

Multiple Sklerose

Wenn Nervenzellen krank werden

Vorwissenschaftliche Arbeit



verfasst von
Anna Hiebaum, 8a

Betreuer/in: Mag. Anna Freudenschuss; Mag. Dr. Pia Oberdorfer

Graz, Februar 2020

Abstract

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Erkrankung *Multiple Sklerose*, welche auch ‚Krankheit der 1000 Gesichter‘ genannt wird.

Diese VWA setzt sich zum Ziel, die Leitfragen „Was sind Myelinscheiden?“ und „Was passiert mit den Myelinscheiden bei der Erkrankung Multiple Sklerose und welche Auswirkungen hat das zur Folge?“ zu beantworten.

Zunächst wird zum besseren Verständnis des Krankheitsverlaufs auf das zentrale Nervensystem eingegangen. Der Schwerpunkt liegt in diesem Kapitel auf den Myelinscheiden, da diese in Bezug auf die Erkrankung Multiple Sklerose relevant sind. Im Anschluss daran steht die Ursachenforschung der Multiplen Sklerose im Zentrum.

Zuletzt widmet sich diese Arbeit den persönlichen Erfahrungen von Erkrankten. In Form einer Umfrage wurden 246 Personen zu ihrem Leben mit der Krankheit Multiple Sklerose befragt.

Damit wird nicht nur wissenschaftlich die Krankheit analysiert, sondern auch auf das Leben des einzelnen Menschen mit der Krankheit eingegangen.

Vorwort

Aufgrund zweifacher familiärer Vorbelastung habe ich mich seit meiner frühen Kindheit mit der Erkrankung Multiple Sklerose auseinandergesetzt. Eine Krankheit, welche mich indirekt stark geprägt hat und mich auch heute noch vor Aufgaben stellt.

Nach langem Überdenken meiner Entscheidung, mich im Zuge der Vorwissenschaftlichen Arbeit mit der Erkrankung auseinanderzusetzen, kann ich rückblickend bestätigen, dass es der richtige Entschluss war. Meine Zweifel galten zuvor meiner emotionalen Betroffenheit, und inwiefern sich die Recherche und das Beschäftigen mit dem Thema auf mich auswirken würden. Rückschauend denke ich, dass eben diese persönliche Komponente mir dabei geholfen hat, der Erkrankung während des gesamten Arbeitsprozesses mit hohem Interesse zu begegnen.

Insbesondere fasziniert mich die unterschiedlich starke Ausprägung der Symptomatik, da in meiner Familie sowohl eine ‚leichte‘ als auch eine ‚schwere‘ Form der Krankheit zu verzeichnen sind und mir dies, bis zum Verfassen meiner Arbeit, unbegreiflich war. Es freut mich sehr, dass es mir durch die Arbeit gelungen ist, Klarheit zu schaffen.

An dieser Stelle möchte ich mich zunächst bei meinen Betreuungslehrerinnen Mag. Anna Freudenschuss und Mag. Dr. Pia Oberdorfer für ihre Unterstützung bedanken.

Zudem gebührt jenen Personen mein aufrichtiger Dank, die an meiner Umfrage teilgenommen haben und mir zu einem aussagekräftigen Ergebnis verholfen haben.

Graz, 20.01.2020

Anna Hiebaum

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	HUMANES NERVENSYSTEM	2
2.1	DAS NERVENSYSTEM DES MENSCHEN	2
2.2	DIE NERVENZELLE	3
2.3	DIE MYELINSCHIED	5
2.3.1	<i>Zusammensetzung</i>	<i>5</i>
2.3.2	<i>Funktion des Myelin</i>	<i>6</i>
2.3.3	<i>Myelin-Mangel und die Folgen.....</i>	<i>7</i>
2.3.4	<i>Wiederaufbau der Myelinschicht</i>	<i>7</i>
2.3.4.1	Schlaf	7
2.3.4.2	Ketose	8
2.3.4.3	Omega-3 Fettsäure DHA.....	8
2.3.4.4	Vitamin D und Vitamin K2	9
2.3.4.5	Cholin und Vitamin B5.....	9
3	URSACHEN DER MULTIPLE SKLEROSE	10
3.1	ENTSTEHUNG DER KRANKHEIT	10
3.1.1	<i>Ältere Theorien.....</i>	<i>11</i>
3.1.2	<i>Neuere Theorien.....</i>	<i>13</i>
3.1.2.1	Forschungsrichtungen	14
3.1.2.1.1	Epidemiologische Forschung.....	14
3.1.2.1.2	Genetische Forschung.....	18
3.1.2.1.3	Immunologische Forschung	20
3.1.2.1.4	Mikrobiologische Forschung	22
3.1.2.1.5	Zusammenfassung	24
3.2	ENTSTEHUNG DER PLAQUES	25
3.2.1	<i>Plauebildung.....</i>	<i>26</i>

4	UMFRAGE ZUM LEBEN MIT MS	30
4.1	HINTERGRÜNDE	30
4.2	ERGEBNISSE	30
4.2.1	<i>Frage 1: „Wie stark beeinträchtigt Sie die Krankheit in Ihrem Alltag?“</i>	31
4.2.2	<i>Frage 2: „Hat die Krankheit zu einer Veränderung Ihrer Berufstätigkeit geführt?“</i>	33
4.2.3	<i>Frage 3: „Hat sich aufgrund der Krankheit Ihr Kontakt zu Freunden/Bekanntem verändert?“</i>	35
4.2.4	<i>Frage 4: „Befinden Sie sich wegen der Multiple Sklerose in Therapie?“</i>	38
4.2.4.1	Medikamentöse Therapie	39
4.2.4.2	Ergotherapie	40
4.2.4.3	Physiotherapie	41
4.2.4.4	Psychotherapie	42
4.2.4.5	Hippotherapie/Therapeutisches Reiten	43
4.2.4.6	Sonstige Therapien	44
4.2.5	<i>Frage 5: „Ihre persönlichen Anmerkungen“</i>	45
5	ZUSAMMENFASSUNG	46
	QUELLENVERZEICHNIS	47
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	54
	GLOSSAR	55

1 Einleitung

Wenn ein isoliertes Kabel defekt ist, wird es ausgetauscht. Im Gehirn jedoch geht das nicht. Die vorliegende Arbeit setzt sich zum Ziel, die Krankheit Multiple Sklerose zu analysieren und insbesondere die physischen Vorgänge aufzuzeigen, welche zu der Krankheit selbst, aber auch zu den Symptomen der Krankheit führen.

Vorrangig wird den Fragen nachgegangen was Myelinscheiden sind, wie sich die Krankheit auf diese auswirkt und welche Auswirkungen auf den gesamten Körper die Krankheit mit sich zieht. Die hierbei bevorzugte Methode ist die Literaturarbeit, allerdings wurde auch ein empirischer Teil eingebaut.

Um der komplexen Krankheit mit Verständnis gegenüber treten zu können, ist es wichtig zu verstehen, wo im Körper sich diese äußert. Deshalb wird zunächst das humane Nervensystem beschrieben; folgend werden Neurone analysiert und im nächsten Schritt wendet sich die Arbeit den Myelinscheiden zu. Nachdem das vorausgesetzte Grundwissen beschrieben ist, beschäftigt sich die Arbeit mit der Krankheit an sich. In diesem, thematisch gesehen, zweiten Teil der Arbeit war es mir sehr wichtig, einen Aspekt tiefer zu beschreiben und nicht viele Aspekte oberflächlich zusammenzufassen. Hier habe ich mich aus persönlichen Motiven für die Ursachenforschung entschieden. Zuletzt widmet sich diese Arbeit den Erfahrungen von Erkrankten. In Form einer Umfrage wurden 246 Personen zu ihrem Leben mit der Krankheit Multiple Sklerose befragt. Dies war mir ein großes Anliegen, da man meiner Meinung nach, bei der Behandlung von Krankheiten, nie den Menschen dahinter aus den Augen verlieren darf.

2 Humanes Nervensystem

2.1 Das Nervensystem des Menschen

Das menschliche Nervensystem ist die komplexe Steuerzentrale des Körpers. Bestehend aus Gehirn, Rückenmark und Nerven hat es die Aufgabe, die von den Sinnesorganen aufgenommenen Reize wahrzunehmen, diese zu deuten und innerhalb kürzester Zeit eine reaktive Tätigkeit einzuleiten.¹

Der Aufbau des Nervensystems lässt sich grob in zwei Teile einteilen, in das periphere Nervensystem (PNS) und in das zentrale Nervensystem (ZNS). Das ZNS besteht aus dem Gehirn und dem Rückenmark, gemeinsam ZNS-Organ genannt. Umgeben werden diese von der Zerebrospinalflüssigkeit, um die Nährstoffzufuhr sowie den Abtransport von Abfallstoffen zu gewährleisten. Des Weiteren schützt es die lebenswichtigen Organe vor Erschütterungen und Stößen.²

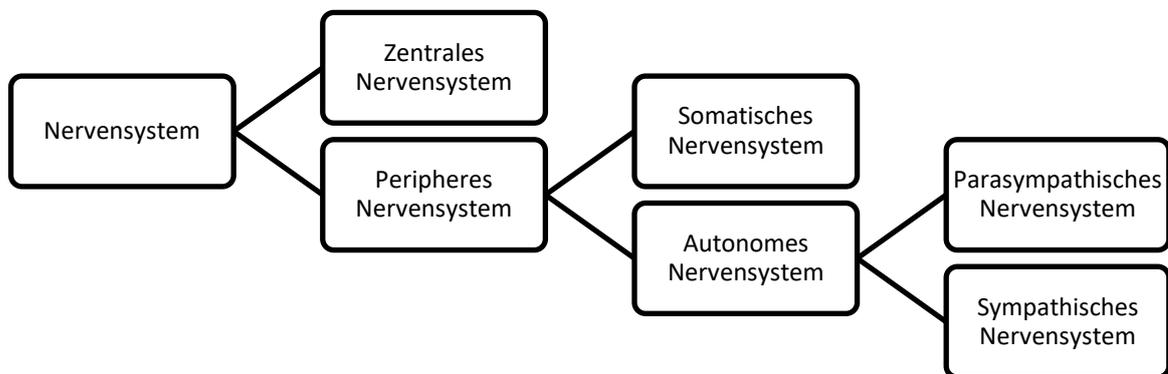
Das PNS verzweigt sich ausgehend vom ZNS in den gesamten Körper und lässt sich wiederum zweiteilen. Während das somatische Nervensystem hauptsächlich für willkürliche Bewegungen zuständig ist und den Signalaustausch mit der Skelettmuskulatur und dem ZNS gewährleistet, steuert das autonome Nervensystem meist unwillkürlich ablaufende Vorgänge, wie zum Beispiel den Herzschlag. Das autonome Nervensystem besteht aus zwei Teilen, die konträre Aufgaben erfüllen. Das sympathische Nervensystem aktiviert den Körper bei Gefahrensituationen, beispielsweise durch die Ausschüttung von Adrenalin. Das parasympathische Nervensystem hat die Aufgabe, den Körper nach einer Gefahr wieder zu beruhigen und die Körperfunktionen im Normalzustand zu regeln.³ Ein konkretes Beispiel ist der Herzschlag, er wird durch das sympathische Nervensystem beschleunigt und durch das parasympathische Nervensystem verlangsamt.⁴

¹ Vgl. KRATZ, Rene; SIEGFRIED, Donna: Biologie für Dummies. 2., erw., aktual. Aufl. Weinheim: WILEY-VCH 2011, S. 327.

² Vgl. KRATZ, Rene; SIEGFRIED, Donna: Biologie für Dummies, S. 327f.

³ Vgl. ebda, S. 328ff.

⁴ Vgl. VON BRACHT, Till (2017): Das vegetative Nervensystem. Sympathikus, Parasympathikus und enterisches Nervensystem. URL: https://www.onmeda.de/anatomie/vegetatives_nervensystem-sympathikus-parasympathikus-und-enterisches-nervensystem-3098-2.html [Stand: 06.01.2020].



Grafik 1: Das Nervensystem des Menschen⁵

2.2 Die Nervenzelle

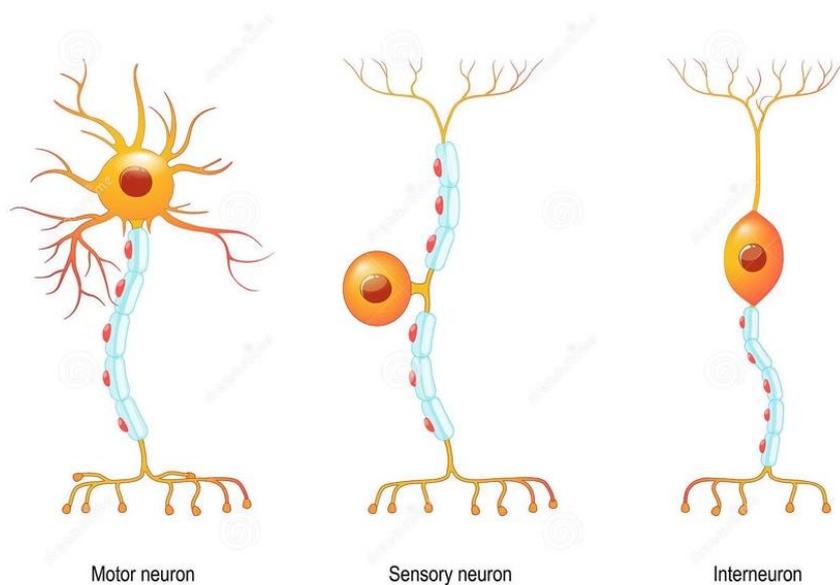
Im Nervensystem des Menschen befinden sich zwei verschiedene Zellarten. Zum einen die Nervenzellen, in der Fachsprache Neuronen genannt, und zum anderen die Neurogliazellen. Die wesentlichen Aufgaben werden von den Neuronen ausgeführt, während Neurogliazellen diese durch Schutz und Nährstoffzufuhr in ihrer Funktion unterstützen. Neurone sind sowohl in ihrer Struktur als auch in ihrer Funktion komplex, je nach Aufgabe unterscheiden sie sich in ihrem Aufbau.⁶

Es gibt die sensorischen Neuronen, die einen Reiz zum zentralen Nervensystem leiten. Dort gibt es die Interneuronen, welche diesen Reiz deuten und entscheiden, ob eine Reaktion notwendig ist oder nicht. Sollte eine Reaktion notwendig sein, wird der von den Interneuronen gegebene Impuls, durch die motorischen Neuronen, aus dem zentralen Nervensystem zum Zielorgan geleitet.⁷

⁵ Das Nervensystem des Menschen. HIEBAUM, Anna: Selbsterstellte Grafik zur VWA. Graz, 20.03.2019.

⁶ Vgl. KRATZ, Rene; SIEGFRIED, Donna: Biologie für Dummies, S. 330.

⁷ Vgl. ebda, S. 330f.



Grafik 2: Neurone⁸

Wie man in der Grafik erkennt, sind alle Neuronen aus mehreren Teilen aufgebaut. Sie bestehen aus dem Nervenzellkörper, welcher in sich den Zellkern sowie verschiedene Zellorganellen beinhaltet. Vom Nervenzellkörper ausgehend verzweigen sich feine Fortsätze, sogenannte Dendriten, die für die Aufnahme von Informationen zuständig sind. Zudem verzweigt sich ein Axon von jedem Nervenzellkörper, welches länger als die Dendriten ist und von den Myelinscheiden umgeben ist. Es kann gesagt werden, dass Nervenimpulse von anderen Neuronen über die Dendriten in das Soma gelangen, und sich von dort über das Axon weiter ausbreiten. Dieses Netzwerk aus Neuronen führt schlussendlich zum Zielorgan.⁹

Da die Krankheit Multiple Sklerose die Axone betrifft, möchte ich diese genauer betrachten. Axone sind die längeren Fortsätze eines Nervenzellkörpers und werden von den Myelinscheiden umgeben. Diese Myelinscheiden dienen neben der Versorgung des Axons auch der raschen Weiterleitung eines Reizes, denn diese

⁸ Neurone. URL: <https://de.dreamstime.com/sensorisches-neuron-motoneuron-und-interneuron-image132275383> [Stand: 20.03.2019].

⁹ Vgl. KRATZ, Rene; SIEGFRIED, Donna: Biologie für Dummies, S. 330.

Weiterleitung ist im Axon selber ein langsamer Prozess. Das Myelin bildet eine Isolationschicht um das Axon und ist regelmäßig unterbrochen. Diese Stellen werden Ranvier'sche Schnürringe genannt und erzeugen eine Kette von Kurzschlüssen. Das bedeutet, dass der Reiz über die Markscheide hinwegspringt. Diese Art von Impulsübertragung, welche deutlich schneller verläuft, wird saltatorische Impulsübertragung genannt.¹⁰

Durch bildgebende Verfahren wird sichtbar, dass es eine graue und eine weiße Substanz im Gehirn gibt. Die hellgraue Farbe der Zellkörper führt dazu, dass sie allgemein als *graue Substanz* bezeichnet werden, während die von Myelinscheiden umschlossenen Axone weißlich erscheinen und den Namen *weiße Substanz* tragen. Die weiße Substanz wird von den Oligodendrocyten gebildet und besteht aus zuckerhaltigen Fettstoffen, zuckerhaltigen Eiweißstoffen, Proteinen und Lipiden.¹¹

2.3 Die Myelinscheide

2.3.1 Zusammensetzung

Das Wort ‚Myelin‘ leitet sich vom griechischen Wort ‚myelos‘ ab und wird ins Deutsche mit dem Wort ‚Mark‘ übersetzt. Gebildet wird es von myelinisierenden Gliazellen, den Oligodendrocyten und Schwann-Zellen.¹² Die Oligodendrocyten befinden sich im zentralen Nervensystem, während sich die Schwann-Zellen im Peripheren Nervensystem, und somit im gesamten Körper befinden.¹³ Die Myelinscheide zählt zu den Membranen, unterscheidet sich jedoch stark in der Zusammensetzung. Myelinscheiden bestehen zu ungefähr 70 Prozent aus Lipiden und nur zu etwa 30

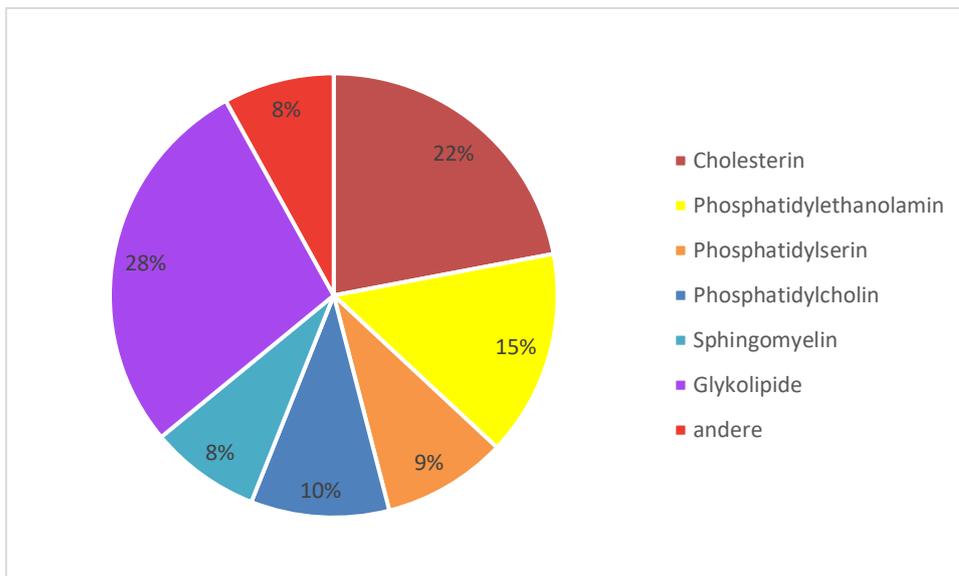
¹⁰ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten. 4. überarb. Aufl. Stuttgart: TRIAS 2005, S.14f.

¹¹ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.14.

¹² Vgl. SPEKTRUM.DE (o.J.): Myelin. Lexikon der Neurowissenschaft. URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/myelin/8098> [Stand: 27.03.2019].

¹³ Vgl. BEHREND, Jan; et al.: Physiologie. 3. vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Thieme 2017, S. 36.

Prozent aus sogenannten Myelinproteinen. Die Lipidzusammensetzung der Myelinschicht sieht wie folgt aus:¹⁴



Grafik 3: Lipidzusammensetzung der Myelinschicht¹⁵

2.3.2 Funktion des Myelin

Doch wozu dient Myelin? Da seine Funktion für das Verständnis meiner weiteren Kapitel essenziell ist, werde ich dies nochmals genauer erläutern. Myelin ist eine Schutzschicht der sich vom Soma abzweigenden Axone.¹⁶ Sie erlauben der Nervenzelle eine schnelle Kommunikation mit anderen Nervenzellen, was für unsere Gehirnfunktion von großer Bedeutung ist.¹⁷ Diese weiße Substanz ist bei der Geburt noch nicht vollständig ausgeprägt und wächst im Laufe der Kindheit und der Pubertät mit. Das ist auch der Grund für die unkoordinierten Bewegungsabläufe von Babys. Deren Myelinscheiden sind noch nicht zu Genüge ausgebildet, um eine ausreichende Kommunikation zwischen den Neuronen zu ermöglichen.¹⁸

¹⁴ Vgl. SPEKTRUM.DE (o.J.): Myelin. Lexikon der Neurowissenschaft.

¹⁵ Lipidzusammensetzung der Myelinschicht. HIEBAUM, Anna: Selbsterstellte Grafik zur VWA. Graz, 27.03.2019.

¹⁶ Vgl. BRAINEFFECT (o.J.): Myelin. Die Membran, die deine Nerven schützt. URL: <https://www.brain-effect.com/magazin/myelin-die-membran-die-deine-zellen-schuetzt> [Stand: 27.03.2019].

¹⁷ Vgl. SQUIRE, Larry; et al.: Fundamental Neuroscience. 4.Aufl. o.O: Elsevier 2013, S. 49.

¹⁸ Vgl. BRAINEFFECT (o.J.): Myelin. Die Membran, die deine Nerven schützt.

Die wesentliche Aufgabe besteht darin, die Reizweiterleitung zu verbessern. Myelin erhöht die Schnelligkeit elektrischer Impulse, welche von den Neuronen geleitet werden. Es behält die Spannung in den Neuronen aufrecht und hindert die Energie daran, aus dem Axon zu entschwinden.¹⁹

2.3.3 Myelin-Mangel und die Folgen

Ein Mangel an Myelin kann sehr viele verschiedene Auswirkungen auf den Körper haben. Durch den Mangel des so wichtigen Bestandteiles eines Neurons entstehen Signalstörungen zwischen dem zentralen Nervensystem und anderen Körperteilen. Dies äußert sich oftmals in Symptomen wie Sehschwächen, Taubheitsgefühlen, Kribbeln und auch mentalen Aussetzern. Ein Mangel an Myelin wird meist durch Infektionen, Entzündungen sowie Schwächen des Immunsystems verursacht.²⁰

2.3.4 Wiederaufbau der Myelinschicht

Es gibt keine offizielle Therapie, um Myelin wiederaufzubauen. Gäbe es eine, würden viele Krankheiten behandelt, wenn nicht sogar geheilt werden können. Bekannt sind jedoch einige Methoden, welche förderlich für den Aufbau von Myelin sein können.²¹

2.3.4.1 Schlaf

Ein sehr wichtiger Faktor ist Schlaf. Während der Rapid-Eye-Movement-Phasen (REM-Phasen) im Schlaf werden intensiv Zellen neu gebildet. Diese dienen als Ausgangsstoff für die Oligodendrocyten, welche im zentralen Nervensystem neues Myelin bilden. Des Weiteren wird die Myelinschicht beim Vorgang der

¹⁹ Vgl. BEAR, Mark; et al.: Neurowissenschaften. Ein grundlegendes Lehrbuch für Biologie, Medizin und Psychologie. 4. Aufl. o.O: Springer 2018, S 109f.

²⁰ Vgl. BRAINEFFECT (o.J): Myelin. Die Membran, die deine Nerven schützt.

²¹ Vgl. ebda

Wiederholung und Etablierung einer Gewohnheit gefördert. So eine Routine ist beispielsweise das Betreten eines Raumes am Abend, welcher nur zum Schlafen dient. Dieser Vorgang lässt sich mit physischem Training für einen Muskel vergleichen.²²

2.3.4.2 Ketose

Eine ketogene Diät kann bei Patienten mit der Diagnose Hypomyelinisierung den Aufbau der Myelinschicht verbessern. Bei dieser Krankheit besteht ein Mangel an AGC1 (Aspartat-Glutamat carrier), welcher durch Ketone kompensiert werden kann.²³

2.3.4.3 Omega-3 Fettsäure DHA

Da das menschliche Gehirn zu 30 Prozent aus den Omega-3 Fettsäuren DHA und EPA besteht, benötigt das ungeborene Kind schon während der Schwangerschaft die Fettsäure DHA, um die Hirnrinde auszubilden. Während der ersten beiden Jahre nach der Geburt findet die DHA-Ablagerung statt, gleichzeitig mit dem Beginn der Myelinisierung. Die zeitliche Komponente lässt auf eine enge Verknüpfung der beiden Vorgänge schließen, weswegen davon ausgegangen wird, dass DHA für die Myelinbildung notwendig ist.²⁴

²² Vgl. BRAINEFFECT (o.J): Myelin. Die Membran, die deine Nerven schützt.

²³ Vgl. ebda.

²⁴ Vgl. ebda.

2.3.4.4 Vitamin D und Vitamin K2

Der Vitamin-D-Rezeptor kann die Oligodendrocytenproduktion erhöhen, welche wie bereits erwähnt Myelin produzieren.

Das Vitamin K2 ist an der Erhöhung von ‚Sulfatiden‘ beteiligt. Diese Sulfatide sind Bestandteil der Myelinmembranschicht, weswegen es mit Myelin in Zusammenhang gebracht wird.²⁵

2.3.4.5 Cholin und Vitamin B5

Cholin und Vitamin B5 sind Ausgangsstoffe, die das Gehirn braucht, um Myelin synthetisieren zu können. Vitamin B5 ist an der Synthese von Fetten beteiligt, die über die Nahrung aufgenommen werden. Wie bereits erwähnt, besteht Myelin zu etwa 70 Prozent aus solchen Fetten. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit dieses Vitamins bezüglich der Myelinproduktion. Das Vitamin hilft gleichzeitig auch bei der Synthese von Acetylcholin, dieser Nervenbotenstoff zählt zu den wichtigsten im Gehirn. Nebenbei ist dieser aber auch für die Reparatur angegriffener Myelinscheiden zuständig.²⁶

²⁵ Vgl. BRAINEFFECT (o.J): Myelin. Die Membran, die deine Nerven schützt.

²⁶ Vgl. ebda.

3 Ursachen der Multiple Sklerose

In der Fachsprache wird die Multiple Sklerose als *Encephalomyelitis disseminata* bezeichnet.²⁷

Betrachtet man die Ursachen der Multiplen Sklerose (MS), muss zwischen der Entstehung der Krankheit im Allgemeinen und der Entstehung der Herde, also den Symptomauslösern, unterschieden werden.²⁸ Die tatsächliche Ursache verbleibt nach wie vor ungeklärt.²⁹ Dieses Kapitel widmet sich daher der Ursachenforschung.

3.1 Entstehung der Krankheit

Bis zum heutigen Tage ist die Multiple Sklerose nicht heilbar.³⁰ Dies liegt an dem Wissensmangel bezüglich der grundlegenden Ursachen. Um MS ausheilen oder verhindern zu können, müsste man den Grund für die Entstehung kennen. Dank neuer Forschungstechniken setzt man heutzutage die Hoffnung vorrangig in die Gentechnik. Im Gegensatz zu den Ursachen, weiß man bezüglich der entzündlichen Vorgänge bereits mehr. Dies ermöglichte die Entwicklung von Methoden, um die Entzündungen zu bekämpfen. In anderen Worten helfen diese Methoden dabei, Krankheitsausbrüche, sogenannte ‚Schübe‘, zu behandeln. Selbst ohne bekannte Ursache kann also eine Behandlung der Beschwerden stattfinden.³¹

²⁷ Vgl. MATTLE, Heinrich; MUMENTHALER, Marco: Kurzlehrbuch Neurologie. 4. vollst. überarb. und aktual. Aufl. Stuttgart: Thieme 2015, S. 257.

²⁸ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.21.

²⁹ Vgl. WENINGER, Wolfgang (Hrsg.); et al.: Gehirn und Nervensystem. Mit Pathologisch-histologischen Farbtafeln und Erläuterungen. 11. aktual. und erg. Aufl. o.O: facultas 2017. (= MCW. 19.), S. 183.

³⁰ Vgl. ROSENBERG, Roger (Hrsg.); et al.: Atlas of Clinical Neurology. 4. Aufl. o.O: Springer 2019, S. 674.

³¹ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.21.

3.1.1 Ältere Theorien

Ärzte kennen die Krankheit MS seit über 100 Jahren.³² Mitte des 19. Jahrhunderts wurde die *Encephalomyelitis disseminata* von Jean Martin Charcot genauer beschrieben. Er betrachtete nicht allein die Symptome der Krankheit, Charcot gelang es auch die MS von anderen Krankheiten, wie etwa der Parkinson'schen Erkrankung, zu differenzieren.³³ Damals waren unvollständige Kenntnisse über die Funktionen der einzelnen Nervenbahnen und das wechselhafte Krankheitsbild dafür verantwortlich, dass pathologische Veränderungen an Gehirnen und Rückenmarken von MS-Erkrankten erst spät in Beziehung zu den Beschwerden der MS gebracht werden konnten.³⁴

Zu Beginn der Forschungen wurden Gehirne verstorbener MS-Erkrankter untersucht, später, mit Hilfe neuerer Technologien, konnten auch Liquor und Blut genauer betrachtet werden. Es wurden drei Theorien zur Ursache entwickelt:

1. Entwicklungsstörung der Myelinscheide, entweder angeboren oder durch äußere Einflüsse erworben
2. Myelinscheidenschädigung durch Durchblutungsstörungen und Gerinnsel in kleinen ZNS-Venen
3. Myelinscheidenentzündung.³⁵

1: Es wird häufig diskutiert, ob eine chemische Veränderung der Myelinscheiden durch etwa Umweltgifte oder Quecksilberablagerungen ein Grund für die Ursache sein könnte. Jedoch bleibt auch hier die Frage offen, weshalb junge Menschen, welche kürzere Zeit den Umweltbelastungen exponiert waren als ältere Menschen, häufiger erkranken.³⁶

³² Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.21.

³³ Vgl. STRASSER-FUCHS, Siegrid, et al.: Immuntherapie der Multiplen Sklerose. Stellenwert monoklonaler Antikörper. o.O: UNI-MED 2007, S. 14.

³⁴ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.21.

³⁵ Vgl. ebda, S.21.

³⁶ Vgl. ebda, S.22.

2: In den 1940er Jahren glaubte man an die Vulnerabilitätstheorie, welche besagt, dass eine starke Verwundbarkeit des Myelin aufgrund einer vorangegangenen Gerinnselbildung und Durchblutungsstörung vorliegt. Durch diese Störungen sei die Blut-Hirn-Schranke nicht mehr undurchlässig für Entzündungszellen. Bei dieser Vulnerabilitätstheorie bleibt jedoch offen, weshalb vor allem junge Menschen häufig betroffen sind und man ist der Meinung, MS würde häufiger vorkommen müssen, da die Blut-Hirn-Schranke auch bei hohem Fieber oder Migräne durchlässig ist.³⁷

3: Anders als in den 1940er Jahren vermutete man in den 1920er Jahren, dass Multiple Sklerose eine entzündliche Ursache hat, weil die eindeutigsten Befunde an Gehirnen von erkrankten Menschen, entzündliche Veränderungen der Myelinscheiden waren. Die Theorie einer Entzündung stützt außerdem auch die anderen Theorien, da Erreger im ZNS Venenschäden verursachen können (dies beinhaltet auch die Vulnerabilitätstheorie unter Punkt 2) und eine Entwicklungsstörung der Myelinscheiden (Punkt 1) bewirken können. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass ausschließlich langjährig erkrankte Personen untersucht wurden, und es deshalb schwer zu differenzieren war, ob die Theorien nur eine Spätfolge des Krankheitsverlaufs beschrieben oder tatsächlich mit der Ursache der MS in Verbindung standen.³⁸

³⁷ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.21f.

³⁸ Vgl. ebda, S.22.



Grafik 4: Entzündungstheorie als zentrale Stütze³⁹

3.1.2 Neuere Theorien

Wie in Grafik 4 veranschaulicht wird, ist die Entzündungstheorie aus den drei älteren Theorien als die Wichtigste hervorgegangen. Deshalb sind alle neueren Theorien Erklärungsversuche, wie es zu dieser Entzündung kommt. In Diskussion stehen folgende vier:

1. eine chronische Infektion im zentralen Nervensystem
2. die ‚Slow-Virus‘-Infektion (genauer zu finden in Unterkapitel 3.1.2.1.4 mikrobiologische Forschung):⁴⁰
Bei der Slow-Virus-Infektion handelt es sich um eine von Viren ausgelöste Erkrankung des ZNS, welche nach meist jahrelanger Inkubationszeit, zu schweren progressiven Funktionsstörungen führt.⁴¹
3. eine Autoimmunreaktion ohne Beteiligung von Erregern (3.1.2.1.3 immunologische Forschung, Punkt d)
4. eine Autoimmunerkrankung, die durch Erreger entsteht (infekt-induziert). (3.1.2.1.4 mikrobiologische Forschung)⁴²

Im Laufe des nächsten Themas werden diese Theorien aufgegriffen.

³⁹ Entzündungstheorie als zentrale Stütze. HIEBAUM, Anna: Selbsterstellte Grafik zur VWA. Graz, 29.05.2019.

⁴⁰ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.22f.

⁴¹ Vgl. GESUNDHEIT.DE (o.J.): Slow-Virus-Infektion. URL: <https://www.gesundheit.de/lexika/medizin-lexikon/slow-virus-infektion> [Stand: 18.06.2019].

⁴² Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.22f.

3.1.2.1 Forschungsrichtungen

Aufgrund neuer Möglichkeiten im Bereich der Forschung wurde in verschiedene Richtungen untersucht. Im nächsten Teil werden die wichtigsten Forschungszweige zusammengefasst. Diese vier sind die *Epidemiologische* Forschung, die *Genetische* Forschung, die *Immunologische* Forschung sowie die *Mikrobiologische* Forschung.⁴³

3.1.2.1.1 Epidemiologische Forschung

Die Epidemiologie sammelt Kenntnisse über das natürliche Vorkommen einer Krankheit und über Faktoren, die ihr Auftreten beeinflussen. Es werden Zahlen der Erkrankungen in verschiedenen Teilen der Welt, in verschiedenen Ländern und auch in verschiedenen Regionen gesammelt. Des Weiteren erhebt man auch die Häufigkeit der Krankheit in verschiedenen Jahrgängen. Erkrankte werden zu früheren Krankheiten und Erkrankungen in der Familie befragt, sowie zu den früheren und zur Zeit des Krankheitsausbruchs gegebenen Lebensumständen. Unter diese sogenannten Lebensumstände fallen Themen wie soziale und psychische Situation, Lebensgewohnheiten aber auch die beruflichen Gegebenheiten. Zudem werden auch mögliche Zusammenhänge mit rassistischen, zivilisatorischen, ökologischen und saisonalen Bedingungen erhoben, worunter auch frühere Epidemien anderer Krankheiten fallen. Die MS-Forschung profitierte sehr von diesen Untersuchungen, da diese viele Faktoren aufzeigten, welche den Krankheitsausbruch begünstigen.⁴⁴

Eine Auffälligkeit ergab sich bei den Geschlechtern. Frauen sind nahezu doppelt so oft von MS betroffen als Männer.⁴⁵ Hierfür spielen die hormonellen Unterschiede eine tragende Rolle, weshalb man vor einigen Jahren eine neue Forschungsrichtung etablierte, die sich mit den Zusammenhängen zwischen Hormonen und dem Immunsystem befasst. Die sogenannte ‚Immunendokrinologie‘ untersucht beispielsweise die Auswirkungen einer Schwangerschaft oder der Pille auf die zu

⁴³ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.22f.

⁴⁴ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.23.

⁴⁵ Vgl. HACKE, Werner (Hrsg.): Neurologie. 14. überarb. Aufl. Heidelberg: Springer 2016, S. 560.

erforschende Krankheit. Diese Forschungsrichtung brachte auch wichtige Erkenntnisse für die MS-Forschung.⁴⁶

Zudem zeigte die Erforschung auch geografische Unterschiede auf. Es wurden unterschiedliche Populationen aber auch verschiedene geografische Regionen und Länder untersucht. Die daraus entstehende Prävalenzrate beschreibt die Häufigkeit der Krankheit in einer Population.⁴⁷ Das Wort Prävalenz beschreibt die „Rate der zu einem bestimmten Zeitpunkt oder in einem bestimmten Zeitabschnitt an einer bestimmten Krankheit Erkrankten“.⁴⁸ Die Häufigkeit der Multiple Sklerose weist starke regionale Unterschiede auf. Zur besseren Anschaulichkeit wird die Zahl der Erkrankungen pro 100.000 Einwohnern gemessen. Liegt diese über dreißig Personen pro 100.000, ist die Population von einer hohen MS-Häufigkeit geprägt. Solche Regionen sind Nordeuropa, Mitteleuropa, nördliche USA, Neuseeland und Südastralien. Liegt die Zahl der Erkrankten zwischen fünf und 29 Personen pro 100.000, liegt eine mittlere MS-Rate vor. Regionen wie Südeuropa, südliche USA, Südafrika, Nordskandinavien und Nordaustralien weisen eine mittlere MS-Rate auf. Bei weniger als fünf Erkrankten pro 100.000 spricht man von einer niederen MS-Häufigkeit. Diese findet man im Großteil von Afrika, Asien, Grönland und Alaska. Diese Verteilung ist in der folgenden Abbildung veranschaulicht.⁴⁹ Weltweit leiden ungefähr 2.5 Millionen Menschen an MS.⁵⁰

⁴⁶ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.23.

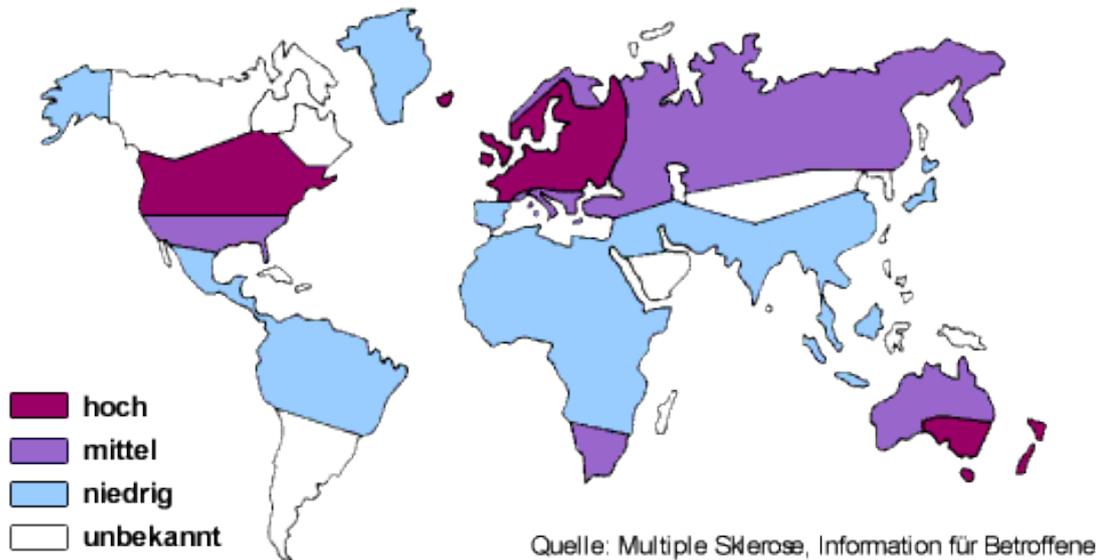
⁴⁷ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.23f.

⁴⁸ BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT GMBH (o.J.): Prävalenz, die Bedeutungen. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Praevalenz> [Stand: 04.07.2019].

⁴⁹ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.24f.

⁵⁰ Vgl. OSBORN, Anne; HEDLUND, Gary; SALZMAN, Karen: Osborn's Brain. Imaging, Pathology, and Anatomy. 2. Aufl. o.O: Elsevier 2018, S. 452.

Erkrankungsrisiko Multiple Sklerose



Grafik 5: Erkrankungsrisiko⁵¹

Mit der Entwicklung der Magnetresonanztherapie stieg auch die Anzahl der Erkrankungen. Vor allem sehr junge, aber auch ältere Menschen werden häufiger mit der Krankheit MS diagnostiziert. Der Anstieg der Diagnosen liegt teilweise daran, dass die neurologischen Beschwerden älterer Personen, vor der Möglichkeit einer MRT-Untersuchung, häufig anderen Krankheiten zugeschrieben wurden. Zudem steigt die Rate der Erkrankten vor allem in Regionen mit bis dato niedriger Prävalenzrate. Das könnte sich durch Touristen erklären lassen, welche die Krankheitserreger mitbringen. Möglicherweise reagiert die Bevölkerung im Zielland mit stärkeren Abwehrreaktionen oder der Erreger verhält sich unter verschiedenen klimatischen Umständen entsprechend anders.⁵²

Eine hohe MS-Häufigkeit findet man zwischen 40° und 60° nördlicher Breite, sowie 30° und 40° südlicher Breite. In diese Breiten fallen Europa, Nordamerika, Australien sowie Neuseeland. Diese Verteilung lässt sich auf drei Faktoren zurückführen.⁵³

⁵¹ HENDESS, Gerald (2001): Erkrankungsrisiko. URL: http://www.hendess.net/ms_d.htm [Stand: 11.11.2019].

⁵² Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.25.

⁵³ Vgl. ebda, S.25f.

- a. Da diese Regionen hauptsächlich von wenig pigmentierten Menschen besiedelt sind, könnte man auf rassische und damit auf genetische Einflüsse schließen.
- b. Die betroffenen Regionen befinden sich alle im gemäßigten Klima, möglicherweise verhalten sich Erreger unter anderen klimatischen Gegebenheiten, wie sehr heißen oder sehr kalten Temperaturen, anders.
- c. Möglicherweise spielen auch zivilisationsbedingte Einflüsse eine Rolle. Unter diesen versteht man die Hygienestandards und das durchschnittliche Alter beim Erstkontakt mit dem Erreger.⁵⁴

Zudem konnte nachgewiesen werden, dass Regionen mit hoher MS-Häufigkeit jene sind, welche große Mengen an gesättigten Fettsäuren, Fleischprodukten und Milchprodukten konsumieren. Es lässt sich nicht beweisen, dass diese Nahrungsmittel die Ursache für die Entstehung der MS sind, als begünstigende Komponente kann man sie jedoch auch nicht ausschließen.⁵⁵ Thomas Berger, ein Innsbrucker Neurologe, meint in einem Interview mit der Tageszeitung „Der Standard“: „Es gibt keine Evidenz, dass spezielle Ernährung, Diäten oder das Vermeiden von bestimmten Lebensmitteln einen positiven Einfluss auf den Krankheitsverlauf haben.“⁵⁶

Besonders spannende Ergebnisse brachte die epidemiologische Forschung an Personen, welche von Regionen mit hoher MS-Häufigkeit in Regionen mit niedriger MS-Häufigkeit umzogen. Obwohl MS keine ansteckende Krankheit ist, kam es in den Regionen zum Teil zur sogenannten ‚Cluster-Bildung‘. Das bedeutet eine hohe Anzahl an Erkrankungen in einem abgegrenzten Gebiet. Zudem konnte bewiesen werden, dass die Anlage für die MS bereits vor dem fünfzehnten Lebensjahr vorhanden sein muss, selbst wenn die Krankheit meist deutlich später ausbricht.⁵⁷

⁵⁴ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.26.

⁵⁵ Vgl. ebda, S.26.

⁵⁶ BRANDSTETTER, Günther: „Ziel ist es, Schübe zu stoppen“. In: Der Standard (Wien) vom 01.09.2018/02.09.2018, S. 1.

⁵⁷ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.26.

Im Jahr 2011 wurde eine österreichweite Prävalenzstudie durchgeführt. Zu dem Zeitpunkt waren 28% der Erkrankten Männer, 72% waren Frauen.⁵⁸

3.1.2.1.2 Genetische Forschung

Obwohl die Multiple Sklerose keine Erbkrankheit ist, lassen sich genetische Prädispositionen finden, da das Immunsystem vererbt wird (*immune-response-Gene*). Der Anfang der genetischen Forschung liegt in den Auffälligkeiten, die sich in der epidemiologischen Forschung ergaben. So sind zum Beispiel wenig pigmentierte Menschen öfter von MS betroffen als häufig pigmentierte Personen. Dies geht nicht nur aus der geografischen Verteilung hervor, da auch Unterschiede zwischen den unterschiedlich stark pigmentierten Bürgern Amerikas und Südafrikas nachweisbar sind.⁵⁹

Um verstehen zu können, weshalb MS in gewisser Weise erblich ist, muss zuerst die Bedeutung der HLA-Faktoren, oder auch Gewebefaktoren genannt, erklärt werden. Die HLA-Faktoren befinden sich auf der Oberfläche von Körperzellen und Blutzellen. Sie sind den Blutgruppen sehr ähnlich und werden durch ein erbliches Muster von ungefähr zehn bis 15 HLA-Genen gebildet. Derzeit gibt es über 100 bekannte HLA-Gene. Die Muster auf den Lymphozyten spielen eine große Rolle bei Virusinfektionen und auch bei der MS, da sie für die Immunantwort entscheidend sind. Obwohl MS-Erkrankte nicht das gleiche erbliche Muster aufweisen, kommen bestimmte HLA-Faktoren bei ihnen gehäuft vor.⁶⁰

Multiple Sklerose ist zwar nicht erblich, allerdings liegt eine gewisse MS-Empfänglichkeit vor, die erblich ist. Das sieht man beispielsweise daran, dass innerhalb einer Familie oftmals eine Häufung von Erkrankungen vorliegt. Bei den Betroffenen findet man HLA-Faktoren, die mit erhöhter MS-Empfänglichkeit verknüpft sind,

⁵⁸ Vgl. BAUMHACKL, Ulf; BERGER, Thomas: ÖMSB. Österreichische Multiple Sklerose Bibliothek. o.O: Facultas 2016, S. 26f.

⁵⁹ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.26.

⁶⁰ Vgl. ebda, S.27.

häufiger als bei nicht betroffenen Familien.⁶¹ Das sieht man daran, dass das Risiko zu erkranken bei 27% liegt, wenn ein eineiiger Zwilling bereits an MS leidet. Bei zweieiigen Zwillingen sinkt das Risiko auf 2.3%.⁶² Bei Geschwistern liegt es bereits bei 1:25 und wenn ein Elternteil MS hat, sinkt das Risiko weiter auf 1:50. Bei Cousinen und Cousins ersten Grades liegt es bei 1:100 und bei einer MS-freien Familie bei rund 1:1.000.⁶³ Dass die erbliche Empfänglichkeit insgesamt gering ist erkennt man an drei Tatsachen.

- a. Sogar bei eineiigen Zwillingen sind nicht beide Geschwister betroffen.
- b. In Familien mit den krankheitstypischen HLA-Faktoren kommen wesentlich weniger Erkrankungen vor, als es dafür anfällige Personen gibt.
- c. Diese HLA-Faktoren kommen in Zonen mit hoher MS-Erkrankung häufiger vor, als die tatsächliche Krankheit.⁶⁴

Daraus lässt sich schließen, dass die erbliche Komponente allein nicht zur Entwicklung der MS ausreicht und dafür andere Einflüsse notwendig sind. Die MS entwickelt sich dann, wenn ein Mensch, der eine Empfänglichkeit für MS aufweist, zu einer bestimmten Zeit der Kindheit, mit dem MS-auslösenden Erreger in Berührung kommt.⁶⁵

Wie man sehen kann, müssen viele ineinandergreifende Voraussetzungen gegeben sein, damit Multiple Sklerose entsteht. Es ist also nicht verwunderlich, dass keine direkte Erblichkeit erkennbar ist.⁶⁶

⁶¹ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.26.

⁶² Vgl. DAROFF, Robert; et al.: Bradley's Neurology in Clinical Practice. 7. Aufl. Band 1. o.O: Elsevier 2016, S. 688.

⁶³ Vgl. NOVARTIS PHARMA GMBH (2018): MS-Service. Mein Wissen. Meine Zukunft. Mein Leben. URL: <https://www.ms-service.at/wissen/ms-ursachen-und-haeufigkeiten/#> [Stand: 06.06.2019].

⁶⁴ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.28.

⁶⁵ Vgl. ebda, S.28.

⁶⁶ Vgl. ebda, S.26ff.

3.1.2.1.3 Immunologische Forschung

Die immunologische Forschung versucht den Grund für die Entwicklung einer chronischen Entzündung zu finden. Dafür gibt es fünf mögliche Szenarien.

- a. In der akuten Phase der Entzündung wurde der Erreger nicht restlos beseitigt.
- b. Es konnte keine passende Abwehrreaktion eingeleitet werden, da eine Abwehrstörung vorliegt.
- c. Der Erreger konnte sich durch das Verstecken im Gewebe der Abwehr entziehen.
- d. Aufgrund eines Fehlers im Immunsystem werden körpereigene Bestandteile angegriffen, eine sogenannte Autoimmunreaktion entwickelt sich.
- e. Am Ende der akuten Entzündungsphase konnten die letzten Abwehrvorgänge nicht vollkommen gestoppt werden, weil ein Fehler in der Steuerung des Immunsystems vorliegt, eine sogenannte Immunregulationsstörung.⁶⁷

Tierversuche sind ein zurecht umstrittenes Thema, jedoch haben sie viel zu den MS-Forschungen beigetragen. In den 1930er Jahren wurde bei Tieren eine experimentelle allergische Enzephalomyelitis (EAE) verursacht. Zuerst injizierten Forscher Markscheiden, später lediglich noch Bruchteile der Markscheide, das sogenannte basische Markscheidenprotein (MBP). Durch die Injektionen traten bei den Tieren Plaques im ZNS auf, sowie es bei MS-erkrankten Menschen der Fall ist. In den 1970er Jahren wurde erstmals eine schubhafte und chronische Form der EAE erzeugt. Diese *chronic relapsing EAE* erzielte man durch die Injektion von MBP bei sehr jungen Tieren. Bei dieser Form der EAE ähneln nicht nur die Plaques im ZNS, sondern auch der Verlauf der Krankheit der MS beim Menschen.⁶⁸

Eine weitere Entdeckung der Immunologischen Forschungen ist die Produktion von Antikörpern. Es wurden viele auffällige Immunreaktionen gefunden. Eine davon war eine chronische Produktion von Antikörpern im Nervensystem. Ihr Bestehen kann im Liquor nachgewiesen werden und ist schon seit Jahrzehnten bekannt, dennoch ist ihre Bedeutung bis heute unklar. Diese Antikörper enthalten Abwehrstoffe, welche sich bei jedem Erkrankten unterscheiden, und lokale Produktion von Auto-Antikörpern. Solche Auto-Antikörper richten sich gegen das körpereigene Myelin. Die wichtigsten sind jene,

⁶⁷ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.28.

⁶⁸ Vgl. ebda, S.28f.

die sich gegen die Oligodendrozyten richten (Anti-MOG-Antikörper), und jene, die das basische Myelinprotein zerstören (Anti-MBP-Antikörper). Beide Antikörper sind im Blut der erkrankten Person nachweisbar. Die Schwere des Krankheitsverlaufs hängt von der Reaktionsstärke der myelinreaktiven T-Helfer-Lymphozyten, sowie von der Menge an Anti-MOG-Antikörpern und Anti-MBP-Antikörpern ab. Auch die Aktivität der Makrophagen im ZNS spielt eine wesentliche Rolle.⁶⁹

Aufgrund der Gemeinsamkeiten zwischen der MS und der EAE beim Tiermodell ist die Forschung sehr interessiert an diesen Autoimmunphänomenen. Insbesondere die zellulären Autoimmunreaktionen wecken das Interesse vieler Forscher, da die EAE nicht nur durch Injektionen entstehen kann, sondern auch eine Transfer-EAE existiert. Bei der Transfer-EAE werden Lymphozyten des erkrankten Tieres auf ein gesundes Tier übertragen. Das heißt, dass gegen basische Markscheidenproteine und weitere Myelinantigene allergisch reagierende Lymphozyten, die Krankheitserscheinungen auslösen. Auch bei erkrankten Personen wurden solche Parallelen mit der Entstehung der entzündlichen Herde entdeckt.⁷⁰

Offensichtlich sind solche Autoimmunphänomene, die sich gegen die Myelinantigene richten, von zentraler Bedeutung. Zwei Fragen sind jedoch bis heute in diesem Zusammenhang ungeklärt:

Durch welchen Erreger und über welchen Mechanismus sind sie entstanden (Ein Mechanismus wäre beispielsweise der Versuch, an einen Rest von Erregern im Myelin heranzukommen.), und weshalb werden diese Vorgänge nicht gestoppt?⁷¹

Für die fortlaufende Autoimmunreaktion gibt es wiederum mehrere Theorien:

- a. Durch einen Abwehrsystemdefekt ist die Immunregulation gestört.
- b. Durch einen Erreger ist die Immunregulation blockiert.
- c. Der Körper bekämpft die Erreger weiter, weil sie nicht beseitigt wurden.

⁶⁹ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.29f.

⁷⁰ Vgl. ebda, S.30.

⁷¹ Vgl. ebda, S.30.

- d. Weil fortlaufend aktive Autoimmunzellen und Auto-Antikörper produziert werden, ist die Gegenregulation überlastet.
- e. Im frühen Kindesalter hat das Immunsystem nicht gelernt, harmlose oder friedliche Erreger zu ignorieren.⁷²

Hier werden die letzten beiden Theorien als am wahrscheinlichsten betrachtet. In der Forschung findet die Immunregulation bei der Multiplen Sklerose jedoch zurzeit wenig Beachtung. Klar ist nur, dass die MS nicht wegen einer Immunschwäche, sondern wegen einer überdimensionalen Abwehrreaktion entsteht.⁷³ Im Interview mit der Tageszeitung „Der Standard“ betonte Univ.-Prof. Dr. Thomas Berger dies besonders klar:

Bei Patienten mit einer Autoimmunerkrankung kommt es zu einer überschießenden Reaktion des Immunsystems, wobei sich der autoimmune Anteil gegen den eigenen Körper richtet – also ein „Zuviel des Guten“. Mir ist wichtig, dies klarzustellen, da für viele Betroffene MS oftmals mit einer Immunschwäche gleichbedeutend ist – MS-Patienten sind definitiv nicht immungeschwächt.⁷⁴

3.1.2.1.4 Mikrobiologische Forschung

Die epidemiologischen Studien wiesen auf einen Erreger als Ursache, jedoch konnte bis heute keiner identifiziert werden. Seit den 1920er Jahren forscht man intensiv an einem Erreger, der für den Krankheitsausbruch in Betracht kommt. Dieser Zweig der Forschung wird zunehmend zu einem der Schwerpunkte in den weiteren Untersuchungen.⁷⁵

In der Vergangenheit wurden viele neue Erreger entdeckt. Alle wurden zwar in Bezug auf die MS untersucht, ein gemeinsamer Erreger bei allen Erkrankten konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Ob es einen bestimmten Erreger gibt oder ob eine ganze Serie von Erregern die Krankheit auslöst, ist bis heute ungeklärt. Außerdem kommt ein weiterer Faktor dazu, der die Forschungen erschwert. Da die Suche nach Erregern

⁷² Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.30.

⁷³ Vgl. ebda, S.31.

⁷⁴ Frühe Diagnose der MS ist essenziell. In: Der Standard (Wien) vom 12.01.2019/13.01.2019, S. 1.

⁷⁵ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.31.

vorrangig an Gehirnen verstorbener MS-erkrankter Menschen durchgeführt wird, fällt es den Forschern schwer, positive und negative Befunde korrekt zu beurteilen. Fällt der Erregernachweis positiv aus, kann es sein, dass die Erreger nicht die Ursache der MS, sondern nur eine Folge der Erkrankung sind. Finden die Forscher keine Erreger ist es möglich, dass zwar ursprünglich einer vorhanden war, jedoch von den zahlreichen Abwehrmechanismen des Körpers bei der MS bereits zerstört worden ist.⁷⁶

In den 1970er Jahren entdeckte man die Slow-Virus Erkrankungen. So eine Infektion führt erst nach einer monatelangen oder sogar jahrelangen Inkubationszeit zu progressiven neurologischen Symptomen. Allerdings ist die Ähnlichkeit der Veränderung im Gehirn bei diesen Krankheiten geringer, als bei der *EAE*.⁷⁷

Durch die Entwicklung der PCR-Technik in den 1990er Jahren entwickelte sich die Theorie der infekt-induzierten Autoimmunerkrankung. Da es viele Virusinfektionen gibt, die, wie bei der MS, Plaques bilden, jedoch einen anderen Verlauf als die MS haben, kam man auf die Idee, dass Erreger unter gewissen Bedingungen anstatt einer (sub)akuten Erkrankung, eine chronische entwickeln. Bei vielen MS-Patienten wurden mit der PCR-Technik Viren gefunden, die allesamt zur Gruppe der Herpesviren zählen. Unter anderem gehört der Herpes-simplex-Virus Typ 1 und 2 dazu. Dieser wurde bei 90% der Erkrankten nachgewiesen, welche im Halsteil des Rückenmarks die meisten entzündlichen Herde hatten. Ein weiterer Herpesvirus ist das Epstein-Barr-Virus (EBV), welches den Körper dazu veranlasst Abwehrstoffe zu produzieren, die in der Struktur, denen die das Myelin bekämpfen, sehr nahekommen. Eine Untersuchung im Bereich der Epidemiologie ergab, dass MS-Erkrankte in der frühen Kindheit deutlich häufiger an einer Herpes Zoster (Gürtelrose) erkrankten, als Menschen, die nicht von MS betroffen sind. Da Herpesviren persistierende Infektionen auslösen, lösen sie möglicherweise auch MS aus. Persistierend bedeutet, dass die Viren auch nach der Infektion im Gewebe bleiben. Ein Beispiel dafür ist das Virus HSV-1, welches Fieberblasen verursacht. Es verharrt in einem Ganglion bis es erneut durch einen Infekt aktiviert wird. Kommt es zu so einer Aktivierung, gelangt es über Nerven zu den

⁷⁶ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.31.

⁷⁷ Vgl. ebda, S.31.

Lippen, wo es erneut eine Fieberblase verursacht. Wenn das Virus jedoch über die Nerven in die andere Richtung bewegt, gelangt es zum Rückenmark und in weiterer Folge ins Gehirn, wo es eine Meningitis verursachen kann. Möglicherweise gibt es Menschen, welche, wegen ihres guten Immunsystems, so eine Hirnhautentzündung verhindern können. Allerdings würden sie eine MS-Anlage entwickeln, weil das Gewebe bekämpft wird, in dem sich der Erreger befindet. Durch eine spätere Vermehrung der Viren würde die Krankheit dann ausbrechen.⁷⁸

In den letzten Jahren geht man immer stärker davon aus, dass MS nicht nur durch einen Erreger entsteht, sondern durch eine gesamte Serie an Erregern. Auch die epidemiologische Forschung stützt diese Theorie.⁷⁹

3.1.2.1.5 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann laut den letzten Forschungen gesagt werden, dass MS eine infekt-induzierte Autoimmunerkrankung bei genetischer Prädisposition ist.⁸⁰ Multiple Sklerose ist nicht direkt vererbbar.⁸¹ Ungeklärt sind derzeit noch die Anzahl der auslösenden Erreger sowie die begünstigenden Faktoren. Vermutlich entsteht die MS-Anlage durch einen persistierenden Erreger der Herpesgruppe.⁸² Es werden auch eine Vielzahl anderer Viren und Bakterien als Ursache diskutiert, bis heute lässt sich aber kein Erreger eindeutig nachweisen.⁸³ Der Grund für den Übergang von der Anlage zur Krankheit sehen die Forscher in einer temporären Schwäche oder einer Überforderung des Immunsystems, wie beispielsweise bei mehreren Infekten in einer kurzen Zeitspanne oder langanhaltendem Negativstress.⁸⁴

⁷⁸ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.32f.

⁷⁹ Vgl. ebda, S.32.

⁸⁰ Vgl. ebda, S.33.

⁸¹ Vgl. Was ist Multiple Sklerose? Multiple Sklerose Landesgesellschaft Steiermark. Graz: o.V. 2018, S.8.

⁸² Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.33f.

⁸³ Vgl. ZETTEL, Uwe (Hrsg.); et al.: Multiple Sklerose. 7. Aufl. o.O: Elsevier 2018, S. 41.

⁸⁴ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.33f.

3.2 Entstehung der Plaques

Im zweiten Teil der Ursachen möchte ich nun näher auf die Entstehung der Plaques eingehen, da sie die unmittelbare Krankheitsursache darstellen.

Die Multiple Sklerose ist eine sehr variierende Krankheit. Wie stark die Symptome sich äußern und den Erkrankten beeinträchtigen ist von Person zu Person verschieden. Zum einen hängt das von der Größe der Plaques ab, zum anderen sind sie disseminiert angeordnet. Das heißt sie liegen unterschiedlich verstreut in den Nervenbahnen. Außerdem wechseln die aktiven Stellen und auch die Remyelinisierung ist von Patient zu Patient unterschiedlich stark ausgeprägt.⁸⁵

Die Remyelinisierung erfolgt durch die myelinisierenden Gliazellen und kann im Frühstadium vereinzelt gesamte Plaques wiederherstellen. Die neuen Myelinscheiden sind jedoch dünner und weisen eine dezimiertere Nervenleitgeschwindigkeit auf, als die zuvor bestandenen. Die Informationsübertragung erreicht daher nach einer Demyelinisierung nicht erneut dieselbe Geschwindigkeit, sondern erfolgt deutlich langsamer.⁸⁶

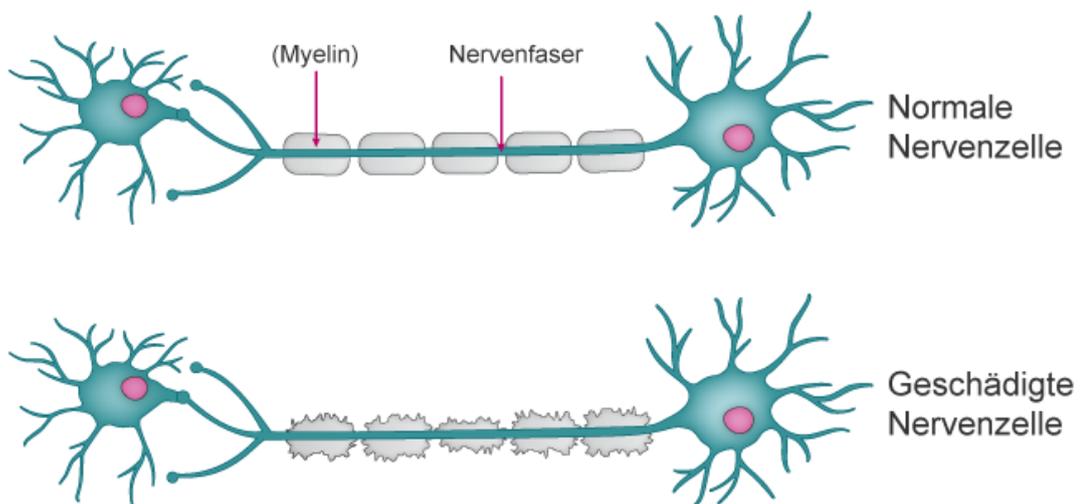
In der Arbeit wurde bereits oft das Wort *Plaque* verwendet, doch was beschreibt es? Plaques kommen nur im ZNS vor und sind herdförmige Entzündungen, daher die erkrankten Stellen. Vorrangig ist die Myelinscheide entzündet, weshalb sie auch Entmarkungsherde oder Demyelinisationsherde genannt werden. Allerdings werden nicht nur die Markscheiden angegriffen, sondern auch die von ihnen beschützten Axone. Bereits zu Beginn der Krankheit sind diese betroffen, wie stark diese zerstört werden, bestimmt die Schwere der neurologischen Ausfälle, da sich Axone, im Gegensatz zum Myelin, nicht regenerieren können.⁸⁷

⁸⁵ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.34f.

⁸⁶ Vgl. BERLIT, Peter (Hrsg.): Klinische Neurologie. 3. erw. und vollst. überarb. Aufl. o.O: Springer 2011, S.1225.

⁸⁷ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.35.

Die Plaques befinden sich zwar nicht bei jeder Person an der gleichen Stelle, es gibt jedoch Orte, an denen sie vermehrt vorkommen. Solche, die in der Nähe eines Ventrikelsystems liegen, welches Liquor führt, werden periventrikuläre Plaques genannt. Befinden sich die entzündlichen Herde im Großhirn neben der Hirnrinde heißen sind sie subkortikal. Wo auch immer das Myelin beschädigt wird, es ist entlang kleiner Venen, was wiederum dafürspricht, dass Venen den Erregern Zutritt zum ZNS bieten. Wie bereits erwähnt sind Plaques unterschiedlich groß, meistens entstehen die großen Herde jedoch durch viele kleine, die sich nebeneinander befinden. In so einem Fall ist von konfluierenden Plaques die Rede.⁸⁸



Grafik 6: Intaktes und geschädigtes Neuron⁸⁹

3.2.1 Plaquebildung

Autoimmunlymphozyten, die Zellen, die sich gegen das Myelin richten, werden in den Lymphorganen gebildet und ruhen dort als Gedächtniszellen. In diesem Zustand sind sie inaktiv, kommt es jedoch zu einer Infektion, treten die Zellen in die Blutbahn ein. Sind genug solcher Zellen im Blut, können sie in das ZNS eintreten.

⁸⁸ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.36.

⁸⁹ NOVARTIS PHARMA GMBH (2019): Intaktes und geschädigtes Neuron. URL: <https://www.ms-experts.at/wissen-und-ich/was-ist-ms/index.shtml#> [Stand: 20.01.2020].

Bei kleineren Infektionen ist das nicht der Fall, weshalb nicht jede Infektion ein Schubauslöser ist. Befinden sich die Autoimmunlymphozyten im ZNS kommt es zu einer durchlässigeren Schranke. Dadurch können die Abwehrzellen ins ZNS eintreten und auch sich bereits im ZNS befindende Zellen werden aktiviert. Zudem tritt auch Fibrinogen ein, ein Blutgerinnungsfaktor der Entzündungen fördert. Beim Abbau des Fibrinogens locken dessen Abbauprodukte noch mehr Abwehrzellen an und es entsteht eine Schwellung und in weiterer Folge eine Aufsplitterung der Markscheide. Nun können Entzündungszellen in sie eintreten und eine aktive Plaque entsteht. In so einer frisch entstandenen Plaque findet man T-Helfer-Lymphozyten sowie T-Killer-Lymphozyten, welche beide das Myelin zerstören. Ebenfalls im Zentrum befinden sich freie Antikörper und B-Lymphozyten sowie Plasmazellen, die diese produzieren. Allesamt sind sie gegen das Myelin gerichtet und zerstören es nach und nach. Die abgebauten Myelinreste werden von Makrophagen fortgebracht, deren Präsenz aktiviert die T-Lymphozyten jedoch noch mehr. Am Rand einer Plaque findet man T-Suppressor-Lymphozyten, welche, gemeinsam mit Antikörpern, zwar das Myelin schädigen, jedoch auch die anderen Vorgänge abbremsen und so das Schubende einleiten.⁹⁰

So wird letztlich das Myelin an mehreren Stellen abgebaut, doch wie werden Axone beschädigt? Obwohl seit dem 19. Jahrhundert bekannt ist, dass sowohl die graue, als auch die weiße Substanz bei der MS geschädigt werden, wird die Schädigung der grauen Substanz erst heutzutage mehr diskutiert. Dies lässt sich mit der Verbesserung der Magnetresonanzuntersuchung in Verbindung setzen.⁹¹ Anders als das Myelin werden Axone nicht direkt von Autoimmunzellen angegriffen, sondern durch chemische Prozesse angeregt, die im Zuge der Entzündung ablaufen. Durch die Makrophagentätigkeit, die Apoptose (Apoptose beschreibt den Zerfall von Abwehrzellen) und den Myelinzerfall entstehen aggressive Stoffe, welche den Wiederaufbau und die Funktion des Myelin erschweren und Axone angreifen. Zu diesen zählen freie Radikale, Stickstoffmoleküle, Proteasen und gewisse Neurotransmitter. Nach derzeitigem

⁹⁰ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.37.

⁹¹ Vgl. GOETZ, Christopher; et al.: Textbook of Clinical Neurology. 3. Aufl. o.O: Elsevier 2007, S. 1105.

Wissensstand gibt es vier Variationen der Plaquebildung. Diese unterscheiden sich in ihrer unterschiedlich starken Ausprägung der verschiedenen Abwehrreaktionen sowie an der Schwere der Axonschädigung. Unter diese Unterschiede fällt unter anderem die Menge der Antikörper und die Aktivität der Lymphozyten und Makrophagen. Zu diesen unterschiedlichen pathogenetischen Grundtypen kommt es wahrscheinlich wegen der verschiedenen Ursachen, welche die MS hat. Im Folgenden werden diese vier Grundtypen prägnant beschrieben.

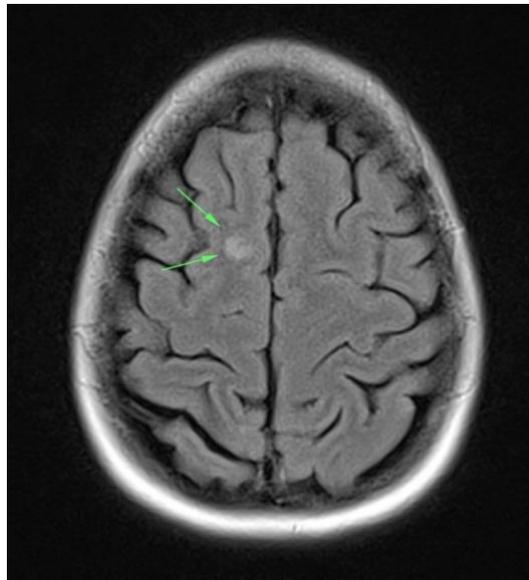
- a. Im ZNS befinden sich zwar sehr viele überdurchschnittlich aktive T-Helfer-Lymphozyten, jedoch eine geringe Menge an Auto-Antikörpern und Fresszellen. Dies führt zu einer starken Schädigung des Myelin und zu dessen schnellem Wiederaufbau. Bei diesem Typ liegt nur eine geringe Axonbeteiligung vor.
- b. Es gibt viele Auto-Antikörper, aber wenige T-Helfer-Zellen und Fresszellen, welche sich gegen das Myelin richten. Deswegen entstehen kleinere Myelinschäden, jedoch größere Axonschäden als bei Art a.
- c. Eine weitere Variation ist die große Menge an Makrophagen sowie Auto-Antikörpern, und eine kleinere Anzahl an T-Helfer-Lymphozyten. Die Axonbeteiligung ist groß, die Schäden der Markscheide entwickeln sich langsam und der Wiederaufbau ist schwach.
- d. Hier sind die gesamten Abwehrvorgänge schwach, wodurch das Axon stärker betroffen ist als die Markscheide.⁹²

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass diese vier pathogenetischen Grundtypen mit hoher Wahrscheinlichkeit mit den verschiedenen Verlaufstypen in Zusammenhang stehen. Durch diese immunologischen Vorgänge wird die Reizübertragung im ZNS gestört und es kommt zu Symptomen. Durch Astrozyten in der Nähe der Plaque wandelt sich der entzündliche Herd in Narbengewebe um.

⁹² Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.37ff.

Dieser Sklerose verdankt die Krankheit ihren Namen. Doch wie entsteht dieses Narbengewebe?⁹³

Bevor die Astrozyten die Fasern bilden, wird die Markscheide repariert. Diesen Vorgang bezeichnet man als Remyelinisierung und wird von den myelinbildenden Oligodendrozyten ausgeführt. Da jedoch oftmals, vor allem bei älteren und relativ großen Plaques, diese Oligodendrozyten mit zerstört werden, kommt es manchmal zu keiner Progression der Schäden und lediglich zur Vernarbung. Ist das der Fall, leidet der Patient von nun an, an einem bleibenden Schaden.⁹⁴



Grafik 7: Entzündlicher Herd im MRT-Verfahren veranschaulicht⁹⁵

⁹³ Vgl. MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten, S.40.

⁹⁴ Vgl. ebda, S.40.

⁹⁵ KARL-HEINZ, Günther (2016): Entzündlicher Herd im MRT-Verfahren veranschaulicht. URL: <https://www.doccheck.com/de/detail/photos/26790-ms-herd-mrt-3> [Stand:07.06.2019].

4 Umfrage zum Leben mit MS

4.1 Hintergründe

Um meine VWA abzurunden, habe ich beschlossen, eine Umfrage unter MS-erkrankten Personen durchzuführen. Hierbei habe ich mich besonders auf die Lebensumstände mit der Krankheit konzentriert, um herauszufinden welche direkten Auswirkungen auf das Privatleben die Krankheit mit sich ziehen kann. Multiple Sklerose wird nicht umsonst die „Krankheit mit den 1.000 Gesichtern“⁹⁶ genannt. Patienten haben unterschiedliche Symptome und diese in verschieden starker Ausprägung.⁹⁷ Um ein möglichst objektives Resultat zu erzielen, war es also wichtig, viele Menschen mit verschiedenen Erfahrungen zu befragen.

In Form einer Online-Umfrage⁹⁸ und einer manuell auszufüllenden Umfrage in den Sprachen Deutsch, Englisch und Kroatisch gelang es, insgesamt 246 Personen aus den Ländern Österreich, Deutschland, Schweiz, Belgien, Belarus und Kroatien zu befragen. Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

4.2 Ergebnisse

Meine Umfrage setzt sich aus fünf Hauptfragen, sowie drei Fragen, welche nur bei positiver Beantwortung der Hauptfrage weiterführend die Antwort ergänzen, zusammen. In den nächsten Unterkapiteln werden zunächst die Fragestellung erläutert und im Anschluss die Ergebnisse vorgelegt und interpretiert.

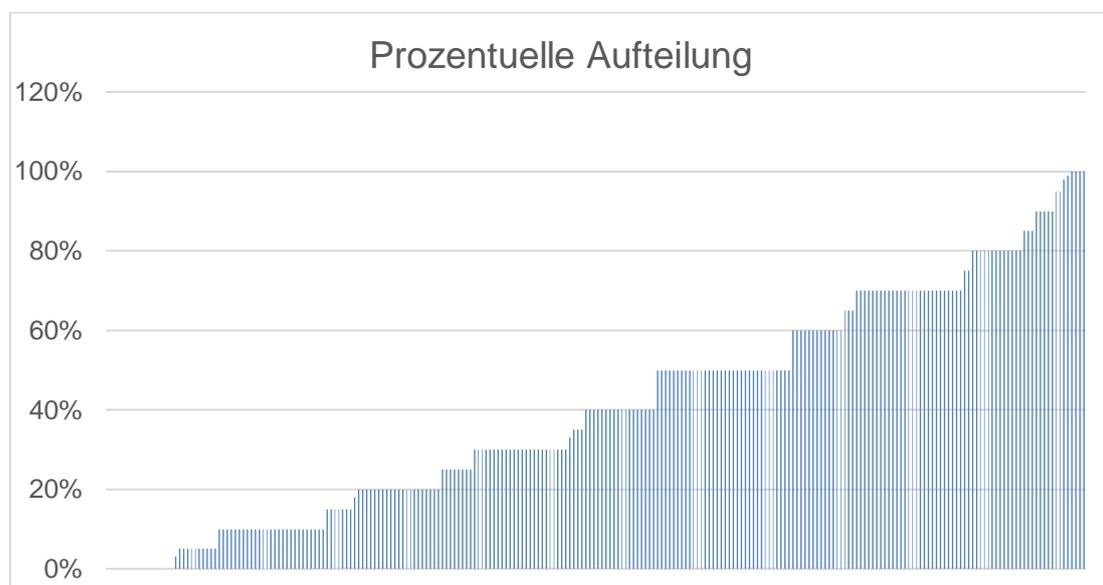
⁹⁶ HAAS, Judith (2018): Multiple Sklerose. Auf den Spuren der 1000 Gesichter. URL: <https://www.dmsg.de/jugend-und-ms/multiple-sklerose/index.php?kategorie=multipler-sklerose> [Stand: 03.11.2019].

⁹⁷ Vgl. HAAS, Judith (2018): Multiple Sklerose. Auf den Spuren der 1000 Gesichter.

⁹⁸ Abrufbar unter URL: <https://www.umfrageonline.com/s/c9b2c72> [Stand: 10.10.2019].

4.2.1 Frage 1: „Wie stark beeinträchtigt Sie die Krankheit in Ihrem Alltag?“⁹⁹

Die erste Frage setzte sich zum Ziel, den Schweregrad der Beeinträchtigung im alltäglichen Leben zu erfassen. Alle betroffenen Personen wurden dazu aufgefordert, ihre Antwort in Prozent zu fassen, die Verwendung von Kommazahlen wurde nicht untersagt. Die Intention dieser Fragestellung war es zu ermitteln, ob, und gegebenenfalls, wie sehr die Beeinträchtigung durch die Krankheit unter den Teilnehmenden variiert. Hierbei kam es zu einem schlüssigen Ergebnis.¹⁰⁰



Grafik 8: Prozentuelle Aufteilung der Antworten auf Frage 1¹⁰¹

Alle 246 Personen beantworteten diese Frage, woraus sich eine 100 prozentige Beantwortung der Frage ergibt. Das Minimum liegt bei 0,0%, das Maximum hingegen bei 100,0%. Bei gerundet 40,2% befindet sich das arithmetische Mittel und der Modus ist die Antwort 50,00% mit 34 Angaben. Mit gerundet 27,6 prozentiger Standardabweichung, liegt eine relativ hohe Streuung vor.¹⁰²

⁹⁹ HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS. Eigene Umfrage zur Ermittlung statistischer Daten im Zuge der VWA. [CD].

¹⁰⁰ Vgl. HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹⁰¹ Prozentuelle Aufteilung der Antworten auf Frage 1. HIEBAUM, Anna: Selbsterstellte Grafik zur VWA. Graz, 03.11.2019.

¹⁰² Vgl. HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

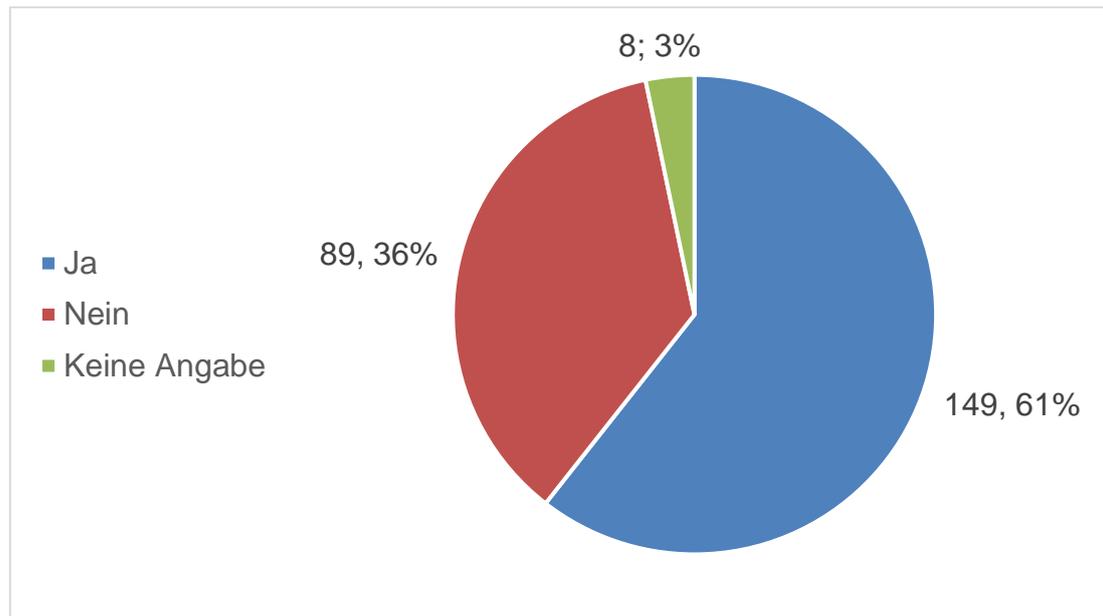
Wie man der oberen Grafik, sowie dem Maximum und dem Minimum, entnehmen kann, wurden sowohl die höchstmögliche als auch die niedrigst mögliche Antwort angegeben. Gemeinsam mit dem hohen Streuungswert, lässt sich interpretieren, dass die Beeinträchtigung im Alltag zwischen an Multiple Sklerose erkrankten Menschen stark variiert.¹⁰³ Diese Erkenntnis lässt vermuten, dass die oben beschriebenen Unterschiede zwischen den Befragten bezüglich der Beeinträchtigung daher kommen, dass die Symptomatik bei der MS stark variiert. Generell können bei der MS alle Funktionsstörungen des ZNS vorkommen.¹⁰⁴

¹⁰³ Vgl. HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹⁰⁴ Vgl. STEINMETZ, Helmuth (Hrsg.); et al.: Lehrbuch Neurologie. München: Elsevier 2011, S. 199.

4.2.2 Frage 2: „Hat die Krankheit zu einer Veränderung Ihrer Berufstätigkeit geführt?“¹⁰⁵

Bei der zweiten Frage wurde ermittelt, ob sich aufgrund der Krankheit Veränderungen im beruflichen Alltag ergaben. Diese Fragestellung war mit *Ja* oder *Nein* zu beantworten. Bei einer Beantwortung mit *Ja* stand den Teilnehmenden offen, ob sie ihre Antwort näher erläutern möchten.¹⁰⁶



Grafik 9: Beantwortung Frage 2¹⁰⁷

Wie man der obigen Grafik entnehmen kann, haben 238 von den insgesamt 246 Teilnehmern diese Frage beantwortet. Bei 62,6% der 238 Befragten gab es Veränderungen im beruflichen Umfeld, das entspricht 149 Personen. Einige Teilnehmer erläutern näher:¹⁰⁸

„Bin selbstständig, bin aber nicht mehr belastbar und kann mich nicht lange konzentrieren.“¹⁰⁹

„Ich wurde mit 35 Jahren in die Erwerbsunfähigkeitsrente geschickt, hatte gar keine Möglichkeit meinen Beruf weiter aus zu üben [sic].“¹¹⁰

¹⁰⁵ HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹⁰⁶ Vgl. ebda.

¹⁰⁷ Beantwortung Frage 2. HIEBAUM, Anna: Selbsterstellte Grafik zur VWA. Graz, 11.11.2019.

¹⁰⁸ Vgl. HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹⁰⁹ Ebda.

„I get less money [...] I try [...] to keep myself active so I adapt my work around fatigue.“¹¹¹ [Ich bekomme weniger Geld. Ich versuche mich selber aktiv zu halten und adaptiere deshalb meine Arbeit um meine Erschöpfung herum.]

„Ich wurde gekündigt.“¹¹²

„Wurde gekündigt, denn dem Arbeitgeber war es zu risikoreich mich weiter zu beschäftigen.“¹¹³

„Von der Schauspielerin zur Regisseurin und Lehrerin“¹¹⁴

„Ich konnte meine Lehre zur Köchin nicht zu Ende machen“¹¹⁵

„Ich arbeite nur noch in Teilzeit [sic!] da ich zu wenig Energie für eine Vollzeitstelle habe.“¹¹⁶

Beim Betrachten der Aussagen fällt auf, dass alle Veränderungen von den Betroffenen als negativ erlebt werden. Sehr viele gaben an, dass sie, aus Gründen wie Fatigue, Konzentrationsproblemen, Schmerzen oder rascher Ermüdung, von Vollzeit auf Teilzeit umgestiegen sind, beziehungsweise die Stundenanzahl verringert haben. Deutlich wird auch, dass viele Betroffene den Beruf wechseln oder ganz mit dem Arbeiten aufhören und Rente beziehen. Man muss sich jedoch vor Augen halten, dass es auch MS-erkrankte Personen gibt, die ohne Probleme ihren Beruf ausüben können. Diese Personen haben Frage 2 vermutlich mit *Nein* beantwortet und rücken daher bei dieser Frage in den Hintergrund.¹¹⁷

¹¹⁰ HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹¹¹ Ebda.

¹¹² Ebda.

¹¹³ Ebda.

¹¹⁴ Ebda.

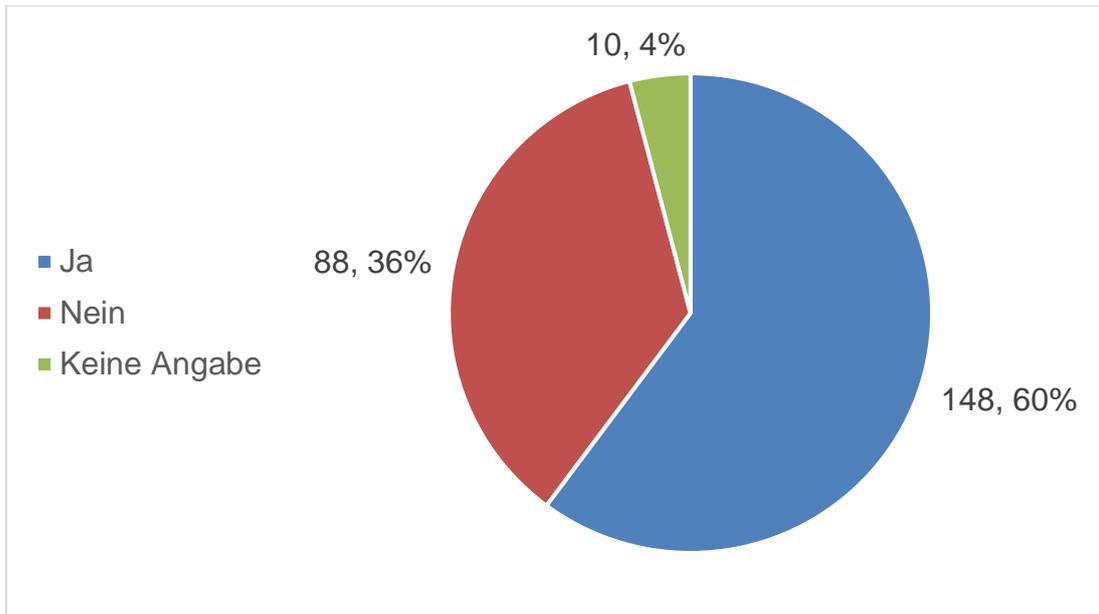
¹¹⁵ Ebda.

¹¹⁶ Ebda.

¹¹⁷ Vgl. ebda.

4.2.3 Frage 3: „Hat sich aufgrund der Krankheit Ihr Kontakt zu Freunden/Bekanntem verändert?“¹¹⁸

Die Intention der Frage war es zu ermitteln, ob sich durch die Krankheit Veränderungen im Privatleben bezüglich des Soziallebens ergeben haben. Erneut erfolgte die Beantwortung durch *Ja* oder *Nein*, die Antwort *Ja* konnte näher erläutert werden.¹¹⁹



Grafik 10: Beantwortung Frage 3¹²⁰

Die Grafik veranschaulicht, dass 236 von den insgesamt 246 Personen diese Frage beantwortet haben, 10 Teilnehmer haben keine Antwort abgegeben. Von den gültigen Antworten sind 62,7% positiv, das entspricht 148 Personen. Die restlichen 88 Patienten, die diese Frage beantwortet haben, negieren eine Veränderung des Soziallebens. Manche Teilnehmer charakterisieren ihre Antwort:¹²¹

¹¹⁸ HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹¹⁹ Vgl. ebda.

¹²⁰ Beantwortung Frage 3. HIEBAUM, Anna: Selbsterstellte Grafik zur VWA. Graz, 11.11.2019.

¹²¹ Vgl. HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

„Manche wenden sich ab und wollen nichts mehr mit mir zu tun haben, andere haben kein Verständnis für zB [sic!] Leistungseinbrüche und weniger Energie, mehr Pausenbedarf usw.“¹²²

„Da man die KH nicht wirklich sieht, wird man sehr oft als Hypochonder abgestempelt und nicht ernst genommen.“¹²³

„Da mich lange Gespräche mit Freunden sehr angestrengt haben, habe ich mich selbst zurück gezogen [sic!]“¹²⁴

„*Reduced mobility has had an impact on my ability to play with my young daughters.*“¹²⁵ [Die eingeschränkte Beweglichkeit hat einen Einfluss auf meine Fähigkeit, mit meinen beiden jungen Töchtern zu spielen, gehabt.]

„Bin sehr froh [sic!] dass ich regelmäßig guten Kontakt zu den "echten" Freunden habe.“¹²⁶

„Freundeskreis erheblich dezimiert“¹²⁷

Viel seltener...da man neben den vielen Medis [sic!] nichts mehr trinken kann (bei mir macht Alkohol die Symptome schlimmer) und man oft abends keine Energie mehr hat auszugehen....außerdem ist es schwer für mich zu hören, wie sich Menschen über Banalitäten so aufregen und ärgern und dabei vergessen, welches Glück sie haben gesund zu sein.¹²⁸

„Bin mehr zu Hause“¹²⁹

„Wieder Zeit für Freundschaften“¹³⁰

„Einige Freundschaften sind enger geworden, andere haben sich aufgelöst“¹³¹

¹²² HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹²³ Ebda.

¹²⁴ Ebda.

¹²⁵ Ebda.

¹²⁶ Ebda.

¹²⁷ Ebda.

¹²⁸ Ebda.

¹²⁹ Ebda.

¹³⁰ Ebda.

Auffällig bei den Fragen 2 und 3 sind die ähnlichen Prozentwerte. Bei Frage 2 liegt die positive Beantwortung bei 62,6% aus 238 Personen, bei Frage 3 liegt diese bei 62,7% aus 236 Befragten. Aufgrund der Ähnlichkeit lässt sich interpretieren, dass bei einer stark ausgeprägten Symptomatik sowohl das berufliche als auch das soziale Leben gewissen Veränderungen ausgesetzt werden. Aus den näheren Erläuterungen lässt sich schließen, dass Veränderungen im Sozialleben vor allem aus mangelndem Verständnis und fehlender Empathie entspringen. So wurde oft angegeben, dass viele Mitmenschen, darunter fallen auch Arbeitgeber, oftmals kein Verständnis für die Krankheit und ihre Symptome aufbringen können. Hier anzumerken ist, dass manche Erkrankte auch dankbar dafür sind, da sie durch dieses mangelnde Verständnis zwischen¹³² „echten Freunden“¹³³ und den weniger nahen Freundschaften differenzieren konnten. Deutlich wird auch, dass Freundschaften als Stütze und Halt erlebt werden können. Des Weiteren ergibt sich oftmals eine gewisse Ablehnung gegenüber Mitmenschen.¹³⁴

¹³¹ HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS..

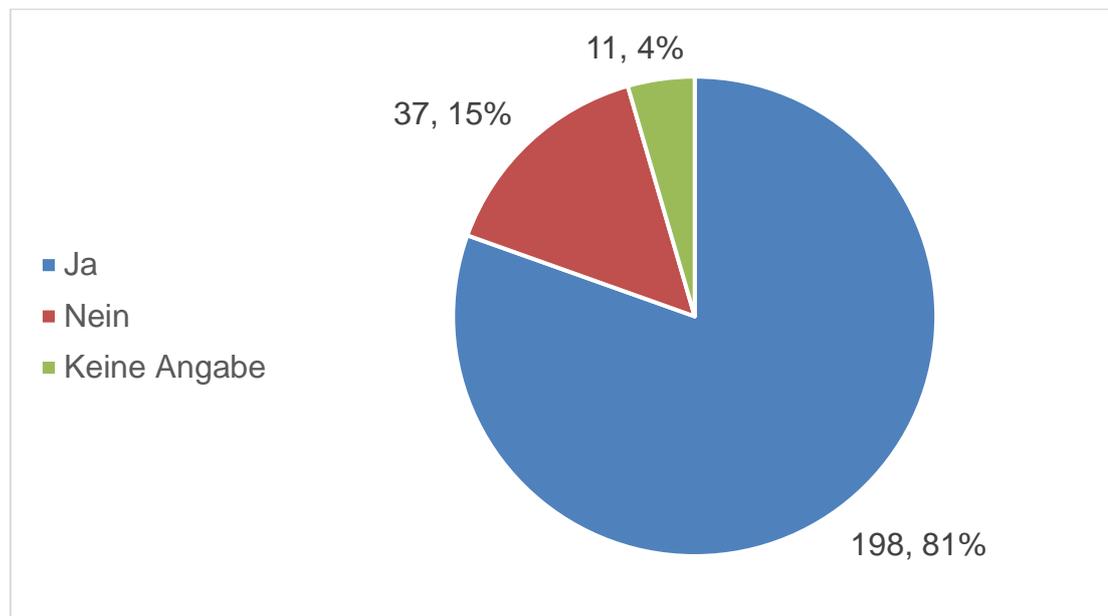
¹³² Vgl. ebda.

¹³³ Ebda.

¹³⁴ Vgl. ebda.

4.2.4 Frage 4: „Befinden Sie sich wegen der Multiple Sklerose in Therapie?“¹³⁵

Die Intention der vierten Frage war es herauszufinden, wie viele Patienten sich dazu entschließen die Krankheit zu therapieren obwohl es keine Heilung gibt, und welche Art der Therapie diese Personen in Anspruch nehmen. Die fünf Möglichkeiten *Physiotherapie*, *Psychotherapie*, *Medikamentöse Therapie*, *Hippotherapie/Therapeutisches Reiten* und *Ergotherapie* waren angegeben, des Weiteren war es möglich unter *Sonstige Therapien*, andere Behandlungen anzuführen. Im Folgenden wird zunächst analysiert wie viele der 246 Personen sich in Behandlung befinden, im Anschluss werden die Therapieansätze einzeln betrachtet.¹³⁶



Grafik 11: Beantwortung Frage 4¹³⁷

Aus der Grafik geht hervor, dass 81% der Befragten sich in Therapie befinden, das entspricht 198 von den 246 Befragten. 15% der Personen befinden sich in keiner Behandlung, 4% der Teilnehmenden haben diese Frage nicht beantwortet. Es ist

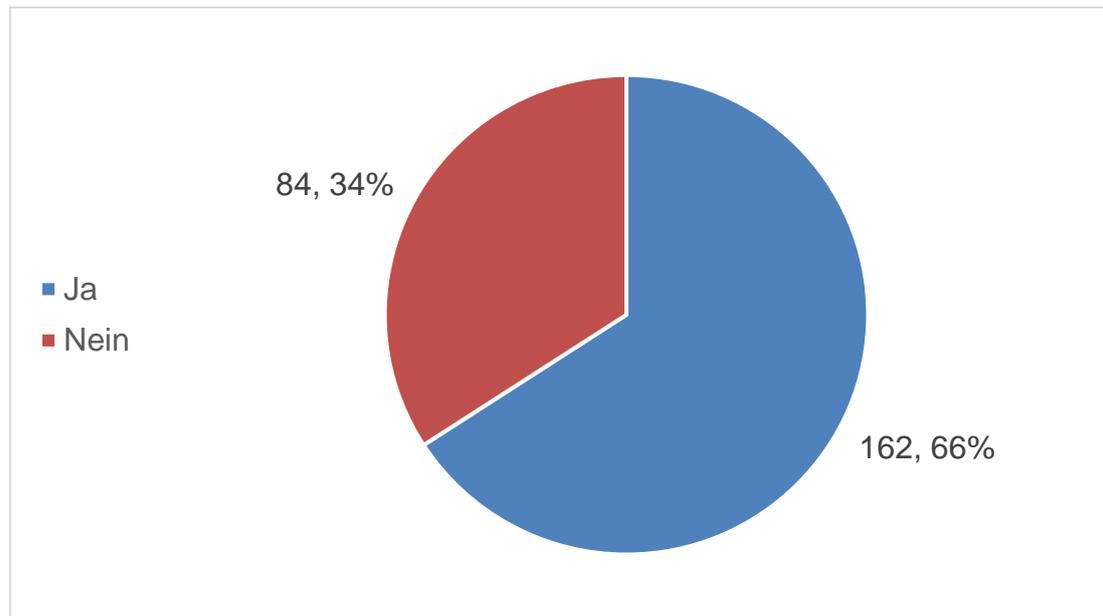
¹³⁵ HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹³⁶ Vgl. ebda.

¹³⁷ Beantwortung Frage 4. HIEBAUM, Anna: Selbsterstellte Grafik zur VWA. Graz, 15.11.2019.

daher eine deutliche Tendenz zu einer symptomatischen Therapie beobachtbar. Die folgenden Prozentwerte beruhen auf der Annahme, dass sich enthaltene Stimmen nicht in der jeweiligen Behandlung befinden.¹³⁸

4.2.4.1 Medikamentöse Therapie



Grafik 12: Inanspruchnahme einer medikamentösen Therapie¹³⁹

Von den 246 Personen nehmen 66% Medikamente zu sich, um ihre Symptome zu lindern. Häufig angegebene Medikamente sind *Avonex Interferone*, *Copaxone* und *Marihuana*.¹⁴⁰ *Avonex Interferone* sind körpereigene Gewebshormone, welche die Anzahl der Krankheitsschübe verringern und die Progredienz der Krankheit verlangsamen.¹⁴¹ „*Copaxone* reduziert die Schubrate“. ¹⁴² *Marihuana* wird zugeschrieben, dass es Schmerzen lindert.¹⁴³

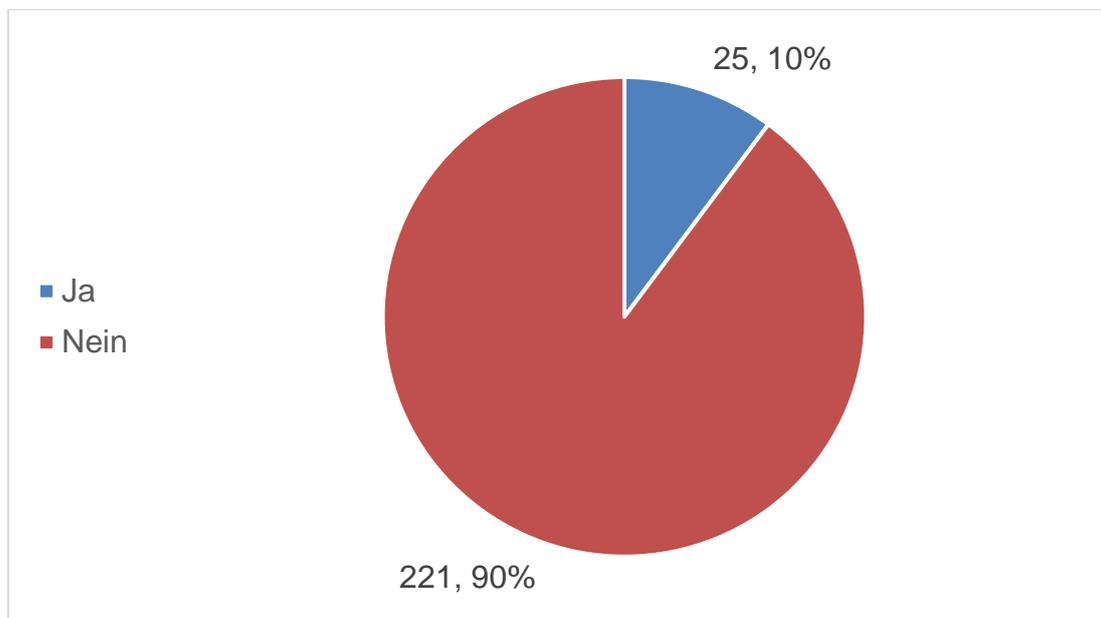
¹³⁸ Vgl. HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹³⁹ Inanspruchnahme einer medikamentösen Therapie. HIEBAUM, Anna: Selbsterstellte Grafik zur VWA. Graz, 15.11.2019.

¹⁴⁰ Vgl. HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹⁴¹ Vgl. ROTE LISTE (2019): Avonex® 30 Mikrogramm/0,5 ml Injektionslösung im Fertigpen. Interferon beta 1a. URL: <https://www.patienteninfo-service.de/a-z-liste/a/avonexR-30-mikrogramm05-ml-injektionsloesung-im-fertigpen/#1> [Stand: 15.11.2019].

4.2.4.2 Ergotherapie



Grafik 13: Inanspruchnahme einer Ergotherapie¹⁴⁴

Lediglich 25 Personen der 246 Befragten entscheiden sich für eine Ergotherapie.¹⁴⁵ Diese kann helfen zu lernen mit Ataxien umzugehen, alltägliche Aktivitäten werden trainiert und Entspannungsmethoden werden vermittelt.¹⁴⁶

¹⁴² BUNDESÄRZTEKAMMER (ARBEITSGEMEINSCHAFT DER DEUTSCHEN ÄRZTEKAMMERN) UND KASSENÄRZTLICHE BUNDESVEREINIGUNG (o.J.): Multiple Sklerose. Copaxone reduziert die Schubrate. URL: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/26067/Multiple-Sklerose-Copaxone-reduziert-die-Schubrate> [Stand: 15.11.2019].

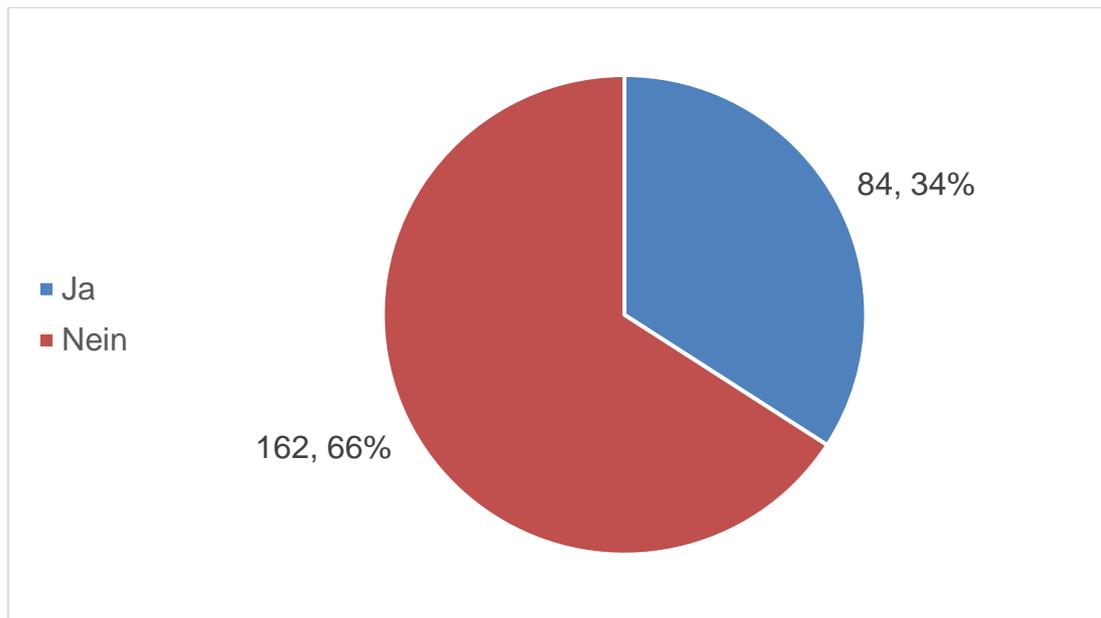
¹⁴³ Vgl. HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹⁴⁴ Inanspruchnahme einer Ergotherapie. HIEBAUM, Anna: Selbsterstellte Grafik zur VWA. Graz, 15.11.2019.

¹⁴⁵ Vgl. HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹⁴⁶ Vgl. KERZENDÖRFER, Mandy (2011): Ergotherapie bei MS. Hilfe zur Selbsthilfe. URL: <https://www.curado.de/Ergotherapie-MS-21342/> [Stand: 15.11.2019].

4.2.4.3 Physiotherapie



Grafik 14: Inanspruchnahme einer Physiotherapie¹⁴⁷

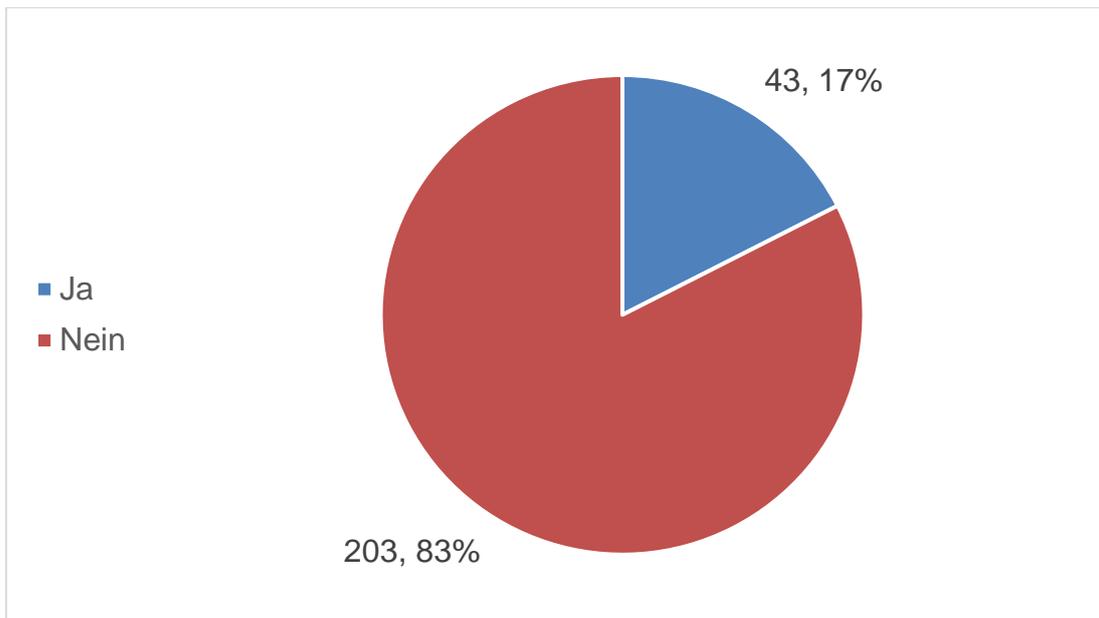
Die Physiotherapie wird von 84 der 246 Befragten genutzt.¹⁴⁸ Sie kann die mit der Multiple Sklerose einhergehenden sensorischen Störungen lindern. Sofortige Wirkungen sind die Linderung von Verkrampfungen und Schmerzen, langfristig kann eine Verbesserung der Lebensqualität verzeichnet werden.¹⁴⁹

¹⁴⁷ Inanspruchnahme einer Physiotherapie. HIEBAUM, Anna: Selbsterstellte Grafik zur VWA. Graz, 15.11.2019.

¹⁴⁸ Vgl. HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹⁴⁹ Vgl. ONMEDA-REDAKTION (2018): MS und Physiotherapie. URL: <https://www.onmeda.de/special/multiple-sklerose/ms-und-physiotherapie.html> [Stand: 15.11.2019].

4.2.4.4 Psychotherapie



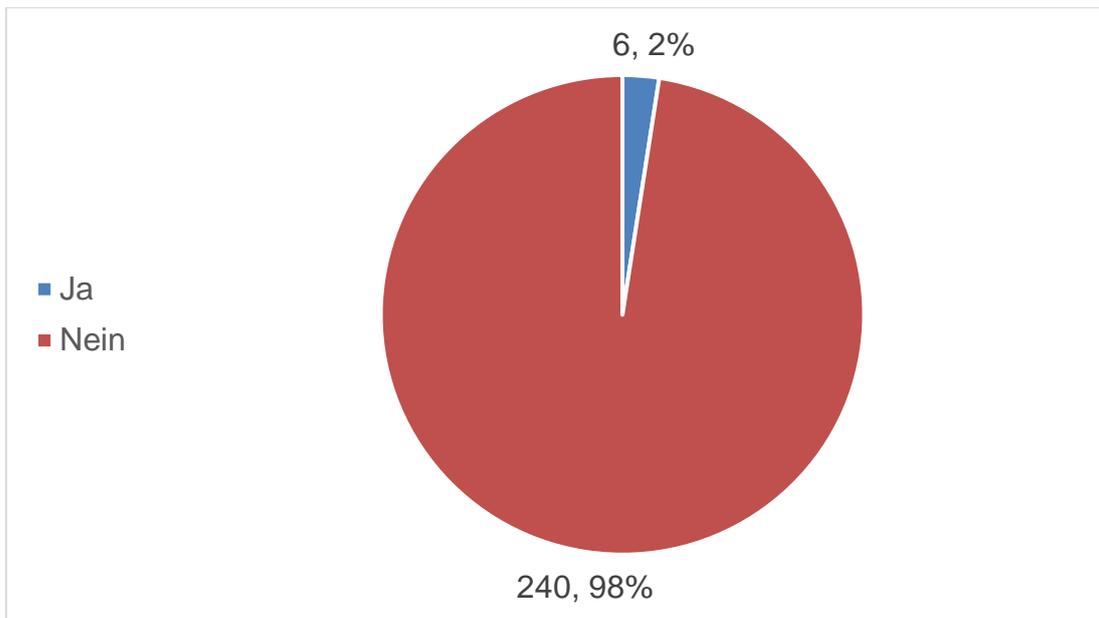
Grafik 15: Inanspruchnahme einer Psychotherapie¹⁵⁰

17% der Befragten erhalten eine psychologische Betreuung. Diese hat laut jenen Personen eine entlastende Wirkung.¹⁵¹

¹⁵⁰ Inanspruchnahme einer Psychotherapie. HIEBAUM, Anna: Selbsterstellte Grafik zur VWA. Graz, 15.11.2019.

¹⁵¹ Vgl. HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

4.2.4.5 Hippotherapie/Therapeutisches Reiten



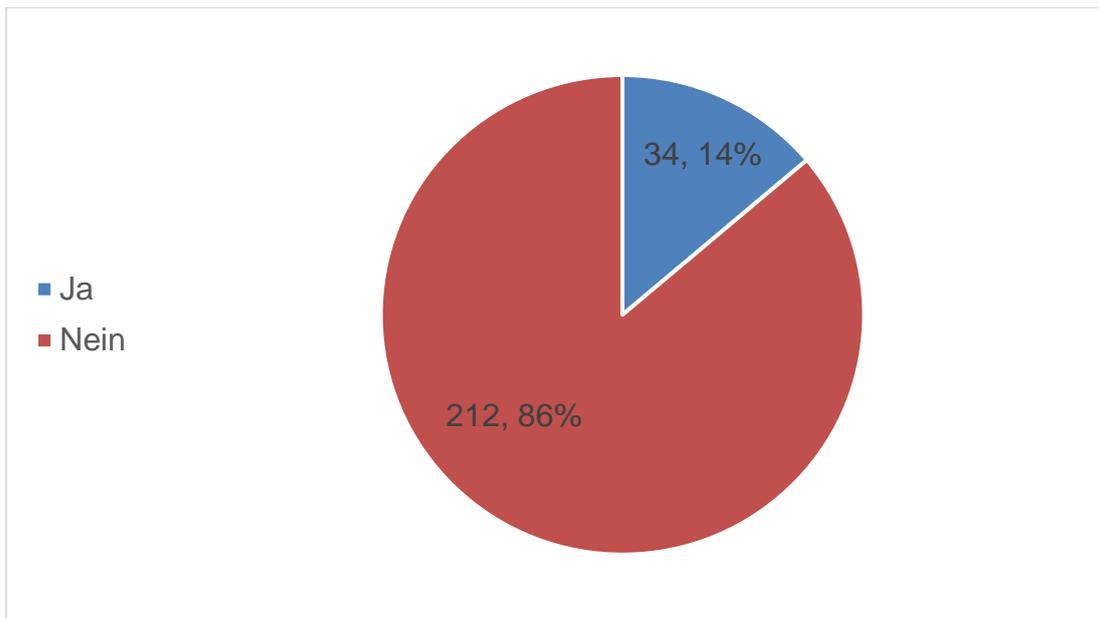
Grafik 16: Inanspruchnahme einer Hippotherapie¹⁵²

2% von den 246 Befragten entscheiden sich für eine Hippotherapie. Diese 6 Personen erhalten alle zusätzlich andere Therapien. Durch die geringe Inanspruchnahme dieses Therapieansatzes rückt das Therapeutische Reiten im Vergleich mit den anderen Behandlungen in den Hintergrund.¹⁵³

¹⁵² Inanspruchnahme einer Hippotherapie. HIEBAUM, Anna: Selbsterstellte Grafik zur VWA. Graz, 15.11.2019.

¹⁵³ Vgl. HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

4.2.4.6 Sonstige Therapien



Grafik 17: Inanspruchnahme einer sonstigen Therapie¹⁵⁴

34 Personen gaben zusätzliche Therapien an. Unter anderem wurden Besuch bei einem Neurologen, Rehabilitation, Schwimmen, Massage, Joggen, Krafttraining, Lymphdrainage, Tiergestützte Therapie und Logopädie angegeben.¹⁵⁵

¹⁵⁴ Inanspruchnahme einer sonstigen Therapie. HIEBAUM, Anna: Selbsterstellte Grafik zur VWA. Graz, 15.11.2019.

¹⁵⁵ Vgl. HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

4.2.5 Frage 5: „Ihre persönlichen Anmerkungen“¹⁵⁶

Die letzte Frage war eine Möglichkeit für die Teilnehmenden, weitere Gedanken mitzuteilen, welche nicht spezifisch erfragt worden sind. Viele Befragte wünschen sich eine besser ausgebaute Barrierefreiheit für die Patienten, welche im Rollstuhl sitzen. Außerdem werden mehr Aufklärung und dadurch resultierendes Verständnis für die Krankheit in der Gesellschaft, Unterstützung in der Berufswelt, mehr finanzielle Unterstützung durch die Krankenkasse und Sportangebote gezielt für Personen mit MS ersehnt.¹⁵⁷

¹⁵⁶ HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS.

¹⁵⁷ Vgl. ebda.

5 Zusammenfassung

Die erste Leitfrage dieser Arbeit wurde gezielt gewählt, um die physischen Merkmale des humanen Nervensystems zu erläutern und insbesondere die Myelinscheiden in ihrer Struktur und ihrem Aufbau zu analysieren.

Im Hauptteil dieser Arbeit wird die eigentliche Krankheit thematisiert. Die Komplexität der Multiplen Sklerose sowie die fehlenden Kenntnisse in gewissen, die Erkrankung betreffenden, Gebieten führte zu Schwierigkeiten, das Thema im Vorfeld einzuengen. Im Hauptteil und mithilfe der Umfrage wurden Entstehung, Symptomatik, Leben mit der Erkrankung und Behandlungsmöglichkeiten erfasst. Schon zu Beginn der Erarbeitung der Ursachen wurde schnell ersichtlich, welche Komplexität und welches Ausmaß mit dieser Thematik einhergehen. Aufgrund der fehlenden Kenntnisse und der ungeklärten Ursache ergeben sich viele Theorien zur Entstehung der Krankheit. Zunächst waren drei Theorien die Grundlage der Forschung, darunter die mittlerweile unbestrittene Entzündungstheorie. Bald darauf etablierten sich die vier großen Forschungsrichtungen der epidemiologischen Forschung, der genetischen Forschung, der immunologischen Forschung sowie der mikrobiologischen Forschung, die sich alle an der Klärung der Ursache beteiligen. Obwohl viele Erkenntnisse aus den Forschungen entsprungen sind, bleibt die tatsächliche Ursache bis zum heutigen Tage unentdeckt. Die sich ständig weiterentwickelnden medizinischen Möglichkeiten lassen dennoch die Hoffnung zu, dass in Zukunft die Ursache von MS gefunden wird und damit eine Hinauszögerung oder sogar Heilung der Krankheit erzielt werden kann.

Quellenverzeichnis

Buchquellen:

- BAUMHACKL, Ulf; BERGER, Thomas: ÖMSB. Österreichische Multiple Sklerose Bibliothek. o.O: Facultas 2016.
- BEAR, Mark; et al.: Neurowissenschaften. Ein grundlegendes Lehrbuch für Biologie, Medizin und Psychologie. 4. Aufl. o.O: Springer 2018.
- BEHREND, Jan; et al.: Physiologie. 3. vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Thieme 2017.
- BERLIT, Peter (Hrsg.): Klinische Neurologie. 3. erw. und vollst. überarb. Aufl. o.O: Springer 2011.
- DAROFF, Robert; et al.: Bradley's Neurology in Clinical Practice. 7. Aufl. Band 1. o.O: Elsevier 2016.
- GOETZ, Christopher; et al.: Textbook of Clinical Neurology. 3. Aufl. o.O: Elsevier 2007.
- HACKE, Werner (Hrsg.): Neurologie. 14. überarb. Aufl. Heidelberg: Springer 2016.
- KRATZ, Rene; SIEGFRIED, Donna: Biologie für Dummies. 2., erw., aktual. Aufl. Weinheim: WILEY-VCH 2011.
- MAIDA, Eva: Der große TRIAS-Ratgeber Multiple Sklerose. Diagnose MS: Was Ihnen jetzt hilft. Wie Sie bewusst und aktiv Ihren Alltag gestalten. Alles über die neuen Behandlungsmöglichkeiten. 4. überarb. Aufl. Stuttgart: TRIAS 2005.
- MATTLE, Heinrich; MUMENTHALER, Marco: Kurzlehrbuch Neurologie. 4. vollst. überarb. und aktual. Aufl. Stuttgart: Thieme 2015.
- OSBORN, Anne; HEDLUND, Gary; SALZMAN, Karen: Osborn's Brain. Imaging, Pathology, and Anatomy. 2. Aufl. o.O: Elsevier 2018.
- ROSENBERG, Roger (Hrsg.); et al.: Atlas of Clinical Neurology. 4. Aufl. o.O: Springer 2019.
- SQUIRE, Larry; et al.: Fundamental Neuroscience. 4. Aufl. o.O: Elsevier 2013.
- STEINMETZ, Helmuth (Hrsg.); et al.: Lehrbuch Neurologie. München: Elsevier 2011.
- STRASSER-FUCHS, Siegrid, et al.: Immuntherapie der Multiplen Sklerose. Stellenwert monoklonaler Antikörper. o.O: UNI-MED 2007.
- WENINGER, Wolfgang (Hrsg.); et al.: Gehirn und Nervensystem. Mit Pathologisch-histologischen Farbtafeln und Erläuterungen. 11. aktual. und erg. Aufl. o.O: facultas 2017. (= MCW. 19.).
- ZETTEL, Uwe (Hrsg.); et al.: Multiple Sklerose. 7. Aufl. o.O: Elsevier 2018.

Internetquellen:

- BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT GMBH (o.J.): Prävalenz, die Bedeutungen. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Praevalenz> [Stand: 04.07.2019].
- BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT GMBH (o.J.): progressiv. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/progressiv> [Stand: 22.01.2020].
- BIOGEN (2019): Once-a-week AVONEX URL: https://www.avonex.com/en_us/home/about/avonex-dosage.html [Stand: 21.01.2020].
- BIOLOGIE-SCHULE.DE (o.J.): Antikörper. URL: <http://www.biologie-schule.de/antikoerper.php> [Stand: 21.01.2020].
- BIOLOGIE-SCHULE.DE (o.J.): Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR). URL: <http://www.biologie-schule.de/polymerase-kettenreaktion-pcr.php> [Stand: 22.01.2020].
- BONCAS COMMUNICATIONS GMBH & Co KG (o.J.): Was genau ist ein Schub bei der Multiplen Sklerose. URL: https://www.navigator-medizin.de/multiple_sklerose/die-wichtigsten-fragen-und-antworten-zu-multiple-sklerose/ms-schub/401-was-genau-ist-ein-schub-bei-der-multiplen-sklerose.html [Stand: 22.01.2020].
- BRAINEFFECT (o.J.): DHA und EPA. So wichtig sind sie für deine mentale Performance. URL: <https://www.brain-effect.com/magazin/dha-epa> [Stand: 21.01.2020].
- BRAINEFFECT (o.J.): Myelin. Die Membran, die deine Nerven schützt. URL: <https://www.brain-effect.com/magazin/myelin-die-membran-die-deine-zellen-schuetzt> [Stand: 27.03.2019].
- BRAINEFFECT (o.J.): Pantothensäure (Vitamin B5) – Der Alleskönner unter den Vitaminen. URL: <https://www.brain-effect.com/magazin/pantothensaeure-vitamin-b5> [Stand: 21.01.20120].
- BULLS MOUTH MEDIA LTD (o.J.): Cholin. URL: <https://vitamine-ratgeber.com/weitere-vitalstoffe/cholin/> [Stand: 21.01.2020].
- BUNDESÄRZTEKAMMER (ARBEITSGEMEINSCHAFT DER DEUTSCHEN ÄRZTEKAMMERN) UND KASSENÄRZTLICHE BUNDESVEREINIGUNG (o.J.): Multiple Sklerose. Copaxone reduziert die Schubrate. URL: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/26067/Multiple-Sklerose-Copaxone-reduziert-die-Schubrate> [Stand: 15.11.2019].
- DEUTSCHE APOTHEKER ZEITUNG (2007): Nahrungsergänzung. Omega-3-Fettsäuren (EPA, DHA). URL: <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/2007/daz-47-2007/omega-3-fettsaeuren-epa-dha> [Stand: 21.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Acetylcholin. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Acetylcholin> [Stand: 21.01.20120].

- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Bildgebendes Verfahren. URL:
https://flexikon.doccheck.com/de/Bildgebendes_Verfahren [Stand: 21.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Blut-Hirn-Schranke. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Blut-Hirn-Schranke> [Stand: 21.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Fibrinogen. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Fibrinogen> [Stand: 21.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Ganglion. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Ganglion> [Stand: 21.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Gliazelle. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Gliazelle#Definition> [Stand: 22.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Glykolipid. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Glykolipid> [Stand: 21.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Herpesviridae. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Herpesviridae> [Stand: 21.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Human Leukocyte Antigen. URL:
https://flexikon.doccheck.com/de/Human_Leukocyte_Antigen [Stand: 21.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Immunmodulation. URL:
https://flexikon.doccheck.com/de/Immunmodulation?utm_source=www.doccheck.flexikon&utm_medium=web&utm_campaign=DC%2BSearch [Stand: 21.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Immunreaktion. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Immunreaktion> [Stand: 21.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Inkubationszeit. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Inkubationszeit> [Stand: 22.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Keton. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Keton> [Stand: 22.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Lipid. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Lipid> [Stand: 22.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Liquor. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Liquor> [Stand: 21.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Lymphatische Organe. URL:
https://flexikon.doccheck.com/de/Lymphatische_Organe [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Lymphozyt. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Lymphozyt> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Makrophage. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Makrophage> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Markscheide. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Markscheide> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Meningitis. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Meningitis> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Migräne. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Migräne> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Oligodendrozyt. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Oligodendrozyt> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Pathogenese. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Pathogenese> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Pathologisch. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Pathologisch> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Periventrikulär. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Periventrikulär> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Persistierend. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Persistierend> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Phosphatidylcholin. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Phosphatidylcholin> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Phosphatidylserin. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Phosphatidylserin> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Plasmazelle. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Plasmazelle> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Ranvier-Schnürring. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Ranvier-Schnürring> [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Regulatorische T-Zelle. URL:
https://flexikon.doccheck.com/de/Regulatorische_T-Zelle [Stand: 22.01.2020].

DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): REM-Schlaf. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/REM-Schlaf> [Stand: 22.01.2020].

- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Remyelinisierung. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Remyelinisierung> [Stand: 22.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Saltatorische Erregungsleitung. URL:
https://flexikon.doccheck.com/de/Saltatorische_Erregungsleitung [Stand: 22.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Schwann-Zelle. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Schwann-Zelle> [Stand: 22.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Soma. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Soma> [Stand: 22.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Sphingomyelin. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Sphingomyelin> [Stand: 22.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Subkortikal. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/Subkortikal> [Stand: 22.01.2020].
- DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): T-Helfer-Zelle. URL:
<https://flexikon.doccheck.com/de/T-Helfer-Zelle> [Stand: 22.01.2020].
- GESUNDHEIT.DE (O.J.): Slow-Virus-Infektion. URL:
<https://www.gesundheit.de/lexika/medizin-lexikon/slow-virus-infektion> [Stand: 18.06.2019].
- HAAS, Judith (2018): Multiple Sklerose. Auf den Spuren der 1000 Gesichter. URL:
<https://www.dmsg.de/jugend-und-ms/multiple-sklerose/index.php?kategorie=multipler-sklerose> [Stand: 03.11.2019].
- HEINISCH, Daniela (2017): Was Adrenalin im Körper bewirkt. URL:
<https://www.gesundheit.de/krankheiten/druesen-und-hormone/nebenniere/adrenalin> [Stand: 21.01.2020].
- IMD LABOR BERLIN (O.J.): Was sind Autoantikörper. URL: <https://www.imd-berlin.de/spezielle-kompetenzen/autoimmunerkrankungen/autoantikoerper.html> [Stand: 21.01.2020].
- KERZENDÖRFER, Mandy (2011): Ergotherapie bei MS. Hilfe zur Selbsthilfe. URL:
<https://www.curado.de/Ergotherapie-MS-21342/> [Stand: 15.11.2019].
- KLAVON, Ilona (2016): T-Killerzellen (zytotoxische T-Zellen). Die T-Killerzellen als körpereigene Polizei. URL: <https://www.leukozyten-info.de/t-killerzellen.html> [Stand: 22.01.2020].
- KONRADIN MEDIEN GMBH (O.J.): Zellorganelle. URL:
<https://www.wissen.de/medizin/zellorganelle> [Stand: 21.01.20120].

- KREILHUBER, Anita (2012): Autoimmunerkrankung. URL:
<https://www.netdokter.at/krankheit/autoimmunerkrankungen-7976> [Stand: 21.01.2020].
- KÜSEL, Kathleen (2017): Distress und Eustress. URL:
<https://www.netdokter.de/stress/distress-und-eustress/> [Stand: 22.01.2020].
- LUMITOS AG (o.J.): Phosphatidylethanolamin. URL:
<https://www.chemie.de/lexikon/Phosphatidylethanolamin.html> [Stand: 22.01.2020].
- MIEDZINSKA, Katharina (2018): Multiple Sklerose (MS). Definition, Symptome, Diagnose Behandlung. URL: <https://www.docfinder.at/ratgeber/multiple-sklerose-2683> [Stand: 22.01.2020].
- NAGEL, Geraldine (2019): Epstein-Barr-Virus (EBV). URL:
<https://www.onmeda.de/krankheitserreger/epstein-barr-virus.html> [Stand: 21.01.2020].
- NETDOKTOR (o.J.): Cholesterin. URL: <https://www.netdokter.at/laborwerte/cholesterin-blutfette-8413> [Stand: 21.01.2020].
- NONNENMACHER (2019): Hirnrinde. URL: <https://medlexi.de/Hirnrinde> [Stand: 21.01.2020].
- NOVARTIS PHARMA GMBH (2018): MS-Service. Mein Wissen. Meine Zukunft. Mein Leben. URL: <https://www.ms-service.at/wissen/ms-ursachen-und-haeufigkeiten/#> [Stand: 06.06.2019].
- ONMEDA-REDAKTION (2018): MS und Physiotherapie. URL:
<https://www.onmeda.de/special/multiple-sklerose/ms-und-physiotherapie.html> [Stand: 15.11.2019].
- ROTE LISTE (2019): Avonex® 30 Mikrogramm/0,5 ml Injektionslösung im Fertigen. Interferon beta 1a. URL: <https://www.patienteninfo-service.de/a-z-liste/a/avonexR-30-mikrogramm05-ml-injektionsloesung-im-fertigen/#1> [Stand: 15.11.2019].
- RUDOLF-MÜLLER, Eva (2017): Ventrikelsystem. URL:
<https://www.netdokter.de/anatomie/gehirn/ventrikelsystem/> [Stand: 22.01.20120].
- SINOWATZ, Fabian (2018): Parkinson. URL:
<https://www.netdokter.de/krankheiten/parkinson/> [Stand: 22.01.2020].
- SPEKTRUM.DE (o.J.): Astrocyten. URL:
<https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/astrocyten/981> [Stand: 21.01.2020].
- SPEKTRUM.DE (o.J.): Hypomyelinisierung. URL:
<https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/hypomyelinisierung/5851> [Stand: 21.01.2020].

- SPEKTRUM.DE (o.J.): Myelin. Lexikon der Neurowissenschaft. URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/myelin/8098> [Stand: 27.03.2019].
- SPEKTRUM.DE (o.J.): Myelinisierung. URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/myelinisierung/8107> [Stand: 22.01.2020].
- STÖCKER, W. (2018): Autoantikörper gegen Myelin-Oligodendrozyten-Glykoprotein. URL: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-662-49054-9_417-1 [Stand: 21.01.2020].
- TEVA NEUROSCIENCE INC. (2019): Copaxone. Glatiramer Acetate Injection. URL: <https://www.copaxone.com> [Stand: 21.01.2020].
- VON BRACHT, Till (2017): Das vegetative Nervensystem. Sympathikus, Parasympathikus und enterisches Nervensystem. URL: https://www.onmeda.de/anatomie/vegetatives_nervensystem-sympathikus-parasympathikus-und-enterisches-nervensystem-3098-2.html [Stand: 06.01.2020].
- WILLIG, Hans-Peter (o.J.): Aspartat-Glutamat-Carrier. URL: <https://www.biologie-seite.de/Biologie/Aspartat-Glutamat-Carrier> [Stand: 21.01.2020].
- WÖRTERBUCH WORTBEDEUTUNG.INFO (o.J.): chronisch (Deutsch). URL: <https://www.wortbedeutung.info/chronisch/> [STAND: 21.01.2020].

Sonstiges:

- BRANDSTETTER, Günther: „Ziel ist es, Schübe zu stoppen“. In: Der Standard (Wien) vom 01.09.2018/02.09.2018.
- Frühe Diagnose der MS ist essenziell. In: Der Standard (Wien) vom 12.01.2019/13.01.2019.
- HIEBAUM, Anna: Umfrage zum Leben mit MS. Eigene Umfrage zur Ermittlung statistischer Daten im Zuge der VWA. [CD].
- Was ist Multiple Sklerose? Multiple Sklerose Landesgesellschaft Steiermark. Graz: o.V. 2018.

Abbildungsverzeichnis

Grafik auf dem Titelblatt:

Kabel. URL: <https://marriagerecoveryblog.wordpress.com/2015/09/08/my-marriage-hanging-by-a-thread/> [Stand: 21.01.2020].

<i>Grafik 1: Das Nervensystem des Menschen</i>	3
<i>Grafik 2: Neurone</i>	4
<i>Grafik 3: Lipidzusammensetzung der Myelinschicht</i>	6
<i>Grafik 4: Entzündungstheorie als zentrale Stütze</i>	13
<i>Grafik 5: Erkrankungsrisiko</i>	16
<i>Grafik 6: Intaktes und geschädigtes Neuron</i>	26
<i>Grafik 7: Entzündlicher Herd im MRT-Verfahren veranschaulicht</i>	29
<i>Grafik 8: Prozentuelle Aufteilung der Antworten auf Frage 1</i>	31
<i>Grafik 9: Beantwortung Frage 2</i>	33
<i>Grafik 10: Beantwortung Frage 3</i>	35
<i>Grafik 11: Beantwortung Frage 4</i>	38
<i>Grafik 12: Inanspruchnahme einer medikamentösen Therapie</i>	39
<i>Grafik 13: Inanspruchnahme einer Ergotherapie</i>	40
<i>Grafik 14: Inanspruchnahme einer Physiotherapie</i>	41
<i>Grafik 15: Inanspruchnahme einer Psychotherapie</i>	42
<i>Grafik 16: Inanspruchnahme einer Hippotherapie</i>	43
<i>Grafik 17: Inanspruchnahme einer sonstigen Therapie</i>	44

Glossar

Acetylcholin

Ein wichtiger Neurotransmitter des zentralen sowie des peripheren Nervensystems.¹⁵⁸

Aspartat-Glutamat Carrier 1 (AGC 1)

Ein Membranprotein, welches den Austausch von Glutamat und Aspartat in den Mitochondrien ermöglicht.¹⁵⁹

Adrenalin

Ein Stresshormon, das in der Nebenniere gebildet wird.¹⁶⁰

Antikörper

Ein Protein, das bei der Gegenwart von Antigenen vom Immunsystem gebildet wird.¹⁶¹

Anti-MOG-Antikörper

Ein Autoantikörper, der gegen ein Membranprotein der Myelinscheiden des ZNS gerichtet ist.¹⁶²

Astrozyt

Werden auch ‚Astroglia‘, ‚Makroglia‘ und ‚Sternzellen‘ genannt. Eine Gruppe von Gliazellen im ZNS.¹⁶³

¹⁵⁸ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (2020): Acetylcholin. URL:

<https://flexikon.doccheck.com/de/Acetylcholin> [Stand: 21.01.20120].

¹⁵⁹ Vgl. WILLIG, Hans-Peter (o.J.): Aspartat-Glutamat-Carrier. URL: <https://www.biologie-seite.de/Biologie/Aspartat-Glutamat-Carrier> [Stand: 21.01.2020].

¹⁶⁰ Vgl. HEINISCH, Daniela (2017): Was Adrenalin im Körper bewirkt. URL: <https://www.gesundheit.de/krankheiten/druesen-und-hormone/nebenniere/adrenalin> [Stand: 21.01.2020].

¹⁶¹ Vgl. BIOLOGIE-SCHULE.DE (o.J.): Antikörper. URL: <http://www.biologie-schule.de/antikoerper.php> [Stand: 21.01.2020].

¹⁶² Vgl. STÖCKER, W. (2018): Autoantikörper gegen Myelin-Oligodendrozyten-Glykoprotein. URL: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-662-49054-9_417-1 [Stand: 21.01.2020].

¹⁶³ Vgl. SPEKTRUM.DE (o.J.): Astrocyten. URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/astrocyten/981> [Stand: 21.01.2020].

Auto-Antikörper

Vom Immunsystem gebildete Antikörper, die das gesunde körpereigene Gewebe schädigen.¹⁶⁴

Autoimmunerkrankung

Das eigene Gewebe wird von den körpereigenen Abwehrmechanismen angegriffen. Die Ursachen sind noch unbekannt.¹⁶⁵

Avonex Interferone

Ein Medikament zur Behandlung der Multiplen Sklerose.¹⁶⁶

Bildgebende Verfahren

Diagnostische Verfahren, die eine Visualisierung eines Befundes ermöglichen. Beispiele sind das Röntgen und die Sonografie (Ultraschall).¹⁶⁷

Blut-Hirn-Schranke

Eine aus drei Schichten bestehende Schranke zwischen dem Blutstrom und dem Gehirn. Der Stoffaustausch im ZNS wird von dieser Barriere bewacht.¹⁶⁸

Cholesterin

Ein Blutfett und ein wichtiger Bestandteil vieler Gewebe des humanen Körpers.¹⁶⁹

Cholin

Ein Mikronährstoff, der im Stoffwechsel des Menschen zu ‚Acetylcholin‘ umgewandelt wird.¹⁷⁰

¹⁶⁴ Vgl. IMD LABOR BERLIN (o.J.): Was sind Autoantikörper. URL: <https://www.imd-berlin.de/spezielle-kompetenzen/autoimmunerkrankungen/autoantikoerper.html> [Stand: 21.01.2020].

¹⁶⁵ Vgl. KREILHUBER, Anita (2012): Autoimmunerkrankung. URL: <https://www.netdokter.at/krankheit/autoimmunerkrankungen-7976> [Stand: 21.01.2020].

¹⁶⁶ Vgl. BIOGEN (2019): Once-a-week AVONEX URL: https://www.avonex.com/en_us/home/about/avonex-dosage.html [Stand: 21.01.2020].

¹⁶⁷ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Bildgebendes Verfahren. URL: https://flexikon.doccheck.com/de/Bildgebendes_Verfahren [Stand: 21.01.2020].

¹⁶⁸ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Blut-Hirn-Schranke. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Blut-Hirn-Schranke> [Stand: 21.01.2020].

¹⁶⁹ Vgl. NETDOKTOR (o.J.): Cholesterin. URL: <https://www.netdokter.at/laborwerte/cholesterin-blutfette-8413> [Stand: 21.01.2020].

Chronisch

Ein permanent andauernder Zustand wird als ‚chronisch‘ bezeichnet. Im medizinischen Bereich ist meistens der Krankheitsverlauf gemeint.¹⁷¹

Copaxone

Ein Medikament zur Behandlung der Multiplen Sklerose.¹⁷²

DHA

Eine Omega-3-Fettsäure.¹⁷³

Epstein-Barr-Virus (EBV)

Ein Virus aus der Familie der Herpesviren. Verbleibt nach der ersten Infektion lebenslang im Körper.¹⁷⁴

EPA

Eine Omega-3-Fettsäure.¹⁷⁵

Fibrinogen

Ein in der Leber produzierter Proteinkomplex, der für die Blutgerinnung wichtig ist.¹⁷⁶

Ganglion

„Eine Ansammlung von Nervenzellkörpern, aus der eine Verdickung des Nervenstranges resultiert.“¹⁷⁷

¹⁷⁰ Vgl. BULLS MOUTH MEDIA LTD (o.J.): Cholin. URL: <https://vitamine-ratgeber.com/weitere-vitalstoffe/cholin/> [Stand: 21.01.2020].

¹⁷¹ Vgl. WÖRTERBUCH WORTBEDEUTUNG.INFO (o.J.): chronisch (Deutsch). URL: <https://www.wortbedeutung.info/chronisch/> [Stand: 21.01.2020].

¹⁷² Vgl. TEVA NEUROSCIENCE INC. (2019): Copaxone. Glatiramer Acetate Injection. URL: <https://www.copaxone.com> [Stand: 21.01.2020].

¹⁷³ Vgl. BRAINEFFECT (o.J.): DHA und EPA. So wichtig sind sie für deine mentale Performance. URL: <https://www.brain-effect.com/magazin/dha-epa> [Stand: 21.01.2020].

¹⁷⁴ Vgl. NAGEL, Geraldine (2019): Epstein-Barr-Virus (EBV). URL: <https://www.onmeda.de/krankheitserreger/epstein-barr-virus.html> [Stand: 21.01.2020].

¹⁷⁵ Vgl. DEUTSCHE APOTHEKER ZEITUNG (2007): Nahrungsergänzung. Omega-3-Fettsäuren (EPA, DHA). URL: <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/daz-az/2007/daz-47-2007/omega-3-fettsaeuren-epa-dha> [Stand: 21.01.2020].

¹⁷⁶ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Fibrinogen. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Fibrinogen> [Stand: 21.01.2020].

Glykolipid

Ein Membranlipid, an das ein Zucker gebunden ist.¹⁷⁸

Herpesvirus

Eine Virusfamilie mit mehr als 130 Arten.¹⁷⁹

Hirnrinde

Die Hirnrinde ist ein Teil des Gehirns, dient der Informationsverarbeitung und nimmt Reize aus der Umgebung auf.¹⁸⁰

HLA-Gene

Glykoproteine in der Zellmembran, wichtig für die Differenzierung zwischen körperfremden und körpereigenen Geweben durch das Immunsystem.¹⁸¹

Hypomyelinisierung

„Entwicklungsstörung der Myelinisierung die durch eine [...] verminderte Myelinsynthese oder -erhaltung charakterisiert ist.“¹⁸²

Immunantwort / Immunreaktion

Beschreibt die reaktive Tätigkeit des Immunsystems, wenn ein Antigen den Körper konfrontiert.¹⁸³

¹⁷⁷ DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Ganglion. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Ganglion> [Stand: 21.01.2020].

¹⁷⁸ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Glycolipid. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Glycolipid> [Stand: 21.01.2020].

¹⁷⁹ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Herpesviridae. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Herpesviridae> [Stand: 21.01.2020].

¹⁸⁰ Vgl. NONNENMACHER (2019): Hirnrinde. URL: <https://medlexi.de/Hirnrinde> [Stand: 21.01.2020].

¹⁸¹ Vgl. DOCCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Human Leukocyte Antigen. URL: https://flexikon.doccheck.com/de/Human_Leukocyte_Antigen [Stand: 21.01.2020].

¹⁸² SPEKTRUM.DE (O.J.): Hypomyelinisierung. URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/hypomyelinisierung/5851> [Stand: 21.01.2020].

¹⁸³ Vgl. DOCCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Immunreaktion. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Immunreaktion> [Stand: 21.01.2020].

Immunregulation / Immunmodulation

„Immunmodulation“ beschreibt das Beeinflussen des Immunsystems, durch Medikamente kann eine Verstärkung (Immunstimulation) oder Abschwächung (Immunsuppression) des Immunsystems erzielt werden. Die Immunregulation beschreibt dieselben Vorgänge, wenn der Körper diese ohne äußere Einflüsse bewerkstelligt.¹⁸⁴

Inkubationszeit

Beschreibt die Zeitspanne zwischen der Ansteckung mit einem Krankheitserreger und dem Krankheitsausbruch.¹⁸⁵

Ketone

Eine Gruppe von Kohlenwasserstoff-Molekülen.¹⁸⁶

Lipid

„Die Gesamtheit der Fette und fettähnlichen Substanzen.“¹⁸⁷

Lymphorgan

Gewebsabschnitte oder Organe, in denen die Vermehrung der Lymphozyten stattfindet.¹⁸⁸

Lymphozyt

Lymphozyten gehören zu den Leukozyten, sie bekämpfen körperfremde Substanzen.¹⁸⁹

¹⁸⁴ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Immunmodulation. URL: https://flexikon.doccheck.com/de/Immunmodulation?utm_source=www.doccheck.flexikon&utm_medium=web&utm_campaign=DC%2BSearch [Stand: 21.01.2020].

¹⁸⁵ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Inkubationszeit. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Inkubationszeit> [Stand: 22.01.2020].

¹⁸⁶ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Keton. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Keton> [Stand: 22.01.2020].

¹⁸⁷ DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Lipid. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Lipid> [Stand: 22.01.2020].

¹⁸⁸ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Lymphatische Organe. URL: https://flexikon.doccheck.com/de/Lymphatische_Organe [Stand: 22.01.2020].

¹⁸⁹ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Lymphozyt. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Lymphozyt> [Stand: 22.01.2020].

Makrophagen

Sind einkernige Zellen und Teil des Immunsystems.¹⁹⁰

Meningitis

Fachbegriff für eine Hirnhautentzündung.¹⁹¹

Migräne

Ein chronischer Kopfschmerz, der in Episoden auftritt.¹⁹²

Myelinisierung

Wird auch Myelinisation genannt. Beschreibt die sich postnatal entwickelnde Umhüllung der Axone durch die Myelinscheiden.¹⁹³

Myelinscheide

Auch Markscheide genannt. Eine mehrschichtige Struktur, welche die Axone umhüllt.¹⁹⁴

Negativstress

Wird auch Distress genannt. Charakterisiert durch langanhaltende Überforderung mit fehlenden Entspannungsphasen.¹⁹⁵

Neurogliazelle

Sie stützen die Neuronen und helfen diesen bei der Ausführung ihrer Aufgaben.¹⁹⁶

¹⁹⁰ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Makrophage. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Makrophage> [Stand: 22.01.2020].

¹⁹¹ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Meningitis. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Meningitis> [Stand: 22.01.2020].

¹⁹² Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Migräne. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Migräne> [Stand: 22.01.2020].

¹⁹³ Vgl. SPEKTRUM.DE (o.J.): Myelinisierung. URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/myelinisierung/8107> [Stand: 22.01.2020].

¹⁹⁴ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Markscheide. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Markscheide> [Stand: 22.01.2020].

¹⁹⁵ Vgl. KÜSEL, Kathleen (2017): Distress und Eustress. URL: <https://www.netdoktor.de/stress/distress-und-eustress/> [Stand: 22.01.2020].

Oligodendrocyten

Gliazellen im ZNS.¹⁹⁷

Pathogenese

„Die Pathogenese beschreibt die Entstehung einer physischen oder psychischen Erkrankung oder den Verlauf eines krankhaften Prozesses bis zu einer Erkrankung.“¹⁹⁸

Pathologisch

Fachbegriff für ‚krankhaft‘.¹⁹⁹

Parkinson'sche Erkrankung

Bei dieser Krankheit sterben gewissen Neuronen ab. Viele Patienten entwickeln in Folge einen Tremor und bewegen sich verlangsamt.²⁰⁰

PCR-Technik

„Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR - Polymerase-Chain-Reaction) ist ein künstliches Verfahren zur Vervielfältigung von DNA.“²⁰¹

Periventrikulär

Beschreibt die Umgebung eines Ventrikels.²⁰²

Persistierend

Fachausdruck für ‚andauernd‘.²⁰³

¹⁹⁶ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Gliazelle. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Gliazelle#Definition> [Stand: 22.01.2020].

¹⁹⁷ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Oligodendrozyt. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Oligodendrozyt> [Stand: 22.01.2020].

¹⁹⁸ DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Pathogenese. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Pathogenese> [Stand: 22.01.2020].

¹⁹⁹ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Pathologisch. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Pathologisch> [Stand: 22.01.2020].

²⁰⁰ Vgl. SINOWATZ, Fabian (2018): Parkinson. URL: <https://www.netdokter.de/krankheiten/parkinson/> [Stand: 22.01.2020].

²⁰¹ BIOLOGIE-SCHULE.DE (O.J.): Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR). URL: <http://www.biologie-schule.de/polymerase-kettenreaktion-pcr.php> [Stand: 22.01.2020].

²⁰² Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (O.J.): Periventrikulär. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Periventrikulär> [Stand: 22.01.2020].

Phosphatidylcholin

Ein Molekül aus der Gruppe der komplexen Lipide.²⁰⁴

Phosphatidylethanolamin

Ein Molekül aus der Gruppe der Lipide.²⁰⁵

Phosphatidylserin

„Ein Molekül aus der Gruppe der Phosphoglyceride.“²⁰⁶

Plaque / Herd

Läsion im ZNS.²⁰⁷

Plasmazelle

Gehören zur Gruppe der B-Lymphozyten und sezernieren Antikörper.²⁰⁸

Progressiv

Synonym für ‚fortschreitend‘.²⁰⁹

Ranvier'sche Schnürringe

Bezeichnung für die freiliegenden Stellen des Axons.²¹⁰

²⁰³ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Persistierend. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Persistierend> [Stand: 22.01.2020].

²⁰⁴ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Phosphatidylcholin. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Phosphatidylcholin> [Stand: 22.01.2020].

²⁰⁵ Vgl. LUMITOS AG (o.J.): Phosphatidylethanolamin. URL: <https://www.chemie.de/lexikon/Phosphatidylethanolamin.html> [Stand: 22.01.2020].

²⁰⁶ DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Phosphatidylserin. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Phosphatidylserin> [Stand: 22.01.2020].

²⁰⁷ Vgl. MIEDZINSKA, Katharina (2018): Multiple Sklerose (MS). Definition, Symptome, Diagnose Behandlung. URL: <https://www.docfinder.at/ratgeber/multiple-sklerose-2683> [Stand: 22.01.2020].

²⁰⁸ Vgl. DOCCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Plasmazelle. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Plasmazelle> [Stand: 22.01.2020].

²⁰⁹ Vgl. BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT GMBH (o.J.): progressiv. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/progressiv> [Stand: 22.01.2020].

²¹⁰ Vgl. DOCCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Ranvier-Schnürring. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Ranvier-Schnürring> [Stand: 22.01.2020].

Rapid-Eye-Movement-Phasen (REM-Phasen)

Schlafphase, die durch starke Augenbewegung charakterisiert ist. Wird auch als ‚Traumschlaf‘ bezeichnet.²¹¹

Remyelinisierung

„Die Wiederherstellung der beschädigten Myelinscheide.“²¹²

Saltatorische Impulsübertragung

Die neuronale Erregungsleitung beim Menschen.²¹³

Schübe

Eine akute Verschlechterung der Symptomatik bei MS-Patienten.²¹⁴

Schwann-Zellen

Gliazellen im PNS.²¹⁵

Soma

Fachbegriff für einen Zellkörper.²¹⁶

Sphingomyelin

Eine Bezeichnung für chemische Verbindungen, die zu den Sphingolipiden und zu den Phospholipiden gehören, und somit amphiphil sind.²¹⁷

²¹¹ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): REM-Schlaf. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/REM-Schlaf> [Stand: 22.01.2020].

²¹² DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Remyelinisierung. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Remyelinisierung> [Stand: 22.01.2020].

²¹³ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Saltatorische Erregungsleitung. URL: https://flexikon.doccheck.com/de/Saltatorische_Erregungsleitung [Stand: 22.01.2020].

²¹⁴ Vgl. BONCAS COMMUNICATIONS GMBH & CO KG (o.J.): Was genau ist ein Schub bei der Multiplen Sklerose. URL: https://www.navigator-medizin.de/multiple_sklerose/die-wichtigsten-fragen-und-antworten-zu-multiple-sklerose/ms-schub/401-was-genau-ist-ein-schub-bei-der-multiplen-sklerose.html [Stand: 22.01.2020].

²¹⁵ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Schwann-Zelle. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Schwann-Zelle> [Stand: 22.01.2020].

²¹⁶ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Soma. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Soma> [Stand: 22.01.2020].

²¹⁷ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Sphingomyelin. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Sphingomyelin> [Stand: 22.01.2020].

Subkortikal

Beschreibt den Bereich unter der Hirnrinde.²¹⁸

T-Helfer-Lymphozyten

Eine Untergruppe der T-Lymphozyten, zuständig für das Wahrnehmen von Antigenen.²¹⁹

T-Killer-Lymphozyten

Eine Untergruppe der T-Lymphozyten, zuständig für die Bekämpfung von Fremdkörpern.²²⁰

T-Suppressor-Lymphozyten

„Eine spezialisierte Untergruppe der T-Lymphozyten [...], regulieren die Selbsttoleranz des Immunsystems.“²²¹

Ventrikelsystem

„Das Ventrikelsystem sind die miteinander in Verbindung stehenden Hirnkammern [...] des Großhirns, des Zwischenhirns und des Rautenhirns.“²²²

Vitamin B5

Essenzielles Vitamin, wird auch ‚Pantothensäure‘ genannt. Unter anderem für die Synthese von Neurotransmittern wichtig.²²³

²¹⁸ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Subkortikal. URL:

<https://flexikon.doccheck.com/de/Subkortikal> [Stand: 22.01.2020].

²¹⁹ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): T-Helfer-Zelle. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/T-Helfer-Zelle> [Stand: 22.01.2020].

²²⁰ Vgl. KLAVON, Ilona (2016): T-Killerzellen (zytotoxische T-Zellen). Die T-Killerzellen als körpereigene Polizei. URL: <https://www.leukozyten-info.de/t-killerzellen.html> [Stand: 22.01.2020].

²²¹ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Regulatorische T-Zelle. URL:

https://flexikon.doccheck.com/de/Regulatorische_T-Zelle [Stand: 22.01.2020].

²²² Vgl. RUDOLF-MÜLLER, Eva (2017): Ventrikelsystem. URL:

<https://www.netdoktor.de/anatomie/gehirn/ventrikelsystem/> [Stand: 22.01.20120].

²²³ Vgl. BRAINEFFECT (o.J.): Pantothensäure (Vitamin B5) – Der Alleskönner unter den Vitaminen. URL: <https://www.brain-effect.com/magazin/pantothensaure-vitamin-b5> [Stand: 21.01.20120].

Zellorganellen

„Abgeschlossene Funktionseinheiten der Zelle.“²²⁴ Beispiele sind das Mitochondrium oder die Lysosomen.²²⁵

Zerebrospinalflüssigkeit / Liquor

Eine im ZNS vorkommende Körperflüssigkeit, die unter anderem eine Schutzfunktion für das Gehirn ausübt.²²⁶

²²⁴ KONRADIN MEDIEN GMBH (o.J.): Zellorganelle. URL: <https://www.wissen.de/medizin/zellorganelle>
[Stand: 21.01.20120].

²²⁵ Vgl. KONRADIN MEDIEN GMBH (o.J.): Zellorganelle.

²²⁶ Vgl. DOCHECK MEDICAL SERVICES GMBH (o.J.): Liquor. URL: <https://flexikon.doccheck.com/de/Liquor>
[Stand: 21.01.2020].