedächtnis		non-deklaratives Gedächtnis			
Episodisches Gedächtnis	Semantisches Gedächtnis	Prozedurale Gedächtnis	Priming	Perzeptuelles Gedächtnis	Konditionieren
Erfahrungen, Personen, Zeit, Raum, Ereignisse	Faktenwissen	Fertigkeiten Fähigkeiten Handlungen Regeln	Assoziationen	Wahrnehmungsinformationen	
bewusst		unbewusst			

Quelle: mod. n. Jäncke (2021, S. 428)

Das *bewusste Gedächtnis*, resultiert aus Lernvorgängen, die Aufmerksamkeit und Bewusstsein erfordern, bewusste Erinnerungen sind hier abgespeichert (Bear et al., 2018, S. 895), die Gedächtniswiedergabe erfolgt ebenso bewusst und intentional-willentlich (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 621). Es besteht aus zwei untergeordneten Systemen, dem episodischen Gedächtnis und dem semantischen Gedächtnis (Bear et al., 2018, S. 895; Jäncke, 2021, S. 427). Das *semantische Gedächtnis* repräsentiert das Faktenwissen wie Regeln, Konzepte, Formeln, Jahreszahlen, Sachverhalte, Sinnzusammenhänge (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 622; Jäncke, 2021, S. 427). Das *episodische Gedächtnis* speichert Informationen über Ereignisse, beispielsweise eigene Lebenserinnerungen (Jäncke, 2021, S. 428). Es verbindet Informationen zu Zeit, zum Ort, zu Personen und den dazugehörigen Sachverhalten miteinander (Jäncke, 2021, S. 428). Deklarative Erinnerungen können einfach gebildet, aber auch einfach wieder vergessen werden (Bear et al., 2018, S. 895). Wichtige Strukturen des deklarativen Gedächtnisses sind der Hippocampus, Bereiche des Cortex in der Umgebung des Hippocampus, das Zwischenhirn (Diencephalon), der mediale Temporallappen und der Neocortex (Bear et al., 2018, S. 925 & S. 895). Eine wichtige Rolle spielt auch das limbische System, da episodische Informationen stärker mit emotionalen Informationen besetzt sind (Jäncke, 2021, S. 428).

Erfolgt die Gedächtniswiedergabe unbewusst und ohne willentliche Anstrengung so spricht man vom *impliziten* (nicht-deklaratives, unbewusstes, Verhaltens-) Gedächtnis (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 621). Nicht-bewusste Erinnerungen sind hier abgespeichert wie erlernte Fertigkeiten, Reflexe und emotionale Assoziationen (Bear et al., 2018, S. 895). Deren Wiedergabe resultiert aus sensomotorischen Prozessen, sie werden weniger leicht wieder vergessen, erfordern aber Wiederholung und Praxis über einen längeren Zeitraum (Bear et al., 2018, S. 895). Das nicht-deklarative Gedächtnis beinhaltet das *prozedurale Gedächtnis*, ein *perzeptuelles Gedächtnis*, ein *Gedächtnis für assoziative Zusammenhänge* und ein

Gedächtnis für elementare Aspekte, welche durch klassisches und instrumentelles Konditionieren gebildet werden (Jäncke, 2021, S. 428).

Das *prozedurale Gedächtnis* beruht auf das Lernen von Fähigkeiten, Gewohnheiten und Verhaltensweisen (Bear et al., 2018, S. 895; Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 621). Handlungsabläufe und Fertigkeiten (skills) wie Fahrradfahren, Autofahren oder sportliche Betätigungen sind hier gespeichert (Jäncke, 2021, S. 428). Intensives Üben ist für den Erwerb dieser Fertigkeiten notwendig, sie können nach der Konsolidierung unbewusst durchgeführt werden (Jäncke, 2021, S. 428). Dies eröffnet den Vorteil, dass die unbewusste und automatische Durchführung von komplizierten Handlungsabläufen, wenig Aufmerksamkeitsressourcen benötigt, wodurch gleichzeitig andere Tätigkeiten – auch bewusst – ausgeführt werden können (Jäncke, 2021, S. 428). Vermutlich benötigt prozedurales Wissen den dazwischengeschalteten Arbeitsspeicher weniger (Birbaumer & Schmidt, 2010, S.629). Am prozeduralen Gedächtnis beteiligte Hirnstrukturen sind überwiegend motorische Hirngebiete, der Motocortex, der Prämotokortex, die Basalganglien und das Kleinhirn (Jäncke, 2021, S. 428). Das Striatum, als Bestandteil der Basalganglien, scheint dabei eine sehr wichtige Rolle zu spielen, da es für die Ausbildung von Verhaltensgewohnheiten benötigt wird (Bear et al., 2018, S. 931).

Beim *perzeptuellen Gedächtnis* handelt es sich um ein Wahrnehmungsgedächtnis (Jäncke, 2021, S. 428). Wahrnehmungsinformationen werden abgespeichert, ohne Anbindung am semantischen Gedächtnis (Jäncke, 2021, S. 429). Wiedererkennen und Einprägung werden erleichtert durch die Darbietung eines Wahrnehmungsinhaltes oder ein Konzept kurz vor dem eigentlichen Inhalt (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 622).

Bei *assoziativen Lernprozessen* werden Zusammenhänge zwischen Ereignissen hergestellt (Bear et al., 2018, S. 897). Eine Verhaltensänderung tritt als Folge der engen zeitlichen Paarung (Assoziation) von Reizen und Reaktionen auf (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 622).

Das klassische und instrumentelle Konditionieren meint Lernprozesse, bei denen zwischen verschiedenen Reizen, Reaktionen sowie Reizen und Reaktionen unbewusste Assoziationen aufgebaut werden (Jäncke, 2021, S. 429). Bei der *klassischen Konditionierung* wird ein unbedingter (unkonditionierter) Reiz, der eine messbare Reaktion hervorruft, mit einem bedingten (konditionierten) Reiz verknüpft, der diese Reaktion normalerweise nicht auslöst (Bear et al., 2018, S. 898). Es kommt zu einer bedingten Reaktion, der bedingte Reiz löst nun die Reaktion des unbedingten Reizes aus (Bear et al., 2018, S. 898). Bei der *operanten Konditionierung* wird eine Handlung mit einem bedeutsamen Reiz verknüpft (Bear et al., 2018, S. 898). Auf die zu lernende Reaktion folgt unmittelbar ein belohnender oder

bestrafender Reiz (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 624), so lernt das Individuum, dass ein bestimmtes Verhalten mit einer bestimmten Folge verknüpft ist (Bear et al., 2018, S. 898). Die Motivation ist ein wichtiger Faktor bei der operanten Konditionierung, die zugrunde liegenden neuronalen Verschaltungen sind deswegen auch komplexer als bei der klassischen Konditionierung (Bear et al., 2018, S. 898).

Die zellulären Lernprozesse *Habituation und Sensitivierung*, werden ebenfalls zur Gruppe impliziter Lernprozesse gezählt (Jäncke, 2021, S. 429). Sie können als einfachste Lernform aufgefasst werden (Jäncke, 2021, S. 425). *Habituation* meint Reizgewöhnung (Bear et al., 2018, S. 897) als Konsequenz von der Wiederholung der Reizsituation oder der Reaktion (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 622). Bei der *Sensitivierung* führt ein starker Reiz zu einer stärkeren Reaktion aller nachfolgenden Reize, auch auf solche, die zuvor kaum eine oder gar keine Reaktion hervorgerufen haben (Bear et al., 2018, S. 897). Es kommt also zu einer Verhaltensänderung, die als Reaktion auf einen einzelnen Reiz auftritt (Bear et al., 2018, S. 897).

4 Das Alter

Dieses Kapitel setzt sich mit der Lebensphase Alter auseinander. Es wird um die Faktoren gehen, die den Alterungsprozess beeinflussen sowie den Anforderungen und Bedingungen, die sich im Zuge altersbedingter Veränderungen ergeben, insbesondere hinsichtlich des Gehirns, Gedächtnis und Lernprozessen. Diesbezüglich werden auch Einflussmöglichkeiten auf die kognitive Leistungsfähigkeit für ein gesundes Gehirnaltern thematisiert.

In den kommenden Jahrzehnten wird die österreichische Gesamtbevölkerung wachsen und sich deren Altersstruktur verändern (Statistik Austria, 2022, S. 57). Die Bevölkerungsgruppe im Alter von 65 und mehr Jahren, wird zahlen- und anteilmäßig zunehmen (Statistik Austria, 2022, S. 57). Stärker besetzte Generationen wie die Baby-Boom-Jahrgänge der späten 1950er und der 1960er werden ins Pensionsalter übertreten (Statistik Austria, 2022, S. 58). Durch die längere Lebenserwartung werden mehr Menschen als früher ein höheres Alter erreichen (Statistik Austria, 2022, S. 58). Zudem sind die nachrückenden Männergenerationen nicht von Kriegsverlusten betroffen (Statistik Austria, 2022, S. 58). Die Bevölkerungspyramide für Österreich (Abbildung 6) veranschaulicht diesen Trend.

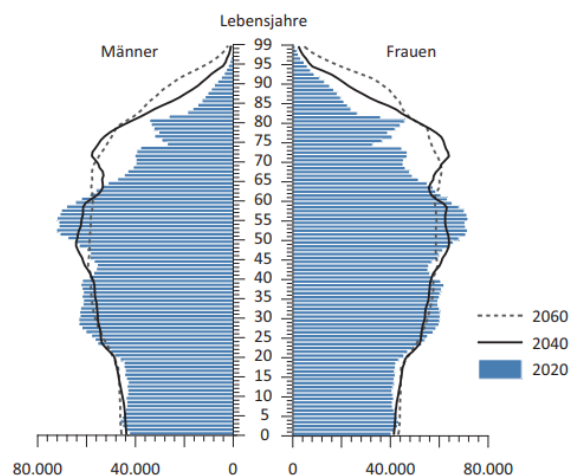


Abbildung 6: Bevölkerungspyramide 2020, 2040 und 2060. Ergebnisse der Bevölkerungsstatistik 2021 (Statistik Austria, 2022, S. 57)

Das Alter kann als ein bestimmter Lebensabschnitt vom mittleren Erwachsenenalter bis zum Tod definiert werden und kann mehrere Jahrzehnte umfassen (Eisenburger, 2015a, S. 257). Die Gerontologie ist die Wissenschaft, die sich mit dem Alter und dem Altern multidisziplinär auseinandersetzt (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 29) und dessen körperlichen, psychischen, sozialen, kulturellen und historischen Aspekte beschreiben, erklären und modifizieren will (Baltes & Baltes, 1994, S. 8). Die Geragogik hingegen, setzt sich mit Bildungsprozessen und -konzepten im Alter auseinander (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 14).

Dieser Lebensabschnitt ist nicht wie oft suggeriert eine einheitliche (Eisenburger, 2015a, S. 257), sondern ist vielmehr eine heterogene Phase (Fooker, 2014, S. 395; Seewald, 2007, S. 84), die höchst individuell verläuft (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 61; Martin, 2007, S. 209; Pinter et al., 2014, S. 237) und geprägt ist von einer hohen Diversität und Vielfalt der Lebensformen und Lebensgestaltung (Kolland & Wanka, 2014, S. 191), wie etwa das Leben in einer Senioren-WG oder die Rolle der Großelternschaft (Seewald, 2007, S. 84). Der Vorgang des Alterns ist ein komplexer und multidimensionaler sowie ein fortschreitender und lebenslanger Prozess, der biologische, physiologische, psychologische und soziale Veränderungen umfasst (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 28; Eisenburger, 2015a, S. 260; Fooker, 2014, S. 395; Pinter et al., 2014, S. 237). Diese Veränderungen stellen besondere Anforderungen an die Lebensbewältigung und können sowohl Gewinne als auch Verluste (und Belastungen) beinhalten (Freund, 2007, S. 604). Der Umgang mit diesen Veränderungen, wie etwa das persönliche Entwicklungspotenzial genutzt wird, beruht zu einem großen Teil auf soziale, kulturelle und verhaltensbezogene Bedingungen, unter denen ein Individuum sein Leben bisher gestaltet hat (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 33). Frühere Lebensabschnitte beeinflussen den aktuellen Lebenslauf (Lebenslaufperspektive) (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 28) und die Umwelt- und Lebensbedingungen sind maßgeblich für das Selbstgestaltungspotenzial (Fooker, 2014, S. 392). Diese Gestaltungsmöglichkeiten (Veränderungen) (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 28) werden beeinflusst vom Gesundheitszustand (Müllegger, 2015, S.2), von interindividuellen Unterschieden zwischen Personen und intraindividuelle Variabilität – nicht alle Organe und Funktionen altern im selben Tempo, kognitive, emotionale und soziale Ressourcen können sich bei gleichem Alter ganz unterschiedlich entwickeln (Martin, 2007, S. 209). Weitere Faktoren, die den Alterungsprozess beeinflussen, sind geschlechtsspezifische Unterschiede, die neben der biologischen auch die soziale Ebene beeinflussen (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 28), das soziale Umfeld (Müllegger, 2015, S. 2) und der eigene sozioökonomische Status. Dieser kann unterschieden werden in eine vertikale und horizontale soziale Differenzierung, erstere ist gekennzeichnet durch die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Statusgruppe, welche unter anderem bedingt ist durch Bildungsniveau und Einkommen und zweitens durch unterschiedliche

Wertehaltungen und Lebensstile (Kolland & Wanka, 2014, S. 191). Einfluss auf den Alterungsprozess haben außerdem die Diskrepanzen zwischen objektiven Fakten und subjektiver Bewertung (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 28) und die Bereitschaft, Neues zu lernen (Müllegger, 2015, S. 2).

Bei einer genauen Betrachtung der Lebensphase Alter, ist eine Perspektive sinnvoll, die nicht nur auf das kalendarische Alter ausgerichtet ist, sondern auch die Dimensionen, des biologisch-medizinischen, des subjektiv-psychischen Wohlbefinden und des sozialen Alters berücksichtigt (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 28). Diese Dimensionen können, aber müssen nicht dem kalendarischen Alter entsprechen (Eisenburger, 2015a, S. 257; Oswald, 2011, S. 28). Zwischen dem chronologischen und dem funktionalen Alter muss es keine Synchronität geben, denn es kann sowohl aktive und mobile 90-jährige als auch bewegungslose 70-jährige Menschen geben (Baltes, 2001, S. 28; Eisenburger, 2015a, S. 257; Oswald, 2011, S. 28). Ausgehend von diesem Standpunkt und in Anlehnung an die Entwicklungspsychologie der Lebensspannen, kann die Altersphase in eine junges drittes und hohes viertes Lebensalter differenziert werden (Baltes, 2001, S. 28; Eisenburger, 2015a, S. 258).

4.1 Höheres drittes und hohes viertes Alter

Menschen im dritten Alter, sogenannte junge Alte, (synonym: höhere Alter) (Eisenburger, 2015a, S. 258; Müller, 2018, S. 1), bilden die relevante Altersklasse für die Master Thesis. Sie erfreuen sich guter Gesundheit und verfügen über gute kognitive Fähigkeiten, sie führen ein weitgehend behinderungsfreies Leben (Eisenburger, 2015a, S. 258; Kolland & Wanka, 2014, S. 189), sind sozial integriert, führen viele Aktivitäten aus und verfügen über ein hohes Maß an persönlichem Wohlbefinden (Kolland & Wanka, 2014, S. 189). Für diese Generation 65+, die keine Kriegs- und Nachkriegserfahrungen erlebt hat, stehen Themen wie Individualisierung, persönliche Entwicklung, Selbstverwirklichung, erweiterte Kreativität oder Meinungsfreiheit im Mittelpunkt (Eisenburger, 2015a, S. 259; Kolland & Wanka, 2014, S. 189). Sie erwarten sich ein unangestregtes und abwechslungsreiches Pensionsleben mit vielen Angeboten und Wahlmöglichkeiten (Eisenburger, 2015a, S. 259; Kolland & Wanka, 2014, S. 189) und sind bereit, traditionelle Altersrollen und Altersbilder zu überwinden (Eisenburger, 2003, S. 56). Befunde deuten darauf hin, dass die heutige Generation junger Älterer, im Vergleich zu vor 25 Jahren, körperlich und mental fitter sind (Baltes, 2001, S. 25).

Das vierte Alter (synonym: hohe Alter, Hochaltrigkeit) beschreibt hochaltrige Menschen, die sich in einer vulnerablen Lebensphase befinden und deren altersbedingten körperlichen Einschränkungen, Anpassungen des Alltagslebens notwendig machen (Eisenburger,

2015a, S. 258). Defizite können immer weniger zufriedenstellend kompensiert werden, Krankheit häufen sich, es kommt zum Rückgang und Abbau physischer, psychischer und sozialer Ressourcen und zur Einschränkung der Selbstständigkeit und der sozialen Integration, was die Abhängigkeit erhöht (Kolland & Wanka, 2014, S. 189).

4.2 Veränderungen und Anforderungen im Alter

4.2.1 Biologisch-medizinische Dimension

Das biologisch-medizinische Alter bezieht sich auf den Entwicklungs- und Erhaltungszustand des Organismus (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 28). Im Zuge des normalen Alterungsprozesses, kommt es zur Abnahme der Mobilität und Vitalfunktionen (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 61). Der Abbau der physischen Gesundheit, kann die Handlungsfähigkeit einschränken und bis hin zur Pflegebedürftigkeit führen (Freund, 2007, S. 604; Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 27). Was das Herz-Kreislaufsystem betrifft, so verringert sich unter anderem die Herzleistung und der Blutdruck steigt an, das Hirnschlagrisiko erhöht sich deswegen, durch die Schrumpfung der Atemmuskulatur verschlechtert sich die Lungenfunktion und die Brustbeweglichkeit ist eingeschränkt (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2009, S. 64-70). Die Hormonproduktion, wie etwa jene für Wachstum und Schlaf, nimmt ab (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2009, S. 72). Der Rückgang von Östrogen, erhöht besonders bei Frauen das Osteoporoserisiko (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2009, S. 73). Auch nehmen die Nierenfunktionen (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2009, S. 70), Verdauungsprozesse, die Infektabwehr und die Effizienz des Immunsystems ab (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 26) dies geht mit einer Verlangsamung der Erhaltungs- und Regenerationsprozesse einher (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 61). Der erhöhte Kalziumverlust führt zur Abnahme der Knochendichte, weiters kommt es zur Abnahme der Muskelmasse (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2009, S. 69) und -spannung und die Gelenke werden steifer (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 61). Die sensorischen Systeme, der Seh-, Hör-, Geschmack, Riech- und Tastsinn, verschlechtern sich (Jansen & Richter, 2016, S. 193). Veränderungen hinsichtlich des Gehirns, Gedächtnis und Lernen werden in Kapitel 4.3 thematisiert.

4.2.2 Psychische Dimension

Man ist so alt wie man sich fühlt - das psychische Wohlbefinden, die Dimension des subjektiven Alters drückt aus, wie jemand seinen körperlichen, seelischen und geistigen Zustand im Kontext seines kalendarischen Alters erlebt (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 28).

Eigene Wahrnehmungen und Haltungen können sich im Laufe des Lebens verändern, wie etwa die Zeitperspektive, indem sie sich stärker auf die Gegenwart ausrichtet und weniger auf die Zukunft (Freund, 2007, S. 604). Auch kann es zur Abwendung von eher äußerlichen Dingen des Lebens, hin zu einem tieferen Verständnis des Lebens kommen (Jansen & Richter, 2016, S. 192). Themen können dabei sein, sich ohne Bitterkeit von enttäuschten Hoffnungen zu verabschieden, die Auseinandersetzung mit der Endlichkeit des Lebens und der Vorbereitung auf den (unausweichlichen) Tod (Seewald, 2007, S. 85).

4.2.3 Soziale Dimension

Die Dimension des sozialen Alters beinhaltet Zuschreibungen der Gesellschaft, wie sie das Alter definiert oder was sie von älteren Menschen erwartet. Die sozialen Erwartungen an die Lebensphase Alter, müssen dabei aber nicht mit individuellen Präferenzen übereinstimmen (Kolland & Wanka, 2014, S. 188). So kann der Übertritt in die Pension als der Zeitpunkt gelten, ab dem man zur Gruppe der Älteren gezählt wird, obwohl das nicht dem subjektiven Empfinden entspricht (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 28). Aber nicht nur deswegen kann die Pensionierung eine bedeutende Veränderung markieren, sie kann auch Freiraum oder Rollenverlust und Einsamkeit bedeuten (Freund, 2007, S. 604). Durch den Austritt aus dem Erwerbsleben und dem Eintritt in den Ruhestand, kann es zu einer Sinnlücke kommen und die Empfindung entstehen an Einfluss zu verlieren, Anerkennung einzubüßen, Handlungs- und Erfahrungswissen entwertet zu sehen (Seewald, 2007, S. 85). Die Veränderung der Umwelt- und Lebensbedingungen wirken sich auch auf die sozialen Netzwerke aus, durch den Verlust von Sozialpartnern wie etwa Verwitwung oder der Auszug des letzten Kindes (Empty Nest) (Freund, 2007, S. 604), kann es zu einer veränderten Form des Zusammen- oder Alleinlebens kommen, welches neu ausbalanciert und neu sinngestiftet werden muss (Seewald, 2007, S. 85). Die Auswahl an verschiedenen Lebensformen kann dabei eine Anforderung darstellen. Um nicht in sozialer Isolation zu landen, ist die Fähigkeit gefragt, neue soziale Kontakte knüpfen und das soziale Netzwerk an der veränderten Situation anpassen zu können etwa durch Hobbys, dem Nachgehen von Interessen (Seewald, 2007, S. 85) oder der Konzentration auf wichtige Sozialpartner*innen (Freund, 2007, S. 604).

4.3 Gehirn, Lernen und Gedächtnis im Alter

Strukturen und Funktionen des Gehirns, sind über die gesamte Lebensspanne hinweg in ständiger Veränderung (Voelcker-Rehage, 2012, S. 41). Es gibt keinen generellen Abbau der geistigen Leistungs- und Lernfähigkeit im Alter, die jeweiligen Prozesse sind unterschiedlich betroffen (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 26; Jansen & Richter, 2016, S. 194). Der Rückgang der Gedächtnisfunktionen, kann bis zu einem gewissen

Punkt als normaler Teil des Alterungsprozesses gesehen und kompensiert werden (Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2006, S. 101). Bereiche des episodischen (biographischen) Gedächtnisses verzeichnen den stärksten (alterungsbedingten) Abbau und mit zunehmendem Alter wird es schwieriger dessen Inhalte bewusst zu vergegenwärtigen (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 100). Nicht Teil eines üblichen Altersverlaufs aber mit zunehmendem Alter jedoch häufiger auftreten, können ein Hirnschlag (Apoplexie) oder Krankheiten wie Parkinson oder die Alzheimer Krankheit, als die häufigste Ursache einer Demenz - welche den allgemeinen schweren Verlust von geistigen Leistungen meint und mit Folgen hat für die kognitiven Kompetenzen und dem Verhalten (Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2009, S. 98).

4.3.1 Strukturelle und funktionelle Veränderungen des Gehirns

Auf struktureller Ebene sind die graue und weiße Substanz und die mit Flüssigkeit gefüllten Hohlräume (Ventrikel) des Gehirns betroffen (Voelcker-Rehage, 2012, S. 42).

Im Zuge eines üblichen altersbedingten biologischen Alterungsprozess, nimmt die Neuronenzahl (graue Substanz) bis ca. 90 Jahre, nur geringfügig um etwa 10 % ab, 90% der Nervenzellen bleiben also erhalten (Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2009, S. 87; Voelcker-Rehage, 2012, S. 42). Vielmehr verringern sich die Größe und Dichte der Neuronen, dies kann an der Abnahme der Synapsen, also an der geringeren Vernetzung zwischen den Nervenzellen liegen (Voelcker-Rehage, 2012, S. 42). Die Abnahme der Synapsenanzahl beeinträchtigt die Verarbeitungsgeschwindigkeit von Informationen (Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2009, S. 87). Außerdem kommt es zu einer Abnahme der Dendriten (Nervenfortsätze zur Aufnahme synaptischer Übertragung) und Spines (kleine dendritische Dornfortsätze) und der Versorgungsstrukturen im Gehirn, wie die Blutkapillaren (Voelcker-Rehage, 2012, S. 42).

Auch die weiße Substanz verändert sich, es kommt zu einer Verschlechterung der Dichte und strukturellen Integrität der Nervenfortsätze, den Nervenimpulse die Neuronen begleiten (Axone), und der Myelinisierung (Voelcker-Rehage, 2012, S. 42). Durch die Abnahme des Myelins, der Isolierschicht um die Nervenfasern, verlangsamt sich die Impulsweiterleitung (Nervenleitgeschwindigkeit), was zu einer Verlangsamung von Denkprozessen, Reaktionen und Bewegungen führt. Davon sind hauptsächlich die kurzen Fasern im Gehirn betroffen (Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2009, S. 87). Weniger sind die langen Fasern vom Myelinabbau betroffen, sie verbinden verschiedene Hirnregionen miteinander und sind wichtig für Assoziationen, logisches Denken oder der Sprachfähigkeit (Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2006, S. 29).

Ab dem 23. bzw. 42. Lebensjahr nimmt das Volumen vieler Hirngebiete ab (Jäncke, 2021, S. 107; Voelcker-Rehage, 2012, S. 43). Die maximale Volumenabnahme bei allen Gebieten erfolgt zwischen dem 50. und 59. Lebensjahr (Jäncke, 2021, S. 93). Wasserverlust und Myelinabbau können Gründe dafür sein (Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2006, S. 28). Davon betroffen ist die graue Substanz insbesondere im Parietallappen und im Frontalkortex (Jäncke, 2021, S. 92; Voelcker-Rehage, 2012, S. 43). Ab dem 50. Lebensjahr auch der Hippocampus-Amygdala-Komplex, der wichtig ist für explizite Gedächtnisfunktionen, sowie das Kleinhirn und Striatum (Jäncke, 2021, S. 93; Voelcker-Rehage, 2012, S. 43). Durch die Volumenabnahme der grauen und weißen Substanz, vergrößert sich wiederum das Volumen der Ventrikel und Spalträume, was zu einer Zunahme der Gehirnflüssigkeit führt (Voelcker-Rehage, 2012, S. 42). Die Volumenabnahme könnte für Gedächtniseinschränkungen im Alter verantwortlich sein, da die betroffenen Hirngebiete für das explizite Gedächtnis bedeutend sind (Jäncke, 2021, S. 94).

Was die funktionellen Veränderungen betrifft, so kommt es zu einer geringeren Aktivierung des Gehirns, dies kann mit einer schlechteren Leistung in den jeweiligen kognitiven Bereichen einhergehen (Voelcker-Rehage, 2012, S. 43). Es kann auch zu verstärkter Aktivierung, sprich Überaktivierung kommen (Voelcker-Rehage, 2012, S. 43). Dies kann aus mehreren Gründen geschehen, als Kompensation, da aufgrund der Abbauprozesse, das Gehirn größere oder auch mehr (benachbarte) Areale aktivieren muss, um gute Leistung zu erbringen oder um Abbauprozesse in anderen Regionen auszugleichen (Voelcker-Rehage, 2012, S. 44). Im Umkehrschluss kann dies bedeuten, dass auch schneller das Leistungslimit erreicht ist (Voelcker-Rehage, 2012, S. 44). Aufgrund der abnehmenden Lateralisation im Alter, kommt es zu einer gleichzeitigen Aktivierung der rechten und linken Hirnhemisphäre (Voelcker-Rehage, 2012, S. 44). Auch kann es zu Dedifferenzierung kommen, wenn beispielsweise eine Hirnregion, die beim Erkennen von Gesichtern aktiviert ist, ist auch beim Erkennen von Orten aktiviert (Voelcker-Rehage, 2012, S. 45).

Nicht alle Degenerationsprozesse sind unwiderruflich (Voelcker-Rehage, 2012, S. 45). Verbindungen und Netzwerke können lebenslang gebildet werden (Voelcker-Rehage, 2012, S. 45) und intensives kognitives und motorisches Training kann dabei eine wichtige Rolle spielen (Jäncke, 2021, S. 94). Kapitel 4.3.4. wird darauf näher eingehen.

4.3.2 Kristalline und fluide kognitive Funktionen

Im Jugendalter können viele kognitive Einzelfunktionen unabhängig voneinander variieren, mit zunehmendem Alter verschmelzen sie, sodass es im fortschreitenden Lebensalter nur noch zwei unabhängige Dimensionen an Hirnleistungen gibt, man bezeichnet sie als kristalline und fluide (flüssige) Funktionen (siehe Abbildung 7). Diese Art der Unterscheidung, bildet auch ein gängiges Modell in der Altersforschung (Oswald, 2011, S. 29).

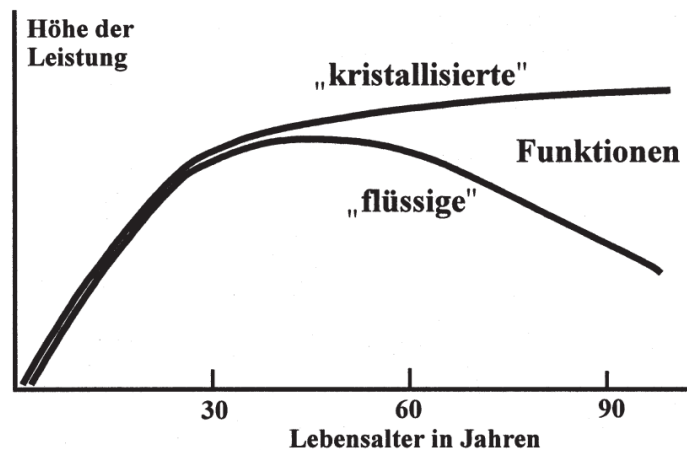


Abbildung 7: Veränderungen kristalliner und fluider Funktionen mit dem Alter (Oswald, 2011, S. 31)

Kristalline Funktionen bezeichnen übungs- und bildungsabhängige Hirnleistungen, sie sind der Ausdruck kulturbezogener Lebenserfahrung (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 99; Oswald, 2011, S. 29). Dazu zählen Fertigkeiten und Fähigkeiten, die dem semantischen und prozeduralen Gedächtnis zugeordnet werden können, wie Sprach-, Kommunikations- und soziale Interaktionsfähigkeiten oder kulturelles und soziales Wissen (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 100; Jansen & Richter, 2016, S. 194). Ausdrucksmittel wie Tanz, Bildhauerei, Malerei oder Musik gelten auch als Kommunikationsformen (Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2006, S. 16). Diese Funktionen können bis ins hohe Alter erhalten und stabil bleiben und durch Übung und Training sogar gesteigert werden, wie etwa durch das Lernen neuer Sprachen oder Instrumente (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 99; Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2006, S. 26; Oswald, 2011, S. 27-30; Spitzer, 2005, S. 14). Ältere Menschen zeigen hier nahezu ähnliche Leistungen wie Jüngere (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 99). Ein möglicher Grund kann sein, dass die wesentlichen Gehirnareale für Sprachverständnis und -gebrauch eine längere Reifungszeit haben als alle anderen Areale der Hirnrinde (Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2006, S. 117).

Fluide Leistungen meinen grundlegende Prozesse der neuronalen Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und des schlussfolgernden Denkens (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 99; Oswald, 2011, S. 29). Diese sind weniger milieu- und bildungsabhängig, sondern

überwiegend von biologischen und neurophysiologischen Gegebenheiten bestimmt (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 99; Oswald, 2011, S. 29). Ab dem 30. Lebensjahr kommt es zum Abbau und somit zu einer Verlangsamung dieser Prozesse (Jansen & Richter, 2016, S. 194; Oswald, 2011, S. 30; Spitzer, 2005, S. 10). Lern- & Denkprozesse, vor allem das Erlernen neuer Dinge benötigen mehr Zeit, Übung und kognitive Unterstützung (Baltes, 2001, S. 27; Jansen & Richter, 2016, S. 194). Das Kurzzeitgedächtnis (Jansen & Richter, 2016, S. 194), die Effizienz des Arbeitsgedächtnis (Informationsverarbeitung) und der exekutiven Kontrollfunktionen lassen nach (Kliegel et al., 2012, S. 76). Das Fähigkeitslernen und der Faktenerwerb, die Merkfähigkeit oder auch die Fähigkeit zwei Aufgaben gleichzeitig zu lösen, dauern länger (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 26; Jansen & Richter, 2016, S. 194). Der Abbau fluider Funktionen ist ein wichtiges Merkmal der biologischen Hirnalterung. Auch hier kann der Abbau durch Übungen und Training sowie regelmäßige geistige Aktivität verlangsamt werden, wenn auch nicht im selben Ausmaß wie bei kristallinen Funktionen (Oswald, 2011, S. 30).

Für die geistige Leistungsfähigkeit gilt *use it or lose it*, nicht genutzte Hirnregionen können sich bei nicht Gebrauch auch zurückbilden (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 99; Oswald, 2011, S. 30)

4.3.3 Bedingungen für Lernen im Alter

Wenn auch die Geschwindigkeit der Nervenzellen im Alter abnimmt, so sind Lernprozesse trotzdem immer möglich und durch geistiges und körperliches Training können neue neuronale Verbindungen entstehen (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 29).

Philippi-Eisenburger (1990, S. 78) zufolge, ändern sich im Alter weniger die Mechanismen des Lernens, sondern vielmehr dessen Bedeutsamkeit. Ziele und Erwartungen sind nicht dieselben wie in der Kindheit und Jugend (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 78). Im Alter geht es dabei mehr um Orientierung und Auseinandersetzung mit der Situation, um andere Bedeutungszusammenhänge, um Umstrukturierung der gespeicherten Informationen, um neuen Sinn, um Selbstregulation und Selbstverwirklichung, um Lebensbewältigung und Lebensgestaltung (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 78). Entscheidend ist dabei auch wie man dem Alter begegnet, ob mit einer persönlichen Haltung der Offenheit gegenüber Neuem (Spitzer, 2005, S. 14) oder mit Vorurteilen und Vorstellungen gegenüber dem Abbau der Lernfähigkeit und einer damit einhergehenden Lernunfähigkeit (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 77).

Zwar lässt im Alter die Fähigkeit nach, sich in neue Wissensbereiche schnell einzuarbeiten und bestehendes Wissen zu hinterfragen aber die Vertiefung in bereits vorhandenes Wissen bis hin zur Expertise fällt aufgrund des Vorwissens leichter (Bubolz-Lutz et al., 2010, S.

99). Im Gegensatz zu Kindern können Erwachsene beim Lernen von ihrem Erfahrungsschatz profitieren (Spitzer, 2007, S. 227). Die Informationsaufnahme kann leichter fallen, wenn diese mit Erwartungen und bisherigen Erfahrungen übereinstimmen und wenn neue Informationen als sinnvolle Ergänzung zu bestehenden Wissens- und Erfahrungsschatz gesehen werden (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 78). Dies ist ein wichtiger Faktor, denn Lernen besteht zu einem wesentlichen Teil im Schaffen von internen Verbindungen (Spitzer, 2007, S. 283). Bestehendes Wissen hilft neues Wissen besser zu integrieren, zu strukturieren, einzuordnen und zu verankern. Je mehr man weiß, umso besser kann man neue Inhalte mit bereits vorhandenem Wissen in Verbindung bringen (Spitzer, 2007, S. 283). Wichtig sind dabei auch Lehrmethoden und die Didaktik, sie müssen sich daran orientieren und immer auch Anknüpfungspunkte schaffen (Spitzer, 2005, S. 14).

Faktoren die Lern- und Gedächtnisleistung außerdem beeinflussen und von der Neurowissenschaft erforscht werden sind, Aufmerksamkeit (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 76; Spitzer, 2007, S. 139), Motivation (OECD, 2005, S. 45; Philippi-Eisenburger, 1990, S. 78) sowie Emotionen (Spitzer, 2005, S. 8) und damit einhergehend Selbstvertrauen, Selbstbewusstsein, (OECD, 2005, S. 45), Neugierde (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 119), sowie Lebensfreude und Kreativität (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 29). Emotionen spielen eine grundsätzliche Rolle bei Lernprozessen (Spitzer, 2005, S. 8) und sind eng mit der Kognition und dem Gedächtnis verbunden (Reich, 2005, S. 133). Jede Erfahrung und Wissensaneignung ist mit Empfindungen und Gefühlen verknüpft (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 16). Sie (Emotionen) können die Gedächtniskonsolidierung fördern (Jäncke, 2021, S. 444), denn alles, was Affekte auslöst, merkt sich das Gehirn leichter (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 102). An Lerninhalte wird umso besser erinnert, je stärker die emotionale Erregung beim Lernen war (Jäncke, 2021, S. 444). Das limbische System, die Amygdala und der nucleus accumbens spielen dabei eine wichtige Rolle (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 102). Angst kann zwar rasches Lernen bewirken, aber es hemmt kreative Prozesse und ist insgesamt nicht förderlich für kognitive Prozesse, denn sie verhindert die Verknüpfung von Neuen mit bereits bekannten Inhalten und deren Anwendung (Spitzer, 2007, S. 161) und kann zukünftiges Denken und Lernen blockieren (Reich, 2005, S. 134). Ein angstfreies Lernsetting und eine damit einhergehende positive Grundstimmung, kann somit förderlich für das Lernen sein (Spitzer, 2007, S. 164).

4.3.4 Einflussmöglichkeiten auf die kognitive Leistungsfähigkeit

Die Frage um die Einflussmöglichkeiten auf die kognitive Leistungsfähigkeit älterer Menschen, ist auch Gegenstand der neurowissenschaftlichen Forschung. Sie setzt sich in diesem Zusammenhang unter anderem mit der Fragestellung auseinander, wie ein Training

für das Gehirn gestaltet sein muss, damit es zu einem Transfer dieser Leistungsverbesserungen in den Alltag kommt (Pinter et al., 2014, S. 241). Studien, die sich mit der Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten bei gesunden älteren Menschen auseinandersetzen, werden in den folgenden Abschnitten thematisiert.

4.3.4.1 Transferproblematik von kognitiven Interventionen

Ausschließlich kognitives Training scheint für einen Transfer auf Alltagskompetenzen nicht erfolgversprechend zu sein. Intelligenztrainings oder Gedächtnisübungen, beispielsweise am Computer, können zu Leistungssteigerung der geistigen Fähigkeiten in den Trainingsaufgaben führen, aber keinen Beitrag zum Erhalt eines selbstständigen Lebens leisten, indem etwa die Entwicklung neuer Lebensstrategien angeregt wird (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 103; Owen et al., 2010, S. 776).

Gezielte kognitive Trainings bei älteren gesunden Personen, führen in erster Linie zu einer Verbesserung der spezifischen Leistungen in den jeweils trainierten Gehirnfunktionen, dies trifft beispielsweise auf das Arbeitsgedächtnis (Brehmer et al., 2011, S. 1119; Dziemian et al., 2021, S. 14; Heinzl et al., 2016, S. 248; von Bastian et al., 2013, S. 621), den exekutiven Funktionen (Gajewski et al., 2020, S. 14; Karbach & Kray, 2009, S. 986) oder der Assoziationsfähigkeit zu (Zimmermann, von Bastian, Röcke, Martin & Eschen, 2016, S. 811).

Teilweise liefern diese Befunde Hinweise für einen nahen Transfer auf ähnliche Aufgabengebiete, wie beim Training des Arbeitsgedächtnis mit Effekten auf exekutive Kontrollfunktionen und umgekehrt (Brehmer et al., 2011, S. 1119; Karbach & Kray, 2009, S. 986). Oder aber der Transfer kann nur vermutet und angedeutet werden (Gajewski et al., 2020, S. 14; Heinzl et al., 2016, S. 248), oder wiederum die Gründe für den Transfer können nicht eindeutig erklärt werden (Zimmermann et al., 2016, S. 811).

Ein ferner Transfer der eben beschriebenen trainingsspezifischen Leistungsverbesserungen auf andere kognitive Bereiche, die mit den trainierten Aufgaben keine strukturelle Überlappung aufweisen und somit auch für Alltagsleistungen relevant wären, findet nicht statt. Pinter et al. (2014, S. 244) kommt in einer Übersichtsarbeit zu diesem Thema ebenso zu diesem Schluss.

Um fundierte theoretische Modelle zur Erklärung von kognitiven Trainings- und Transfereffekten zu entwickeln, ist weitere Forschung zu deren Mechanismen notwendig (Jaeggi, Karbach & Strobach, 2017, S. 356).

4.3.4.2 Physische Aktivität

Es gibt einen Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität, aerober Fitness und erhöhten Gehirnfunktionen (Erickson, Miller & Weinstein, 2012, S. 259).

Körperliche Aktivität und Fitness wirkt sich unterschiedlich auf die Gehirnareale und deren Funktionen aus und scheinen sich besonders auf solche Regionen und Funktionen auszuwirken, die anfällig für Alterung sind wie der präfrontale Kortex und der Hippocampus (Erickson & Hohmann, 2013, S. 28; Erickson et al., 2011, S. 3021; Mendez Colmenares et al., 2021, S. 10), sowie die exekutiven Funktionen und das Gedächtnis (Erickson & Hohmann, 2013, S. 30).

Körperliche Aktivität regt den Stoffwechsel und die Durchblutung im Gehirn an, was sich unter anderem auf die Geschwindigkeit der Denkprozesse auswirkt (Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2006, S. 64). Außerdem kommt es zur Ausschüttung von Wachstumsfaktoren (Neurotrophine, werden im Hippocampus produziert), welche die Nervenzellen schützen (Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2006, S. 125) und dem alterungsbedingten Myelinabbau entgegenwirken (Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2006, S. 126).

Areale, die mit zunehmendem Alter normalerweise kleiner werden, können durch ein moderates Ausdauertraining sogar wieder vergrößert werden (Erickson & Hohmann, 2013, S. 28, Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2006, S. 125) und das Gehirnvolumen bei älteren Menschen erhöhen (Colcombe et al., 2003, S. 179; Colcombe et al., 2006, S. 1170). Das Training wirkt sich dabei vor allem auf das Volumen des präfrontalen Kortex und des Hippocampus aus (Erickson & Hohmann, 2013, S. 28; Erickson et al., 2011, S. 3021). Diese Effekte können langanhaltend sein und über eine Spanne von mehreren Jahren wirken (Erickson et al., 2010, S. 1419). Ein größeres Gehirnvolumen bedingt bessere Gedächtnisleistungen, bessere exekutive Kontrolle und reduziert das Risiko kognitive Einschränkungen, wie Demenz, zu erleiden. (Erickson & Hohmann, 2013, S. 28; Erickson et al., 2010, S. 1419; Erickson et al., 2011, S. 3021).

Bewegung und eine damit einhergehende erhöhte kardiovaskuläre Fitness, hat auch einen positiven Einfluss auf die kognitive Funktionsfähigkeit (Erickson et al., 2012, S. 256; Herschowitz & Chapman-Herschowitz, 2006, S. 125). Sie wirkt sich auf die Aktivierungsmuster innerhalb des Gehirns aus, welche für die Qualität der kognitiven Funktionen zentral sind (Colcombe et al., 2004, S. 3320) und kann zu einer verbesserten Funktion des Aufmerksamkeitsnetzwerks des Gehirns während kognitiv herausfordernden Aufgaben führen (Colcombe et al., 2004, S. 3320).

Aktivitäten wie Gehen und Tanzen, wirken sich auf die Integrität der weißen Gehirnmasse aus und können dessen alterungsbedingten Rückgang verzögern (Marks et al., 2007, S. 173, Mendez Colmenares et al., 2021, S.10; Voss et al., 2013, S. 2981). Speziell in den temporalen und parietalen Regionen kommt es zu einer erhöhten Integrität der weißen

Substanz (Voss et al., 2013, S. 2983). Diese ist maßgeblich für die Kommunikation zwischen verschiedenen Gehirnarealen. Die Bildung neuer Verbindungen durch körperliche Aktivität kann folglich die Kommunikation zwischen den Arealen verbessern (Erickson & Hohmann, 2013, S. 28) und für eine größere funktionale Konnektivität der Gehirnnetzwerke sorgen (Voss et al., 2016, S. 123).

Eine erhöhte kardiovaskuläre Fitness und ein erhöhtes Hippocampusvolumen ist bei gesunden älteren Erwachsenen mit einem schnelleren episodischen assoziativen Lernen verbunden (Aghjayan et al., 2022, S. 7; Cole et al., 2020, S. 153). Der präfrontale Kortex und der Hippocampus spielen für kognitive Funktionen insofern eine zentrale Rolle, da sie am episodischen Gedächtnis beteiligt sind (Erickson & Hohmann, 2013, S. 30).

Erwähnt werden soll hier auch, dass körperliche Aktivität nicht allein für die Erhöhung der Gehirnfunktion und der kognitiven Leistungsfähigkeit zuständig ist, individuelle Variablen spielen dabei auch eine Rolle wie die genetische Ausstattung, der Lebensstil wie etwa Ernährungsgewohnheiten oder das Ausmaß der intellektuellen Beschäftigung (Erickson et al., 2012, S. 258).

4.3.4.3 Kognitive und physische Aktivitäten

Sigmundsson, Dybendal und Grassini (2022, S. 6) nennen Bewegung (körperliche Betätigung), soziale Beziehungen und Interaktion sowie Leidenschaft und Interesse Neues zu lernen, als Schlüsselemente, um dem strukturellen und funktionellen Abbau des Gehirns entgegenzuwirken – die folgenden Aktivitäten können diese Elemente inkludieren.

Regelmäßige soziale oder Freizeitaktivitäten bieten kognitive und körperliche Stimulation. Das Spielen von Musikinstrumenten, Tanzen, selbst organisiertes Reisen, Gelegenheitsjobs, Stricken schwieriger Muster oder häufige Gartenarbeit sind mit einem reduzierten Demenzrisiko verbunden (Fabrigoule et al., 1995, S. 489; Verghese et al., 2003, S. 2515). Zudem gibt es Hinweise, dass die Teilnahme an Freizeitaktivitäten die Größe des Gesamtvolumens des Hippocampus und der grauen Substanz bei älteren Erwachsenen beeinflusst (Iizuka et al., 2021, S. 7) als auch positive Effekte auf kognitive Prozesse, in den Bereichen Arbeitsgedächtnis, episodische Gedächtnis und logische Denken, hat (Park & Bischof, 2013, S. 117). Möglicherweise ist eine Teilnahme an herausfordernden Freizeitaktivitäten, die kognitive Prozesse aktivieren, effektiver als computergestützte Trainingstechniken, da ältere Erwachsene eher in der Lage sind, interessante Freizeitaktivitäten auf unbestimmte Zeit aufrechtzuerhalten (Park & Bischof, 2013, S. 117).

In Überblicksarbeiten zu Tanzstudien weisen Nascimento (2021, S. 380) und Teixeira-Machado, Arida und de Jesus Mari (2019, S. 238) darauf hin, dass diese Aktivität zu strukturellen und funktionellen Veränderungen führen kann, wie etwa zu einer Erhöhung des

Gehirnvolumens oder der Verbesserung der kognitiven Leistungsfähigkeit insbesondere in den Bereichen Gedächtnis, exekutive Funktionen und Aufmerksamkeit (Nascimento, 2021, S. 380; Teixeira-Machado et al., 2019, S. 238). Die Kombination von körperlicher Aktivität und den sensorisch-motorischen Anforderungen – wie beispielsweise die Körperwahrnehmung im Raum, Rhythmusfähigkeit, Umsetzung möglicher Choreografien, Fokussierung auf die Akustik und visuelle Informationen – während des Tanzens könnten zu effektiveren neuroplastischen Effekte führen als reine Fitness Programme (Nascimento, 2021, S.380; Teixeira-Machado et al., 2019, S. 239).

Auch das Lernen von Fremdsprachen und musikalischer Praxis tragen maßgeblich zum Erhalt von kognitiven Fähigkeiten bei. Zweisprachigkeit bzw. Fremdsprachen im Alter verbessert die Konnektivität der weißen Masse (Luk, Bialystok, Craik & Grady, 2011, S. 16812) oder auch die kognitive Kontrolle (Gold, Kim, Johnson, Kryscio, & Smith, 2013, S. 392). Jahrelanges musizieren über die Lebensspanne, kann die Vitalität kognitiver Funktionen positiv beeinflussen (Hanna-Pladdy & MacKay, 2011, S. 383). Musikalische Aktivität wirkt darüber hinaus der altersbedingten Abnahme des Gehirnvolumens entgegen (Chaddock-Heyman et al., 2021, S. 12). Außerdem werden beim Musikhören kognitive und beim Spielen eines Musikinstrumentes zusätzlich auch motorische Fertigkeiten gleichzeitig stimuliert (Jäncke, 2013, S. 118). Hinsichtlich der kognitiven Funktionen werden dabei in erster Linie die exekutiven Funktionen beansprucht (Jäncke, 2013, S. 114), zudem auch das autobiografische und semantische Gedächtnis (Jäncke, 2013, S. 118).

Jonglieren als koordinativ fordernde Aktivität, hat ebenso einen positiven Effekt auf die Gehirnstruktur. In einer Studie von Boyke, Driemeyer, Gaser, Büchel und May (2008, S. 7033) erhielten ca. 60-jährige Proband*innen, ein drei Monate dauerndes Jongliertraining mit drei Bällen. Bei jenen 23%, die diese Aktivität erlernten, kam es dabei zu einer Zunahme der grauen Hirnsubstanz im visuellen Assoziationskortex, im Hippocampus und im nucleus accumbens (wichtiges Teilgebiet des Belohnungszentrums).

Soziale Beziehungen und Aktivitäten, in denen es zur Auseinandersetzung mit der sozialen Umwelt kommt, sind ebenso wichtige Faktoren zur Unterstützung des aktiven Alterns, weil dadurch die kognitiven Fähigkeiten auf verschiedenster Weisen aufrechterhalten werden (Calero, 2019, S. 321 – 339; Kelly et al., 2017, S. 16). Nimmt der Umweltbezug beispielsweise wegen Krankheit oder zunehmender körperlicher Defizite ab, so kann die Umgebung auch wenig Stimulation bieten und nicht einladend sein für herausfordernde kognitive Aktivitäten (Calero, 2019, S. 339). Erickson und Hohmann (2013, S. 31) stellen zudem die Überlegung an, dass Teamsportarten, mit hoher sozialer und kognitiver Komponente, effektiver die Funktionalität des Gehirns verbessern als solche Sportarten, mit geringerem sozialem Charakter.

Die 1991 begonnene SIMA²-Längsschnittstudie ging der Frage nach, ob und in welchem Umfang, Interventionsansätze bei der Aufrechterhaltung der Selbstständigkeit im höheren Lebensalter helfen können (Oswald, 2007, S. 28). 375 gesunde und selbstständige hochbetagte Personen, die zwischen 75 und 93 Jahre alt waren, nahmen an der Studie teil. Im Vergleich zu einer Kontrollgruppe durchliefen die Teilnehmenden ein Jahr lang verschiedene Trainingsprogramme: Kompetenz- Psychomotorik- und Gedächtnisübungen sowie die Kombinationen davon (Oswald, 2007, S. 28). Der Gruppe mit einem kombinierten Training konnte bis zu fünf Jahre nach Studienbeginn bedeutsame hochsignifikante Effekte hinsichtlich Gesundheitsstatus, Selbstständigkeit und dementieller Symptomatik nachgewiesen werden. Auch konnte gezeigt werden, dass 15 Jahre nach Studienbeginn ausschließlich in dieser Kombinationsgruppe die wenigsten Demenzen eintraten (Oswald, 2007, S. 28). Die Befunde der SIMA-Studie bestätigen, dass vor allem eine Kombination von Gedächtnis-, Bewegungs- und Kompetenztraining sich langfristig positiv auf den Erhalt der geistigen Leistungsfähigkeit auswirkt, große Bedeutung für den Erhalt der Selbstständigkeit hat und leichte dementielle Symptome verzögern kann (Oswald, 2007, S. 28).

² SIMA steht für Selbstständig im Alter

5 Psychomotorik im Alter

Dieses Kapitel befasst sich mit der Psychomotorik und dem Konzept der Motogeragogik. Es geht näher ein auf die Bedeutung von Körper und Bewegung im Alter sowie auf Daseinsthemen, Entwicklungsaufgaben und den dafür notwendigen Kompetenzbereichen, insbesondere auf das Erfahrungsfeld Gedächtnis mit Praxisbeispielen zu dessen Erhalt und Förderung.

5.1 Ursprünge der Psychomotorik

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wird der Begriff Psychomotorik erstmals in der Medizin eingeführt, um die Wechselwirkung zwischen dem Psychischen und dem Somatischen zu beschreiben. Damit wird eine neue Perspektive gegenüber der damals dominierenden bio-mechanisch-biologischen Sichtweise eröffnet (Hammer, 2004, S. 15). Seit den 1930er existiert die Psychomotorik bereits als Methode und etablierte sich in den 1940er Jahren als Lehrfach im internationalen Kontext (Krus, 2015a, S. 26). Wegbereiter sind unter anderem die Überlegungen der Reformpädagog*innen Johann Heinrich Pestalozzi (1746 - 1827), Friedrich Fröbel (1782 - 1852) und Maria Montessori (1870 - 1952) (Fischer, 2001, S. 75). Die deutsche Rhythmikerin Charlotte Pfeffer (1881 - 1970), verwendet in ihren Publikationen erstmals den Begriff *psychomotorische Erziehung*. In ihrer Arbeit mit körperlich und geistig behinderten Kindern setzt sie sich mit heilpädagogischer Rhythmik auseinander (Krus, 2015a, S. 17) und orientiert sich dabei auf kindliche Bewegungsinteressen wie dem Spielen, Staunen, Bewegen und Erfinden (Fischer, 2001, S. 75). Ihr Wirken beeindruckt und beeinflusst den Luftakrobatik-Künstler und Sportlehrer, Ernst Jonny Kiphard (1923 - 2010) der von ihr den Begriff Psychomotorik übernimmt (Krus, 2015a, S. 17) und als dessen Wegbereiter im deutschen Sprachraum gilt (Krus, 2015a, S. 30). Ihm gelingt es die unterschiedlichen Anregungen und Ansätze aus Leibeserziehung, Gymnastik, Rhythmik, Sinnes- und Bewegungsschulung zusammenzuführen, zu integrieren und neu zu systematisieren. An ihm lehnt sich auch die österreichische Psychomotorik an (Reichenbach, 2010, S. 25). Im Rahmen seiner Tätigkeit in der Jugendpsychiatrie in Gütersloh ab 1955 (Pinter-Theiss et al., 2014, S. 35) und nach dem Umzug dieser nach Hamm (1965) ans Institut für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Heilpädagogik (Fischer, 2019, S. 15), entwickelt und etabliert er die *psychomotorische Übungsbehandlung* (PMÜ), die auf die Förderung grundlegender Wahrnehmungs- und Bewegungsmuster abzielt (Pinter-Theiss et al., 2014, S. 40; Reichenbach, 2010, S. 25). Seine Bewegungsangebote fokussierten sich dort auf Kinder mit Behinderungen und motorischen Beeinträchtigungen sowie mit aggressiven und

hyperaktiven Verhaltenszügen (Krus, 2015a, S. 16), er erkannte dabei das für die Psyche therapeutische Potential, einer wirksamen Bewegungstherapie (Zimmer, 2006, S. 16).

Aus der psychomotorischen Praxis heraus, setzte schließlich eine Professionalisierung und Verwissenschaftlichung ein (Fischer, 2001, S. 75; Zimmer, 2006, S. 19). Das Fachgebiet der Motologie entstand, in der es um die Zusammenhänge von Motorik, Persönlichkeit und Umwelt geht (Fischer, 2001, S. 75). Die Motopädagogik und Mototherapie als Anwendungs- und Förderbereiche sowie die Motodiagnostik, -genese und -pathologie bilden hierfür die Teilgebiete der Motologie (Fischer, 2019, S. 18). Der Terminus *Psychomotorik* scheint sich gegen *Motologie* durchgesetzt zu haben, da er international gebräuchlicher, historisch verwurzelter und inhaltlich eindeutiger definiert ist (Fischer, 2019, S. 23; Zimmer, 2006, S. 19). Der Begriff Psychomotorik lässt eher einen Rückschluss zu auf die Bildung, Förderung und Therapie der Gesamtheit von Wahrnehmen, Bewegen, Erleben, Erfahren und Handeln (Fischer, 2019, S. 23; Zimmer, 2006, S. 20).

In ihren Anfängen hat sich die Psychomotorik auf das Kindes- und Jugendalter fokussiert (Fischer, 2001, S. 81). Ab den 1990er Jahren wurde schließlich auch das Erwachsenen- und Seniorenalter Gegenstand der psychomotorischen Forschung (Fischer, 2001, S. 82).

5.2 Gegenstand der Psychomotorik

„Das Konzept der Psychomotorik, bezeichnet eine ganzheitliche, humanistische, pädagogische oder therapeutische Methode der Entwicklungsförderung über die Lebensspanne durch Bewegung / Körperlichkeit“ (Krus, 2015b, S. 53).

Die Psychomotorik will über das Medium Bewegung, neue (Lern-) Erfahrungen ermöglichen (Krus, 2015b, S. 46) und dadurch zur Persönlichkeitsbildung und -entwicklung (Pinter-Theiss et al., 2014, S. 42; Krus, 2015b, S. 39) sowie zur Gesundheitsförderung beitragen (Krus, 2015b, S. 46). Der Mensch lernt und entwickelt sich immer (Eisenburger et al., 2008, S. 7; Pinter-Theiss et al., 2014, S. 46), Bewegung ist dabei die Grundbedingung des Daseins (Eisenburger et al., 2008, S. 7) und spielt eine essenzielle Rolle bei der Entwicklung, Identitätsbildung, Beziehungsgestaltung und bei Lernprozessen (Kuhlenkamp, 2022, S. 23):

“Entwicklung, verstanden als die handelnde Auseinandersetzung des Menschen mit seiner Umwelt, ist unmittelbar an Wahrnehmung und Bewegung gebunden. Die Erfassung der umgebenden Welt, der Aufbau kognitiver Strukturen wie die Entwicklung der eigenen Persönlichkeit,

basieren auf vielfältige Bewegungs- und Wahrnehmungserfahrungen.

Der Bewegung kommen über die Lebensspanne hinweg verschiedene Bedeutungsdimensionen zu, die ihre Relevanz für die lebenslange Persönlichkeitsentwicklung verdeutlichen“ (Krus, 2015b, S. 53-54).

Von der Psychomotorik initiierte Erfahrungssituationen sollen eine aktive Auseinandersetzung mit der Umwelt und Mitwelt ermöglichen und dabei Bewegungs- und Wahrnehmungskompetenzen (Pinter-Theiss et al., 2014, S. 20; Seewald, 2007, S. 12), sowie psychische, soziale, kognitive und volitionale Dimensionen, ansprechen (Pinter-Theiss et al., 2014, S. 20). Dabei soll unter anderem Neues gelernt, Wissen verarbeitet und miteinander vernetzt werden (Reichenbach, 2010, S. 37), das Selbstwertgefühl (Seewald, 2007, S. 12), das Selbstbewusstsein, die Selbstwirksamkeit und Selbstständigkeit stabilisiert und gestärkt werden (Krus, 2015a, S. 16). Sie orientiert sich an ein holistisches Menschenbild (Pinter-Theiss et al., 2014, S. 23) und geht von einer Einheit von psychischen und motorischen Prozessen aus (Zimmer, 2006, S. 21). Kognitive, emotional-affektive, körperlich-motorische und soziale Anteile sind untrennbar miteinander vernetzt und stehen zueinander in Wechselwirkung (Krus, 2015b, S. 40; Pinter-Theiss et al., 2014, S. 23). Deswegen strebt die psychomotorische Praxis immer auch eine ganzheitliche Anregung von Körper, Geist und Seele an (Eisenburger et al., 2008, S. 7). Der Mensch wird als Gestalter der eigenen Entwicklung gesehen (Reichenbach, 2010, S. 83), er ist ein kreatives, handelndes, gestaltendes (Pinter-Theiss et al., 2014, S. 25) und sinnorientiertes Wesen (Pinter-Theiss et al., 2014, S. 30). Er strebt nach Selbstgestaltung und Selbstwirksamkeit demgegenüber steht das eingebunden sein in eine soziale, gesellschaftliche und kulturelle Welt (Pinter-Theiss et al., 2014, S. 28).

Die Psychomotorik ist ein weites und interdisziplinäres Feld, sie ist an den Schnittstellen der Fachgebiete der Motologie, (Heil)Pädagogik, Medizin, Psychologie, Erziehungswissenschaft, Bewegungs- und Sportwissenschaft und Soziologie angesiedelt (Krus, 2015b, S. 36; Pinter-Theiss et al., 2014, S. 22) und mit unterschiedlichen Arbeitsfeldern und Berufsgruppen verbunden (Reichenbach, 2010, S. 10). Dementsprechend fließen auch unterschiedliche Begriffs- und Theorieperspektiven mit ein und es gibt unterschiedliche Vorstellungen was das (Definitions-) Verständnis von Psychomotorik betrifft (Reichenbach, 2010, S. 10). Sie kann sich in Abhängigkeit von Berufsgruppen (Kuhlenkamp, 2022, S. 14), Settings und Zielgruppen etwa nach Kindern, Erwachsene oder ältere Menschen (Krus, 2015a, S. 26) oder auch nach Perspektiven (siehe Tabelle 3) definieren (Krus, 2015a, S. 19).

Tabelle 3: Perspektiven der Psychomotorik und Vertreter*innen

Medizinisch-funktionale Perspektive
•Ayres, Kiphard
Erkenntnisstrukturierend-selbstkonzentrierte Perspektive
•Krus, Schilling, Zimmer
Sinnverstehende Perspektive
•Seewald
Systemisch-ökologische Perspektive
•Balgo, Bonfenbrenner

Quelle: mod. n. Fischer, (2019, S. 225-228); Krus, (2015a, S. 19).

Diese unterschiedlichen Perspektiven repräsentieren gleichzeitig auch Paradigmen, die sich im Laufe der Zeit verändert haben (Fischer, 2001, S. 81). So steht die Förderung der Gesamtpersönlichkeit zwar immer im Vordergrund, jedoch war die anfängliche Herangehensweise eher defizitorientiert mit therapeutenzentrierten Lern- und Übungsangeboten (*medizinisch-funktionale Perspektive*) (Fischer, 2001, S. 81). Wohingegen Persönlichkeitsfördernde Ansätze einen ressourcenorientierten Zugang forcieren (*erkenntnisstrukturierend-selbstkonzentrierte Perspektive*) (Fischer, 2001, S. 81) und identitätsbildende *sinnverstehende Perspektiven* das emotionale Erleben von Bewegungen in den Vordergrund stellen (Kuhlenkamp, 2022, S. 28). Neuere Überlegungen zum methodischen Vorgehen beziehen die ökologische und soziale Umwelt mit ihren Aspekten ein und thematisieren auch Entwicklungsaufgaben (*systemisch-ökologische Perspektive*) (Fischer, 2001, S. 81).

5.3 Wie wirkt Psychomotorik

Obwohl sich die Psychomotorik in Praxis und Wissenschaft etabliert hat, gibt es immer wieder Diskussionen über den Nachweis ihrer Wirkung (Kuhlenkamp, 2022, S. 77). Die Erhebung, Evaluierung und Sichtbarmachung ihrer Effekte, im Rahmen einer Verwissenschaftlichung, stellt dabei eine große Herausforderung dar (Kuhlenkamp, 2022, S. 77). Denn schließlich ist die Psychomotorik kein einheitliches standardisiertes Konzept, sondern bewegt sich vielmehr zwischen verschiedenen Disziplinen und Paradigmen mit unterschiedlichen Zielgruppen in vielerlei Kontexten (Kuhlenkamp, 2022, S. 77). Legitimation erhält die Psychomotorik unter anderem durch die (wieder)erkannte und wachsende „Bedeutung von Bewegung für die menschliche Entwicklung“ (Kuhlenkamp, 2022, S. 78) was sie für eine disziplinübergreifende Zusammenarbeit und Forschung interessant macht (Fischer, 2019,

S. 162). So erforscht die Neurowissenschaften beispielsweise verstärkt den Einfluss der Bewegung für die Entwicklung und Förderung der exekutiven Funktionen bei Kindern (Kuhlenkamp, 2022, S. 92). In Bezug auf die Wirksamkeitserwartungen psychomotorischer Angebote nennen Eggert und Lütje-Klose (2008; zit. n. Kuhlenkamp, 2022, S. 78) unter anderem die Transferhypothese, welche von der Annahme ausgeht, dass eine Steigerung der kognitiven Fähigkeiten und Lernleistungen durch Bewegungs- und Wahrnehmungsförderung beeinflusst werden kann. Obwohl der Fokus hier auf die kindliche Entwicklung ausgerichtet ist, könnten diese Annahmen möglicherweise auch auf ältere Erwachsene zutreffen und Bewegungs- und Wahrnehmungsförderung könnte auch bei alternden Menschen zu einer Steigerung der kognitiven Fähigkeiten und der Handlungskompetenzen führen.

5.4 Das Konzept der Motogeragogik

Die Motogeragogik versteht sich als ein ganzheitliches psychomotorisches Konzept zur Unterstützung der Persönlichkeitsentwicklung, -bildung und -förderung durch Bewegung im Alter (Eisenburger, 2013, S. 234; Philippi-Eisenburger, 1990, S. 124). Der Begriff setzt sich aus den Worten Moto (von Motorik) und Geragogik (als Begriff für Alterspädagogik) zusammen (Eisenburger, 2013, S. 234).

Die Motogeragogik will durch vielfältige Bewegungs-, Wahrnehmungs- und Handlungserfahrungen, zu einer ganzheitlichen Entwicklung, Förderung und Stabilisierung der Persönlichkeit im Alternsprozess beitragen (Eisenburger, 2004, S. 532; Eisenburger et al., 2008, S. 7). Sie will auf das Gefühl von Sinnhaftigkeit, Selbstständigkeit und Kompetenz sowie auf die Handlungs- und Lebenszufriedenheit positiv einwirken, um Alternde darin zu unterstützen ein gesundes Leben zu führen, Lebensaufgaben bewältigen zu können und um in der Umwelt zurechtzukommen (Eisenburger, 2001, S. 195; Eisenburger et al., 2008, S. 7). Sie geht dabei von der Grundannahme aus, dass der Mensch mit sich selbst und seinem Körper, eingebunden in einem sozialen Netzwerk, in der Umwelt zurecht kommen muss und dass dafür entsprechende Handlungskompetenzen notwendig sind (Eisenburger et al., 2008, S. 7).

Das Konzept der Motogeragogik, wurde in Deutschland von der Diplompädagogin und Sportlehrerin Marianne Eisenburger (vormals Philippi-Eisenburger) entwickelt (Eisenburger et al., 2008, S. 128; Kuhlenkamp, 2022, S. 213). Es versteht sich als Anwendungsdisziplin der Motologie, basiert auf den Grundlagen der Gerontologie, Geragogik und Motopädagogik, orientiert sich an entwicklungspsychologischen Theorien und adaptiert das Gedanken- und Kernthesen der Psychomotorik für die Zielgruppe alte Menschen (Eisenburger, 2004, S. 532; Philippi-Eisenburger, 1990, S. 97).

Die Motogeragogik setzt sich mit Daseinsthemen und Entwicklungsaufgaben alter Menschen auseinander und den notwendigen Kompetenzen, um diese Aufgaben und Themen erfolgreich zu bewältigen (Eisenburger, 2003, S. 49). Sie stellt Überlegungen an, wie über das Medium Bewegung, diese Kompetenzen sowie Wahrnehmungs-, Erlebens-, Bewegungs- und Lernprozesse erhalten werden und welche Persönlichkeitsbereiche gefördert werden können und geht Fragestellungen nach, wie diese Bereiche und Themen inhaltlich erreicht werden können (Eisenburger, 2003, S. 49; Philippi-Eisenburger, 1990, S. 124).

Der Alterungsprozess soll nicht mit einem generellen Abbau gleichgesetzt werden (Eisenburger, 2004, S. 535) sondern soll vielmehr als qualitativ wertvolle, eigenständige Lebensphase erlebt werden (Eisenburger, 2004, S. 531), in der der alternde Mensch gefordert ist neue Strategien zu finden, um mit seinem sich verändernden Körper umzugehen und ihn handzuhaben, um so sein Leben selbstständig und unabhängig gestalten zu können (Eisenburger, 2004, S. 535). Schließlich kann Entwicklung über den gesamten Lebenslauf und somit auch im höheren Erwachsenenalter „als ein Prozess potenzieller Selbstgestaltung“ gesehen werden, der gebunden ist an unterstützende, anregende und motivierende Umweltbedingungen (Fooker, 2014, S. 392).

5.4.1 Daseinsthemen und Entwicklungsaufgaben

Daseinsthemen und daraus resultierende Entwicklungsaufgaben im Lebensabschnitt Alter, lassen sich in drei große Bereiche einordnen, *Identität und Persönlichkeit* mit Fragestellungen zu der eigenen Person, der eigenen Identität und dem eigenen Selbst, *Isolation und Integration* mit Themen zu den sozialen Aspekten, *Zeit und Sinn* mit der Auseinandersetzung über Fragen zum Sinn und der Endlichkeit des Lebens und der Bewältigung der Zeit (Eisenburger, 2001, S. 196; Eisenburger, 2003, S. 50).

Die Bewahrung von Unabhängigkeit und Selbstversorgung durch die Erhaltung von entsprechenden Kompetenzen ist für Philippi-Eisenburger (1990, S. 80) eine zentrale Entwicklungsaufgabe von selbstständig lebenden alten Menschen. Wesentliche Voraussetzungen für die Wahrung von Kompetenzen und der eigenen Zufriedenheit, sind die Realisierung individueller Potenziale, Generativität, soziale Partizipation, das Gefühl gebraucht zu werden (Kruse, 2014, S. 172-173), sowie die Erhaltung der Gesundheit in psychischer, physischer und sozialer Form (Müllegger, 2015, S. 2).

Das Alter ist auch eine Phase der Umstellung und des Neubeginns, soziale Rollen müssen neubalanciert, die Identität umgebaut und neugewonnene Spielräume kreativ gefüllt werden (Seewald, 2007, S. 84). Die Kräfte können nachlassen und man muss möglicherweise bereit sein, Hilfe annehmen zu können (Seewald, 2007, S. 85). Es gilt die Balance zu finden

zwischen dem, was man will und dem, was man (noch) kann, dies Bedarf unter anderem kognitiver Umstrukturierungen (Eisenburger, 2015a, S. 258).

Folgende weitere Themen können aus motologischer Perspektive im höheren Erwachsenen Alter relevant sein (Seewald, 2007, S. 86). *Altsein - Jungsein*, wenn es zu Diskrepanzen zwischen dem gefühlten und realen Alter kommt, beispielsweise hinsichtlich gesellschaftlicher Rollenstereotype (Seewald, 2007, S. 86). *Die eigene Körper- und Bewegungskarriere nachvollziehen*, sich an die geschichtliche Dimension des gelebten Körpers, das eigene Arbeits- und Freizeitverhaltens und Körperroutinen erinnern (Seewald, 2007, S. 86). *Dem Körper die Treue halten und ihn nicht anklagen*, den Veränderungen des eigenen Körpers gegenüber mit Aufmerksamkeit und Zugewandtheit reagieren (Seewald, 2007, S. 86). *In Beziehung sein und in Beziehung bleiben*, die altersspezifische Thematisierung von Nähe und Distanz durch Bewegung, können beispielsweise neue Bekanntschaften geschlossen werden (Seewald, 2007, S. 86). *Sich fordern und neue Herausforderungen annehmen*, Alter heißt nicht nur zurück, sondern auch nach vorne schauen und sich mental und körperlich fordern (Seewald, 2007, S. 86). *Genießen von Entspannung und Wohlbefinden* und nicht den Fokus auf Beschwerden und Missbefinden lenken (Seewald, 2007, S. 87). *Zyklizität des Lebens*, das Umgehen mit der Zeitgestaltung, die eigenen Zyklen und diese bewusst und erlebbar machen (Seewald, 2007, S. 87).

5.4.2 Bedeutung von Körper und Bewegung im Alter

Bewegung wird im Kontext der Motogeragogik als essenzieller Bestandteil des Lebens verstanden (Eisenburger, 2004, S. 532) und ist Medium, Gegenstand und Ziel der motogeragogischen Arbeit (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 128). Aktivität ist wichtig, um sich lebendig zu fühlen (Eisenburger et al., 2008, S. 6), *Bewegung ist Leben – Leben ist Bewegung*, die Kernthese der Motologie, an der sich die Motogeragogik anlehnt, versinnbildlicht dies (Eisenburger, 2004, S. 534).

Im Alterungsprozess kommt es zu einem biologisch-organisch bedingten Abbau der Funktions- und Leistungsfähigkeit, der körperliche Veränderungen mit sich zieht (Eisenburger, 2004, S. 535). Es kann zur Einschränkung der eigenen Bewegungsmöglichkeiten (Bewegungsdistanz, Koordinationerschwerung, Tempoverzögerung) kommen, was dazu führen kann, dass man auch geistig und psychisch verlangsamt und sich von der Welt distanziiert (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 49). Ist der Körper eingeschränkt, kann die Welt nicht mehr wie gewohnt erschlossen werden (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 15). Deswegen ist besonders im Alter, Bewegung ein lebensnotwendiger Bedeutungsträger für den Menschen (Fischer, 2019, S. 282) und wesentlich für dessen Handlungs-, Gestaltungs- und Kommunikationsfähigkeit (Eisenburger, 2004, S. 532). Es ist das Medium, womit sich der Mensch

den Situationen, Dingen, Personen (und sich selbst) zuwendet (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 13). Altern verlangt Aktivität, um sich Abbauprozessen nicht zu unterwerfen, aber gleichzeitig kann die subjektive Wahrnehmung des eigenen Altwerdens ein Gefühl des Stillstandes, Passivität, Bewegungsunlust vermitteln (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 112). Das Ziel bewegungsgeragogischer Maßnahmen ist es, diesen Kreislauf zu durchbrechen (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 112). Erfahrungen sind wesentlich für die Persönlichkeitsentwicklung und sie (Bewegung) bietet gute Ansatzpunkte, um Erfahrungen machen zu können (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 131). Ausgehend von der Grundannahme, dass Körper und Psyche eine Einheit bilden, erreicht Bewegung immer beide Dimensionen (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 127) und wirkt somit auf die gesamte Persönlichkeit des Menschen (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 129). Deswegen wird für eine gesunde Entwicklung und Erhaltung der Gesundheit körperliche, geistige und seelische Bewegung auch als Notwendigkeit gesehen (Eisenburger et al., 2008, S. 6): „Der Mensch braucht Bewegung, um beweglich zu bleiben“ (Eisenburger et al., 2008, S. 6). Bewegung hat dabei mehrere Bedeutungsdimensionen (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 13) und wird beeinflusst von biologischen, biographischen, kulturhistorischen und gesellschaftlichen Gegebenheiten, sowie der sozialen und individuellen Wirklichkeit (Eisenburger, 2004, S. 535; Philippi-Eisenburger, 1990, S. 13). Dies gilt es in der Planung und Praxis zu berücksichtigen (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 129).

Instrumentelle Dimension von Bewegung

Die instrumentelle Dimension meint Techniken des Körpers, die sich der Mensch durch Nachahmung, Erziehung und Lernen angeeignet hat (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 14). Der Körper und seine Bewegungen fungieren als Werkzeug um alle Bereiche des Lebens (Beruf, Alltag, Freizeit) zu erschließen, wie etwa durch die Realisierung von Kulturtechniken zu denen unter anderem das Schreiben, Sprechen oder Essen gezählt wird (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 14). Die instrumentelle Verfügbarkeit des Körpers, beeinflusst wesentlich die Mobilität, die Unabhängigkeit und die Eigenständigkeit alter Menschen, welche wichtige Faktoren für die Lebensqualität sind (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 15). Bewegungsangebote sollten sich folglich an individuelle Bedürfnisse und Erfordernisse, zur Bewältigung alltäglicher Handlungen orientieren sowie der Übung des instrumentellen Gebrauchs des Körpers, um die Beweglichkeit lange zu erhalten oder auch wieder herzustellen (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 15).

Die erkundende Dimension von Bewegung

Über Bewegung setzt sich der Mensch mit der Umwelt auseinander (Eisenburger, 2004, S. 535) und sammelt Erkenntnisse über dessen personelle und physikalische Beschaffenheit

(Eisenburger, 2015a, S. 256). Der Umweltbezug realisiert sich über sensomotorische Erfahrungen, diese sind wesentlich für die Entstehung kognitiver und affektiv-emotionale Strukturen und ein wichtiger Bestandteil der praktischen Intelligenz (Eisenburger, 2004, S. 536; Philippi-Eisenburger, 1990, S. 16). Denkprozesse auf konkret sinnliche Ebene zu realisieren, kann sich mit zunehmendem Alter als schwierig gestalten, wenn die Betroffenen in einer bewegungs- und reizarmen Umwelt leben (Eisenburger, 2004, S. 536).

Die soziale Dimension von Bewegung

Bewegungs- und verbale Kommunikationsfähigkeit sind wesentlich für die Aufrechterhaltung und Gestaltung von Sozialkontakten und dienen der Verwirklichung von sozialen Beziehungen (Eisenburger, 2004, S. 536). Für die soziale Kommunikation ist die Aktivität der Muskelgruppen und die Organisation des ZNS notwendig, sie realisiert sich durch Sprache, Schreiben, Körpersprache, Gestik oder Mimik (Eisenburger, 2004, S. 536). Die eigene Gesundheit beeinflusst die soziale Teilhabe im Alter maßgeblich und sie kann kaum realisiert werden, wenn sie gefährdet oder geschädigt ist (Eisenburger, 2015a, S. 260). Kennzeichnend für das Leben alter Menschen kann zunehmender Rückzug, Isolation und der Verlust der sozialen Kontakte sein. Ängste, Unsicherheiten und Unverständnis über sich wandelnde soziale Organisations- und Interaktionsformen, können diesen Rückzug bedingen und verstärken (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 18). Für die Praxis bedeutend, ist folglich die Förderung der Teilhabe am sozialen Leben (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 18), um Alternde zu befähigen, die Welt zu verstehen und um sich dieser zuwenden zu können (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 18).

Die personale Dimension von Bewegung

Körper und Bewegung sind verbunden mit der Persönlichkeit (Eisenburger, 2004, S. 536), sie bilden eine Einheit und beeinflussen sich gegenseitig (Philippi-Eisenburger, 2004, S. 537). Der Mensch erfährt und verwirklicht sich durch seine Bewegung (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 18). Bewegung ist immer auch eine persönliche Erfahrung und unterliegt immer auch subjektiver Deutung und Interpretation (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 20). Philippi-Eisenburger (1990, S. 19) geht davon aus, dass Bewegungsförderung und positive Bewegungserfahrungen eine positive Wirkung auf die personale Identität haben, umgekehrt, können Bewegungseinschränkungen im Alter sich negativ auf das psychische Wohlbefinden auswirken (Eisenburger, 2004, S. 537). Im Alter wird die Bewegung zu einem der wichtigsten Mittel, um ein selbstständiges und kompetentes Leben zu erhalten und zu realisieren (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 20). Bewegungsangebote sollten daher Autonomie und Sicherheit bestärkend sein, indem das eigene Selbst im Zusammenhang mit anderen

Menschen und der dinglichen Welt erfahrbar gemacht wird (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 19).

5.5 Praxis der Motogeragogik

Den altersbedingten Veränderungen ist ein Mensch folglich nicht nur schicksalhaft ausgeliefert, sondern sie können lebenslang, individuell beeinflusst werden, durch ein mehr oder weniger verantwortliches oder riskantes Verhalten, durch Umweltbedingungen die herausfordernd und anregend oder hemmend und einschränkend sind. Außerdem können diese durch gezielte Interventionsmaßnahmen beeinflusst werden (Eisenburger, 2015a, S. 260). Bewegung muss hierfür sinnstiftend sein und positive Erfahrungen ermöglichen, umso dauerhafte Motivation garantieren zu können (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 117). Wichtig ist außerdem, die Variation der Bewegungsübungen, die Art des Lernens, die Art der Lernangebote und Sozialformen, das Leiter*innen Verhalten, die Art der Partizipation, Material und Medienauswahl (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 130).

5.5.1 Kompetenzbereiche

Aus den Daseinsthemen alter Menschen, leitet Eisenburger (2004, S. 532) drei Kompetenzbereiche ab, die Ich-, Sozial- und Sach-Kompetenz (Eisenburger, 2001, S. 196). Diesen sind Themen- und Erfahrungsfelder zugeordnet, welche durch Bewegungsarbeit und entsprechende Bewegungsangebote, gestärkt und erhalten werden sollen (siehe Tabelle 4) (Eisenburger, 2001, S. 196; Eisenburger et al., 2008, S. 8; Philippi-Eisenburger, 1990, S. 134), umso Alternde bei der erfolgreichen Bewältigung anfallender Lebens- und Entwicklungsaufgaben zu unterstützen (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 124), ihnen Gestaltungs-, Selbstbewusstsein und Selbstsicherheit zu vermitteln und dadurch zu einer insgesamt hohen Lebensqualität beitragen (Eisenburger, 2003, S. 51). Je stärker diese Teilfähigkeiten ausgebildet sind, umso handlungskompetenter ist ein Mensch in der Auseinandersetzung mit sich selbst und der Umwelt (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 124).

Die einzelnen Themen- und Erfahrungsfelder wirken im Menschen immer gemeinsam und beeinflussen und bedingen sich gegenseitig (Eisenburger, 2005, S. 31). Für die Praxis kann eine solche Gliederung aber trotzdem hilfreich sein, da sie Orientierung und Ordnung bei der Planung geben kann (Eisenburger, 2005, S. 32). So kann bei der praktischen Umsetzung der Fokus auf die Auswahl eines Erfahrungsfeldes erfolgen, dazu werden dann Aufgaben und Übungen angeboten, oder es erfolgt die Festlegung eines bestimmten Themas oder Materials und dadurch werden dann verschiedene Erfahrungsfelder behandelt (Eisenburger, 2015b, S. 230).

Tabelle 4: Themen- und Erfahrungsfelder für die Praxis

Ich-Kompetenz	Sozial-Kompetenz	Sach-Kompetenz
• Körpererfahrung • Wahrnehmung • Bewegungsfähigkeit • Alltagsmotorik • biologisch-organische Grundlagen • Entspannung • Gedächtnis	• soziale Wahrnehmung • gemeinsames Tun: Spielen, Tanzen, Singen • (Nonverbale) Kommunikation, Körpersprache • Themen sozialer Interaktion	• materiale und sinnliche Erfahrung • sensomotorisches Handeln • Umgang mit Dingen • Natur

Quelle: mod. n. Eisenburger et al. (2008, S. 9)

Ich-Kompetenz

Über Ich-Kompetenz im Alter zu verfügen, bedeutet Wissen über sich selbst zu haben, um mit den altersbedingten Veränderungen des Körpers und insgesamt mit sich selbst zurechtkommen zu können (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 124). Dies ist wesentlich für den Erhalt der personalen Identität (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 124). Zur Förderung der Ich-Kompetenz wird Körpererleben, Körper- und Selbsterfahrung (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 125), der Erhalt der Selbstständigkeit und Unabhängigkeit (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 110) sowie die geistige Leistungsfähigkeit und Lernbereitschaft (Eisenburger, 2004, S. 533) ins Zentrum gerückt. Außerdem setzt sie sich mit der Selbstgestaltung des eigenen Lebens auseinander und stellt Fragen zur Endlichkeit des Daseins sowie Fragen zum Sinn des Lebens (Eisenburger, 2004, S. 533). Das Erfahrungsfeld Gedächtnis wird in Kapitel 5.5.2 thematisiert.

Sozial-Kompetenz

Der Mensch ist nicht nur ein Individuum, sondern auch ein soziales Wesen (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 111) und benötigt für den Umgang mit anderen Menschen ausreichend Sozialkompetenz (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 124). Präzisiert auf die Lebensphase Alter bedeutet dies, selbstbestimmt über die Art und Weise der sozialen Beziehungen die man eingeht zu entscheiden. Es bedeutet Einfühlungsvermögen zu haben und über Ausdrucksfähigkeit, Interaktions- und Kommunikationsbereitschaft zu verfügen. Es geht auch um die Fähigkeit am gesellschaftlichen Leben zu partizipieren und eigene soziale Netzwerke zu erhalten, sowie um die Akzeptanz veränderter Familien- und Sozialstrukturen (Eisenburger, 2004, S. 533).

Sach-Kompetenz

Sach-Kompetenz im Alter meint die Auseinandersetzung mit der Umwelt und bezieht sich auf das Wissen und Können, Aufgaben zu lösen (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 124). Es geht darum mit der Natur, der physikalischen Welt, der Technik, den Geräten und Dingen der Umwelt zurechtzukommen und sich in den für das eigene Leben wichtigen Bereichen auszukennen (Eisenburger, 2004, S. 533). Damit verbunden ist auch Sachkenntnis über die eigene Gesundheit, Ernährung und Bewegung zu haben (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 125). Eigenes Erfahrungswissen stellt ein besonderes Potenzial dar, wenn es reflektiert und verfügbar gehalten wird (Eisenburger, 2004, S. 533). Es gilt neue Erfahrungen und neues Wissen zuzulassen und den Umweltbezug und die Neugierde darauf und auf dessen Weiterentwicklung zu erhalten (Eisenburger, 2004, S. 533; Eisenburger, 2005, S. 21).

5.5.2 Das Erfahrungsfeld Gedächtnis

„Aktivität bedeutet planendes Handeln – und Aktivierung heißt, dem alten Menschen Handlungsmöglichkeiten zu geben“ (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 115). Neben motorischen und psychischen sollen auch kognitive Funktionen, bei der Förderung der Handlungskompetenz erfasst werden (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 115). Voraussetzung und Bedingung koordinierter Bewegungsabläufe und somit auch zur Bewältigung des Alltags, ist die Leistungsfähigkeit des Gehirns (Eisenburger, 2005, S. 67). Die kognitiven Funktionen, bilden das Fundament der Handlungsplanung, -bewertung und -ausführung (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 115). Solange der Mensch „über seine kognitiven Möglichkeiten verfügt,“ kann er „zumindest in Teilbereichen, die Verantwortung über sich selbst übernehmen“ und mit seiner Umwelt in Kontakt treten und sich mit dieser verständigen (Eisenburger, 2005, S. 68). Das Gedächtnis ist der Garant der eigenen Identität. Wissen, Erinnerungen, Erfahrungen und die eigene Biografie, bedingen die eigene Persönlichkeit und sind Ankerpunkte, die einen lebendig halten – wenn der Mensch die Verbindung zu seinem Gedächtnis verliert, ist er auch nicht mehr er selbst (Eisenburger, 2005, S. 68).

Use it or lose it – damit sich die kognitiven Funktionen nicht zurückbilden und verschwinden, müssen sie in ständigen Gebrauch sein (Eisenburger, 2004, S. 540; Eisenburger, 2005, S. 68). Neben einem lebendigen und bewegungsreichen Alltag, der sich positiv auf das Gedächtnis und die kognitiven Funktionen auswirkt (Eisenburger, 2005, S. 21), beansprucht und fördert ein bewegungsorientiertes Gedächtnistraining alle Formen des geistigen Leistungsvermögens, wie Wahrnehmung, Reaktion, Aufmerksamkeit, Vorstellungs-, Denk- und Koordinationsvermögen (Eisenburger, 2005, S. 68). Bewegungsförderung im motogeragogischen Kontext, ist immer auch Gehirntaining (Eisenburger, 2005, S. 68).

Übungen und Spiele für ein bewegungsorientiertes Gedächtnistraining

Fäuste:

Die Teilnehmenden öffnen und schließen abwechselnd die Hände zur Faust. Zusätzlich werden die Arme im Wechsel nach vorne gestreckt, die entsprechende Hand macht dabei die Faust, die andere bleibt geöffnet. Beide Arme sind nun nach vorne gestreckt, ein Arm geht mit Faust nach oben, der andere zur Seite mit geöffneter Hand und dann umgekehrt (Eisenburger, 2005, S. 68).

Jonglieren:

Mit Bällen oder mit Tüchern als Vereinfachung (Herrich, 2011, S. 107).

Bewegtes Zählen:

Zwei Personen zählen abwechselnd von *eins* bis *fünf*. Die Zahlen werden nach und nach durch Bewegungen ersetzt, bis nur mehr durch Bewegungen gezählt wird. *Eins*: Stampfen, *Zwei*: Drehung am Platz, *Drei*: Hände heben, *Vier*: mit den Händen auf den Oberschenkel klopfen, *Fünf*: Klatschen (Kolb, 2021, S. 44).

Concentration:

Die Teilnehmenden stehen im Kreis und nummerieren sich im Uhrzeigersinn, fortlaufend durch. Nun ruft die Person mit der Nummer eins *Concentration*. Bei *Con* wird in die Hände geklatscht, bei *cen* wird mit den Fingern beider Hände geschnippt, bei *tra* wird mit der rechten Hand auf den rechten Oberschenkel geschlagen und bei *tion* mit der linken Hand auf linken Oberschenkel. Alle führen diese Bewegungen im Takt aus. Die Person mit der Nummer eins ruft nun beim Schlagen der rechten Hand auf den rechten Oberschenkel ihre Zahl – also *eins*, beim Schlagen der linken Hand auf den linken Oberschenkel die Zahl einer anderen teilnehmenden Person. Diese ruft nun zuerst ihre Zahl und dann wieder die einer weiteren teilnehmenden Person (Kolb, 2021, S. 44).

Häschen-Geige:

Zwei Begriffe die inhaltlich nichts miteinander zu tun haben, werden willkürlich gewählt und passenden Bewegungen zugeordnet, beispielsweise mit *Häschenohren wackeln* und *Geige spielen*. Wenn eine Person eine dieser beiden Bewegungen zu einer anderen Person hin ausführt (mit Häschenohren wackeln), muss diese sofort mit der passenden Gegenbewegung darauf reagieren (Geige spielen). Zur Erschwerung können mehrere Begriffspaare mit passenden Bewegungen ins Spiel gebracht werden (Kolb, 2021, S. 44).

Ententeich:

Alle stehen im Kreis. Ein Spruch wird vorgegeben, der von den Teilnehmenden ergänzt wird: *Eine Ente - Zwei Beine - Geht ins Wasser - Platsch. Zwei Enten - Vier Beine - Geh' n ins Wasser - Platsch, Platsch.* Die betreffenden Mitspielenden klatschen bei jedem *Platsch* einmal in die Hände oder stampfen mit dem Fuß. Der Spruch wird so lange fortgeführt, bis ein Fehler passiert. Dann wird wieder von vorne begonnen. Wie viele *Enten* schafft die Gruppe? Alle Teile des Spruchs können dabei auch mit Bewegungen untermalt werden. Als Variation kann das Spiel mit anderen Tieren durchgeführt werden: *Ein Schaf, vier Beine, steht auf der Wiese, Bäh* oder *Eine Hummel, sechs Beine, fliegt davon, Brumm* (Kolb, 2021, S. 44).

6 Diskussion

Kann die Motogeragogik zu einem gesunden Gehirnaltern beitragen? Wie kann sie am Beispiel des Erfahrungsfeldes Gedächtnis zur Förderung der Neuroplastizität mitwirken? Kann sie möglicherweise auch eine Antwort auf das Transferproblem von Neuroplastizitätsstudien sein? Diesen Fragestellungen bin ich in meiner Arbeit nachgegangen und sie sollen hier beantwortet und genauer ausgeführt werden.

Ziel der Arbeit war es Bezüge zwischen den Fachgebieten der kognitive Neurowissenschaft und der Motogeragogik herzustellen.

Das Gehirn spielt beim Alterungsprozess eine wichtige Rolle. Ein gesundes Gehirnaltern und gut funktionierende Gedächtnisfunktionen, sind ein wesentlicher Faktor zum Erhalt der Alltagskompetenzen und der Gewährleistung eines gelingenden, unabhängigen und selbstständigen Lebens im Alter (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 610; Eisenburger, 2005, S. 67-68; Reich, 2005, S. 43). Eine gute Bewegungskoordination, also eine optimale Zusammenarbeit von Kopf (Kognition) und Körper ist für die Verrichtung von Alltäglichen notwendig, beispielsweise um Einkäufe zu erledigen, beim Treppensteigen oder um Gegenstände aus einem Regal zu nehmen (Eisenburger, 2005, S. 67). Außerdem müssen kognitiven Funktionen, in ständigen Gebrauch sein, damit sie sich nicht zurückbilden und verschwinden – *Use it or lose it!* (Eisenburger, 2004, S. 540; Eisenburger, 2005, S. 68; Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 99; Oswald, 2011, S. 30). Sowohl die Motogeragogik als auch die kognitive Neurowissenschaft, stellen Überlegungen an, wie gesundes Gehirnaltern gefördert werden kann und wie das Training von kognitiven Fertigkeiten gelingen kann, auf die alte Menschen angewiesen sind (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 103; Pinter, et al 2014, S. 244; Eisenburger, 2005, S. 68). Das erwachsene Gehirn ist im Vergleich zu jenem von Heranwachsenden auch formbar aber das Neulernen ist mit erhöhter Anstrengung und zeitlichem Aufwand verbunden (Pinter et al., 2014, S. 238). Um die kognitive Leistungsfähigkeit möglichst lange auf einem hohen Niveau erhalten zu können, bedarf es der Förderung der Gedächtnisprozesse, der Konzentration, der neuronalen Verarbeitungsgeschwindigkeit oder aber auch kreativer Denk- oder Problemlöseprozesse (Pinter et al., 2014, S. 242).

Oswald (2011, S. 29) regt an, dass ein Gehirntaining vor allem auf *fluide Leistungen*, also Prozessen der Verarbeitungsgeschwindigkeit abzielen sollte, da diese für die Bewältigung des Alltages relevant sind. Hierfür sollen die nachlassenden exekutiven Kontrollfunktionen und die Effizienz des Arbeitsgedächtnis aufrechterhalten werden (Kliegel et al., 2012, S. 76). *Exekutive Funktionen* sind Kontrollprozesse, welche grundlegende psychische Funktionen zielführend einsetzen, wodurch ein Individuum sein Verhalten situationsgerecht optimieren kann. Grundlegende psychische Funktionen sind unter anderem die

Aufmerksamkeit, das Gedächtnis oder die Motorik, diese werden dirigiert und eingesetzt, um das gewünschte Verhaltensergebnis zu erreichen (Jäncke, 2021, S. 351). Typische exekutive Funktionen sind, Planen und Entscheiden, das Setzen von Zielen, der Umgang mit neuen Informationen, motorische Kontrolle und das Aufrechterhalten von Handlungsplänen (Jäncke, 2021, S. 351). Das *Arbeitsgedächtnis* kann als Teilkomponente der exekutiven Funktionen gesehen werden, es ermöglicht die kurzzeitige Speicherung und Verarbeitung von Informationen (Kliegel et al., 2012, S. 75). Die Förderung des Arbeitsgedächtnisses und der exekutiven Funktionen, würden sich demnach auf alltagsrelevante kognitive Aktivitäten auswirken und somit zu den gewünschten Transfereffekten führen.

Gezielte kognitive Trainings bei älteren gesunden Personen, führen jedoch in erster Linie zu einer Verbesserung der spezifischen Leistungen in den jeweils trainierten Gehirnfunktionen, so auch bei den exekutiven Funktionen und dem Arbeitsgedächtnis (Brehmer et al., 2011, S. 1119; Dziemian et al., 2021, S. 14; Gajewski et al., 2020, S. 14; Heinzel et al., 2016, S. 248; Karbach & Kray, 2009, S. 986; von Bastian et al., 2013, S. 621; Zimmermann et al., 2016, S. 811). Es gibt hier aber keine Hinweise auf einen Transfer dieser Effekte auf Handlungen im Alltag.

Körperliche moderate Aktivität und eine damit einhergehende erhöhte kardiovaskuläre Fitness, können das alternde menschliche Gehirn ebenso beeinflussen und sich positiv auf die kognitiven Funktionen und der geistigen Leistungsfähigkeit auswirken. Sowohl dem biologischen als auch dem kognitiven Alterungsprozess kann so entgegengewirkt werden, sowie eine selbstständige und unabhängige Lebensführung älterer Erwachsener verlängern (Colcombe et al., 2004, S. 3320; Erickson et al., 2012, S. 255; Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 61). Die körperliche Aktivität und Fitness scheint sich dabei besonders auf Regionen und Funktionen auszuwirken, die anfällig sind für Alterung, wie die exekutiven Funktionen und das (episodische) Gedächtnis (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 100; Erickson & Hohmann, 2013, S. 30; Kliegel et al., 2012, S. 76) und den dafür relevanten Strukturen, dem präfrontalen Kortex und dem Hippocampus (Erickson & Hohmann, 2013, S. 28; Erickson et al., 2011, S. 3021; Mendez Colmenares et al., 2021, S. 10). Der präfrontale Kortex ist unter anderem eine wichtige Struktur für exekutive Funktionen (Pinter et al., 2014, S. 239). Für das Lernen neuer Inhalte ist der Hippocampus eine wichtige Struktur (Spitzer, 2007, S. 36). Besonders für das deklarative Lernen ist er bedeutend, da hier die zu speichernden Informationen vielfältig untereinander und mit anderen Informationen verknüpft werden. Außerdem hält und führt der Hippocampus die verschiedenen Netzwerke zusammen (Jäncke, 2021, S. 442).

Pinter et al. (2014, S. 244) vermuten, dass abwechslungsreiche Trainings mit kognitiven, physischen, sozialen und kreativitätsförderlichen Bestandteilen, ein gesundes Gehirnaltern

fördern, sowie zu Leistungsverbesserungen im Alltag führen können und so möglicherweise auch eine Antwort auf das beschriebene Transferproblem sein können. Die Motogeragogik scheint zur Förderung der Gehirngesundheit und dem Erhalt der Alltagskompetenzen ein passendes Praxistool zu sein, da sie die eben genannten Bestandteile integriert. Sie fördert über das Medium Bewegung die Handlungsfähigkeit und Handlungskompetenz alternder Menschen (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 124), damit diese mit sich selbst und ihrem Körper, eingebunden in sozialen Netzwerken und in der Umwelt zurechtkommen (Eisenburger, et al., 2008, S. 7). Sie beschränkt ihre Anregungen dabei nicht auf funktionales Üben, vielmehr trägt sie durch vielfältige Bewegungs-, Wahrnehmungs- und Handlungserfahrungen, zu einer ganzheitlichen Entwicklung, Förderung und Stabilisierung der Persönlichkeit im Alternsprozess bei (Eisenburger, 2004, S. 532; Eisenburger et al., 2008, S. 7). Bewegung wird dabei als essenzieller Bestandteil des Lebens verstanden und ist wesentlich für die Handlungs-, Gestaltungs- und Kommunikationsfähigkeit (Eisenburger, 2004, S. 532). Durch Bewegungsarbeit und entsprechende Angebote, soll die Ich-, Sozial- und Sach-Kompetenz, so auch das Gedächtnis, gestärkt und erhalten werden (Eisenburger, 2001, S. 196; Eisenburger et al., 2008, S. 8; Philippi-Eisenburger, 1990, S. 134). Aus motogeragogischer Sichtweise bilden die kognitiven Funktionen, das Fundament der Handlungsplanung, -bewertung und -ausführung und sind somit maßgeblich für die Bewältigung des Alltages (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 115). Darüber hinaus garantiert die Verfügbarkeit über die eigenen kognitiven Möglichkeiten ein, zumindest in Teilbereichen, selbstverantwortliches Leben (Eisenburger, 2005, S. 68).

Wie man das eigene Alter wahrnimmt und ihm begegnet, bestimmt auch maßgeblich, wie man sich auf Lernprozesse einlässt. Altern heißt nicht genereller Abbau, sondern vielmehr sollte das Altern als lebenslanger, aktiver Prozess begriffen werden (Pinter et al., 2014, S. 244). Wie man diesen Prozess gestaltet, hängt unter anderem von der grundsätzlichen Einstellung zum eigenen Leben und dem Gefühl der Selbstbestimmung ab. Sich selbst als Gestalter*in der Umwelt wahrzunehmen eröffnet Möglichkeiten und Handlungsspielräume (Eisenburger, 2004, S. 537). Das Streben nach Autonomie und Selbstwirksamkeit hat einen entscheidenden Einfluss auf das menschliche Erleben (Eisenburger, 2004, S. 538).

Es gestaltete sich als schwierig, neurowissenschaftliche Belege für ein bewegungsorientiertes Gedächtnistrainings im motogeragogischen Kontext zu finden. Meine Recherche fokussierte deshalb auf neurowissenschaftliche Studien und Erkenntnisse, deren Interventionen und Trainings, Schnittmengen mit der Motogeragogik bildeten und somit auch in einem motogeragogischen Kontext durchführbar sind. Sigmundsson et al. (2022, S. 6) nennen Bewegung und körperliche Betätigung, soziale Beziehungen und Interaktion sowie Leidenschaft und Interesse Neues zu lernen, als Schlüsselemente, um dem strukturellen und

funktionellen Abbau des Gehirns entgegenzuwirken. Auf regelmäßige soziale und Freizeitaktivitäten wie Tanzen, Jonglieren, sowie das Lernen von Musikinstrumenten oder von Fremdsprachen, also Aktivitäten mit körperlichen und kognitiven Bestandteilen, trifft dies zu (Boyke et al., 2008, S. 7033; Chaddock-Heyman et al., 2021, S. 12; Fabrigoule et al., 1995, S. 489; Gold et al., 2013, S. 392; Hanna-Pladdy & MacKay, 2011, S. 383; Iizuka et al., 2021, S. 7; Jäncke, 2013, S. 118; Luk et al., 2011, S. 16812; Nascimento, 2021, S. 380; Park & Bischof, 2013, S. 117; Teixeira-Machado et al., 2019, S. 238; Verghese et al., 2003, S. 2515). Sehr interessant ist in dieser Hinsicht die SIMA-Studie. Die Psychomotorik ist hier Teil des Interventionsprogramms, welches es sich zum Ziel gesetzt hat, ein wissenschaftlich gesichertes und begründetes Trainingsprogramm für das Gedächtnis zu entwickeln, um das Risiko von Demenz zu verhindern (Oswald, 2011, S. 34). Die Studienergebnisse weisen darauf hin, dass sich die langfristige protektive neuronale Wirkung der Trainingsintervention aus der Kombination von Kompetenz-, Psychomotorik- und Gedächtnisübungen ergibt und diese einen Transfer zu Alltagsaktivitäten und der Selbstständigkeit bewirkt (Oswald, 2007, S. 28). Oswald (2011, S. 105) differenziert die Psychomotorik vom klassischen Sportbegriff dahingehend, dass sie nicht in erster Linie auf Kraft und Ausdauer ausgerichtet ist, sondern stärker auf Koordination, Wahrnehmung und Gleichgewicht. Diese Faktoren erachtet er als am wichtigsten für die Bewältigung des Alltages. Es entsteht dabei der Eindruck, dass ausgehend von diesem Definitionsverständnis und durch die Verwendung der Begrifflichkeiten *psychomotorischen Leistungen* oder *Training der Psychomotorik* (Oswald, Ackermann & Gunzelmann, 2006, S. 91) eine eher sportmotorische Perspektive vorherrschend ist. Wenngleich auch auf Eisenburger verwiesen wird und die Körper-, Material- und Sozialerfahrung berücksichtigt werden (Oswald et al., 2006, S. 91), so findet der Begriff *Motogeragogik* wiederum keine Erwähnung. Möglicherweise ist dieser Begriff zu wenig populär oder ein eher sportmotorisches Bedeutungsverständnis über die Psychomotorik ist notwendig, um Effekte messbar zu machen. Es bleibt aber die Frage, ob dem Grundgedanken der Psychomotorik und Motogeragogik so auch Rechnung getragen wird. Denn schließlich geht es dem Konzept um Persönlichkeitsentwicklung und Förderung durch Bewegung (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 106), wofür eben auch eine dementsprechende Haltung notwendig ist.

Von Seiten der Neurowissenschaft gestaltet sich die Entwicklung und wissenschaftliche Überprüfung von Trainings mit kognitiven, physischen, sozialen und kreativitätsförderlichen Bestandteilen „aufgrund der Komplexität diverser Einflussgrößen als schwierig, da die möglichen positiven Auswirkungen einzelner Komponenten nicht getrennt von anderen Bereichen erfasst werden können“ (Pinter et al., 2014, S. 244). Dies trifft auch auf die Psychomotorik zu, da sie ein multidisziplinäres Konzept ist und es deshalb herausfordernd ist, ihre

Wirkfaktoren zu erfassen (Kuhlenkamp, 2022, S. 77).

Bezüglich einer mangelnden Popularität stellt Eisenburger (2015b, S. 233) wider Erwarten fest, dass die Zielgruppe vitale Ältere keinen großen Arbeitsmarkt für Psychomotoriker*innen darstellt und psychomotorische Angebote von dieser Zielgruppe eher wenig genutzt werden. Hier korrigiert sie sich selbst, war sie doch ursprünglich anderer Überzeugung, dass die Motogeragogik besonders im präventiven Bereich für vitale Senior*innen geeignet sei (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 171). In einem späteren Schritt adaptierte sie schließlich ihren Ansatz für Menschen in Alten- und Pflegeheimen, da sie hier besonderen Förderbedarf sah (Eisenburger, 2004, S. 531 oder Eisenburger, 2015b, S. 225). Als Gründe dafür nennt sie einerseits den Konkurrenzkampf mit anderen Angeboten im Gesundheitssektor (Eisenburger, 2015b, S. 233) und andererseits das Wording, das für Abschreckung sorgen kann, da der Wortbestandteil *psycho* eine psychische Störung oder einen Defekt suggerieren kann. Zwar verfügt die Zielgruppe über das Wissen der gesundheitsfördernden Wirkung von Bewegung und Sport aber anscheinend interessiert sie sich mehr für Breitensportangebote mit sportmotorischem Schwerpunkt (Eisenburger, 2015b, S. 233). Vielleicht könnte eine geschicktere Vermarktung für mehr Aufmerksamkeit und Interesse sorgen, und würde so auch dem Wissenschaftsbetrieb und der Etablierung in der Gesellschaft (in Österreich) helfen.

Im Zuge der Recherchen in der englischsprachigen Literaturlandschaft, war der Begriff *psychomotricity*, im Kontext Alter oder Neurowissenschaften, eine Randerscheinung oder wurde ohne Berücksichtigung des Konzeptes oftmals mit sportmotorischen Fähigkeiten gleichgesetzt. Der Begriff *motogeragogic* kam so gut wie gar nicht vor. Nun ergibt sich daraus die Überlegung, ob im englischsprachigen Raum womöglich andere Begrifflichkeiten für eine psychomotorische Haltung verwendet werden und ob möglicherweise eine Annäherung an den Begriff *Embodiment* sinnvoll wäre. Das Embodiment Konzept beschreibt die Wechselwirkung psychischer und körperlicher Aspekte (Kuhlenkamp, 2022, S. 54). Psychisches Erleben drückt sich nicht nur körperlich aus, sondern der Körper bewirkt psychisches Erleben, kognitive und psychische Aspekte sind immer als körperlich eingebettet, zu betrachten (Kuhlenkamp, 2022, S. 53-54).

Kann die Motogeragogik nun zu einem gesunden Gehirnaltern beitragen?

Es ist davon auszugehen. Zwar konnte ich keinen eindeutigen Beweis finden, dass ein motogeragogisch orientiertes Gedächtnistraining zu einer Förderung der Alltagskompetenzen im Alter führt, aber die Studienergebnisse der Neurowissenschaften sind vielversprechend und die von ihr untersuchten Trainings und Aktivitäten bilden Schnittmengen mit der Motogeragogik, ebenso die Praxisbeispiele vom Erfahrungsfeld Gedächtnis.

Kann die Motogeragogik möglicherweise auch eine Antwort auf das Transferproblem von Neuroplastizitätsstudien sein?

Ja das kann sie, den Ergebnissen der SIMA-Studie (Oswald, 2007, S. 28) zufolge, können kombinierte kognitive und körperliche Trainings zu Transferleistungen in den Alltag führen. Es wäre aber interessant, die Auswirkungen eines motogeragogisch (bewegungs-) orientierten Gedächtnistrainings, neurowissenschaftlich zu untersuchen und die Frage nicht nur auf Basis einer Literaturrecherche zu erörtern, sondern eine Forschungsstudie zu den Wirkfaktoren der Psychomotorik im Kontext der Neurowissenschaften bzw. Neuroplastizität im Alter zu entwerfen. Es bleibt die Frage, wie psychomotorische Parameter erforscht werden können.

Zum Ziel der Arbeit, Bezüge zwischen der kognitive Neurowissenschaft und der Motogeragogik herzustellen.

Beide Fachgebiete setzen sich unter anderem mit dem Gegenstand Lernen und Lernprozesse auseinander, durch ihre unterschiedlichen Zugänge und Perspektiven können sie sich gegenseitig bereichern. Für die Motogeragogik kann das Wissen über neuronale Strukturen und Prozesse vorteilhaft sein, und sie in ihrem Wirken, zum Erhalt und Förderung der Gedächtnisfunktionen bestärken und unterstützen, beispielsweise auf welche Gedächtnis-aspekte ein Training abzielen kann. Umgekehrt kann die Motogeragogik für die Neurowissenschaft eine bereichernde Verbindung mit der Praxis sein, etwa hinsichtlich ihres ganzheitlichen Zugangs oder in der Art und Weise wie Lernprozesse gestaltet werden. Motogeragogik als Tool zur Verbindung zum eigenen Körper und zur Bewahrung von Handlungskompetenzen könnte gegenwärtig an Attraktivität gewinnen.

Sich diesem Thema zu widmen ist auch demographisch relevant, da sich die Altersstruktur der Gesellschaft in den nächsten Jahrzehnten verändern wird (Statistik Austria, 2022, S. 58). Die Bevölkerungsgruppe im Alter von 65 und mehr Jahren, wird zahlen- und anteilmäßig zunehmen (Statistik Austria, 2022, S. 57).

7 Zusammenfassung

Diese Master Thesis hat sich mit folgender Frage beschäftigt: „Kann die Motogeragogik zu einer hohen Lebensqualität im höheren Alter (respektive: vitale, rüstige Ältere) beitragen, indem sie am Beispiel des Erfahrungsfeldes Gedächtnis Lernprozesse gestaltet, die sich positiv auf das Gehirnaltern auswirken? Stellt sie so möglicherweise eine Antwort auf das Transferproblem dar, das einem in Neuroplastizitätsstudien begegnet?“

Ziel der Arbeit war es Bezüge zwischen den Fachgebieten der kognitive Neurowissenschaft und der Motogeragogik herzustellen.

Die neuronale Plastizität bildet die biologische Grundlage von Lernprozessen (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2009, S. 32), sie bezeichnet die Fähigkeit des Gehirns seine Struktur und Organisation zu jedem Lebenszeitpunkt verändern zu können, um sich kontinuierlich an neue Anforderungen und veränderte Voraussetzungen anzupassen (Jansen, 2017, S. 47). Der Begriff *Gedächtnis* fasst Prozesse und Systeme zusammen, die für die Speicherung, Aufbewahrung, Abruf, Vergessen und Anwendung von Informationen verantwortlich sind (Jäncke, 2021, S. 425). Zelluläre Lern- und Gedächtnisprozesse vollziehen sich hauptsächlich durch Veränderungen an den Synapsen (Bear et al., 2018, S. 973; Jäncke, 2021, S. 430; Spitzer, 2005, S. 12). Im Gegensatz zu Neuronen können sich diese ein Leben lang neu bilden und sich funktionell und strukturell verändern (Jäncke, 2021, S. 227, S. 430; Trepel, 2021, S. 4). Wichtige Gehirnareale für Lern- und Gedächtnisprozesse, sind das limbische System (mit Mandelkern und Hippocampus), die Basalganglien und der Neokortex, sie sind alle im Großhirn angesiedelt (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 98).

Die Altersstruktur der Gesellschaft wird sich in den nächsten Jahrzehnten verändern (Statistik Austria, 2022, S. 58). Die Bevölkerungsgruppe im Alter von 65 und mehr Jahren wird zahlen- und anteilmäßig zunehmen (Statistik Austria, 2022, S. 57). Das Alter ist ein heterogener Lebensabschnitt (Eisenburger, 2015a, S. 257; Fooker, 2014, S. 395; Seewald, 2007, S. 84), der höchst individuell verläuft (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 61; Martin, 2007, S. 209; Pinter et al., 2014, S. 237) und geprägt ist von einer hohen Diversität und Vielfalt der Lebensformen und Lebensgestaltung (Kolland & Wanka, 2014, S. 191). Dieser Prozess wird beeinflusst vom Gesundheitszustand (Müllegger, 2015, S.2), von geschlechtsspezifischen (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 28) und interindividuellen Unterschieden, von intraindividuelle Variabilität (Martin, 2007, S. 209), vom sozialen Umfeld (Müllegger, 2015, S. 2), vom eigenen sozioökonomischen Status (Kolland & Wanka, 2014, S. 191), von den Diskrepanzen zwischen objektiven Fakten und subjektiver Bewertung (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 28) oder auch von der Bereitschaft Neues zu lernen (Müllegger, 2015, S. 2). Die Altersphase kann in eine junges drittes und hohes viertes Lebensalter

differenziert werden (Baltes, 2001, S. 28; Eisenburger, 2015a, S. 258). Menschen im jungen, dritten Alter (synonym: höhere Alter) bilden die relevante Altersklasse für die Master Thesis (Eisenburger, 2015a, S. 258; Müller, 2018, S. 1). Sie führen ein aktives und weitgehend behinderungsfreies Leben, sind sozial integriert, verfügen über ein hohes Maß an persönlichem Wohlbefinden, guter Gesundheit sowie guten kognitiven Fähigkeiten (Eisenburger, 2015a, S. 258; Kolland & Wanka, 2014, S. 189).

Das Gehirn spielt beim Alterungsprozess eine wesentliche Rolle. Gut funktionierende Gedächtnisleistungen sind essenziell, um das Leben zu bewältigen, und somit ein wichtiger Faktor zum Erhalt der Alltagskompetenzen und der Gewährleistung eines gelingenden, unabhängigen und selbstständigen Lebens im Alter (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 610; Eisenburger, 2005, S. 67-68; Reich, 2005, S. 43). Der Rückgang der Gedächtnisfunktionen, kann bis zu einem gewissen Punkt als normaler Teil des Alterungsprozesses gesehen und kompensiert werden (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 101). Trotzdem gilt: *Use it or lose it!* kognitive Funktionen, müssen in ständigen Gebrauch sein, damit sie sich nicht zurückbilden und verschwinden (Eisenburger, 2004, S. 540; Eisenburger, 2005, S. 68; Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 99; Oswald, 2011, S. 30). Wenn auch die Geschwindigkeit der Nervenzellen im Alter abnimmt, und das Neulernen mit erhöhter Anstrengung und zeitlichem Aufwand verbunden ist, so sind Lernprozesse trotzdem immer möglich und durch geistiges und körperliches Training können neue neuronale Verbindungen entstehen (Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 29; Pinter et al., 2014, S. 238).

Ein Gehirntaining sollte vor allem auf fluide Leistungen, also Prozessen der Verarbeitungsgeschwindigkeit abzielen, da diese für die Bewältigung des Alltages relevant sind. Hierfür sollen die nachlassenden exekutiven Kontrollfunktionen und die Effizienz des Arbeitsgedächtnis aufrechterhalten werden (Kliegel et al., 2012, S. 76; Oswald, 2011, S. 29). Gezielte kognitive Trainings bei älteren gesunden Personen, führen aber in erster Linie zu einer Verbesserung der spezifischen Leistungen in den jeweils trainierten Gehirnfunktionen, so auch bei den exekutiven Funktionen und dem Arbeitsgedächtnis. Es gibt hier keine Hinweise auf einen Transfer dieser Effekte auf Handlungen im Alltag (Brehmer et al., 2011, S. 1119; Dziemian et al., 2021, S. 14; Gajewski et al., 2020, S. 14; Heinzl et al., 2016, S. 248; Karbach & Kray, 2009, S. 986; von Bastian et al., 2013, S. 621; Zimmermann et al., 2016, S. 811). Körperliche moderate Aktivität und eine damit einhergehende erhöhte kardiovaskuläre Fitness, können das alternde menschliche Gehirn ebenso beeinflussen und sich positiv auf die kognitive Leistungsfähigkeit auswirken (Colcombe et al., 2004, S. 3320; Erickson et al., 2012, S. 255; Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 61). Strukturen und Funktionen, die am stärksten vom alterungsbedingten Abbau betroffen sind, sind

dabei auch am anfälligsten für Trainingsinterventionen, wie der präfrontale Kortex und der Hippocampus (Erickson & Hohmann, 2013, S. 28; Erickson et al., 2011, S. 3021; Mendez Colmenares et al., 2021, S. 10) oder die exekutiven Funktionen und das (episodische) Gedächtnis (Bubolz-Lutz et al., 2010, S. 100; Erickson & Hohmann, 2013, S. 30; Kliegel et al., 2012, S. 76).

Entscheidend für ein gesundes Gehirnaltern und einen Transfer in den Alltag scheinen Trainings mit kognitiven, physischen, sozialen und kreativitätsförderlichen Bestandteilen zu sein (Pinter et al., 2014, S. 244). Dies trifft beispielsweise auf regelmäßige soziale und Freizeitaktivitäten wie Tanzen, Jonglieren, musikalische Praxis oder das Lernen von Fremdsprachen zu (Boyke et al., 2008, S. 7033; Chaddock-Heyman et al., 2021, S. 12; Fabrigoule et al., 1995, S. 489; Gold et al., 2013, S. 392; Hanna-Pladdy & MacKay, 2011, S. 383; Iizuka et al., 2021, S. 7; Jäncke, 2013, S. 118; Luk et al., 2011, S. 16812; Nascimento, 2021, S. 380; Park & Bischof, 2013, S. 117; Teixeira-Machado et al., 2019, S. 238; Verghese et al., 2003, S. 2515). Hervorzuheben ist in diesem Bezug die Sima Längsschnittstudie die der Frage nachging, ob und in welchem Umfang, Interventionsansätze bei der Aufrechterhaltung der Selbstständigkeit im höheren Lebensalter helfen können (Oswald, 2007, S. 28). Die Befunde bestätigen, dass vor allem eine Kombination von Kompetenz-, Psychomotorik- und Gedächtnisübungen, also eher leichte aerobe Tätigkeiten und gleichzeitig auch kognitiv fordernde Elemente (Oswald, 2004, S. 156), die geistige Leistungsfähigkeit und die Selbstständigkeit langfristig fördern und einen Transfer zu Alltags Aktivitäten bewirken (Oswald, 2007, S. 28).

Es ist davon auszugehen, dass die Motogeragogik zu einem gesunden Gehirnaltern und dem Erhalt der Alltagskompetenzen beitragen kann. Sie fördert über das Medium Bewegung die Handlungsfähigkeit und Handlungskompetenz alternder Menschen (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 124). Bewegung soll, körperliche, motorische, psychische und soziale Bereiche immer gleichzeitig ansprechen (Philippi-Eisenburger, 1990, S. 129)

Zwar liefert diese Arbeit keinen eindeutigen Beweis, dass ein motogeragogisch orientiertes Gedächtnistraining zu einer Förderung der Alltagskompetenzen im Alter führt, aber die Studienergebnisse der Neurowissenschaften sind vielversprechend. Darüber hinaus lagen den Studien, in denen positive Effekte nachgewiesen werden konnten, Trainings zugrunde, die inhaltliche Überschneidungen mit der Motogeragogik haben.

Literaturverzeichnis

- Aghjayan, S. L., Bournias, T., Kang, C., Zhou, X., Stillman, C. M., Donofry, S. D., ... Erickson, K. I. (2022). Aerobic exercise improves episodic memory in late adulthood: a systematic review and meta-analysis. *Communications medicine*, 2(15), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s43856-022-00079-7>
- Baltes, P. B. & Baltes, M. M. (1994). Gerontologie: Begriff, Herausforderung und Brennpunkte. In P. B. Baltes, J. Mittelstraß & U. M. Staudinger (Hrsg.), *Alter und Altern: Ein interdisziplinärer Studientext zur Gerontologie* (S. 1-34). Berlin: De Gruyter.
- Baltes, P.B. (2001). Das Zeitalter des permanent unfertigen Menschen: Lebenslanges Lernen nonstop?. *Politik und Zeitgeschichte*, 36, 24-32. Zugriff am 18. März 2022 unter <https://www.bpb.de/medien/26060/8GKU71.pdf>
- Bear, M. F., Connors, B. W. & Paradiso, M. A. (2018). *Neurowissenschaften. Ein grundlegendes Lehrbuch für Biologie, Medizin und Psychologie* (4. Aufl.). Berlin: Springer Spektrum. doi:10.1007/978-3-662-57263-4
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (2010). *Biologische Psychologie* (7., überarb. und ergänzte Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Boyke, J., Driemeyer, J., Gaser, C., Büchel, C. & May, A. (2008). Training-induced brain structure changes in the elderly. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 28(28), 7031-7035. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0742-08.2008>
- Brehmer, Y., Rieckmann, A., Bellander, M., Westerberg, H., Fischer, H. & Bäckman, L. (2011). Neural correlates of training-related working-memory gains in old age. *NeuroImage*, 58(4), 1110-1120. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.06.079>
- Bubolz-Lutz, E., Göskens, E., Kricheldorf, C. & Schramek, R. (2010). *Geragogik. Bildung und Lernen im Prozess des Alterns. Das Lehrbuch* (1. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Calero, M. D. (2019). Effects of environmental enrichment and training across life span in cognition. In R. Fernández-Ballesteros, A. Benetos, & J.-M. Robine (Hrsg.), *The Cambridge handbook of successful aging* (S. 321-354). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316677018.020>
- Chaddock-Heyman, L., Loui, P., Weng, T. B., Weissshappel, R., McAuley, E. & Kramer, A. F. (2021). Musical Training and Brain Volume in Older Adults. *Brain sciences*, 11(1), 1-16. <https://doi.org/10.3390/brainsci11010050>
- Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Raz, N., Webb, A. G., Cohen, N. J., McAuley, E. & Kramer, A. F. (2003). Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 58(2), 176-180. <https://doi.org/10.1093/gerona/58.2.m176>
- Colcombe, S. J., Kramer, A. F., Erickson, K. I., Scalf, P., McAuley, E., Cohen, N. J., ... Elavsky, S. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(9), 3316-3321. <https://doi.org/10.1073/pnas.0400266101>

- Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Scalf, P. E., Kim, J. S., Prakash, R., McAuley, E., ... Kramer, A. F. (2006). Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 61(11), 1166-1170. <https://doi.org/10.1093/gerona/61.11.1166>
- Cole, R. C., Hazeltine, E., Weng, T. B., Wharff, C., DuBose, L. E., Schmid, P., ... Voss, M. W. (2020). Cardiorespiratory fitness and hippocampal volume predict faster episodic associative learning in older adults. *Hippocampus*, 30(2), 143-155. <https://doi.org/10.1002/hipo.23151>
- Dziemian, S., Appenzeller, S., von Bastian, C. C., Jäncke, L. & Langer, N. (2021). Working Memory Training Effects on White Matter Integrity in Young and Older Adults. *Frontiers in human neuroscience*, 15, 1-17. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.605213>
- Doidge, N. (2017). *Neustart im Kopf. Wie sich unser Gehirn selbst heilt* (3. Aufl.). Frankfurt: Campus.
- Eisenburger, M. (2001). Motogeragogik – Psychomotorik mit Senioren. In M. Eisenburger, K. Fischer, R. Haas., H. Holland-Moritz, T. Irmischer & M. Wendler (Hrsg.), *Mosaiksteine der Motologie* (Reihe Motorik, 24, S. 195-202). Schorndorf: Hofmann.
- Eisenburger, M. (2003). Psychomotorik mit alten Menschen (Motogeragogik). In O. Weiß & J. Ullmann (Hrsg.), *Motopädagogik* (S. 49-58). Wien: Facultas.
- Eisenburger, M. (2004). Psychomotorik im Alter. In H. Köckenberger & R. Hammer (Hrsg.), *Psychomotorik - Ansätze und Arbeitsfelder. Ein Lehrbuch* (S. 531-570). Dortmund: Modernes Lernen.
- Eisenburger, M. (2005). *Zuerst muss die Seele bewegt werden. Psychomotorik im Pflegeheim. Ein theoriegeleitetes Praxisbuch*. Dortmund: Modernes Lernen.
- Eisenburger, M. (2013). Bewegung und Lebensfreude – Was motologische Begleitung mit Anregung und Wohlbefinden zu tun hat. *Praxis der Psychomotorik*, 38(4), 234-241.
- Eisenburger, M. (2015a). Körper und Bewegung im Alter. In M. Wendler & E.-U. Huster (Hrsg.), *Der Körper als Ressource in der Sozialen Arbeit* (S. 253-271). Wiesbaden: Springer Fachmedien. doi:10.1007/978-3-658-08778-4_15
- Eisenburger, M. (2015b). Motogeragogik: Psychomotorik im Alter. In A. Krus & C. Jasmund (Hrsg.), *Psychomotorik in sozialpädagogischen Arbeitsfeldern* (S. 225-239). Stuttgart: Kohlhammer.
- Eisenburger, M., Gstöttner, E. & Zak, T. (2008). *In Bewegungsrunden aktivieren. Ideen und Anregungen aus der Psychomotorik*. Hannover: Vincentz Network.
- Erickson, K. I. & Hohmann, T. (2013). Die Effekte von Alter und Training auf die kognitive Gesundheit. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 20(1), 25-32.
- Erickson, K.I., Miller, D. L. & Weinstein, A. M. (2012). Verbesserung der Gehirnfunktion und der kognitiven Leistungsfähigkeit durch körperliche Aktivität. In H.-W. Wahl, C. Tesch-Römer & J. P. Ziegelmann (Hrsg.), *Angewandte Gerontologie: Interventionen für ein gutes Altern in 100 Schlüsselbegriffen* (2., vollst. überarb. und erw. Aufl., S. 254-260). Stuttgart: Kohlhammer.
- Erickson, K. I., Raji, C. A., Lopez, O. L., Becker, J. T., Rosano, C., Newman, A. B., ... Kuller, L. H. (2010). Physical activity predicts gray matter volume in late adulthood: the

- Cardiovascular Health Study. *Neurology*, 75(16), 1415-1422.
<https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181f88359>
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., ... Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 3017-3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
- Fabrigoule, C., Letenneur, L., Dartigues, J. F., Zarrouk, M., Commenges, D. & Barberger-Gateau, P. (1995). Social and leisure activities and risk of dementia: a prospective longitudinal study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 43(5), 485-490.
<https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1995.tb06093.x>
- Fischer, K. (2001). Etablierung der Psychomotorik als Wissenschaftsdisziplin – psychomotorische Konzepte im Wandel. In M. Eisenburger, K. Fischer, R. Haas., H. Holland-Moritz, T. Irmischer & M. Wendler (Hrsg.), *Mosaiksteine der Motologie* (Reihe Motorik, 24) (S. 74-85). Schorndorf: Hofmann.
- Fischer, K. (2019). *Einführung in die Psychomotorik* (4., überarb. und erw. Aufl.). München: Ernst Reinhardt.
- Fooker, I. (2014). Neue Lebensläufe der Geschlechter aus Entwicklungspsychologischer Sicht. In H.-W. Wahl & A. Kruse (Hrsg.), *Lebensläufe im Wandel. Entwicklung über die Lebensspannen aus Sicht verschiedener Disziplinen* (S. 372-398). Stuttgart: Kohlhammer.
- Freund, A. M. (2007). Strategien und Lebensbewältigungen im Alter. In M. Hasselhorn & W. Schneider (Hrsg.), *Handbuch der Entwicklungspsychologie* (S. 602-611). Göttingen: Hogrefe.
- Gajewski, P. D., Thönes, S., Falkenstein, M., Wascher, E. & Getzmann, S. (2020). Multidomain Cognitive Training Transfers to Attentional and Executive Functions in Healthy Older Adults. *Frontiers in human neuroscience*, 14, 1-17.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.586963>
- Gold, B. T., Kim, C., Johnson, N. F., Kryscio, R. J. & Smith, C. D. (2013). Lifelong bilingualism maintains neural efficiency for cognitive control in aging. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 33(2), 387-396.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3837-12.2013>
- Gruber, T. (2018). *Gedächtnis* (2. Aufl.). Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56362-5>
- Hammer, R. (2004). Von der Erziehung durch Bewegung zur Motopädagogik. In H. Köckenberger & R. Hammer (Hrsg.), *Psychomotorik - Ansätze und Arbeitsfelder. Ein Lehrbuch* (S. 13-26). Dortmund: Modernes Lernen.
- Hanna-Pladdy, B. & MacKay, A. (2011). The relation between instrumental musical activity and cognitive aging. *Neuropsychology*, 25(3), 378-386.
<https://doi.org/10.1037/a0021895>
- Heinzel, S., Lorenz, R. C., Pelz, P., Heinz, A., Walter, H., Kathmann, N., ... Stelzel, C. (2016). Neural correlates of training and transfer effects in working memory in older adults. *NeuroImage*, 134, 236-249. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.03.068>

- Herrich, S. (2011). Die Kunst den Geist in Bewegung zu halten – Gedächtnistraining. In L. Wehner & B. Huto (Hrsg.), *Methoden- und Praxisbuch der sensorischen Aktivierung* (S. 96-112). Wien: Springer.
- Herschowitz, N. & Chapman-Herschowitz, E. (2006). *Lebensklug und kreativ. Was unser Gehirn leistet, wenn wir älter werden*. Freiburg: Herder.
- Herschowitz, N. & Chapman-Herschowitz, E. (2009). *Das vernetzte Gehirn. Seine lebenslange Entwicklung* (4., vollst. überarb. und erw. Aufl.). Bern: Huber.
- Iizuka, A., Murayama, H., Machida, M., Amagasa, S., Inoue, S., Fujiwara, T. & Shobugawa, Y. (2021). Leisure activity variety and brain volume among community-dwelling older adults: analysis of the neuron to environmental impact across generations study data. *Frontiers in aging neuroscience*, 13, 1-9. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.758562>
- Jaeger, L. (2015). *Die Naturwissenschaften. Eine Biographie*. Berlin: Springer. doi:10.1007/978-3-662-43400-0
- Jaeggi, S. M., Karbach, J. & Strobach, T. (2017). Editorial Special Topic: Enhancing Brain and Cognition Through Cognitive Training. *Journal of cognitive enhancement: towards the integration of theory and practice*, 1(4), 353-357. <https://doi.org/10.1007/s41465-017-0057-9>
- Jäncke, L. (2013). Music Making and the Aging Brain. *Zeitschrift Für Neuropsychologie*, 24(2), 113-121. <https://doi.org/10.1024/1016-264X/a000095>
- Jäncke, L. (2014). Das plastische Hirn. *Lernen und Lernstörungen*, 3, 227-235. <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000080>
- Jäncke, L. (2021). *Lehrbuch kognitive Neurowissenschaften* (3., überarb. Aufl.). Bern: Hogrefe.
- Jansen, P. & Richter S. (2016). *Macht Bewegung wirklich schlau? Zum Verhältnis von Bewegung und Kognition*. Bern: Hogrefe.
- Janssen, C. (2017). Neuroplastizität. Das Gehirn lernt immer. *Physiopraxis*, 15(11/12), 47-49. doi:10.1055/s-0043-115369
- Karbach, J. & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental science*, 12(6), 978-990. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00846.x>
- Kelly, M. E., Duff, H., Kelly, S., McHugh Power, J. E., Brennan, S., Lawlor, B. A. & Loughrey, D. G. (2017). The impact of social activities, social networks, social support and social relationships on the cognitive functioning of healthy older adults: a systematic review. *Systematic reviews*, 6(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0632-2>
- Kliegel, M., Zinke, K. & Hering, A. (2012). Plastizität. In H.-W. Wahl, C. Tesch-Römer & J. P. Ziegelmann (Hrsg.), *Angewandte Gerontologie: Interventionen für ein gutes Altern in 100 Schlüsselbegriffen* (2., vollst. überarb. und erw. Aufl.) (S. 72-77). Stuttgart: Kohlhammer.
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in cognitive sciences*, 14(7), 317-324. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.05.002>

- Kolb, B. (2021, Juli). *Psychomotorik im Alter. Skriptum zum postgradualen Universitätslehrgang Psychomotorik (MA) an der Universität Wien (3. Sem.)*. Wien.
- Kolland, F. & Wanka, A. (2014). Die neue Lebensphase Alter. In H.-W. Wahl & A. Kruse (Hrsg.), *Lebensläufe im Wandel. Entwicklung über die Lebensspannen aus Sicht verschiedener Disziplinen* (S. 185-200). Stuttgart: Kohlhammer.
- Krus, A. (2015a). Entwicklungslinien der Psychomotorik. In A. Krus & C. Jasmund (Hrsg.), *Psychomotorik in sozialpädagogischen Arbeitsfeldern* (S. 15-35). Stuttgart: Kohlhammer.
- Krus, A. (2015b). Psychomotorik - Gegenstandsbestimmung. In A. Krus & C. Jasmund (Hrsg.), *Psychomotorik in sozialpädagogischen Arbeitsfeldern* (S. 36-56). Stuttgart: Kohlhammer.
- Kruse, A. (2014). Neue Übergänge von der späten Berufsphase in den Ruhestand. In H.-W. Wahl & A. Kruse (Hrsg.), *Lebensläufe im Wandel. Entwicklung über die Lebensspannen aus Sicht verschiedener Disziplinen* (S. 166-182). Stuttgart: Kohlhammer.
- Kuhlenkamp, S. (2022). *Lehrbuch Psychomotorik* (2. überarb. Aufl.). München: Ernst Reinhardt.
- Luk, G., Bialystok, E., Craik, F. I. & Grady, C. L. (2011). Lifelong bilingualism maintains white matter integrity in older adults. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 31(46), 16808-16813. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4563-11.2011>
- Macedonia, M. & Höhl, S. (2013). *Gehirn für Fortgeschrittene*. Linz: SchEz.
- Marks, B. L., Madden, D. J., Bucur, B., Provenzale, J. M., White, L. E., Cabeza, R., & Huetzel, S. A. (2007). Role of aerobic fitness and aging on cerebral white matter integrity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1097, 171-174. <https://doi.org/10.1196/annals.1379.022>
- Martin, M. (2007). Spätes Erwachsenenalter. In M. Hasselhorn & W. Schneider (Hrsg.), *Handbuch der Entwicklungspsychologie* (S. 208-218). Göttingen: Hogrefe.
- Mendez Colmenares, A., Voss, M. W., Fanning, J., Salerno, E. A., Gothe, N. P., Thomas, M. L., ... Burzynska, A. Z. (2021). White matter plasticity in healthy older adults: The effects of aerobic exercise. *NeuroImage*, 239, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118305>
- Müllegger, J. (2015). Bildung als Faktor für Gesundheit im Alter. *Magazin erwachsenenbildung.at*, 24 1-9. Zugriff am 5. März 2022 unter <http://www.erwachsenenbildung.at/magazin/15-24/meb15-24.pdf>
- Müller B. (2018). Höheres und hohes Alter. In R. Deinzer & O. von dem Knesebeck (Hrsg.), *Online Lehrbuch der Medizinischen Psychologie und Medizinischen Soziologie* (S. 1-18). Berlin: German Medical Science GMS Publishing House. doi:10.5680/olmps000067
- Nascimento, M. M. (2021). Dance, aging, and neuroplasticity: an integrative review. *Neurocase*, 27(4), 372-381. <https://doi.org/10.1080/13554794.2021.1966047>
- OECD. (Hrsg.). (2005). *Wie funktioniert das Gehirn? Auf dem Weg zu einer neuen Lernwissenschaft*. Stuttgart: Schattauer.

- Oswald, W. D., Ackermann, A. & Gunzelmann, T. (2006). Effekte eines multimodalen Aktivierungsprogrammes (SimA-P) für Bewohner von Einrichtungen der stationären Altenhilfe. *Zeitschrift für Gerontopsychologie und -psychiatrie*, 19(2), 89-101. <https://doi.org/10.1024/1011-6877.19.2.89>
- Oswald, W. D. (2004). Kognitive und körperliche Aktivität. Ein Weg zur Erhaltung von Selbstständigkeit und zur Verzögerung demenzieller Prozesse? *Zeitschrift für Gerontopsychologie & -psychiatrie*, 17(3), 147-159. <https://doi.org/10.1024/1011-6877.17.3.147>
- Oswald, W. D. (2007). Prävention der Demenz – Das SimA-Projekt. *Public Health Forum*, 15(4), 28-30. <https://doi.org/10.1016/j.phf.2007.10.016>
- Oswald, W. D. (2011). *Training gegen Alzheimer*. Freiburg: Kreuz.
- Owen, A. M., Hampshire, A., Grahn, J. A., Stenton, R., Dajani, S., Burns, A. S., ... Ballard, C. G. (2010). Putting brain training to the test. *Nature*, 465(7299), 775-778. <https://doi.org/10.1038/nature09042>
- Park, D.C. & Bischof, G.N. (2013). The aging mind: neuroplasticity in response to cognitive training. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 15 (1), 109-119. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2013.15.1/dpark>
- Philippi-Eisenburger, M. (1990). *Bewegungsarbeit mit älteren und alten Menschen. Theorie und Praxis der Motogeragogik* (Reihe Motorik, 10). Schorndorf: Hofmann.
- Pinter, D., Weiss, E. M., Papousek, I. & Fink, A. (2014). Neuroplastizität und Lernen im Alter. *Lernen und Lernstörungen*, 3(4), 237-248. [doi:10.1024/2235-0977/a000081](https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000081)
- Pinter-Theiss, V., Steiner-Schätz, M., Lukesch, B., Schätz, T. & Theiss, C. (2014). *Ich tue, Ich kann, Ich bin. Psychomotorische Entwicklungsbegleitung in Theorie und Praxis* (1. Aufl.). Graz: VaLeo.
- Reich, E. (2005). *Denken und Lernen. Hirnforschung und pädagogische Praxis*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Reichenbach, C. (2010). *Psychomotorik*. München: Reinhardt.
- Roth, G. & Strüber, N. (2020). *Wie das Gehirn die Seele macht* (3. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Seewald, J. (2007). *Der verstehende Ansatz in Psychomotorik und Motologie*. München: Reinhardt.
- Sigmundsson, H., Dybendal, B. H. & Grassini, S. (2022). Motion, Relation, and Passion in Brain Physiological and Cognitive Aging. *Brain sciences*, 12(9), 1-9. <https://doi.org/10.3390/brainsci12091122>
- Spitzer, M. (2005). Einführung. Gehirnforschung für lebenslanges Lernen. In OECD. (Hrsg.). (2005). *Wie funktioniert das Gehirn? Auf dem Weg zu einer neuen Lernwissenschaft* (S. 1-20). Stuttgart: Schattauer.
- Spitzer, M. (2007). *Lernen. Gehirnforschung und Schule des Lebens*. Heidelberg: Spektrum.
- Statistik Austria (Hrsg.). (2022). *Demographisches Jahrbuch 2020*. [Publikation]. Zugriff am 3. Jänner 2023 unter

<https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Demographisches-JB-2020.pdf>

- Teixeira-Machado, L., Arida, R. M. & de Jesus Mari, J. (2019). Dance for neuroplasticity: A descriptive systematic review. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 96, 232-240. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.12.010>
- Trepel, M. (2021). *Neuroanatomie. Struktur und Funktion* (8. Aufl.). München: Urban & Fischer.
- Verghese, J., Lipton, R. B., Katz, M. J., Hall, C. B., Derby, C. A., Kuslansky, G., ... Buschke, H. (2003). Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. *The New England journal of medicine*, 348(25), 2508-2516. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa022252>
- Voelcker-Rehage, C. (2012). Neurowissenschaftliche Grundlagen. In H.-W. Wahl, C. Tesch-Römer & J. P. Ziegelmann (Hrsg.), *Angewandte Gerontologie: Interventionen für ein gutes Altern in 100 Schlüsselbegriffen* (2., vollst. überarb. und erw. Aufl.) (S. 41-47). Stuttgart: Kohlhammer.
- Von Bastian, C. C., Langer, N., Jäncke, L. & Oberauer, K. (2013). Effects of working memory training in young and old adults. *Memory & cognition*, 41(4), 611-624. <https://doi.org/10.3758/s13421-012-0280-7>
- Voss, M. W., Heo, S., Prakash, R. S., Erickson, K. I., Alves, H., Chaddock, L., ... Kramer, A. F. (2013). The influence of aerobic fitness on cerebral white matter integrity and cognitive function in older adults: results of a one-year exercise intervention. *Human brain mapping*, 34(11), 2972-2985. <https://doi.org/10.1002/hbm.22119>
- Voss, M. W., Weng, T. B., Burzynska, A. Z., Wong, C. N., Cooke, G. E., Clark, R., ... Kramer, A. F. (2016). Fitness, but not physical activity, is related to functional integrity of brain networks associated with aging. *NeuroImage*, 131, 113-125. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.10.044>
- Zimmer, R. (2006). *Handbuch der Psychomotorik. Theorie und Praxis der Psychomotorischen Förderung von Kindern* (11. Aufl.). Freiburg: Herder.
- Zimmermann, K., von Bastian, C. C., Röcke, C., Martin, M. & Eschen, A. (2016). Transfer after process-based object-location memory training in healthy older adults. *Psychology and aging*, 31(7), 798-814. <https://doi.org/10.1037/pag0000123>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erwachsenen Gehirn. Ansicht von medial auf die rechte Hemisphäre (Rosenzweig, Leiman & Breedlove, 2005; zit. n. Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 76).....	8
Abbildung 2: Abschnitte des Gehirns und wichtige Kerngebiete (Rosenzweig, Leiman & Breedlove, 2005; zit. n. Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 76).....	8
Abbildung 3: Darstellung einer Nervenzelle (Neuron). 1 Perikaryon, 2 Zellkern, 3 endoplasmatisches Retikulum, 4 Axonhügel, 5 Dendrit, 6 Axon, 7 synaptische Endkolben, 8 synaptische Endkolben anderer Nervenzellen (Trepel, 2021, S. 2).....	13
Abbildung 4: Synaptischer Endkolben und die Synapse (Bear et al., 2018, S.43).....	14
Abbildung 5: Synapse vor und nach LTP (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 646).....	17
Abbildung 6: Bevölkerungspyramide 2020, 2040 und 2060. Ergebnisse der Bevölkerungsstatistik 2021 (Statistik Austria, 2022, S. 57).....	24
Abbildung 7: Veränderungen kristalliner und fluider Funktionen mit dem Alter (Oswald, 2011, S. 31).....	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Tabellarische Darstellung der Gedächtnissysteme hinsichtlich ihrer zeitlichen Dimension	20
Tabelle 2: Gliederung des Langzeitgedächtnisses.....	21
Tabelle 3: Perspektiven der Psychomotorik und Vertreter*innen	42
Tabelle 4: Themen- und Erfahrungsfelder für die Praxis.....	49

Abstract

Die neuronale Plastizität bildet die zelluläre Referenz von Lernprozessen (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 610), sie bezeichnet die Fähigkeit des Gehirns seine Struktur und Organisation zu jedem Lebenszeitpunkt verändern zu können, um sich kontinuierlich an neue Anforderungen und veränderte Voraussetzungen anzupassen (Janssen, 2017, S. 47). Das Gehirn spielt beim Alterungsprozess eine wesentliche Rolle. Gut funktionierende Gedächtnisleistungen sind essenziell, um das Leben zu bewältigen, und somit ein wichtiger Faktor zum Erhalt der Alltagskompetenzen und der Gewährleistung eines gelingenden, unabhängigen und selbstständigen Lebens im Alter (Birbaumer & Schmidt, 2010, S. 610; Eisenburger, 2005, S. 67-68; Reich, 2005, S. 43). *Use it or lose it* – kognitive Funktionen, müssen in ständigen Gebrauch sein, damit sie sich nicht zurückbilden und verschwinden (Eisenburger, 2004, S. 540; Eisenburger, 2005, S. 68; Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, S. 99; Oswald, 2011, S. 30). Entscheidend für ein gesundes Gehirnaltern und einen Transfer in den Alltag scheinen Trainings mit kognitiven, physischen, sozialen und kreativitätsförderlichen Bestandteilen zu sein (Pinter et al., 2014, S. 244). Diese Arbeit liefert keinen eindeutigen Beweis, dass ein motogeragogisch orientiertes Gedächtnistraining zu einer Förderung der Alltagskompetenzen im Alter führt. Doch die Studienergebnisse der Neurowissenschaften sind vielversprechend und lassen einen Zusammenhang vermuten. Die von ihr untersuchten Trainings und Aktivitäten bilden Schnittmengen mit der Motogeragogik. Es ist davon auszugehen, dass die Motogeragogik zu einem gesunden Gehirnaltern und dem Erhalt der Alltagskompetenzen beitragen kann.

Neuronal plasticity forms the cellular reference of learning processes (Birbaumer & Schmidt, 2010, p. 610), it describes the ability of the brain to change its structure and organization at any point in life in order to continuously adapt to new requirements and changing conditions (Janssen, 2017, S. 47). The brain plays a key role in the aging process. Well-functioning memory skills are essential to cope with life and are therefore an important factor in maintaining everyday skills and ensuring a successful, independent and self-employed life in old age (Birbaumer & Schmidt, 2010, p. 610; Eisenburger, 2005, p. 67-68; Reich, 2005, p. 43). *Use it or lose it* - cognitive functions have to be in constant use so that they do not regress and disappear (Eisenburger, 2004, p. 540; Eisenburger, 2005, p. 68; Herschkowitz & Chapman-Herschkowitz, 2006, p. 99; Oswald, 2011, p. 30). Apparently training with cognitive, physical, social and creativity-promoting components is decisive for healthy brain aging and a transfer into everyday life (Pinter et al., 2014, p. 244). This work does not provide any clear evidence that motogeragogically oriented memory training leads to a facilitation of everyday skills in old age. But the results of these neuroscience studies are promising. The examined trainings and activities form intersections with motogeragogogy. It

can be assumed that motogeragogy can contribute to healthy brain aging and the preservation of everyday skills.