

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Fakultät Life Sciences

**Besteht ein Zusammenhang zwischen dem Verzehr von Omega-3-
Fettsäuren und der Kognition im Alter?**

Ein systematische Literaturrecherche

Bachelorarbeit

Im Studiengang Ökotrophologie

Vorgelegt von

Lara Schröder

Datum der Abgabe: 22.08.2022

Gutachterin: Prof. Dr. Sibylle Adam

Gutachterin: Prof. Dr. Johanna Buchcik

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
Zusammenfassung und Abstract.....	1
1. Einleitung.....	3
2. Theoretischer Hintergrund	4
2.1 Omega-3-Fettsäuren	4
2.1.1 Struktur und Funktion.....	4
2.1.2 Vorkommen und Zufuhr.....	7
2.1.3 Bedeutung der Omega-3-Fettsäuren für das Gehirn und das zentrale Nervensystem.....	10
2.2 Kognition	13
2.2.2 Aufmerksamkeit	14
2.2.3 exekutive Funktionen	15
2.2.4 Altersbedingter Verlust der kognitiven Fähigkeiten	15
3. Zielsetzung.....	19
4. Methode	19
4.1 Suchstrategie	20
4.2 Selektion der Studien.....	21
4.3 Qualitätsbewertung.....	23
5. Ergebnisse	24
5.1 Qualitätsbewertung der Studien.....	24
5.2 Übersicht der Studien	25
5.3 Ergebnisse der Studien	30
6. Diskussion.....	32
7. Schlussfolgerung und Ausblick	34
Literaturverzeichnis.....	35

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau eines Triglyzerids (modifiziert nach (Hamm & Neuberger, 2008, S. 13))	4
Abbildung 2: Die gesättigte Fettsäure Stearinsäure (modifiziert nach (Hamm & Neuberger, 2008, S. 14))	5
Abbildung 3: Die einfach ungesättigte Fettsäure Ölsäure (modifiziert nach (Hamm & Neuberger, 2008, S. 14)).....	5
Abbildung 4: Nomenklatur der Omega-3-Fettsäuren (Koch, 2007, S. 482)	6
Abbildung 5: Richtwerte für die Zufuhr (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., 2000)	8
Abbildung 6: Empfehlungen für die Aufnahme von Omega-3-Fettsäuren nach DGE, AHA und WHO Europa (Koch, 2007, S. 484).....	8
Abbildung 7: Formen von Neuronen (Ausschnitt einer Abbildung aus (Beck, 2018, S. 86))	10
Abbildung 8: Einteilung der Gedächtnissysteme (Ausschnitt einer Abbildung aus (Bartsch, 2015, S. 5)).....	14
Abbildung 9: Flow Chart Literaturrecherche (eigene Darstellung)	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Literaturrecherche PubMed (eigene Darstellung)	20
Tabelle 2: Literaturrecherche Cochrane (eigene Darstellung)	20
Tabelle 3: PICOS Schema (eigene Darstellung).....	21
Tabelle 4: „CHECKLIST FOR RANDOMIZED CONTROLLED TRIALS“ (modifiziert nach (Tufanaru, et al., 2020))	23
Tabelle 5: Qualitätsprüfung der ausgewählten Studien mittels der „checklist for randomized controlled trails“ (eigene Darstellung).....	25
Tabelle 6: PICOR Tabelle der Studien (eigene Darstellung)	28

Abkürzungsverzeichnis

AA	Arachidonsäure
AHA	American Heart Association
ALA	α -Linolensäure
COWAT	Controlled Oral Word Association Test
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DHA	Docosahexaensäure
EPA	Eicosapentaensäure
IQ	Intelligenzquotient
LA	Linolsäure
MCI	mild cognitive impairment
MRI	Magnetic Resonance Imaging
MRT	Magnetresonanztomographie
PCR	Polymerase-Chain-Reaction
PNS	peripheres Nervensystem
RCT	randomisierte kontrollierte Studie
WHO	World Health Organization
ZNS	zentrales Nervensystem

Zusammenfassung und Abstract

Zusammenfassung

Je älter Menschen werden, desto mehr nehmen auch ihre kognitiven Fähigkeiten ab. Dahingehend wurde untersucht, ob Omega-3-Fettsäuren dem Abbau der kognitiven Fähigkeiten entgegenwirken oder sie im Alter verbessern können. Bisher konnten Studien jedoch noch keine eindeutigen Ergebnisse liefern. Die vorliegende Arbeit hat das Ziel, den Zusammenhang der Omega-3-Fettsäuren mit der Kognition im Alter zu prüfen. Dafür erfolgte eine systematische Literaturrecherche nach randomisierten kontrollierten Studien (RCT), welche ab 2017 in den Datenbanken PubMed und Cochrane veröffentlicht wurden. Studien, in denen die Probanden nicht gesund oder unter 65 Jahre alt waren, wurden ausgeschlossen. Dasselbe galt für Studien, die sich ausschließlich auf Demenz oder Alzheimer bezogen. Studien, in denen Probanden „mild cognitive impairments“ (MCI) aufwiesen, wurden mit einbezogen. Drei von vier Studien konnten eine Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten in einem oder mehreren kognitiven Bereichen nachweisen. Dabei wird sich in dieser Arbeit auf das Gedächtnis, die Aufmerksamkeit und die exekutiven Funktionen konzentriert. Die Ergebnisse einer Studie zeigten keine Verbesserung oder Erhaltung der kognitiven Fähigkeiten. Die Unterschiede der kognitiven Fähigkeiten zwischen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe waren in den Studien mit Personen mit MCI am stärksten. Daher könnten Omega-3-Fettsäuren einen Einfluss auf die Kognition im Alter haben, vor allem bei Personen mit bereits leicht verringerten kognitiven Fähigkeiten. Es kann jedoch keine klare Aussage getroffen werden, dass ein Zusammenhang der Omega-3-Fettsäuren auf die Kognition bei Personen ohne geringe kognitive Einschränkung besteht. Zukünftige Studien sollten dementsprechend einen möglichen Einfluss der Omega-3-Fettsäuren auf Personen ab 65 ohne MCI untersuchen.

Abstract

The older people become, the more their cognitive abilities decline. To this end, it has been investigated whether omega-3 fatty acids can counteract the decline in cognitive abilities or improve them in old age. So far, studies have not been able to provide clear results. The present review aims to examine the relationship between omega-3 fatty acids and cognition in the elderly. For this purpose, a systematic literature search was conducted for randomized control trials (RCT) at the PubMed and Cochrane databases, which were published starting in 2017. Studies in which subjects were not healthy or under 65 years of age were excluded. The same applied for studies that focused exclusively on dementia or Alzheimer's disease. Studies in which subjects exhibited mild cognitive impairments (MCI) were included. Three out of four studies were able to demonstrate an improvement in cognitive abilities in one cognitive domain or more. This review focused on memory, attention, and

executive functions. The results of one study showed no improvement or maintenance in cognitive abilities. The differences in cognitive abilities between the intervention group and the control group were strongest in the studies with individuals with MCI. Therefore, omega-3 fatty acids might have an impact on cognition in old age, especially in individuals with already slightly reduced cognitive abilities. However, no clear conclusion can be drawn that there is a correlation in individuals without MCI. Future studies should accordingly investigate a possible influence of omega-3 fatty acids on individuals 65 and older without MCI.

1. Einleitung

Die Lebenserwartung der Weltbevölkerung steigt (Anina Willers, 2013). In Deutschland lag die Lebenserwartung 1871 / 1881 der Frauen bei 75 Jahren und der Männer bei 74,6 Jahren (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022b). Dagegen betrug im Jahr 2019 / 21 die Lebenserwartung der Frauen 83,4 Jahre und der Männer 78,6 Jahre (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022a). Hinzu kommt eine wahrscheinlich weiterhin steigende Lebenserwartung beider Geschlechter in Deutschland (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022b).

Je älter der Mensch wird, desto mehr findet ein Abbau im Gehirn statt und kognitive Fähigkeiten wie das Denken oder das Gedächtnis nehmen ab. Somit erreichen immer mehr Menschen ein Lebensalter, indem sie stärkere Einschränkungen ihrer kognitiven Fähigkeiten wahrnehmen (Aleman, 2014, S. 11-12).

Zudem sinkt das Gehirnvolumen ab einem Alter von 80 Jahren deutlich schneller, was eine Auswirkung auf das Gedächtnis haben kann (Aleman, 2014, S. 77-78). Daher steigt das Interesse an Möglichkeiten, die kognitiven Fähigkeiten im Alter konstant zu halten (Anina Willers, 2013).

Einzelne Studien konnten zeigen, dass Omega-3-Fettsäuren den Abbau der kognitiven Fähigkeiten und die Abnahme des Gehirnvolumens abschwächen könnten (Martí Del Moral & Fortique, 2019). Vor allem bei älteren Menschen konnten verbesserte Gedächtnisleistungen (Martin Smollich, 2015) oder eine verbesserte Aufmerksamkeit nach einer Supplementation von Omega-3-Fettsäuren festgestellt werden (Thieme, o.J., zitiert nach: Dr. Elke Ruchalla, 2015).

Generell kann die Studienlage laut Smollich jedoch keine eindeutigen Beweise für eine präventive Wirkung von Omega-3-Fettsäuren gegen das Absinken oder eine Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten bei älteren Personen über 60 Jahren oder kognitiv Gesunden liefern (Martin Smollich, 2015). Bereits existierende Reviews, die thematisch den Zusammengang von Omega-3-Fettsäuren mit der Kognition behandeln, konzentrieren sich vor allem auf einen Einfluss auf Demenzerkrankungen oder die Kognition im Kindesalter. Zudem wurde sich bei Studien oder Reviews nicht ausschließlich auf die Wirkung einer Omega-3-Fettsäuren Einnahme konzentriert, sondern weitere Nährstoffe inkludiert.

Das Erkenntnisinteresse dieser Arbeit liegt darin, die aktuelle Forschung in einem systematischen Review wiederzugeben und diese aus neuen Studien zusammenzutragen. Dabei wird sich, im Gegensatz zu anderen Reviews, nicht auf Demenz oder Alzheimer, sondern ausschließlich auf die Kognition im Alter bei gesunden Personen ab 65 Jahren und die Wirkung von Omega-3-Fettsäuren beschränkt.

Die Arbeit ist wie folgt aufgebaut. Zunächst wird der theoretische Hintergrund erläutert. Dafür wird insbesondere auf die Omega-3-Fettsäuren, die Kognition, deren altersbedingter Abbau und die Beeinflussung des Gehirns durch einen Verzehr von Omega-3-Fettsäuren eingegangen. Anschließend

wird die Fragestellung spezifiziert. Es folgt das methodische Vorgehen und die Studienauswahl, sowie eine Darstellung, Beschreibung und Qualitätsbewertung der ausgewählten Studien. Im Anschluss folgt eine Diskussion der Ergebnisse sowie ein Fazit und Ausblick.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Omega-3-Fettsäuren

Im Folgenden wird zunächst auf Fettsäuren allgemein und anschließend gezielt auf die Omega-3-Fettsäuren, ihre Struktur und Funktion, sowie das Vorkommen und die Empfehlungen für die Zufuhr eingegangen. Dabei wird sich direkt auf die am häufigsten in der Nahrung vorkommenden Omega-3-Fettsäuren konzentriert. Es werden ebenfalls Omega-6-Fettsäuren parallel erläutert, um auf die Wechselwirkungen von Omega-3-Fettsäuren und Omega-6-Fettsäuren zu verweisen. Daraufhin wird die Bedeutung der Omega-3-Fettsäuren für das Gehirn und das zentrale Nervensystem dargelegt.

2.1.1 Struktur und Funktion

Ein Fettmolekül besitzt eine einheitliche Struktur und liegt als Mono-, Di- oder Triglyzerid vor. In der Nahrung ist Fett hauptsächlich als Triglyzerid vorhanden (Fachgesellschaft für Ernährungstherapie und Prävention (FETeV), 2022). Es bildet sich aus Glycerin, einem Alkohol und drei Fettsäuren, welche sich mit dem Glycerin verbinden. Dieser Komplex wird als Triglyzerid bezeichnet (siehe Abbildung 1) (Hamm & Neuberger, 2008, S. 13).

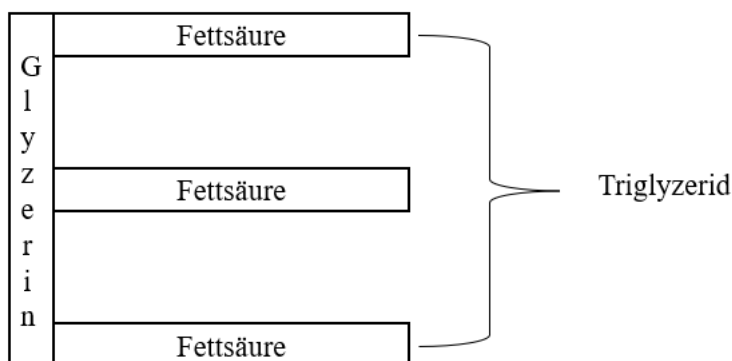


Abbildung 1: Aufbau eines Triglyzerids (modifiziert nach (Hamm & Neuberger, 2008, S. 13))

Die Eigenschaften des Triglyzerids hängen entscheidend von den Fettsäuren ab, welche eine Bindung mit Glycerin eingehen (Hamm & Neuberger, 2008, S. 13).

Fettsäuren bestehen aus einer Kette aus Kohlenstoffatomen, Wasserstoffatomen und einer Carboxylgruppe (COOH) (siehe Abbildung 2). Das gegenüberliegende Ende der Carboxylgruppe wird Methylende genannt (Hamm & Neuberger, 2008, S. 13).

Die Fettsäuren unterscheiden sich je nach ihrer Kettenlänge. Eine Fettsäure, mit einer Kettenlänge von vier bis sechs Kohlenstoffatomen, wird kurzkettig genannt. Ab einer Kohlenstoffkette von acht bis zwölf Kohlenstoffatomen liegen mittelkettige Fettsäuren vor und ab 14 Kohlenstoffatomen langkettige Fettsäuren (Fachgesellschaft für Ernährungstherapie und Prävention (FETeV), 2022).

Ein weiterer wichtiger Unterschied ist die Anzahl an vorliegenden Doppelbindungen. Fettsäuren werden in gesättigte, einfach ungesättigte und mehrfach ungesättigte eingeteilt. Bei gesättigten Fettsäuren ist jedes Kohlenstoffatom mit einem Wasserstoffatom verbunden, sodass keine Doppelbindung ausgebildet werden können (siehe Abbildung 2) (Hamm & Neuberger, 2008, S. 13).



Abbildung 2: Die gesättigte Fettsäure Stearinsäure (modifiziert nach (Hamm & Neuberger, 2008, S. 14))

Einfach ungesättigte Fettsäuren besitzen eine Doppelbindung, bei der ein Kohlenstoffatom sich mit einem weiteren Kohlenstoffatom verbindet (siehe Abbildung 3) (Hamm & Neuberger, 2008, S. 13).

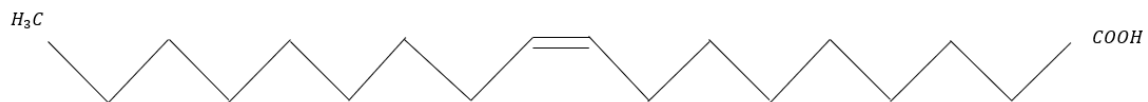


Abbildung 3: Die einfach ungesättigte Fettsäure Ölsäure (modifiziert nach (Hamm & Neuberger, 2008, S. 14))

Die mehrfach ungesättigten Fettsäuren besitzen mehrere Doppelbindungen in ihrer Kohlenstoffatomkette (siehe Abbildung 4). Zu diesen Fettsäuren zählen die Omega-3-Fettsäuren und die Omega-6-Fettsäuren (Hamm & Neuberger, 2008, S. 13). Mehrfach ungesättigte Fettsäuren sind bei Raumtemperatur flüssig und zudem hitze- sowie lichtempfindlich und daher instabil (Fachgesellschaft für Ernährungstherapie und Prävention (FETeV), 2022).

Die Bezeichnungen Omega-6 und Omega-3 beschreiben, an welchem Kohlenstoffatom der Fettsäure die erste Doppelbindung vorliegt (Hamm & Neuberger, 2008, S. 15). Dabei wird vom Methylende ausgehend gezählt. Bei der Omega-6-Fettsäure liegt die erste Doppelbindung dementsprechend zwischen dem 6. und dem 7. Kohlenstoffatom vor und bei der Omega-3-Fettsäure zwischen dem 3. und 4. Kohlenstoffatom (siehe Abbildung 4) (Simopoulos, 2009, S. 5).

Omega-3-Fettsäuren sind essenziell. Das bedeutet, dass der menschliche Körper sie nicht selbst bilden kann und sie nur über die Nahrung aufgenommen werden können (Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), 2001, S. 53).

Eine bedeutsame Omega-3-Fettsäure ist die α -Linolensäure (ALA) (siehe Abbildung 1) (Koch, 2007) und der wichtigste Vertreter der Omega-6-Fettsäuren ist die Linolsäure (LA) (Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), 2001, S. 53).

Die Verstoffwechslung dieser Fettsäuren findet hauptsächlich in der Leber statt. Aus ALA können die Fettsäuren Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA) synthetisiert werden. (Hamm & Neuberger, 2008, S. 20).

EPA besteht aus 20 Kohlenstoffatomen und es liegen fünf Doppelbindungen vor. Im Unterschied dazu bildet sich DHA aus 22 Kohlenstoffatomen und ist 6-fach ungesättigt (siehe Abbildung 4) (Koch, 2007).

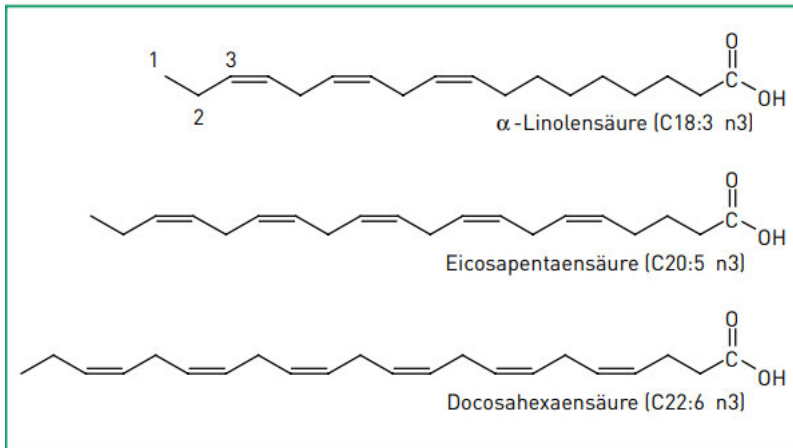


Abbildung 4: Nomenklatur der Omega-3-Fettsäuren (Koch, 2007, S. 482)

Für die Umwandlung von ALA zu DHA und EPA ist das Enzym Delta-6-Desaturase verantwortlich, welches ebenfalls an der Bildung von Arachidonsäure (AA) aus Linolsäure beteiligt ist. Die Aktivität des Enzyms kann durch eine genetische Veranlagung, das Lebensalter oder der Aufnahme von gesättigten Fettsäuren beeinflusst werden (Hamm & Neuberger, 2008, S. 20).

Wie hoch die Umwandlungsrate des Enzyms ist, hängt zudem von der Fettsäurezusammensetzung der aufgenommenen Nahrung ab. ALA und LA konkurrieren um dasselbe Enzymsystem, sodass eine vermehrte Aufnahme der Omega-6-Fettsäure LA eine Umwandlung von ALA zu EPA und DHA vermindert und umgekehrt. Die geschätzte Umwandlungsrate von ALA und LA zu EPA und DHA liegt bei 6 % und 4 %. Jedoch kann bei einer erhöhten Zufuhr von LA von einem geringeren Wert ausgegangen werden (Hamm & Neuberger, 2008, S. 20).

DHA, EPA und AA sind im menschlichen Körper ein Bestandteil von Zellmembranen und Strukturlipiden in den Geweben. DHA kommt zudem in hohen Konzentrationen im Nervengewebe und den Fotorezeptoren der Augennetzhaut vor (Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), 2001, S. 54).

Die Fettsäuren AA und EPA können zu Eicosanoiden umstrukturiert werden, welche in Prostaglandine, Prostacycline, Thromboxane und Leukotriene eingeteilt werden (Hamm & Neuberger, 2008, S. 27). Der Name „leitet sich (...) von „eicosa“, dem griechischen Wort für zwanzig (ab)“ (Hamm & Neuberger, 2008, S. 26), da diese Substanzen eine Verbindung aus 20 Kohlenstoffatomen aufweisen (Hamm & Neuberger, 2008, S. 26).

Die Eigenschaften dieser „Gewebshormone“ (Hamm & Neuberger, 2008, S. 19) sind abhängig davon, ob sie aus der Omega-3-Fettsäure oder der Omega-6-Fettsäure gebildet werden. Die Eicosanoide, welche aus EPA hervorgehen, haben vor allem entzündungshemmende und positive Einflüsse auf das Immunsystem (Hamm & Neuberger, 2008, S. 28). Dazu gehören vor allem die Leukotriene und Prostaglandine (Koch, 2007). Sie erweitern die Gefäße und erhöhen die Gefäßdurchlässigkeit und wirken somit unterdrückend gegenüber Entzündungen (Koch, 2007).

Die aus AA gebildeten Eicosanoide werden dagegen entzündungsförderliche Eigenschaften zugeschrieben (Simopoulos, 2009, S. 9) und können die Blutviskosität erhöhen und eine Gefäßverengung begünstigen (Simopoulos, 2009, S. 7).

Omega-3-Fettsäuren können sich durch die Umwandlung in Eicosanoide vielfältig positiv auf den menschlichen Körper wirken (Koch, 2007).

Studien belegen, dass Omega-3-Fettsäuren das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Koch, 2007) und Herzinfarkte senken können (Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), 2001, S. 48). Ein erhöhter Blutdruck kann durch eine regelmäßige Einnahme von Omega-3-Fettsäuren gesenkt werden. Zudem können sie die Blutfettwerte beeinflussen, indem sie die Konzentration von LDL-Cholesterin und Triglyzeriden im Blut senken (Koch, 2007).

Gleichzeitig wirken sie präventiv gegenüber Ablagerungen in den Gefäßen (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., 2018) und senken die Ansammlung und Verklebung der Thrombozyten (Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), 2001, S. 48).

Die Omega-3-Fettsäuren haben auch einen wesentlichen Einfluss auf das Gehirn (Martin Smollich, 2015). Im Kapitel 2.1.3 wird genauer auf die Bedeutung der Omega-3-Fettsäuren auf das Gehirn eingegangen.

2.1.2 Vorkommen und Zufuhr

Die Empfehlungen der Zufuhr für Fett bei Erwachsenen liegen laut der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) bei 30 % der täglichen zugeführten Nahrungsenergie (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., 2000). Dabei sollten maximal 10 % der Energie aus ungesättigten Fettsäuren (Hamm & Neuberger, 2008, S. 16) und 10 % bis 15 % aus einfach ungesättigten Fettsäuren stammen. Mehrfach ungesättigten Fettsäuren dürfen bis zu 10 % der Nahrungsenergie liefern (Hamm & Neuberger, 2008, S. 19).

Täglich sollten circa 2,5 % der Nahrungsenergie aus der Omega-6-Fettsäure LA aufgenommen werden, was bei Erwachsenen ungefähr 6,5 Gramm entspricht. Gleichzeitig sollte die tägliche Aufnahme von ALA 0,5 % der Gesamtenergie aus der Nahrung betragen (Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), 2001, S. 55) (siehe Abbildung 5).

In der folgenden Abbildung 5 ist die empfohlene Zufuhr der essenziellen Fettsäuren LA und ALA für verschieden Alter angegeben.

Empfohlene Zufuhr

Alter	Essenzielle Fettsäuren % der Energie	
	Linolsäure (n-6)	α -Linolensäure (n-3) ^c
Säuglinge		
0 bis 4 Monate	4,0	0,5
4 bis unter 12 Monate	3,5	0,5
Kinder		
1 bis unter 4 Jahre	3,0	0,5
4 bis unter 7 Jahre	2,5	0,5
7 bis unter 10 Jahre	2,5	0,5
10 bis unter 13 Jahre	2,5	0,5
13 bis unter 15 Jahre	2,5	0,5
Jugendliche u. Erwachsene		
15 bis unter 19 Jahre	2,5	0,5
19 bis unter 25 Jahre	2,5	0,5
25 bis unter 51 Jahre	2,5	0,5
51 bis unter 65 Jahre	2,5	0,5
65 Jahre und älter	2,5	0,5
Schwangere^d	2,5	0,5
Stillende^d	2,5	0,5

Abbildung 5: Richtwerte für die Zufuhr (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., 2000)

Die DGE fasst mit diesen Empfehlungen die marinen und pflanzlichen Omega-3-Fettsäuren zusammen. Die „World Health Organization“ (WHO) und die „American Heart Association“ (AHA) betrachten die marinen und die pflanzlichen Omega-3-Fettsäuren dagegen getrennt und passen ihre Empfehlungen dementsprechend an (siehe Abbildung 6) (Koch, 2007).

Fachgesellschaft/Organisation	Empfehlung
DGE	mind. 0,5 Energieprozent Omega-3-Fettsäuren (bei 2.200 kcal sind das 1,2 g; bei 2 000 kcal 1,1 g)
AHA	pflanzliche n-3 (ALA): 1,5–3 g/Tag marine n-3 (EPA/DHA): 500 mg/Tag
WHO Europa	pflanzliche n-3 (ALA): 2 g/Tag marine n-3 (EPA/DHA): 200 mg/Tag

Abbildung 6: Empfehlungen für die Aufnahme von Omega-3-Fettsäuren nach DGE, AHA und WHO Europa (Koch, 2007, S. 484)

Aufgrund der bereits erwähnten Konkurrenz von Omega-6-Fettsäuren und Omega-3-Fettsäuren sollte ein ausgewogenes Verhältnis im Körper, und somit ein Aufnahmeverhältnis von maximal 5 zu 1 vorliegen. (Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), 2001, S. 56).

Schwangere und Stillende sollten zudem besonders auf die Zufuhr von DHA achten. Die DGE empfiehlt bei diesen Personen eine Mindestzufuhr von 200 mg DHA am Tag (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., 2000).

Eine Möglichkeit die aktuelle Menge an Omega-3-Fettsäuren im Gewebe zu ermitteln, bietet der Omega-3 Index. Dieser misst die vorhandenen Fettsäuren in den Membranen der Erythrozyten und gibt die Menge an DHA und EPA in Prozent im Verhältnis zu diesen an. Der Wert spiegelt die Einnahme von DHA und EPA in den letzten 120 Tagen wider. Die westliche Bevölkerung besitzt einen durchschnittlichen Omega-3 Index von 3 % – 5 %, wenn der Fischkonsum gering ist (National Institutes of Health Office of Dietary Supplements, 2022).

Um genügend Omega-3-Fettsäuren zu sich zu nehmen, wird von der DGE empfohlen zweimal pro Woche eine Portion fetten Seefisch, wie Hering, Makrele oder Lachs zu essen.

Die AHA gibt noch detailliertere Angaben an und empfiehlt als Primärprävention zwei Portionen fetten Seefisch die Woche und als Sekundärprävention 1 g EPA / DHA pro Tag. Diese Menge sollte optimalerweise über Lebensmittel eingenommen werden (Koch, 2007).

Die fettarmen Fische wie Kabeljau, Seehecht, Seelachs, Scholle und Rotbarsch besitzen geringere Mengen zwischen 280 mg und 840 mg EPA und DHA pro 100 g Fisch.

Dagegen sind Lachs, Makrele und Hering sehr reich an Omega-3-Fettsäuren. Allein 100 g Hering beinhalten 3000 mg EPA und DHA (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., 2018).

Zudem sollten generell Rapsöl, Leinöl oder Walnussöl bevorzugt werden und regelmäßig Vollkornprodukte in den Speiseplan integriert werden (Hamm & Neuberger, 2008, S. 19).

Auch Walnüsse, Leinsamen (Koch, 2007), Chia oder grünes Blattgemüse enthalten ALA (Simopoulos, 2009, S. 5).

Bei einem Mangel an Omega-3-Fettsäuren kann es unter anderem zu Störungen des Sehens, Zittern oder Muskelschwäche kommen. Ein solcher Mangel ist jedoch selten. (Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), 2001, S. 54)

Eine zu hohe Zufuhr von Omega-3-Fettsäuren kann ebenfalls nachteilig wirken. Folgen sind eine erhöhte Blutungsneigung und eine negative Auswirkung auf das Immunsystem. Es sollten daher nicht eine größere Menge als 3 % der Gesamtenergie aus der Nahrung verzehrt werden (Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), 2001, S. 49).

Die Bevölkerung Deutschlands ist generell nicht optimal mit Omega-3-Fettsäuren versorgt. Vor allem das Verhältnis von 5 zu 1 nach den DACH Referenzwerten ist meist nicht gegeben, da zu hohe Mengen Omega-6-Fettsäuren verzehrt werden (Koch, 2007).

Eine zu geringe Versorgung ist vor allem bei Vegetariern und Veganern möglich, da diese beiden Gruppen auf Fisch verzichten (Hamm & Neuberger, 2008, S. 73).

2.1.3 Bedeutung der Omega-3-Fettsäuren für das Gehirn und das zentrale Nervensystem

Das Nervensystem kann in das periphere Nervensystem (PNS) und in das zentrale Nervensystem (ZNS) eingeteilt werden. Zu dem PNS werden die Nervenbahnen im Körper gezählt, die sich nicht im Rückenmark oder dem Gehirn befinden. Sie erfassen Sinnesinformationen und leiten diese an das ZNS weiter. Dagegen umfasst das ZNS das Gehirn und das Rückenmark und steuert Denkvorgänge und Handeln (Beck, 2018, S. 2).

Im Gehirn sind ungefähr 100 Millionen Zellen vorhanden, welche Neuronen genannt werden. Jedes Neuron besitzt mehrere kleine Fortsätze, die Dendriten und einen langen Fortsatz, das Axon (siehe Abbildung 7). Dieses ist mit einer Myelinschicht umgeben, welche bedeutend für die Schnelligkeit der Reizweiterleitung ist (Aleman, 2014, S. 68-71).

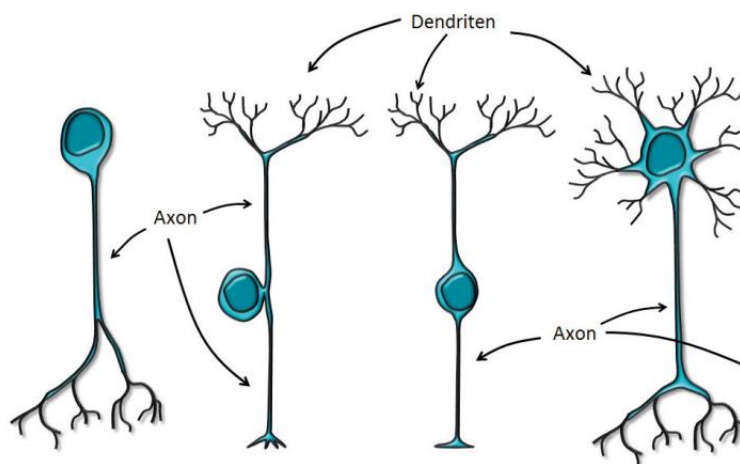


Abbildung 7: Formen von Neuronen (Ausschnitt einer Abbildung aus (Beck, 2018, S. 86))

Die Neuronen sind nicht direkt miteinander verbunden, sondern geben die Reize und Informationen als elektrische Signale über den synaptischen Spalt mittels Neurotransmitter weiter. Somit bilden sie die Basis für die mentalen Funktionen wie das Gedächtnis, das Denken oder die Konzentration (Aleman, 2014, S. 68-71).

Gehirnregionen, in denen besonders viele Zellkörper der Neuronen sind, werden graue Substanz genannt. Diese liegen hauptsächlich an der Hirnrinde, welche im MRT (Magnetresonanztomografie (Stiftung Gesundheitswissen, 2020)) eine graue Farbe annimmt. Die weiße Substanz ist dagegen der

Bereich, in dem sich vor allem die Axone der Neuronen befinden. Es kam zu dieser Namensgebung, da die Myelinschicht um die Axone weiß erscheint (Aleman, 2014, S. 68-71).

Das Gehirn selbst kann in vier große Regionen aufgeteilt werden. Den Frontallappen, den Parietallappen, den Temporallappen und den Okzipitallappen (Aleman, 2014, S. 68-71).

Im Frontallappen wird das Planen, Organisieren, das Arbeitsgedächtnis und die Kontrolle über das eigene Verhalten gesteuert (Aleman, 2014, S. 78-79).

Ein weiterer wichtiger Gehirnbereich ist der Hippocampus, welcher sich im Temporallappen befindet und verantwortlich für die Speicherung von Informationen und das Langzeitgedächtnis ist (Aleman, 2014, S. 78-79).

DHA kommt in hohen Konzentrationen in den Gehirnzellen vor (Niemoller, Stark, & Bazan, 2009, S. 46). Vor allem in der grauen Substanz (Tanaka, et al., 2012), dem Nervengewebe und in den Fotorezeptoren der Augennetzhaut (Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), 2001, S. 54). Über 20 % der Fettmasse des Nervensystems des gesamten Körpers bestehen aus DHA (Hamm & Neuberger, 2008, S. 48). Im Gehirn ist DHA die am häufigsten vorkommende Omega-3-Fettsäure in der Membran der Neuronen (Niemoller, Stark, & Bazan, 2009, S. 46).

DHA ist somit ein wesentlicher Nährstoff für den Aufbau des Gehirns und auch an dessen Reifung beteiligt. Bereits im Mutterleib trägt DHA zur neuronalen Entwicklung des Kindes bei (Martin Smollich, 2015) und prägt die Intelligenz und das Sehvermögen (Hamm & Neuberger, 2008, S. 22-23).

Das Gehirn und die Netzhaut können DHA speichern, sodass auch bei einer anhaltenden geringen Zufuhr von Omega-3-Fettsäuren DHA zur Verfügung steht. Eine Leerung dieser Speicher kann mit gesundheitlichen Risiken einhergehen. Eine zu geringe Zufuhr von wichtigen Nährstoffen, zu denen auch Omega-3-Fettsäuren zählen, führt zu einem kognitiven Verlust und Gehirnverletzungen (Niemoller, Stark, & Bazan, 2009, S. 48).

EPA und DHA wirken sich zudem positiv auf das zerebrale Gefäßsystem aus (Anina Willers, 2013). Eine gute Durchblutung des Gehirns ist entscheidend, um es mit ausreichend Nährstoffen und Energie zu versorgen. Ist eine höhere Konzentration von DHA vorhanden, wird die zerebrale Durchblutung gesteigert. Dies gilt vor allem für den Bereich der Großhirnrinde und des Thalamus, welche für das bewusste Denken, die Bildung der Persönlichkeit und des Bewusstseins zuständig sind (Martin Smollich, 2015).

DHA besitzt aufgrund des hohen Vorkommens in den Membranen von Nervenzellen einen wesentlichen Einfluss auf das Nervensystem und fördert die Bildung von Neuronen und Synapsen, sowie die Ausbildung von Verzweigungen der Neuronen. (Tanaka, et al., 2012) Weiterhin ist DHA wichtig für die Bildung von Neurotransmittern in den Synapsen (Martin Smollich, 2015).

Eine erhöhte Aufnahme von DHA kann zudem die Signalübertragung positiv beeinflussen, indem die Membranfluidität erhöht wird. Wird die Membranfluidität erhöht, werden in der Membran enthaltenen Komplexe wandelbarer und können ihre Position leichter verändern. Somit wird die Membran flexibler, was sich auf die in der Membran enthaltenen Rezeptor- und Transportproteine auswirkt (Martin Smollich, 2015).

Zudem ist DHA an der Bildung des Signalmoleküls Neuroprotektin D1 beteiligt (Niemoller, Stark, & Bazan, 2009, S. 46), welches nachweislich die Bildung von senilen Plaques verringern kann. Diese werden mit dem Entstehen von Alzheimer in Verbindung gebracht (Martin Smollich, 2015). Die senilen Plaques bestehen hauptsächlich aus dem Amyloid-beta Peptid und führen zu entzündlichen Vorgängen. Es sind Anlagerungen von Peptiden, welche bei neurodegenerativen Erkrankungen auftreten und nicht abbaubar sind. (Grune, 2014). Gleichzeitig fördert Neuroprotektin die Resistenz gegenüber neuronalem Stress (Martin Smollich, 2015) und wirkt neuroprotektiv sowie antiapoptotisch (entgegen dem programmierten Zelltod (Martin Smollich, 2015)) bei oxidativem Stress (Niemoller, Stark, & Bazan, 2009, S. 46). Oxidativer Stress entsteht durch eine erhöhte Bildung von freien Radikalen und Oxidantien, sodass der Zellstoffwechsel gestört ist und Zellschäden entstehen können (Grune, 2014).

Omega-3-Fettsäuren werden auch mit einer möglichen präventiven Wirkung gegen Depressionen in Verbindung gebracht. Studien zeigten ein geringeres Aufkommen von Depressionen in Regionen, in denen viel Fisch konsumiert wird. Vor allem bei Depressionen mit gesteigerter Aggressivität gilt der Einfluss der Omega-3-Fettsäuren als belegt (Hamm & Neuberger, 2008, S. 49).

2.2 Kognition

Die Kognition ist ein Mittel die Umwelt wahrzunehmen und Informationen aus dieser zu verarbeiten. Das Wort wurde aus dem lateinischen „cognoscere“ (Schweizer, 2014, zitiert nach: Hayes, 1995, S. 11-40) abgeleitet, welches mit „zu erkennen“ (Schweizer, 2014, zitiert nach: Hayes, 1995, S. 11-40) übersetzt werden kann (Schweizer, 2014, zitiert nach: Hayes, 1995, S. 11-40).

Die kognitiven Fähigkeiten können in Funktionsbereiche wie Gedächtnis oder Sprache eingeteilt werden. Diese sind nicht abgegrenzt voneinander, sondern bedingen sich gegenseitig. Es existiert keine exakte Einordnung oder Abgrenzung der Fähigkeiten und es gibt verschiedene Konzepte sie zu ordnen (Harvey, 2019).

Da es im Alter vor allem bei den kognitiven Bereichen des Gedächtnisses, der Aufmerksamkeit und den exekutiven Funktionen zu Einschränkungen kommt (Bartsch, 2015, S. 27), wird im Anschluss auf diese kognitiven Fähigkeiten der Fokus gelegt. Anschließend wird auf den altersbedingten Abbau der genannten kognitiven Funktionen eingegangen.

2.2.1 Gedächtnis

Das Gedächtnis ist für das Sammeln, Speichern und Abrufen von Informationen zuständig. Es kann in verschiedene Systeme eingeteilt werden (siehe Abbildung 7), die sich überschneiden und zusammenarbeiten (Bartsch, 2015, S. 3-6).

Ein System ist das Arbeitsgedächtnis oder auch Kurzzeitgedächtnis. In dieses gelangen kombinierte, mit den Sinnen wahrgenommene Informationen als Erstes und werden dort verarbeitet. Zwischengespeicherte Informationen können vom Arbeitsgedächtnis bewusst aufgerufen werden. Somit ist das Arbeitsgedächtnis wichtig für weiterführende Funktionen wie das Planen oder das logische Denken (Bartsch, 2015, S. 3-6).

Werden Informationen wiederholt und aufgerufen, gelangen sie ins Langzeitgedächtnis und können dort mehrere Jahre bis Jahrzehnte verbleiben. Das Langzeitgedächtnis wird in das Altgedächtnis, welches Erinnerungen umfasst und das Neugedächtnis, welches neue Informationen aufnehmen kann unterteilt. Enthaltene Erinnerungen oder Informationen können dabei bewusst (deklarativ) oder nicht bewusst abrufbar (nicht-deklarativ) sein (Bartsch, 2015, S. 3-6).

Zu dem deklarativen Gedächtnis werden das semantische und das episodische Gedächtnis zugeordnet (siehe Abbildung 8). Im semantischen Gedächtnis können Fakten oder Wissen gezielt abgerufen werden. Erinnerungen, die in einem Kontext liegen, werden im episodischen Gedächtnis gespeichert (Bartsch, 2015, S. 3-6).

Zu dem nicht deklarativen Gedächtnis wird das prozedurale Gedächtnis und das perzeptuelle Gedächtnis, sowie Priming zugeordnet. Das prozedurale Gedächtnis umfasst die Gewohnheiten und Routinen, sowie gelernte Motorik. Zu dem perzeptuellen Gedächtnis gehört das automatische Zuordnen von z. B. Namen zu Gegenständen und zu Priming das erleichterte Wiedererkennen (Bartsch, 2015, S. 3-6).

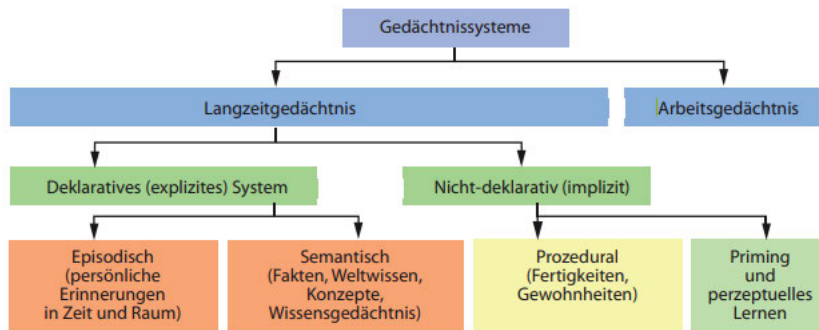


Abbildung 8: Einteilung der Gedächtnissysteme (Ausschnitt einer Abbildung aus (Bartsch, 2015, S. 5))

2.2.2 Aufmerksamkeit

Die Aufmerksamkeit kann in die selektive-, geteilte- und Daueraufmerksamkeit unterteilt werden. Bei der selektiven Aufmerksamkeit werden einzelne Reize ausgeblendet, um sich auf andere, situationsabhängig wichtigere zu konzentrieren. Wenn sich auf verschiedene Reize oder Anforderungen gleichmäßig konzentriert wird, wird von der geteilten Aufmerksamkeit gesprochen. Dabei ist die Aufmerksamkeit nicht gleichmäßig verteilt, sondern wechselt zwischen den Reizen. Selbst bei wenigen Aufgaben, die gleichzeitig mit geteilter Aufmerksamkeit durchgeführt werden, sinkt die Schnelligkeit und die Qualität der Bearbeitung (Lehmann & Jüling, 2020, S. 85).

Durch die Daueraufmerksamkeit kann die Aufmerksamkeit lange auf einen bestimmten Reiz gelegt werden. Dabei können andere Reize ausgeblendet werden. Die Konzentration wird dieser Aufmerksamkeitsform zugeordnet (Harvey, 2019).

Aufmerksamkeitsprozesse funktionieren nicht unabhängig und wirken auch auf andere kognitive Prozesse ein (Lehmann & Jüling, 2020, S. 84). Sie können vor allem das Gedächtnis und die Informationsspeicherung beeinflussen. Dies gilt vor allem für die Verarbeitung im Arbeitsgedächtnis (Bartsch, 2015, S. 3-6). Es können nur Informationen in das Gedächtnis gelangen, die durch die eigene Aufmerksamkeit beachtet und bewusst wurden. Somit sind ebenfalls Prozesse wie Denken und Handeln an die Aufmerksamkeit angeknüpft (Lehmann & Jüling, 2020, S. 84).

Zudem ist die Aufmerksamkeit an die Wahrnehmung gebunden. Nur die Reize, welche Sinnesorgane wahrnehmen können, können durch die Aufmerksamkeit erfasst werden (Lehmann & Jüling, 2020, S. 84).

2.2.3 exekutive Funktionen

Exekutive Funktionen lenken grundlegende Prozesse, wie das logische Denken (Harvey, 2019). Sie werden aktiv benutzt, sodass dies immer mit einem Aufwand verbunden ist (Diamond, 2013).

Es gibt keine klare Einordnung, welche Fähigkeiten zu den exekutiven Funktionen zählen oder von ihnen beeinflusst werden (Harvey, 2019).

Laut Diamond besteht ein Einverständnis über drei wesentliche Aspekte der exekutiven Funktionen: Inhibition (Inhibitionskontrolle), Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität (Diamond, 2013).

Zu der Inhibition wird die Selbstkontrolle, Verhaltenskontrolle, sowie die selektive Aufmerksamkeit gezählt. Es herrscht eine eigene Entscheidung, wie eine Reaktion oder Handlung ausfällt und auf was die Aufmerksamkeit gelenkt wird. Weiterhin wird über das Handeln nachgedacht und unerwünschte Gedanken oder Erinnerungen können verdrängt werden (Diamond, 2013).

Das Arbeitsgedächtnis wird den exekutiven Funktionen zugeordnet, da mit den dort gespeicherten Informationen kognitiv gearbeitet werden kann. Somit können Beziehungen erkannt und verbunden werden. Beim Lesen eines Textes muss beispielsweise das bereits Gelesene mit dem noch Kommenden sinnvoll verknüpft werden. Das Gleiche gilt für Gespräche, an denen teilgenommen wird (Diamond, 2013).

Weiterhin erfolgt durch das Arbeitsgedächtnis das Planen, das logische Denken, das Umsetzen von Plänen oder auch das Abwägen. Auch Kreativität ist auf das Arbeitsgedächtnis zurückzuführen und kann als exekutive Funktion ausgeführt werden (Diamond, 2013).

Kognitive Flexibilität ermöglicht das Wechseln von Perspektiven, indem andere Meinungen in Betracht gezogen werden können. Daraus können noch fortgeschrittenere Pläne erstellt und Probleme gelöst werden. Außerdem kann sich flexibel kognitiv an plötzliche Situationen angepasst werden (Diamond, 2013).

2.2.4 Altersbedingter Verlust der kognitiven Fähigkeiten

Die Bevölkerung erreicht im Durchschnitt ein höheres Alter als früher, sodass ein neues Bewusstsein für das Altern in den Vordergrund rückt. Das Alter ist mit verschiedenen altersassoziierten Krankheiten, sowie neurodegenerativen Veränderungen verbunden (Grune, 2014, S. 1-5). Ab dem 65. Lebensjahr wird der Lebensabschnitt Alter erreicht (Aleman, 2014, S. 10).

Bereits ab ungefähr 50 Jahren setzt ein langsamer Abbau des Gehirns ein und dessen Volumen und Gewicht verringern sich. Nach dem 80. Lebensjahr beschleunigt sich dieser Abbau. Dies gilt vor allem für den Frontallappen und den Hippocampus, bei denen ein Rückgang der weißen und grauen Substanz, sowie eine absteigende Aktivität dieser Gehirnareale zu erkennen ist. In der Spanne zwischen dem 50. und dem 80. Lebensjahr sinkt das Gewicht des menschlichen Gehirns um 5 % bis 10 %, was vor allem auf eine geringere Anzahl von Synapsen, dem Absterben von Dendriten und

eine Schrumpfung von Gehirnzellen zuzuordnen ist. Zudem werden 80 % weniger neue Neuronen im Alter gebildet (Aleman, 2014, S. 77-83).

Die Abnahme der weißen Substanz konnte zudem in allen Bereichen des Gehirns festgestellt werden, sodass sich das um die Axone vorhandene Myelin verringert. Dies führt zu einer Verlangsamung der Reizweiterleitung und somit auch des Denkens (Aleman, 2014, S. 80).

Weiterhin kommt es im Alter zu natürlichen Proteinablagerungen in den Zellen, da sich Neuronen nicht teilen können. Diese Proteinaggregationen können nicht abgebaut oder aufgeteilt werden. Bestimmte Typen von Proteinaggregaten stehen in Zusammenhang mit neurodegenerativen Erkrankungen, wie senile Plaques bei Alzheimer (Grune, 2014, S. 9, 21).

Diese biologischen Aspekte nehmen einen Einfluss auf die Beeinträchtigung von kognitiven Fähigkeiten im Alter. Bezogen auf das Gedächtnis sind vor allem Veränderungen des Arbeitsgedächtnisses und des episodischen Gedächtnisses vorhanden. Fakten und Wissen, das im semantischen Gedächtnis gespeichert wird, bleiben dagegen weitestgehend abrufbar (Bartsch, 2015, S. 27). Zudem kann angenommen werden, dass eine Verkleinerung des Hippocampus zu einer verschlechterten Informationsspeicherung führt (Aleman, 2014, S. 77-83).

Die Beeinträchtigung des Arbeitsgedächtnisses kann zusammen mit einer Verminderung der Aufmerksamkeitsfähigkeiten verbunden werden (Bartsch, 2015, S. 27). Es wird im Alter schwieriger die Aufmerksamkeit auf verschiedene Reize zu lenken (Lehmann & Jüling, 2020, S. 53) und zwischen Aufgaben zu wechseln (Diamond, 2013). Zudem können unerwünschte Reize weniger gut ausgeblendet werden (Lehmann & Jüling, 2020, S. 31). Somit können ältere Menschen schneller abgelenkt werden, was sich auf die Verarbeitungsgeschwindigkeit der Reize auswirkt (Diamond, 2013).

Weiterhin nimmt auch das Problemlösen, das abstrakte Denken oder die kognitive Flexibilität ab (Bartsch, 2015, S. 27) und die Denkgeschwindigkeit sinkt (Aleman, 2014, S. 36).

Es ist jedoch auch im Alter möglich die kognitiven Fähigkeiten zu trainieren und zu verbessern (Aleman, 2014, S. 156-163). Auch einem Abbau kann durch eine regelmäßige Beanspruchung der Hirnregionen teilweise entgegengewirkt werden (Lehmann & Jüling, 2020, S. 3-4).

2.2.5 kurzer Literaturüberblick

Der Zusammenhang der Omega-3-Fettsäuren mit der Kognition wurde bereits häufig in der Forschung aufgegriffen. Dies gilt vor allem für einen Einfluss auf die kognitive Entwicklung im Kindesalter und in Bezug auf neurodegenerative Erkrankungen wie Demenz. Somit existiert wenig Literatur, die ausschließlich gesunde Probanden einbezieht oder sich nur auf ältere Menschen beschränkt. Zudem beziehen einige Publikationen, welche sich mit der Kognition im Alter beschäftigen neben Omega-3-Fettsäuren auch weitere Nährstoffe oder Ernährungsformen mit ein.

Im Folgenden wird auf zwei Reviews eingegangen, um den aktuellen Stand der Literatur kurz darzustellen. In Hinblick auf diese Arbeit wurde ein Review mit einer ähnlichen Forschungsfrage und eine Review, welches sich auf Demenz konzentriert ausgewählt.

In einem systematischen Review von 2019 wurde sich bereits auf den Einfluss von Omega-3-Fettsäuren auf den natürlichen kognitiven Abbau konzentriert. Für dieses wurde eine Literaturrecherche von 2010 bis 2017 durchgeführt. Es wurden RCTs eingeschlossen, bei denen die Probanden ein Alter von 45 Jahre bis 80 Jahre aufwiesen und keine Demenz, Alzheimer oder andere Krankheiten besaßen, die sich auf die kognitiven Fähigkeiten auswirken können. Personen mit MCI wurden ebenfalls mit eingeschlossen (Martí Del Moral & Fortique, 2019).

Bei MCI kommt es zu leichten kognitiven Störungen, die unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Meistens ist vor allem die Gedächtnisfunktion betroffen. MCI kann eine Vorstufe von Demenz sein, dies ist jedoch nicht immer der Fall. Es ist klar abzugrenzen von einer Demenzerkrankung (Bartsch, 2015, S. 47).

Zudem sollte ausschließlich eine Einnahme von Omega-3-Fettsäuren erfolgen und die Dosierung angegeben sein. Schlussendlich wurden 14 Studien mit einbezogen (Martí Del Moral & Fortique, 2019).

Von diesen konnten zehn Studien einen signifikanten positiven Effekt auf einen Bereich der kognitiven Fähigkeiten aufweisen. Dies war am häufigsten für das Arbeitsgedächtnis der Fall. Ebenso konnten Verbesserungen unter anderem in den exekutiven Funktionen, dem Kurzzeitgedächtnis, der Wahrnehmungsgeschwindigkeit oder der Lernfunktion festgestellt werden (Martí Del Moral & Fortique, 2019).

Somit schlussfolgert das systematische Review, dass eine Supplementation von Omega-3-Fettsäuren die kognitiven Fähigkeiten positiv beeinflussen könnten und ebenso den geistigen Abbau älterer Personen vorbeugen könnten (Martí Del Moral & Fortique, 2019).

Das weitere ausgewählte Review untersuchte 2017 die Auswirkung einer Omega-3-Supplementation auf die kognitiven Fähigkeiten von Alzheimerpatienten. Einschlusskriterien waren eine Kontrollgruppe mit Placebos und das Vorliegen von Alzheimer bei den Probanden, sowie eine Supplementation oder Zugabe von Omega-3-Fettsäuren über Lebensmittel. Es konnten sieben Studien eingeschlossen werden (Canhada, Castro, Perry, & Luft, 2018).

Das Review kommt zu dem Ergebnis, dass eine Supplementation von Omega-3-Fettsäuren die größte Wirkung bei einer leichten Alzheimererkrankung zeigt. Laut den Autoren bestätigen dies andere Studien, in denen sich eine Zugabe von Omega-3-Fettsäuren zu Beginn der Erkrankung mit noch geringen kognitiven Beeinträchtigungen positiv auswirkte. Vereinzelt zeigen Studien auch Anzeichen von einer Wirkung bei fortgeschrittenen oder schweren Alzheimer Erkrankungen. Diese reichen jedoch nicht aus, um Empfehlungen zu einer Supplementation von Omega-3-Fettsäuren zu dieser Krankheit zu geben (Canhada, Castro, Perry, & Luft, 2018).

Somit weist die Literatur darauf hin, dass ein Verzehr von Omega-3-Fettsäuren vor allem eine beginnende, leichte Alzheimer Erkrankung positiv beeinflusst und die kognitiven Fähigkeiten bei älteren gesunden Personen verbessern kann.

Jedoch sollte auch ein möglicher Zusammenhang von Omega-3-Fettsäuren auf die Kognition von gesunden Älteren untersucht werden, die keine neurodegenerative Erkrankung besitzen. Da sich die kognitiven Fähigkeiten im fortgeschrittenen Alter stärker zurückbilden und sich einschränken, sollte ein möglicher Einfluss von Omega-3-Fettsäuren auf Personen im Alter ab 65 Jahren geprüft werden. Dies soll in dieser Arbeit geschehen.

3. Zielsetzung

Beim theoretischen Hintergrund wurde der Einfluss von Omega-3-Fettsäuren auf das Gehirn und das zentrale Nervensystem, sowie der Rückgang der Kognition im Alter erläutert. Studien kommen zu dem Schluss, dass Omega-3-Fettsäuren bei älteren Personen die kognitiven Fähigkeiten verbessern könnten und ebenfalls präventiv gegen einen Abbau wirken könnten. Die Fragestellung dieser Arbeit lautet daher: „Besteht ein Zusammenhang zwischen einem Verzehr von Omega-3-Fettsäuren über Supplemente oder einer gezielten Zugabe über Lebensmittel mit den kognitiven Fähigkeiten bei gesunden Personen ab einem Alter von 65 Jahren?“ Dabei wird genauer auf die Gedächtnisfunktionen, die Aufmerksamkeit und die exekutiven Funktionen eingegangen.

4. Methode

Um den Zusammenhang der Omega-3-Fettsäuren mit der Kognition im Alter zu untersuchen, wurde eine systematische Literaturrecherche nach dem Manual „Systematische Recherche für Evidenzsynthesen und Leitlinien“ (Cochrane Deutschland Stiftung, 2019) bei den Datenbanken PubMed und Cochrane durchgeführt.

Zunächst wurde die Suche nicht auf einen Studientyp limitiert. Aufgrund der großen Datenlage und dem ausreichenden Vorhandensein von Primärliteratur wurden anschließend ausschließlich randomisierte kontrollierte Studien gesucht, da dieser Studientyp einen hohen Evidenzgrad aufweist. Bei PubMed wurde daher der Filter „Randomized Controlled Trial“ und bei Cochrane die Kategorie „Trials“ ausgewählt. Weiterhin wurde nur Literatur ab 2017 einbezogen, um ausschließlich aktuelle Studien mit einzubeziehen. Zudem schloss das vorgestellte Review von Martí Del Moral und Fortique bereits Literatur bis 2017 ein. Aufgrund der ähnlichen Fragestellung dieses Reviews zu dieser Arbeit, sollte somit Literatur gefunden werden, die hauptsächlich noch nicht bereits von diesem untersucht wurde. Dementsprechend wurde bei beiden Datenbanken ein Filter für den genannten Suchzeitraum angegeben. Es kamen keine weiteren Filter zum Einsatz.

Verwendete Suchwörter waren: „Omega 3“, „DHA“, „cognition“, „cognitive performance“, „cognitive function“, „cognitive decline“ und „cognitive impairment“. Der Begriff EPA wurde aus der Suche ausgeschlossen, da DHA einen wesentlicheren Einfluss auf die kognitiven Fähigkeiten besitzt. Dies kann unter anderem damit begründet werden, dass bei Schwangeren nur eine genaue Empfehlung der Zufuhr für DHA, und nicht für EPA vorliegt (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., 2000).

Zudem lieferte eine erste Übersichtssuche mit einer Suchkombination, die den Begriff EPA beinhaltet keine Studien, die nicht bereits mit einer Suchkombination mit Omega 3 oder DHA gefunden wurden. Dies galt auch für das Suchwort Docosahexaensäure. Kombinationen mit diesem Suchwort

ergaben keine veränderten Ergebnisse im Vergleich zu DHA. Es wurden verschiedene Suchwörter der Kognition verwendet, um alle möglichen Titel der vorhandenen Studien mit einzuschließen.

4.1 Suchstrategie

Im Folgenden ist die Literaturrecherche bei den Datenbanken PubMed und Cochrane dargestellt. Bei beiden Datenbanken waren die zwei genannten Filter aktiv, sodass eine Suche nach ausschließlich RCTs erfolgte und einer Veröffentlichung ab 2017 gegeben sein musste.

Die Eingabe und Kombination der Keywords erfolgte in der angegebenen Reihenfolge.

PubMed:

Tabelle 1: Literaturrecherche PubMed (eigene Darstellung)

Kombinationen der Suchbegriffe	Treffer
Omega 3 and cognition	137
Omega 3 and cognitive performance	54
Omega 3 and cognitive function	107
Omega 3 and cognitive decline	42
Omega 3 and cognitive impairment	37
DHA and cognition	69
DHA and cognitive decline	18
DHA and cognitive impairment	17
Summe der Treffer mittels der Suchbegriffe:	481
Summe der ausgewählten Arbeiten nach dem Titel:	15

Cochrane:

Tabelle 2: Literaturrecherche Cochrane (eigene Darstellung)

Kombinationen der Suchbegriffe	Treffer
Omega 3 and cognition	219
Omega 3 and cognitive performance	82
Omega 3 and cognitive function	147
Omega 3 and cognitive decline	65
Omega 3 and cognitive impairment	51
DHA and cognition	159
DHA and cognitive decline	33
DHA and cognitive impairment	38
Summe der Treffer mittels der Suchbegriffe:	794
Summe der ausgewählten Arbeiten nach dem Titel:	31

4.2 Selektion der Studien

Die Literatursuche mittels der angegebenen Kombinationen der Suchwörter ergab 481 Treffer bei PubMed und 794 Treffer bei Cochrane. Nach dem Lesen der Titel wurden 15 Studien (PubMed) und 31 Studien (Cochrane) in die Vorauswahl genommen.

Die Abstracts dieser Ergebnisse wurden anschließend mit Hilfe der folgenden Kriterien auf ihre Eignung überprüft. Diese orientieren sich an dem PICOS Schema (siehe Tabelle 3).

Bei diesem wurde angegeben, dass die Population ein Alter von 65 Jahre oder älter aufweisen muss und keine Krankheiten vorliegen dürfen. Daraus ergeben sich die ersten zwei Kriterien:

1. Die Studienteilnehmer müssen ein Alter ab 65 Jahren erreicht haben.
2. Die Teilnehmer der Studien müssen als gesund eingestuft sein

Weiterhin soll die Intervention aus einer gezielten Einnahme von Omega-3-Fettsäuren über Supplemente oder Lebensmittel bestehen und ein Einfluss auf die Kognition mittels geeigneter Messverfahren gemessen werden. Eine Kontrollgruppe sollte Placebos, Öle oder gezielt Lebensmittel mit sehr geringen Omega-3-Fettsäuren zu sich nehmen. Dies führt zu den Kriterien 3. und 4.

3. Die Studien müssen den Einfluss der Omega-3-Fettsäuren auf die Kognition im Alter thematisch behandeln.
4. Studien, die ausschließlich Demenz oder Alzheimer behandeln werden ausgeschlossen, da der Fokus dieser Arbeit nicht auf diesen Krankheiten liegt.

Outcome der Studien soll eine Untersuchung des Einflusses von Omega-3-Fettsäuren auf die Kognition im Alter sein. Aus diesem Punkt wurde das letzte Kriterium abgeleitet.

5. Als Untersuchungsziel muss der Einfluss der Omega-3-Fettsäuren auf die Kognition im Alter angegeben sein.

Tabelle 3: PICOS Schema (eigene Darstellung)

Population	Gesunde Personen ab einem Alter von 65 Jahren
Intervention	Verzehr von Omega-3-Fettsäuren über angereicherte Lebensmittel oder Supplemente zur Untersuchung von einem Einfluss auf die kognitiven Fähigkeiten durch gezielte Messungen der Kognition.
Comparison	Placebo, Öle oder gezielt Lebensmittel ohne / mit sehr wenigen Omega-3-Fettsäuren, Durchführen derselben kognitiven Untersuchungen
Outcome	Untersuchung des Einflusses der Omega-3-Fettsäuren auf die Kognition im Alter
Studientyp	Randomisierte kontrollierte Studie (RCT)

Durch die genannten Kriterien und dem PICOS Schema ergeben sich folgende Ausschlusskriterien:

1. Die Teilnehmer sind jünger als 65 Jahre.
2. Die Teilnehmer weisen eine Krankheit auf.
3. Neben Omega-3-Fettsäuren werden auch weitere Nährstoffe supplementiert oder gezielt zu sich genommen.
4. Der Fokus der Studie liegt auf Demenz oder Alzheimer.
5. Die Studie gibt ein anderes Ziel als die Untersuchung der Omega-3-Fettsäuren auf die Kognition im Alter an.

Studien mit Probanden, die MCI aufwiesen, wurden mit eingeschlossen.

Durch die Anwendung dieser Kriterien auf die Abstracts der infrage kommenden Studien, wurde die Anzahl der Studien auf sieben bei PubMed und neun bei Cochrane selektiert. Anschließend wurde überprüft, ob Studien der beiden Datenbanken in doppelter Form vorlagen. Nach dem Ausschluss der Dopplungen verblieben zehn Studien. Die Volltexte von diesen wurden ein weiteres Mal mit Hilfe der oben angegebenen Kriterien geprüft, sodass vier Studien schlussendlich als geeignet eingestuft werden konnten. Zudem musste zuvor eine Studie ausgeschlossen werden, da diese noch nicht vollendet war.

Die Suche ist grafisch in dem folgenden Flow Chart dargestellt (Abbildung 9).

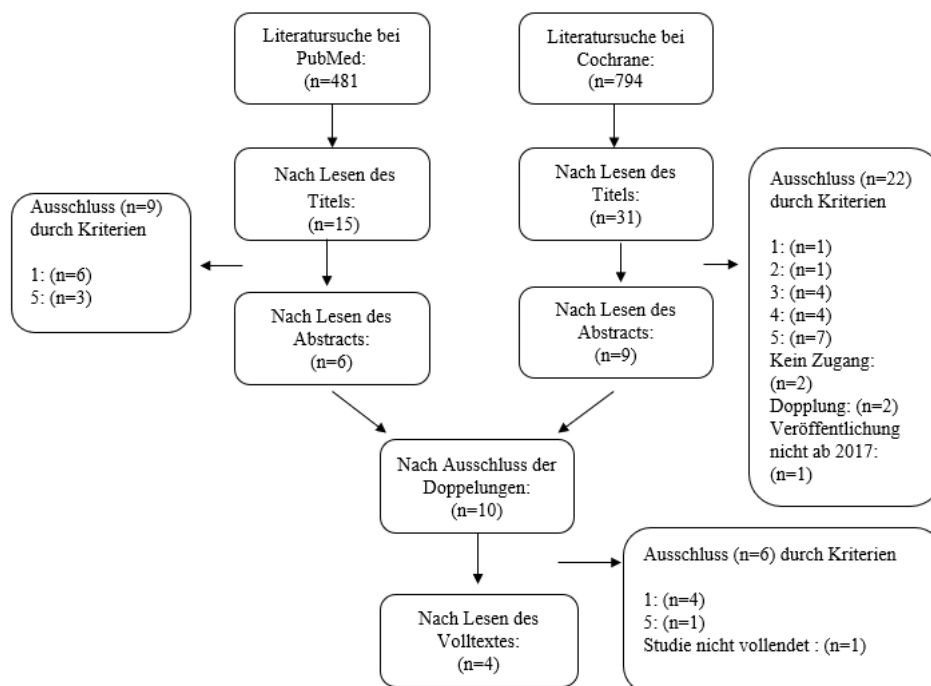


Abbildung 9: Flow Chart Literaturrecherche (eigene Darstellung)

4.3 Qualitätsbewertung

Die ausgewählten Studien werden im nächsten Kapitel einer Qualitätsbewertung unterzogen. Dies geschieht mit Hilfe der „JBI critical appraisal checklist for randomized controlled trials“ (siehe Tabelle 4). Diese wurde für die methodische Qualitätsprüfung für RCTs in einem Review entworfen und gibt Auskunft, ob mögliche auftretende systematische Fehler (Bias) in einer Studie berücksichtigt wurden (Tufanaru, et al., 2020).

Die Bewertung wird in Form einer Checkliste durchgeführt, welche im weiteren Verlauf aufgeführt ist. Die Beantwortungen der Fragen könne mit „Ja“, „Nein“, „unklar“ oder „nicht anwendbar“ (NA) angegeben werden. Je mehr Aspekte mit „Ja“ beantwortet werden können, desto höher kann die methodische Qualität der Studie eingestuft werden (Tufanaru, et al., 2020).

Tabelle 4: „CHECKLIST FOR RANDOMIZED CONTROLLED TRIALS“ (modifiziert nach (Tufanaru, et al., 2020))

1. Was true randomization used for assignment of participants to treatment groups?	Yes	No	Unclear	NA
2. Was allocation to treatment groups concealed?				
3. Were treatment groups similar at the baseline?				
4. Were participants blind to treatment assignment?				
5. Were those delivering treatment blind to treatment assignment?				
6. Were outcomes assessors blind to treatment assignment?				
7. Were treatment groups treated identically other than the intervention of interest?				
8. Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analyzed?				
9. Were participants analyzed in the groups to which they were randomized?				
10. Were outcomes measured in the same way for treatment groups?				
11. Were outcomes measured in a reliable way?				
12. Was appropriate statistical analysis used?				
13. Was the trial design appropriate, and any deviations from the standard RCT design (individual randomization, parallel groups) accounted for in the conduct and analysis of the trial?				

5. Ergebnisse

Im Folgenden wird eine Qualitätsbewertung der Studien anhand des „JBI critical appraisal checklist for randomized controlled trials“ durchgeführt und die Ergebnisse wiedergegeben. Daraufhin erfolgt eine kurze Beschreibung der ausgewählten Studien und eine Übersicht dieser mittels der PICOR Tabelle. Anschließend werden die Ergebnisse der Studien vor allem bezogen auf das Gedächtnis, die Aufmerksamkeit und exekutive Funktionen dargelegt.

5.1 Qualitätsbewertung der Studien

Die Qualitätsbewertung der Studien ergab, dass die auf die Studien angewandten Fragen hauptsächlich mit „Ja“ beantwortet werden konnten.

Eine Ausnahme bildete dabei die Frage 5.: „Were those delivering treatment blind to treatment assignment?“ bezogen auf die Studie Zhang, et al., 2017, welche mit „Nein“ beantwortet werden musste. Dies war der einzige Fall, in dem die Antwort „Nein“ ausgewählt wurde.

In den anderen drei Studien konnte keine direkte Angabe zu der Frage gefunden werden, sodass „Unclear“ ausgewählt wurde.

Unklarheit über die Beantwortung der Fragen herrschte ebenfalls bei der 6.: „Were outcomes assessors blind to treatment assignment?“ 8.: „Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analyzed?“, 9.: „Were participants analyzed in the groups to which they were randomized?“ und 11. Frage: „Were outcomes measured in a reliable way?“ bei einer einzelnen oder mehreren Studien. Vor allem bei den Studien Danthiir et al., 2018 und Hooper et al., 2017 konnten mehrere der aufgezählten Fragen nicht mit „Ja“ oder „Nein“ beantwortet werden. Bei der Studie Zhang, et al., 2017 herrschte bei keiner Frage Unklarheit und bei Zhang, et al., 2018 nur bei der bereits genannten 5. Frage.

Insgesamt kann die Qualität der Studien als gut bewertet werden, da nur einmalig eine Frage mit „Nein“ beantwortet werden musste und die Mehrzahl der Fragen mit einem „Ja“.

Die genaue Einordnung der Studien kann der Tabelle 5 entnommen werden. Den Studien wurden zur besseren Übersicht Zahlen zugeordnet.

1 (Zhang, et al., 2018)

2 (Danthiir, et al., 2018)

3 (Hooper, et al., 2017)

4 (Zhang, et al., 2017)

Tabelle 5: Qualitätsprüfung der ausgewählten Studien mittels der „checklist for randomized controlled trails“ (eigene Darstellung)

1. Was true randomization used for assignment of participants to treatment groups?	Yes 1,2,3,4	No	Unclear	NA
2. Was allocation to treatment groups concealed?	1,2,3,4			
3. Were treatment groups similar at the baseline?	1,2,3,4			
4. Were participants blind to treatment assignment?	1,2,3,4			
5. Were those delivering treatment blind to treatment assignment?		4	1, 2, 3	
6. Were outcomes assessors blind to treatment assignment?	1, 2, 4		3	
7. Were treatment groups treated identically other than the intervention of interest?	1,2,3,4			
8. Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analyzed?	1, 2, 4		3	
9. Were participants analyzed in the groups to which they were randomized?	1, 4		2,3,	
10. Were outcomes measured in the same way for treatment groups?	1,2,3,4			
11. Were outcomes measured in a reliable way?	1, 4		2, 3	
12. Was appropriate statistical analysis used?	1,2,3,4			
13. Was the trial design appropriate, and any deviations from the standard RCT design (individual randomization, parallel groups) accounted for in the conduct and analysis of the trial?	1,2,3,4			

5.2 Übersicht der Studien

Die ausgewählten Studien behandelten alle den Einfluss von Omega-3-Fettsäuren auf die kognitiven Fähigkeiten bei Personen ab 65 Jahren oder älter (Zhang, et al., 2018), (Zhang, et al., 2017), (Hooper, et al., 2017), (Danthiir, et al., 2018).

Zwei Studien untersuchten neben dem Einfluss auf die Kognition zudem den Einfluss auf die Amyloid-beta vermittelten Autophagie¹ (Zhang, et al., 2018) oder auf das Volumen des Hippocampus (Zhang, et al., 2017). Eine untergeordnete Rolle spielte bei einer Studie der Einfluss der Omega-3-Fettsäuren auf das Wohlbefinden der Teilnehmer, sowie weitere Parameter, wie oxidativer Stress und Änderungen der Fettsäurestoffwechsels (Danthiir, et al., 2018). Die Population der Studien

¹ Autophagie beschreibt den Abbau angesamelter Protein- und Zellorganellresten. Ist die Amyloid-beta vermittelten Autophagie gestört, kommt es zu einer Ansammlung von Amyloid-beta Peptiden (Zhang, et al., 2018).

variierte von 183 (Danthiir, et al., 2018) bis 404 (Hooper, et al., 2017) Teilnehmer. Drei Studien inkludierten Personen ab einem Alter von 65 Jahren (Zhang, et al., 2018), (Zhang, et al., 2017), (Danthiir, et al., 2018) und eine Studie ab 70 Jahren (Hooper, et al., 2017).

Die Dauer der Intervention waren 12 Monate (Zhang, et al., 2017) bis 3 Jahre (Hooper, et al., 2017). In der Zeit wurden bei zwei Studien ausschließlich 2 g DHA am Tag supplementiert (Zhang, et al., 2018), (Zhang, et al., 2017) und bei den anderen beiden eine Kombination aus 800 mg DHA und 250 mg EPA (Hooper, et al., 2017) oder 1720 mg DHA und 600 mg EPA (Danthiir, et al., 2018). Jede Studie supplementierte die Omega-3-Fettsäuren als Kapseln (Zhang, et al., 2018), (Zhang, et al., 2017), (Hooper, et al., 2017), (Danthiir, et al., 2018). Die Placebos waren zweimal Maisöl (Zhang, et al., 2017), (Zhang, et al., 2018) einmal Olivenöl (Danthiir, et al., 2018) und einmal Paraffinöl (Hooper, et al., 2017).

Es wurde bei allen vor Beginn und anschließend in regelmäßigen Abständen Tests zu den kognitiven Fähigkeiten durchgeführt (Zhang, et al., 2018), (Zhang, et al., 2017), (Hooper, et al., 2017), (Danthiir, et al., 2018). Dafür wurde zweimal eine chinesische Version des „Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised“ genutzt. Dieser umfasst 11 Subtests, welche „Information“, „Similarities“, „Vocabulary“, „Comprehension“, „Arithmetic“, „Digit Span“, „Block Design“, „Picture Completion“, „Digit Symbol-Coding“, „Object Assembly“, and „Picture Arrangement“ sind. Zudem wurde der Intelligenzquotient gemäß einer altersgemäßen Standardisierung gemessen. Die Tests erfolgten bei diesen zwei Studien alle 6 Monate (Zhang, et al., 2018), (Zhang, et al., 2017).

Einmal wurde die Entwicklung von zehn latenten Variablen dokumentiert, welche verschiedene kognitive Bereiche untersuchten. Vier davon erfassten die kognitive Leistung. Dabei handelte es sich um die Abrufgeschwindigkeit, gemessen durch die Tests „word endings“ und „retrieval fluency“, das Arbeitsgedächtnis, gemessen durch „counting span“ und „operation span“, das logische Denken, gemessen durch „Raven's standard plus progressive matrices“, „letter sets“ and „everyday problems test“, sowie dem Kurzzeitgedächtnis, gemessen durch „face memory“, „first and last names“ and „word memory—immediate recall“. Weitere sechs Variablen waren Geschwindigkeit des Gedächtnisscannings („Sternberg's number and letter memory scanning“ Test), Odd-Man-Out-Reaktionszeit („letter and number odd-man-out“ Test), Wahrnehmungsgeschwindigkeit („finding as“, „number comparison“, „digit-symbol substitution“ Tests), Inhibition („Simon task“, „colour Stroop“, „spatial Stroop“ Tests), einfache und Wahl-Reaktionszeit („simple“, „2-choice“, „4-choice“ Test) und psychomotorische Geschwindigkeit („simple, up, and diagonal movement time“). Diese sechs Variablen ermittelten die Geschwindigkeit der kognitiven Leistung. Der Abstand zwischen den Untersuchungen betrug ebenfalls 6 Monate (Danthiir, et al., 2018).

Weiterhin wurden bei einer Studie linear gemischte-Modellanalysen von acht ausgewählten kognitiven Tests ausgeführt. Verwendet wurden der „Controlled Oral Word Association Test“ (COWAT), der „Category Naming Test“, der „free and total recall of the Free and Cued Selective Reminding

test”, der „Clinical Dementia Rating Sum of Boxes”, der „Mini Mental State Examination orientation subset”, der „Mini Mental State Examination total test”, der „Trail Making test part A and B”, der „Orientation subset”, und der „Digit Symbol Substitution Test”. Die Messungen wurden nach 6, 12, 24 und 36 Monaten durchgeführt (Hooper, et al., 2017).

In der Studie von Danthiir, et al., 2018 wurden die Ergebnisse zudem hinsichtlich des Geschlechts und APOE- ϵ 4-Träger evaluiert (Danthiir, et al., 2018). Der APOE- ϵ 4 Genotyp beeinflusst die Verstoffwechslung von langkettigen und mehrfach ungesättigten Fettsäuren, vor allem von DHA. Der genaue Einfluss auf die Kognition ist jedoch noch nicht geklärt (Martí Del Moral & Fortique, 2019).

Je nach weiterem Forschungsziel erfolgten zusätzliche Messungen. Eine Studie führte eine Untersuchung der Amyloid-beta vermittelten Autophagie durch Messung der Genexpression für das Amyloid-beta Protein mittels der Polymerase-Ketten-Reaktion (Müller & Prange, 2016, S. 1-8) (PCR²) aus (Zhang, et al., 2018).

Zhang, et al., 2017 betrachteten das Volumen des Hippocampus mittels Magnetresonanztomografie (National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (NIBIB), o. J.) (MRI³) (Zhang, et al., 2017) und Danthiir, et al., 2018 erfasste zurückgemeldete Aspekte des Wohlbefindens durch ausgewählte Fragebögen (Danthiir, et al., 2018). Bei allen Studien erfolgten zudem Blutanalysen zur Bestimmung der DHA-Konzentration (Zhang, et al., 2018), (Zhang, et al., 2017), des Omega-3 Index (Hooper, et al., 2017), oder der EPA- und DHA-Konzentration sowie weiter Biomarker wie Triglyceride (Danthiir, et al., 2018).

Die Studien wurden ebenfalls in Form einer PICOR Tabelle dargestellt (siehe Tabelle 4).

² Mittels PCR können bereits kleine Mengen von DNA vervielfältigt werden (Müller & Prange, 2016, S. 1-8).

³ MCI kann detaillierte dreidimensionale anatomische Bilder generieren. Dies eignet sich vor allem für die Weichteile des Körpers, in denen keine Knochen vorhanden sind (National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (NIBIB), o. J.).

Tabelle 6: PICOR Tabelle der Studien (eigene Darstellung)

Studie:	Problem	Intervention	Controll	Outcome	Result
(Zhang, et al., 2018)	Untersuchen der Auswirkung einer DHA-Supplementierung auf die kognitiven Fähigkeiten und der Amyloid-beta vermittelten Autophagie	Intervention für 2 Jahre 120 Personen bekamen eine Supplementation von 2g DHA am Tag Messung der kognitiven Fähigkeiten nach 6,12,18 und 24 Monaten durch eine standardisierte neuropsychologische Bewertung und des „Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised“ Messung der Amyloid-beta vermittelten Autophagie durch Messung der Genexpression für das Amyloid-beta Protein mittels PCR	Einnahme von Maisöl bei 120 Personen	Auswirkung einer Zufuhr von Omega-3-Fettsäuren auf die kognitiven Fähigkeiten im Alter bei Personen mit MCI und der Amyloid-beta vermittelten Autophagie	Die Interventionsgruppe hatte signifikant höhere Werte beim „Full Scale IQ“, dem verbalen IQ und bei dem „information–“ und „digit span test“ Zudem: Veränderung der Amyloid-beta-vermittelte Autophagie mit Blutbiomarkern
(Danthiir, et al., 2018)	Untersuchung, ob eine Verabreichung von DHA reichem Fischöl den kognitiven Abbau bei kognitiven gesunden Alten verlangsamt	Intervention für 18 Monate 404 Teilnehmer 194 Personen bekamen 1720 mg DHA und 600 mg EPA täglich als Kapsel Untersuchung der kognitiven Fähigkeiten zu Beginn im Abstand von 6 Monaten Untersuchung nach 18 Monaten mit latenten Wachstumskurvenmodellen zu 10 kognitiven Bereichen Zweitrangige Untersuchung nach selbst erwähnten Veränderungen im Wohlbefinden und weiterer Parameter	Einnahme von Olivenöl mit niedrigem Polyphenolgehalt als Kapsel bei 196 Personen	Auswirkung einer Zufuhr von Omega-3-Fettsäuren auf den Verlust der Kognition im Alter	Weder Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten noch Beibehaltung dieser

Studie	Problem	Intervention	Controll	Outcome	Result
(Hooper, et al., 2017)	Untersuchung der Veränderungen bei einer Supplementation von Omega-3-Fettsäuren bei Personen mit subjektiven Gedächtnisbeschwerden und einem niedrigen Omega-3 Index	Intervention für 3 Jahre 183 Teilnehmer ab 70 Jahren mit einem Omega-3 Index von 4,83 oder geringer Einnahme von 800 mg DHA und 250 mg EPA Auswertung der kognitiven Unterschiede mittels Linear gemischte - Modellanalysen von 8 kognitiven Tests vor Studienbeginn und nach 6, 12, 24, 36 Monaten	Einnahme der gleichen Menge Paraffinöl	Auswirkungen einer Zufuhr von Omega-3-Fettsäuren auf kognitive Fähigkeiten im Alter bei Personen mit subjektiven Gedächtnisbeschwerden	Signifikant bessere Werte im COWAT bei der Gruppe mit einer Zugabe von Omega-3-Fettsäuren Keine signifikanten Unterschiede bei anderen Tests
(Zhang, et al., 2017)	Untersuchung der Auswirkung einer DHA Supplementation bei Personen mit MCI auf die kognitiven Fähigkeiten und dem Volumen des Hippocampus	Intervention für 12 Monate 240 Personen über 65 Jahre mit MCI 120 Personen supplementierten 2 g DHA/ Tag Messung der kognitiven Fähigkeiten und des Volumens vor dem Beginn, nach 6 und nach 12 Monaten mittels des „Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised“ Messung des Volumens des Hippocampus mittels MCI	120 Personen erhielten als Placebo Maisöl	Auswirkung einer Zufuhr von Omega-3-Fettsäuren auf die kognitiven Fähigkeiten im Alter bei Personen mit MCI, sowie auf das Volumen des Hippocampus	Signifikante Unterschiede im „Full-Scale IQ“, „information test“ und „digit span test“ Zudem signifikante Unterschiede im Volumen des Hippocampus und dem globalen Großhirn

5.3 Ergebnisse der Studien

Zwei Studien konnten eine Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten bei der Interventionsgruppe feststellen. Dabei unterschieden sich der „Full Scale IQ“, der verbale IQ (nur bei Zhang, et al., 2018), und die Werte des „information test“ und „digit span test“ signifikant zu der Kontrollgruppe (Zhang, et al. 2018), (Zhang, et al., 2017).

Eine Studie konnte nur in einem Test zur Wortassoziation einen signifikanten Unterschied feststellen (Hooper, et al., 2017) und eine Studie lieferte keine signifikanten Ergebnisse bezüglich einer Verbesserung oder Beibehaltung der kognitiven Fähigkeiten (Danthiir, et al., 2018).

Bei den Interventionsgruppen von Zhang, et al., 2017 und Zhang, et al., 2018 konnten signifikant höhere DHA-Blutkonzentrationen gemessen werden (Zhang, et al., 2018) (Zhang, et al., 2017). Bei Danthiir, et al., 2018 wurden bei Personen, denen Omega-3-Fettsäuren supplementiert wurden, signifikant höhere DHA- und EPA-Blutkonzentrationen ermittelt (Danthiir, et al., 2018) und bei Hooper, et al., 2017 wurde in der Interventionsgruppe ein höher Omega-3 Index festgestellt. (Hooper, et al., 2017).

Insgesamt zeigten zwei Studien eine Verbesserung der Aufmerksamkeit und des Gedächtnisses der Probanden, die Omega-3-Fettsäuren supplementierten im Vergleich zu der Kontrollgruppe. Dies zeigten die Ergebnisse beim „digit span test“, welche signifikant höher waren. Dieser Test gibt Auskunft über die Aufmerksamkeit und das Kurzgedächtnis. Zudem wurden ebenfalls signifikant bessere Werte bei dem „information test“ festgestellt, welcher das Langzeitgedächtnis prüft (Zhang, et al., 2018) (Zhang, et al., 2017).

Bezüglich der exekutiven Funktionen konnte in einer Studie ein signifikanter Unterschied zu der Kontrollgruppe festgestellt werden. Diese zeigten signifikant höhere Werte im „controlled oral word assoziation test“ (COWAT). Es konnte jedoch in keinem weiteren Test eine signifikante Erhöhung festgestellt werden. Generell war bei dieser Studie auch ein geringerer kognitiver Abbau bei der Interventionsgruppe messbar. Dieser war jedoch nicht signifikant (Hooper, et al., 2017).

Die Studie Danthiir, et al., 2018 ergab im Gegensatz zu den anderen eine Verschlechterung bestimmter kognitiven Fähigkeiten in der Interventionsgruppe. Dies war jedoch abhängig von dem Geschlecht. Bei Männern wurde eine signifikant geringere psychomotorische Geschwindigkeit, sowie einfache- und Wahlreaktionszeit festgestellt. Frauen der Interventionsgruppe erzielten signifikant geringere Werte bei dem Test zur Abrufgeschwindigkeit. Zudem verschlechterten sich Personen, die kein APOE-ε4 Träger waren bei der einfachen und Wahlreaktionszeit. Dagegen verbesserten sich APOE-ε4 Träger jedoch beim logischen Denken (Danthiir, et al., 2018).

Die zweitrangige Erfassung des individuellen Befindens ergab eine erhöhte Rückmeldung wahrgekommener, alltäglicher kognitiver Fehler der Interventionsgruppe. Zudem wurden erhöhte HDL-

Cholesterinwerte, ein Anstieg des oxidativen Stresses und eine Verringerung der Triglyzeride gemessen (Danthiir, et al., 2018).

Zhang, et al., 2017 stellte zudem bei der Interventionsgruppe eine signifikante Zunahme des Gesamtvolumens des Hippocampus und des Volumens des linken Hippocampusbereiches fest. Dagegen verkleinerten sich diese beiden Bereiche bei der Kontrollgruppe. Das Volumen der rechten Hippocampusseite nahm bei einer Einnahme von DHA ebenfalls zu und blieb ohne eine Supplementation gleich. Das globale zerebrale Volumen nahm bei der Interventionsgruppe zudem im Gegensatz zu der Kontrollgruppe signifikant mehr zu. Es gab keine signifikanten Unterschiede bezüglich des ventrikulären Volumens (Zhang, et al., 2017).

Weiterhin konnten in der Studie von Zhang, et al., 2018 Anzeichen einer verbesserten Amyloid-beta vermittelten Autophagie festgestellt werden. Die Kontrollgruppe zeigte unter anderem einen signifikant geringeren Amyloid-beta Spiegel. Auch weitere Blut-Biomarker, die mit der Amyloid-beta vermittelten Autophagie zusammenhängen, waren bei der Interventionsgruppe erhöht (Zhang, et al., 2018).

6. Diskussion

In dieser Arbeit soll der Zusammenhang der Omega-3-Fettsäuren mit den kognitiven Fähigkeiten im Alter untersucht werden. Dazu konnten vier Studien eingeschlossen werden. Von diesen können drei einen positiven Zusammenhang zwischen einer Omega-3-Supplementation mit den kognitiven Fähigkeiten im Alter zeigen. In zwei Studien zeigt sich eine Verbesserung des Gedächtnisses und der Aufmerksamkeit und in einer eine positive Entwicklung der exekutiven Fähigkeiten.

Bei der Auswahl der Studien herrschten Limitationen aufgrund der notwendigen Verfügbarkeit über PubMed oder Cochrane. Zudem konnten nur Studien mit deutscher oder englischer Sprache eingeschlossen werden. Bezüglich des Einflusses der Omega-3-Fettsäuren auf die Kognition existiert viel Literatur, jedoch konnten aufgrund der Auswahlkriterien für diese Arbeit nur vier in Frage kommende Studien identifiziert werden. Somit ist die Vielfalt der Ergebnisse limitiert. Zudem haben die Studien von Zhang, et al., 2017 und Zhang, et al., 2018 fast identische Interventionen, sodass sich auch die Ergebnisse dieser Studien ähneln. Der einzige Unterschied besteht in der Interventionsdauer. Dementsprechend schränkt sich die Diversität der Resultate der Studien weiter ein.

Die verwendeten Studien weisen nach der „JBI critical appraisal checklist for randomized controlled trials“ eine gute methodische Qualität auf, sodass die Wahrscheinlichkeit systematischer Fehler als gering eingeschätzt werden kann.

Die unterschiedlichen Ergebnisse der Studien könnten auf die Differenzen in den Interventionen zurückzuführen sein. So untersuchten Zhang, et al., 2017 und Zhang, et al., 2018 den Einfluss der Omega-3-Fettsäuren ausschließlich auf Personen mit MCI. Dies ist in den anderen beiden Studien nicht der Fall. Die Ergebnisse bei den Studien mit Probanden, die MCI aufwiesen zeigen einen größeren Einfluss auf die Kognition, vor allem auf das Gedächtnis und die Aufmerksamkeit. Der größere Einfluss einer Supplementation von Omega-3-Fettsäuren könnte mit den bereits leicht nachlassenden Gedächtnisfunktionen, die bei MCI auftreten (Bartsch, 2015) zusammenhängen.

Zudem könnten die unterschiedlichen Auswirkungen der Omega-3-Fettsäuren Supplementation durch die zugeführte Menge und Art des Supplements bedingt sein. In den Studien von Hooper, et al., 2017 und Danthiir, et al., 2018 wurde eine Kombination von DHA und EPA verwendet. Zhang, et al., 2017 und Zhang, et al., 2018 nutzten dagegen nur DHA Supplemente. Gleichzeitig nahmen die Probanden mit 2 g bei Zhang, et al., 2017, 2018 die größte Menge an Omega-3-Fettsäuren ein. In den anderen beiden Studien wurden kleinere Dosen supplementiert. Diese Unterschiede könnten ebenfalls zu den unterschiedlichen Ergebnissen führen. Jedoch kann nicht direkt ausgemacht werden, dass eine erhöhte Einnahme von Omega-3-Fettsäuren auch zu einem größeren positiven Einfluss auf die kognitiven Fähigkeiten führt. Danthiir, et al., 2018 supplementierte eine größere Menge DHA und EPA als Hooper, et al., 2017. Dennoch konnte die erstgenannte Studie keine Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten feststellen, sondern eher eine Abnahme.

Einen weiteren möglichen Einfluss bildet die Interventionsdauer. So war diese bei Danthiir, et al., 2018 mit 18 Monaten deutlich geringer als bei Hooper, et al., 2017 mit 3 Jahren. Bei den Studien Zhang, et al., 2017 und Zhang, et al., 2018 liegen ebenfalls verschiedene Interventionsdauern vor. Doch die Ergebnisse von Zhang, et al., 2018 unterschieden sich bis auf den zusätzlich signifikant erhöhten verbalen IQ der Interventionsgruppe nicht. Die Bedeutung der Interventionsdauer kann daher nicht abgeleitet werden.

Die Probanden bei Hooper, et al., 2017 waren zudem 70 Jahre oder älter und nicht wie in den anderen Studien 65 Jahre und älter. Dies könnte ebenfalls ein Aspekt sein, der zu signifikanten Unterschieden der kognitiven Fähigkeiten führt. Je älter der Mensch wird, desto mehr nehmen die kognitiven Fähigkeiten ab (Aleman, 2014, S. 77-83), sodass bei Personen ab 70 Jahren eine eingeschränktere Kognition vorliegen kann und sich somit der Einfluss einer Supplementation von Omega-3-Fettsäuren verändert.

Zudem wurden verschiedene Testverfahren zur Erfassung der kognitiven Fähigkeiten genutzt. Die Studien von Zhang, et al., verwendeten dieselbe Messmethode, während die anderen Studien andere Messverfahren verwendeten. Dies erschwert weiterhin die Vergleichbarkeit der Studienergebnisse.

Aufgrund der Studienlage, die einen Einfluss der Omega-3-Fettsäuren auf die Kognition bestätigt (Martí Del Moral & Fortique, 2019), ist es überraschend, dass die Studie Danthiir, et al., 2018 eher eine Abnahme der kognitiven Fähigkeiten bei der Interventionsgruppe verzeichnete. Die genannten unterschiedlichen Aspekte könnten zu diesem Ergebnis geführt haben. Es ist jedoch in dieser Arbeit nicht möglich eine exakte Aussage zu treffen, mit welchen Interventionsbedingungen eine Supplementation von Omega-3-Fettsäuren eher nachteilig auf die kognitiven Fähigkeiten wirken kann. Die Autoren der Studie verweisen auf eine mögliche nur kurzfristige positive Wirkung der Omega-3-Fettsäuren auf die Kognition (Danthiir, et al., 2018).

In Hinblick auf die Ergebnisse der Studien kann geschlussfolgert werden, dass ein Verzehr von Omega-3-Fettsäuren eine positive Auswirkung auf die kognitiven Fähigkeiten im Alter haben könnte. Aufgrund der verschiedenen Ergebnisse der verwendeten Studien kann jedoch keine eindeutige Schlussfolgerung gezogen werden. Insgesamt zeigen viele durchgeführte Studien einen positiven Einfluss, welcher jedoch nicht generell bestätigt werden kann (Martí Del Moral & Fortique, 2019). Die generell vorhandene Literatur weist stärker darauf hin, dass sich eine Einnahme Omega-3-Fettsäuren vor allem bei Personen mit MCI positiv auf die Kognition auswirkt. In den jeweiligen Studien wird jedoch auch der Einfluss von anderen Nährstoffen miteinbezogen (Oulhaj, et al., 2016), (Stavrinou, et al., 2020). Ebenso zeigt ein Verzehr von Omega-3-Fettsäuren eine Verbesserung der Kognition bei eher leichteren Alzheimererkrankungen und nicht bei schweren Verläufen (Canhada, Castro, Perry, & Luft, 2018). Somit scheint der Einfluss der Omega-3-Fettsäuren bei leichten kognitiven Beeinträchtigungen stärker, als bei keinen oder schweren Beeinträchtigungen zu sein. Daher

ist weiterer Forschungsbedarf gegeben. Dies betrifft vor allem den Einfluss der Omega-3-Fettsäuren auf die Kognition im Alter bei kognitiv gesunden Personen ohne MCI. Dabei ist vor allem der Einfluss der Interventionsdauer von Interesse. Weiterhin sollte auch ein Einfluss des APOE-ε4 Genotyps auf die Verstoffwechslung von Omega-3-Fettsäuren und den dadurch veränderten Einfluss auf die Kognition geprüft werden.

Im Zuge des möglichen Einflusses von Omega-3-Fettsäuren auf den kognitiven Abbau, der bei Hooper, et al., 2017 festgestellt wurde, sollte auch weiter untersucht werden, ob eine Einnahme von Omega-3-Fettsäuren eine präventive Wirkung auf neurodegenerative Erkrankungen besitzt oder den Verlauf dieser abschwächen kann. Dazu müssten jedoch Langzeitstudien durchgeführt werden, die die Probanden über viele Jahre begleiten.

7. Schlussfolgerung und Ausblick

Diese Arbeit kommt zu dem Schluss, dass der Verzehr von Omega-3-Fettsäuren einen Einfluss auf die Kognition im Alter haben könnte. Dies gilt vor allem für Personen mit MCI und den kognitiven Bereichen Gedächtnis, Aufmerksamkeit und den exekutiven Funktionen. Jedoch konnten die gewählten Studien einen positiven Zusammenhang nicht bestätigen. Besonders die Studien mit Probanden ohne MCI, zeigten nur geringe oder keine Verbesserungen der kognitiven Fähigkeiten. Der Einfluss der Omega-3-Fettsäuren könnte abhängig von der verabreichten Dosis und der Interventionsdauer sein, sodass weitere Studien sich mit diesen Aspekten auseinandersetzen sollten. Dies betrifft vor allem eine Intervention auf kognitiv gesunde Personen ab 65 Jahre ohne Anzeichen von MCI.

Generell könnten Omega-3-Fettsäuren eine Möglichkeit darstellen, die kognitiven Fähigkeiten zu verbessern oder auch eine Abnahme dieser zu verhindern. Besonders, wenn bereits leichte kognitive Einschränkungen vorliegen, könnte eine Supplementation von Omega-3-Fettsäuren einen weiteren Verlust entgegenwirken. Auch in Anbetracht einer möglichen Prävention von neurodegenerativen Erkrankungen wie Alzheimer sollten die Omega-3-Fettsäuren beachtet werden. Dies ist vor allem durch den Anstieg der älter werdenden Bevölkerung ein aktuelles und wichtiges Thema, um die Lebensqualität beizubehalten.

Literaturverzeichnis

- Aleman, A. (2014). *Wenn das Gehirn älter wird. Was wir tun können* (2. Auflage Ausg.). München: C.H.Beck.
- Anina Willers, J. P. (01 2013). Bedeutung langkettiger ω -3-Fettsäuren für die neuronale und kognitive Funktion im Alter. *Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin* 1/13, S. 36-43. Von www.rosenfluh.ch:
https://www.rosenfluh.ch/media/ernaehrungsmedizin/2013/01/Bedeutung_langkettiger_Omega3Fettsauren_fur_die_neuronale_und_kognitive_Funktion_im_Alter.pdf abgerufen
- Bartsch, T. (2015). *Störungen der Gedächtnisfunktionen. Ein Überblick*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. doi:10.1007/978-3-662-45481-7
- Beck, H. A. (2018). Das Nervensystem. In *Faszinierendes Gehirn*. Berlin Heidelberg: Springer. doi:10.1007/978-3-662-54756-4_1
- Canhada, S., Castro, K., Perry, I. S., & Luft, V. C. (2018). Omega-3 fatty acids' supplementation in Alzheimer's disease: A systematic review. *Nutritional neuroscience*, 21(8), S. 529–538. doi:10.1080/1028415X.2017.1321813
- Cochrane Deutschland Stiftung, Cochrane Deutschland Stiftung, Institut für Evidenz in der Medizin, Institut für Medizinische Biometrie und Statistik, Freiburg, Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften - Institut für Medizinisches Wissensmanagement, Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin. (01. 04 2019). *Manual Systematische Recherche für Evidenzsynthesen und Leitlinien*. (2. Auflage). Verfügbar: Cochrane Deutschland: <https://www.cochrane.de/de/literaturrecherche>; AWMF: <https://www.awmf.org/leitlinien/awmf-regelwerk/II-entwicklung.html>; ÄZQ: <https://www.aeqz.de/aezq/publikationen/azq-partner#literaturrecherche>. doi:10.6094/UNIFR/149324
- Danthiir, V., Hosking, D. E., Nettelbeck, T., Vincent, A. D., Wilson, C., O'Callaghan, N., . . . Wittert, G. A. (May 2018). An 18-mo randomized, double-blind, placebo-controlled trial of DHA-rich fish oil to prevent age-related cognitive decline in cognitively normal older adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 107, Issue 5, S. 754–762. doi:10.1093/ajcn/nqx077
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE). (2001). *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr* (1. Auflage, 2. korrigierter Nachdruck Ausg.). Frankfurt am Main: Umschau/ Braus.
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (2000). *Fett. Richtwerte für die Zufuhr*. Abgerufen am 18.05.22 von dge.de: <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/fett/?L=0>
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (02. 08 2018). *Regelmäßig Fisch auf den Tisch!* Abgerufen am 17.05.2022 von dge.de: <https://www.dge.de/presse/pm/regelmaessig-fisch-auf-den-tisch/>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, S. 135–168. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750

- Fachgesellschaft für Ernährungstherapie und Prävention (FETeV). (17. 03 2022). *Fette und Fettsäuren – Ernährungstherapeutische Aspekte*. Abgerufen am 07. 06 2022 von fet-uv.eu: <https://fet-ev.eu/fette-fettsaeuren/>
- Grune, T. (2014). *Alterungsprozesse und Neurodegeneration. Ein Überblick*. Wiesbaden: Springer Spektrum. doi:10.1007/978-3-658-05614-8
- Hamm, M., & Neuberger, D. (2008). *Omega-3 aktiv. Gesundheit aus dem Meer* (2. aktualisierte Auflage Ausg.). Hannover: schlütersche.
- Harvey, P. D. (2019). Domains of cognition and their assessment. *Dialogues in clinical neuroscience*, 21(3), S. 227–237. doi:10.31887/DCNS.2019.21.3/pharvey
- Hooper, C., Barreto, P. d., Coley, N., Cantet, C., Cesari, M., Andrieu, S., . . . Group, M. S. (2017). Cognitive changes with omega-3 polyunsaturated fatty acids in non-demented older adults with low omega-3 index. *J Nutr Health Aging* 21, S. 988–993. doi:10.1007/s12603-017-0957-5
- Koch, S. (07/08 2007). Omega-3-Fettsäuren aktuell. *Ernährungs Umschau* 54, S. S.482–485. Von https://www.ernaehrungs-umschau.de/fileadmin/Ernaehrungs-Umschau/pdfs/pdf_2007/08_07/EU08_482_485.qxd.pdf abgerufen
- Lehmann, W., & Jüling, I. (2020). *Auch alte Bäume wachsen noch*. Berlin: Springer-Verlag. doi:10.1007/978-3-662-61715-1_1
- Martí Del Moral, A., & Fortique, F. (2019). Omega-3 fatty acids and cognitive decline: a systematic review. Omega-3 y deterioro cognitivo: una revisión sistemática. *Nutricion hospitalaria*, 36(4), S. 939–949. doi:10.20960/nh.02496
- Martin Smollich, R. (12. 02 2015). Omega-3 fatty acids and brain function. *Ernährungs Umschau* 62(10), S. 170-177. doi:10.4455/eu.2015.032
- Müller, H., & Prange, D. (2016). *Einleitung*. In: *PCR - Polymerase-Kettenreaktion*. Springer Spektrum: Berlin, Heidelberg. doi:10.1007/978-3-662-48236-0_1
- National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (NIBIB). (o. J.). *Magnetic Resonance Imaging (MRI)*. Abgerufen am 12. 07 2022 von www.nibib.nih.gov: <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/magnetic-resonance-imaging-mri>
- National Institutes of Health Office of Dietary Supplements. (18. 07 2022). *Omega-3 Fatty Acids*. Abgerufen am 01. 08 2022 von <https://ods.od.nih.gov/>: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega3FattyAcids-HealthProfessional/>
- Niemoller, T., Stark, D., & Bazan, N. (2009). Omega–3 Fatty Acid Docosahexaenoic Acid Is the Precursor of Neuroprotectin D1 in the Nervous System. (A. P. Simopoulos, & N. G. Bazan, Hrsg.) *Omega-3 Fatty Acids. The Brain and Retina*(World Rev Nutr Diet. Basel, Karger. vol 99), S. 46-54. doi:10.1159/000192994
- Oulhaj, A., Jerneén, F., Refsum, H., Smith, A. D., & de Jager, C. A. (2016). Omega-3 Fatty Acid Status Enhances the Prevention of Cognitive Decline by B Vitamins in Mild Cognitive Impairment. *Journal of Alzheimer's disease : JAD*, 50(2), S. 547–557. doi:10.3233/JAD-150777

- Schweizer, E. (2014). Kognitive Fähigkeiten des Menschen. Abgerufen am 01. 06 2022 von Imu.de: <https://www.medien.ifi.lmu.de/lehre/ws0506/mmi1/kognitive-faehigkeiten.xhtml>
- Simopoulos, A. P. (2009). Omega–6/Omega–3 Essential Fatty Acids: Biological Effects. (A. P. Simopoulos, & N. G. Bazan, Hrsg.) *Omega-3 Fatty Acids. The Brain and Retina*(World Rev Nutr Diet. Basel, Karger. Vol 99), S. 1-16. doi:10.1159/000192755
- Statistisches Bundesamt (Destatis). (15. 06 2022a). *Durchschnittliche Lebenserwartung (Periodensterbetafel)*. Abgerufen am 15. 06 2022 von genesis.destatis.de: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?sequenz=tabelleErgebnis&selectionname=12621-0002&zeitscheiben=16&sachmerkmal=ALT577&sachschluessel=ALTVOLL000,ALTVOLL020,ALTVOLL040,ALTVOLL060,ALTVOLL065,ALTVOLL080#abreadcrumb>
- Statistisches Bundesamt (Destatis). (2022b). *Lebenserwartung und Sterblichkeit*. Abgerufen am 15. 06 2022 von destatis.de: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/Aspekte/demografie-lebenserwartung.html>
- Stavrinou, P. S., Andreou, E., Aphas, G., Pantzaris, M., Ioannou, M., Patrikios, I. S., & Giannaki, C. D. (2020). The Effects of a 6-Month High Dose Omega-3 and Omega-6 Polyunsaturated Fatty Acids and Antioxidant Vitamins Supplementation on Cognitive Function and Functional Capacity in Older Adults with Mild Cognitive Impairment. *Nutrients*, *12*(2), S. 325. doi:10.3390/nu12020325
- Stiftung Gesundheitswissen. (26. 05 2020). *Was ist eine Magnetresonanztomographie (MRT)?* Abgerufen am 25. 07 2022 von www.stiftung-gesundheitswissen.de: <https://www.stiftung-gesundheitswissen.de/gesund-es-leben/koerper-wissen/was-ist-eine-magnetresonanztomographie-mrt>
- Tanaka, K., Farooqui, A. A., Siddiqi, N. J., Alhomida, A. S., & Ong, W. Y. (2012). Effects of docosahexaenoic Acid on neurotransmission. *Biomolecules & therapeutics*, *20*(2), S. 152 - 157. doi:10.4062/biomolther.2012.20.2.152
- Tufanaru, C., Munn, Z., Aromataris, E., Campbell, J., & Hopp, L. (2020). Chapter 3: Systematic reviews of effectiveness. (E. Aromataris, & Z. Munn, Hrsg.) *JBI Manual for Evidence Synthesis*. JBI, 2020. Von <https://synthesismanual.jbi.global> abgerufen
- Zhang, Y. P., Lou, Y., Hu, J., Miao, R., & Ma, F. (2018). DHA supplementation improves cognitive function via enhancing A β -mediated autophagy in Chinese elderly with mild cognitive impairment: a randomised placebo-controlled trial. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, *89*(4), S. 382–388. doi:10.1136/jnnp-2017-316176
- Zhang, Y. P., Miao, R., Li, Q., Wu, T., & Ma, F. (2017). Effects of DHA Supplementation on Hippocampal Volume and Cognitive Function in Older Adults with Mild Cognitive Impairment: A 12-Month Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Journal of Alzheimer's disease : JAD*, *55*(2), S. 497–507. doi:10.3233/JAD-160439
- Thieme, (o.J.) *kognitive Leistungsfähigkeit*. Abgerufen am 22. 06 22 von www.thieme.de: <https://www.thieme.de/de/innere-medizin/kognitive-leistungsfahigkeit-73147.htm>

Eidesstattliche Erklärung

„Ich versichere, dass ich vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.“

Hamburg, den 22.08.22

