

Glossar

α -Synuklein Dieses ist ein für die Parkinson-Krankheit wichtiges 140 Aminosäuren langes Eiweiß, das an zellulären Transportprozessen beteiligt ist und Löcher in der Plasmamembran bilden kann.

Allocortex Neben dem Neocortex (auch Isocortex genannt) gibt es den ‚anderen‘ Cortex (griechisch, allos), der nicht den typischen, sechsschichtigen Aufbau des Neocortex aufweist (s. Cortex cerebri).

Amygdala s. Corpus amygdaloideum

β -Amyloid Die Spaltprodukte, die durch Zerschneiden des Amyloid-Precursor-Proteins (APP) entstehen, werden als A β -Peptide (z. B. A β 42, A β 40) bezeichnet. Sie haben normalerweise antimikrobielle Funktionen, können aber bei höheren Konzentrationen das Gehirn schädigen, da sie eine Neigung zur Aggregation haben und Plaques bilden.

Amyloid-Precursor-Protein (APP) Ein integrales, über 700 Aminosäuren langes Membranprotein, das durch Sekretasen gespalten wird. Das wichtigste Spaltprodukt des APP ist das β -Amyloid als Hauptbestandteil der Amyloid-Plaques beim Morbus Alzheimer.

Anosmie Der Ausfall des Geruchssinns wird als Anosmie bezeichnet, eine Riechminderung als Hyposmie. Bestimmte Reizstoffe wie Ammoniak werden aber weiterhin wahrgenommen, da sie den Gesichtsnerv (N. trigeminus) aktivieren und über diesen in den Hirnstamm geleitet werden.

Antisense-Oligonukleotide (ASOs) Es handelt sich um künstlich hergestellte, kurzketige Einzelstränge von Nucleinsäuren. Da sie in der Basenabfolge der mRNA entgegengesetzt sind, können sie sich der mRNA komplementär anlagern bzw. hybridisieren (daher *anti-sense*). Sie blockieren die Translation, d. h. die Herstellung des von der mRNA kodierten Proteins.

- Aphasie** Wenn das Verständnis von gesprochener oder geschriebener Sprache intakt ist, aber beim Sprechen die Sprache stockt und Wortfindungsstörungen auftreten, handelt es sich um eine motorische Aphasie. Sie ist meistens mit einer Verletzung des nach Broca benannten Areals im Gyrus frontalis inferior verbunden. Bei der rein sensorischen Aphasie ist nur das Sprachverständnis eingeschränkt. Betroffene sind nicht in der Lage, den Sinn von Geräuschen zu erfassen und ihr Musikverständnis ist vermindert. Es kann zu Wortverwechslungen (semantischen Paraphasien) und Wortneuschöpfungen (Neologismen) kommen. Oft ist bei dieser Form der Sprachstörung das nach Wernicke benannte Areal im Gyrus temporalis superior betroffen.
- Apoptose** Die Apoptose (griechisch, abfallen) bezeichnet den programmierten Zelltod, d. h. die Aktivierung eines Selbstmord-Programms in Zellen. Im Unterschied zur Nekrose geht die Zelle ohne Schädigung des Nachbargewebes zugrunde. Die Apoptose kann von außen, z. B. durch Immunzellen, induziert oder intrinsisch gestartet werden durch DNA-Schädigung oder zellulären Stress.
- Aqueductus mesencephali** Als schmale Verbindung zwischen drittem und viertem Hirnventrikel im Mittelhirn trennt der Aquädukt das hintere Dach (Tectum) von dem davor gelegenen Areal (Haube, Tegmentum). Im Tegmentum befindet sich neben dem Nucleus ruber auch die Substantia nigra.
- Assoziationsbahnen** Dieser Begriff bezeichnet alle Faserbündel, die verschiedene Rindenareale einer Hemisphärenseite miteinander verbinden. Sie kreuzen also nicht auf die Gegenseite wie die Kommissurenbahnen.
- Astrozyten** s. Glia
- Autophagie** Ein Prozess, der zelleigene Strukturen (fehlerhafte Proteine, Protein-Aggregate, Organellen) abbaut und die Bestandteile wiederverwertet.
- Axon** Der singuläre, oft auch längste Fortsatz einer Nervenzelle wird zusammen mit seiner Markscheide als Neurit oder Nervenfasern bezeichnet. Seitliche Abzweigungen des Axons (auch als Kollaterale bezeichnet) erlauben die Herstellung einer Verbindung mit diversen anderen Nervenzellen (Divergenz). Im Bereich der Endigungen (terminales Axon) finden sich mehrere Synapsen, die als Präsynapse Kontakt mit den Zielzellen aufnehmen. Präsynapsen liegen den postsynaptischen Spezialisierungen auf den Dendriten innervierter Nervenzellen genau gegenüber. Gestapelte Mikrotubuli geben dem Axon Festigkeit und erlauben den Transport von intrazellulären Vesikeln (Endosomen) und Mitochondrien.
- Acetylcholin** Einer der wichtigsten, von Otto Loewi (1921) am Froschherzen nachgewiesenen Überträgerstoffe des peripheren und zentralen Nervensystem. Es handelt sich um eine Ammoniumverbindung als Ester der Essigsäure und des Aminoalkohols Cholin.
- Basalganglien** Die auch als Nuclei basales bezeichneten Kerngebiete befinden sich unterhalb des Cortex cerebri und sind um die Seitenventrikel und das Zwischenhirn herum angeordnet. Die wesentlichen Anteile der Basalganglien entstehen aus dem Ganglienhügel im Endhirn. Der Schweifkern (Nucleus caudatus) wird zusammen mit dem Putamen (lateinisch für Schale) als Streifenkörper (Corpus striatum) bezeichnet.

tum) bezeichnet. Daneben werden die aus dem Zwischenhirn bzw. Mittelhirn entstandenen Anlagen des Globus pallidus (lat. für blasse Kugel) und der Substantia nigra (lat. für schwarze Substanz) ebenfalls zu den Basalganglien gerechnet. Funktionell sind die Neurone in diesen teilweise sehr großen Kerngebieten primär in motorische Funktionskreise eingebunden, d. h. sie kontrollieren und regulieren den motorischen und prämotorischen Cortex. Die Basalganglien steuern unsere Bewegungen und das Verhalten, d. h. alle somato- und psychomotorische Prozesse. Bei letzteren spielt der im unteren, vorderen Striatum lokalisierte Nucleus accumbens eine wichtige Rolle.

Brodmann-Felder Die nach Korbinian Brodmann (1868–1918) benannten Rindenareale, die er aufgrund histologischer und zytoarchitektonischer Merkmale unterschieden und durchnummeriert hat. Die von Franz Nissl schon in seinem Medizin-Studium entwickelte Nissl-Färbung von Nervenzellen in Hirnschnitten erlaubte Brodmann die Areale genau zu beschreiben. Die primäre Sehrinde wird beispielsweise als Area 17 (Area striata) bezeichnet. In den Brodmann-Arealen 1–3 nehmen wir bewusst die von unserer Körperoberfläche ausgehenden Empfindungen wahr (somatosensibler Cortex). Davor liegt in der Area 4 der primär motorische Cortex im Gyrus precentralis.

Bulbus olfactorius Der Bulbus olfactorius ist ein Teil des Endhirns. Seine Zytoarchitektur weist mehrere Zellschichten auf, die Signale aus dem Riechepithel in der oberen Nasenhöhle weiterverarbeiten. Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden über den Tractus olfactorius an den Paläocortex weitergeleitet. Hier findet zeitlebens Neurogenese statt.

Capsula interna Die Capsula interna umfasst die meisten auf und absteigenden Bahnen des Cortex cerebri. Sie ist im horizontalen Schnitt durch das Gehirn V-förmig und befindet sich zwischen Thalamus (Zwischenhirn) und Basalganglien. Der Nucleus caudatus (Schweifkern) und das Putamen (Schale) werden durch die Capsula interna getrennt.

Caspasen Caspasen sind Cystein-Proteasen, die ihre Zielproteine neben der Aminosäure Aspartat schneiden (daher der Name). Es handelt sich um wichtige bei der neuronalen Apoptose beteiligten Enzyme.

Cerebellum Das Kleinhirn liegt dem Hirnstamm dorsal auf. Es ist ein selbständiger Teil unseres Gehirns, der sich am Dach des vierten Ventrikels entwickelt und einen mittig gelegenen Wurm (Vermis) sowie zwei Hemisphären aufweist. Das Kleinhirn beteiligt sich an der Feinabstimmung und der Koordination von Bewegungsprogrammen, aber auch an kognitiven Prozessen. Insbesondere für das Halten des Gleichgewichts und schnelle Korrekturbewegungen ist es von großer Bedeutung. Es macht beim Menschen mit etwa 150 g nur rund ein Zehntel des Hirngewichts aus, enthält aber bis zu 70 Milliarden Neurone und damit mindestens 80 % aller Nervenzellen im zentralen Nervensystem des Menschen. An der Kleinhirnoberfläche finden sich Gyri und Sulci die als Foliae und Fissurae bezeichneten blattförmigen Erhebungen und Vertiefungen. Die Kleinhirnrinde der Foliae ist dreischichtig und wesentlich einfacher strukturiert als die Großhirn-

rinde in den Gyri. Im Marklager des Kleinhirns liegen jeweils vier Kleinhirnkerne, darunter der große Nucleus dentatus.

- Cerebrum** Das Cerebrum ist das Großhirn, griechisch auch Telencephalon genannt. Es bildet die beiden großen Hemisphären mit ihren Lappen, die sämtlich von Cortex überzogen sind. Darunter finden sich die aus dem Ganglienhügel hervorgegangenen Basalganglien. Der erste Hirnnerv, der N. olfactorius, ist eine Ausstülpung des Großhirns.
- Chaperon** Die nach der englischen Bezeichnung für ‚Anstandsdame‘ oder ‚Amme‘ gewählte Bezeichnung von einem Protein, das einem anderen Protein dabei hilft sich zu falten, d. h. in die korrekte dreidimensionale Sekundär- und Tertiärstruktur zu kommen, nachdem dessen Aminosäurekette (Primärstruktur) am Ribosom erzeugt wurde. Insbesondere für aggregationsanfällige Eiweiße sind Chaperone von großer Bedeutung.
- Corpus amygdaloideum** Das Corpus amygdaloideum (mandelförmiger Kern) stellt einen großen Komplex verschiedenster kleiner Kerngebiete im rostro-medialen, also vorne innen gelegenen Anteil des Temporallappens dar. Der Mandelkern spielt eine zentrale Rolle bei der emotionalen Bewertung und Wiedererkennung von gefährlichen Situationen. Direkte Verbindungen zum Hypothalamus, der unser vegetatives Nervensystem steuert, führen zu den mit Angst und Furcht verbundenen Empfindungen. Generell sind aber alle Affekte, d. h. auch lustbetonte Empfindungen, an intakte Mandelkerne gebunden.
- Corpus callosum** Der Balken bildet mit seinen rund 250 Millionen Axonen die größte Links-Rechts-Verbindung (Kommissur) unseres Gehirns. An vergleichbarer Stelle gelegene Cortex-Regionen beider Seiten werden über den Balken miteinander synaptisch verschaltet. Er liegt in der Tiefe der Längsfurche zwischen den beiden Hirnhälften (Fissura longitudinalis) und bildet damit auch das Dach der beiden Seitenventrikel.
- Corpus mamillare** Paarige Erhebung an der Hirnbasis zwischen den Großhirnschenkeln (Crura cerebri). In den Corpora mamillaria enden zahlreiche Fasern aus dem Fornix. Sie gehören daher zum limbischen System. Die Nervenzellen der Mamillenkörper bilden wesentliche Kerngebiete des hinteren Hypothalamus (Zwischenhirn).
- Corpus striatum** Der Streifenkörper ist der größte Kern der Basalganglien. Er setzt sich aus dem Nucleus caudatus (Schweifkern) und dem Putamen (Schalenkern) zusammen, die durch die Capsula interna voneinander in der Embryonalentwicklung getrennt wurden. Die im Bereich der Fasermassen der inneren Kapsel noch vorhandenen Nervenzellgruppen geben der Struktur daher ein gestreiftes Aussehen (Striatum). Der Neocortex aktiviert das Corpus striatum im Sinne einer Einbahnstraße, d. h. es gibt keine vom Striatum in den Cortex zurück verlaufenden axonalen Projektionen. Die cortico-striatalen Verbindungen spielen eine zentrale Rolle für das Zusammenwirken von Motivation und Kognition mit den willkürlichen und unwillkürlich ablaufenden Bewegungsprogrammen. Diese können von allen Lappen des Cortex ausgehen. Sie werden über die Basalganglien zum ventra-

len Thalamus und wieder zurück in die motorischen Areale des Cortex geschickt. Von hier aus werden dann die Neurone im Hirnstamm und im Rückenmark angesteuert, die letztlich unsere Muskeln zur Kontraktion bringen. Neben diesen somatomotorischen Funktionen befindet sich im vorderen, unten gelegenen und phylogenetisch ältesten Teil des Striatums der für die Psychomotorik wichtige Nucleus accumbens.

Cortex cerebri In der Rinde unseres Gehirns werden drei Cortex-Typen aufgrund histologischer Merkmale unterschieden:

1. Der Paläocortex liegt als entwicklungsgeschichtlich ältester Anteil im unteren Bereich des Frontal- und vorderen Temporallappens. Er ist zweischichtig.
2. Der Archicortex ist phylogenetisch jünger als der Paläocortex und dreischichtig. Er befindet sich an der Innenseite des Temporallappens und besteht aus dem Hippocampus, dem Gyrus dentatus und den mit ihnen assoziierten Strukturen. Er ist damit ein wichtiger Bestandteil des limbischen Systems.
3. Der Neocortex nimmt 90 % der gesamten Hirnrinde ein und ist als jüngster Anteil sechsschichtig.

Nach Brodmann können sehr viel mehr Untertypen im Cortex aufgrund ihrer speziellen Zytoarchitektur unterschieden werden. Beispielsweise finden sich einzelne der sechs Cortex-Schichten nicht in allen Neocortex-Arealen und bestimmte Zelltypen sind an manchen Stellen häufiger vertreten als an anderen.

Cortex entorhinalis Die entorhinale Rinde (Brodmann-Areale 28 und 34) überzieht den beim Menschen rostral (vorn) gelegenen Anteil des Gyrus parahippocampalis. Dieser an der medialen (innen) gelegenen Kante des Temporallappens lokalisierte Bereich markiert den Übergang des Allocortex zum Neocortex. Von hier aus projizieren die schon in sechs Schichten angeordneten Nervenzellen in den Hippocampus, insbesondere zum Gyrus dentatus. Diese Verbindung wird als Tractus perforans bezeichnet. In der Area entorhinalis laufen Erregungen aus den olfaktorischen, somatosensorischen, visuellen und auditorischen Sinneszentren zusammen. Damit erfüllt der entorhinale Cortex die Funktion eines multimodalen Assoziationszentrums, das in Verbindung mit der Hippocampus-Formation wesentlich am Einspeichern und Abrufen deklarativer (semantischer und episodischer) Gedächtnisinhalte beteiligt ist.

Cortex insulae Die Insula (Insel) wird auch als fünfter Hirnlappen bezeichnet und ist phylogenetisch alt. In der vorgeburtlichen Entwicklung ist ihr Größenwachstum geringer als das anderer Lappen des Endhirns, so dass die Insel von deren Rindenanteilen überdeckt wird. Dadurch entsteht an der Außenseite der Hemisphären eine Vertiefung, der Sulcus lateralis. Die Inselrinde zählt zum Neocortex und wird aufgrund ihrer Verbindungen zu den limbischen Strukturen auch als paralimbischer Cortex bezeichnet. Im hinteren Anteil der Insula werden Schmerz- und Bewegungsempfindungen sowie akustische Informationen verarbeitet. Vordere Areale sind primär für Riech- und Geschmacksempfindungen und allgemein viszerale (aus den Eingeweiden kommende) Informationen zuständig.

- Cortex orbitofrontalis** Die orbitofrontale Rinde ist ein Teil des präfrontalen Cortex und liegt der Augenhöhle (Orbita) auf. Sie wird aufgrund ihrer extensiven Verbindungen mit dem Mandelkern und dem mediodorsalen Thalamuskern auch als Brücke zwischen unseren Emotionen, die im limbischen System verankert sind, und den im dorsolateralen präfrontalen Cortex verarbeiteten rational-kognitiven Funktionen bezeichnet. Die orbitofrontalen Cortexareale bewerten die ständig ankommenden emotionalen Reize aus den tiefer liegenden Hirnregionen. Verletzungen dieser Areale führen zu schweren Veränderungen der Persönlichkeit (Gemütsverarmung, Gleichgültigkeit, aber auch Enthemmung). Der Transmitter Acetylcholin spielt hier eine wichtige Rolle.
- Cortex prefrontalis** Den präfrontalen Rindenarealen kommt primär eine Überwachungsfunktion zu. Diverse Verbindungen zu anderen Cortexregionen und Kernen ermöglichen eine Analyse und Bewertung unterschiedlichster Informationen. Die Ergebnisse werden dann wieder in die jeweiligen Hirnareale zurückgeschickt. Die Funktion des dorsolateralen Cortex ähnelt also in gewisser Weise dem zentralen Prozessor (CPU) in unseren Computern. Bei Störungen in diesem Anteil des Frontallappens kann sich der Mensch nicht mehr auf neue Situationen einstellen (verminderte kognitive Flexibilität). Unbedeutende Stimuli werden nicht mehr von relevanten Reizen unterschieden. Alltägliche Routinehandlungen (Einkaufen, Vorbereitung von Mahlzeiten etc.) laufen dagegen in der Regel ungestört ab.
- Dendrit** Die zellulären Fortsätze von Nervenzellen, die der Reizaufnahme dienen, werden als Dendriten bezeichnet. Ein Neuron besitzt neben dem Zellkörper (Soma oder Perikaryon) normalerweise zahlreiche Dendriten und ein einzelnes Axon (zusammen mit der Myelinscheide auch als Neurit oder Nervenfasern bezeichnet). Dendriten tragen Dornen (*spines*), in deren Plasmamembran die Rezeptoren für die im Bereich der Synapse freigesetzten Neurotransmitter sitzen (Postsynapse).
- Diencephalon** Das Zwischenhirn setzt den Hirnstamm nach oben fort. Es bildet die Wand des dritten Ventrikels in der Tiefe unseres Gehirns. Der größte Kernkomplex ist der Thalamus (Sehhügel), der auch Thalamus dorsalis genannt wird. Er ist der ‚Sekretär des Chefs‘, d. h. alle sensiblen und sensorischen Empfindungen mit Ausnahme des Geruchssinns müssen im Thalamus umgeschaltet werden, um zum Neocortex (dem ‚Chef‘) zu gelangen. Unter dem Thalamus befinden sich der Subthalamus und der Hypothalamus, darüber der Epithalamus. Der Hypothalamus ist das vegetative Zentrum zur Steuerung von Stoffwechsel, Blutdruck, Wärme- und Wasserhaushalt, Schweißsekretion und Genitalfunktionen. Der innere Teil des Pallidums ist ein Abkömmling des Diencephalons und steuert zusammen mit dem Subthalamus die Motorik (wird daher zu den Basalganglien gerechnet).
- Dopamin** Ein biogenes Amin, dessen Name sich aus DOPA und Amin zusammensetzt. Es handelt sich um einen bedeutsamen Überträgerstoff im Nervensystem aus der Gruppe der Katecholamine. Dopamin ist die unmittelbare Vorstufe des

Melanins, das als Neuromelanin den Dopamin und Noradrenalin produzierenden Nuclei eine bläulich-schwarze Farbe verleiht.

Embryogenese Hierbei handelt es sich um die früheste Phase unserer Entwicklung, d. h. von der befruchteten Eizelle (Zygote) über verschiedene Zwischenstadien (Blastulation, Gastrulation, Neurulation) bis zur Bildung der Organanlagen (Organogenese).

Endoplasmatisches Retikulum (ER) Das ER ist ein weit verzweigtes, von Plasmamembranen umgebendes Netzwerk aus Röhren und Hohlräumen. Die ER-Membran geht direkt in die Kernhülle des Zellkerns über. Teile des ER sind mit Ribosomen besetzt. An diesen werden Proteine hergestellt, die direkt in das Lumen des ER oder in die ER-Membran hinein synthetisiert werden. Es wird daher auch als raues ER oder Ergastoplasma bezeichnet (gegenüber dem Ribosom-freien glatten ER). Im ER finden neben der Translation auch die Proteinfaltung, eine Qualitätskontrolle neu gebildeter Proteine, bestimmte Modifikationen von Proteinen sowie der Proteintransport statt. Daneben dient das ER als intrazellulärer Kalzium-Speicher.

Endosomen Die auch als endosomale Vesikel bezeichneten Zellorganellen entstehen primär durch Endozytose. Es werden frühe von späten Endosomen unterschieden. Diverse Membranproteine gelangen über späte Endosomen in die Lysosomen und werden dort abgebaut bzw. werden über Recycling-Endosomen wieder zurück zur Zellmembran transportiert.

Endozytose Durch Einstülpungen äußerer oder innerer Membranen werden Flüssigkeit, Moleküle und Partikel in das Innere der Zelle oder in Vesikel hinein aufgenommen. Die Endozytose ermöglicht auch den Weitertransport von Membranproteinen in die verschiedenen subzelluläre Kompartimente.

Exozytose Im Gegensatz zur Endozytose handelt es sich hierbei um einen Transport von Substanzen aus der Zelle heraus. Es verschmelzen Vesikel aus dem Zytoplasma mit der Zellmembran. Sie geben dadurch die in ihnen gespeicherten Stoffe in den extrazellulären Raum hinein ab.

Enzephalisationsquotient (EQ) Dieser Wert setzt das individuell gemessene Gehirngewicht in das Verhältnis zu jenem Gehirngewicht, das für eine bestimmte Art bei vergleichbarem Körpergewicht zu erwarten wäre.

ERAD-Komplex Fehlerhaft gefaltete oder mutierte Proteine, die in das endoplasmatische Retikulum (ER) gelangen, können aus dem ER wieder in das Zytoplasma ausgeschleust und nach Ubiquitinierung vom Proteasom außerhalb des ER abgebaut werden. Die hierbei beteiligten Enzyme werden im ERAD-Komplex (**ER**-assoziierte **D**egradation) zusammengefasst und auch als *unfolded protein response* (UPR) oder bei Überlastung als ER-Stress bezeichnet.

Evolution Die Evolutionsbiologie befaßt sich mit den vererbaren Merkmalen einer Population von Lebewesen, die von Generation zu Generation weitergegeben werden. Im weitesten Sinn wird darunter auch die Entwicklung von Bakterien und Viren über die Zeit verstanden.

- Fornix** Es handelt sich um ein axonales Faserbündel, das unter dem Balken (Corpus callosum) verläuft und den Hippocampus mit dem Hypothalamus verbindet, insbesondere mit den Corpora mamillaria. Ein Teil der Fasern zieht über die Commissura fornicis auf die Gegenseite und stellt damit eine wichtige Verbindung zwischen beiden Hippocampi her.
- GABA** Als wichtigster hemmender Neurotransmitter wird γ -Aminobuttersäure (GABA) durch Decarboxylierung von Glutaminsäure in inhibitorischen Nervenzellen gebildet.
- Genomweite Assoziationsstudien (GWAS)** Auf der Suche nach genetischen Krankheitsursachen werden extensiv DNA-Sequenzierungen durchgeführt. Damit können Allele (bestimmte Ausprägungen eines Gens) identifiziert werden, die gemeinsam mit einem bestimmten Phänotyp (Merkmal) auftreten. Insbesondere werden dafür genetische Marker (z.B. SNPs, *Single Nucleotide Polymorphisms*) eingesetzt, um auffällige DNA-Abschnitte zu finden, die zumeist nicht in einer Protein-kodierenden Region lokalisiert sind, sondern eher in nicht-kodierenden Regionen zwischen zwei Genen. Aufgrund der immer geringeren Kosten für DNA-Sequenzierungen und Polymerase-Kettenreaktionen (PCR) erfreuen sich GWAS großer Beliebtheit, um Assoziationen, aber nicht notwendigerweise kausale Verbindungen, zwischen unserem Genom und einer bestimmten Krankheit aufzudecken.
- Glia** Alle Zellen des Nervengewebes, die sich strukturell und funktionell von Nervenzellen (Neuronen) abgrenzen lassen, werden als Gliazellen bezeichnet. Dazu gehören insbesondere die Astrozyten (Sternzellen) und die Oligodendrozyten, die als Makroglia bezeichnet werden, sowie die immunkompetente Mikroglia, die Überwachungs- und Aufräumaufgaben wahrnimmt. Weiterhin werden Ependymzellen, die die Hirnkammern (Ventrikel) auskleiden, und die Liquor herstellenden Plexusepithelzellen zur Glia gerechnet. Glia wurde erstmals im 19. Jahrhundert von Rudolf Virchow (1821–1902) beschrieben und als Leim (griechisch, glia) bezeichnet, der die Neurone zusammenhält. Für Virchow stand die Stütz- und Haltefunktion der Zellen im Vordergrund. Er konnte nicht wissen, dass die Glia auch wesentlich am Stoffaustausch und an Reparaturvorgängen beteiligt ist.
- Globus pallidus** Das Pallidum stellt einen wichtigen Kern der Basalganglien dar. Der innere (mediale) Anteil ist ein Derivat des Zwischenhirns, der äußere (laterale) Anteil entspringt dem Ganglienhügel der Endhirnanlage. Wichtige afferente (eingehende) Bahnen (Input) kommen aus dem Striatum und dem Nucleus subthalamicus. Die wichtigsten Efferenzen (Ausgänge, Output) ziehen in die ventral und anterolateral gelegenen Kerngebiete des Thalamus über eine als Ansa lenticularis bezeichnete Bahn. Funktionell wirkt das Pallidum hemmend auf die thalamischen Neurone, so dass im Sinne einer doppelten Hemmung (sein Input aus dem Striatum ist ebenfalls inhibitorisch) motorische Programme insgesamt gebahnt werden. Ein Ausfall des Globus pallidus hat also eine Bewegungsarmut und motorische Ungeschicklichkeit zur Folge.

- Glutamat** Glutaminsäure ist eine Protein-bildende Aminosäure und der wichtigste erregende (exzitatorische) Neurotransmitter im zentralen Nervensystem.
- Glymphatisches System** Eine Wortneuschöpfung aus den Begriffen Glia und lymphatisches System, von dem vermutet wird, dass es ähnlich zur Lymphe der Entsorgung von Proteinen, Partikeln und anderen Abfallstoffen im Gehirn dient. Die abtransportierten Stoffe gelangen dann mit dem Nervenwasser (Liquor) in die Venen und in die Lymphe. Der glymphatische, perivaskuläre Raum befindet sich zwischen Astrozytenfortsätzen und Gefäßwand (Virchow-Robin-Raum).
- Golgi-Apparat** Damit wird der Ende des 19. Jahrhunderts nach dem italienischen Pathologen Camillo Golgi benannte intrazelluläre Membranstapel bezeichnet, der an der Sekretbildung und an anderen Aufgaben des Zellstoffwechsels beteiligt ist. Er liegt zumeist in der Nähe des Zellkerns und ist polarisiert: Eine Seite ist konvex und dem endoplasmatischen Retikulum (ER) zugewandt. Sie erhält von diesem abgeschnürte Vesikel (cis-Golgi-Netzwerk). Die konkave, dem ER abgewandte Seite wird als trans-Golgi-Netzwerk (TGN) bezeichnet. Von dort gelangen Golgi-Vesikel an die äußere Plasmamembran und bedingen so die zelluläre Sekretion, indem ihr Inhalt exozytiert, d. h. von der Zelle nach außen abgegeben wird. Der Golgi-Apparat bildet also ein Netzwerk mehrerer gestapelter Zisternen und Vesikel, die untereinander in enger Verbindung stehen.
- Gyrus cerebri (plural Gyri)** Als Gyri werden die Hirnwindungen zwischen den Hirnfurchen (Sulci), also die Vorwölbungen der Großhirnrinde, bezeichnet. Sie bilden ein typisches, bei jedem Menschen etwas anderes Oberflächenrelief und sind vom Cortex cerebri überzogen.
- Gyrus cinguli** Als wichtiger Bestandteil des äußeren limbischen Bogens umgibt die Gürtelwindung den Balken. Unterhalb seiner Rinde verläuft in der weißen Substanz (Mark) das Cingulum, eine lange Assoziationsbahn. Diese stellt zahlreiche Verbindungen zwischen Frontal-, Temporal- und Parietallappen her. Ebenso sind enge Kontakte zum vorderen Thalamuskern und auch zum Hypothalamus beschrieben. Der vordere Gyrus cinguli wird aktiviert, wenn wir das Leid anderer Menschen wahrnehmen und darauf empathisch reagieren, indem wir unser Verhalten so verändern, dass das Leid der betroffenen Person vermindert wird. Evolutionsbiologisch wird also in diesem Bereich ein Zentrum für Moral und Altruismus vermutet. Ausfälle im Bereich des Gyrus cinguli führen zum Verlust des Antriebs, zu Gleichgültigkeit und emotionslosem, abgestumpftem Verhalten.
- Gyrus dentatus** Die auch als Fascia dentata bezeichnete Struktur ist ein Teil der Hippocampus-Formation. Die Afferenzen entspringen dem entorhinalen Cortex und gelangen über den Tractus perforans an die Dendriten der kleinen Neurone (Körnerzellen) des Gyrus dentatus. Verbindungen bestehen auch zum Hypothalamus, zu den Septumkernen und zum Gyrus cinguli.
- Hemisphäre** Die jeweiligen, weitgehend symmetrisch aufgebauten Hirnhälften des Groß- oder Kleinhirns werden als Hemisphären bezeichnet.
- Hippocampus** Der Hippocampus ist ein am Boden des Seitenventrikels im Temporalappen gelegener Hirnteil, der nach dem Seepferdchen benannt ist. Dieses ist dem

Meeresungeheuer Hippokamp aus der griechischen Mythologie nachempfunden, dessen vordere Hälfte ein Pferd und dessen hinterer Teil ein Fisch ist (hippos, Pferd und kampos, Seeungeheuer). Er bildet die zentrale Struktur des inneren limbischen Bogens und ist aus dreischichtigem Archicortex aufgebaut. In diesem werden Informationen verschiedenster sensibler und sensorischer Systeme verarbeitet, die dann wieder zurück zum Cortex geschickt werden. Der Hippocampus spielt daher eine zentrale Rolle bei der Gedächtniskonsolidierung, d. h. bei der Überführung von Gedächtnisinhalten aus dem Kurzzeit- in das Langzeitgedächtnis. Patienten, die beide Hippocampi verloren haben, können keine neuen Erinnerungen bilden. Sie haben einen anterograden, vom Zeitpunkt der Verletzung ab bestehenden Gedächtnisverlust (Amnesie). Ältere Erinnerungen bleiben aber zumeist erhalten. Die langfristige Speicherung von Gedächtnisinhalten erfolgt daher nicht im Hippocampus, sondern im Neocortex. Vermutlich werden besonders wichtige Inhalte sogar an mehreren Stellen abgelegt. Außerdem spielt der Hippocampus eine zentrale Rolle bei der räumlichen Orientierung. Einzelne Pyramidenzellen repräsentieren eine bestimmte Umgebung und werden als Ortszellen bezeichnet. In der dem Hippocampus vorgelagerten Area entorhinalis lassen sich sog. Gitterzellen charakterisieren. Dabei handelt es sich um Nervenzellen, die Abstände zwischen definierten Orten repräsentieren. Bei Schädigung dieser Neurone sind Patienten außerstande, Wegbeschreibungen zu geben, obwohl sie sich im Alltag durchaus orientieren können. Darüber hinaus ist der Hippocampus zentral in unsere Emotionalität eingebunden. Bei chronisch einwirkendem emotionalem Stress gehen Nervenzellen im Hippocampus verloren und es können keine neuen mehr hergestellt werden (im Gyrus dentatus findet möglicherweise auch im Alter noch Neurogenese statt). Bei Patienten mit schweren psychischen Traumata (z. B. Kriegs- oder Vergewaltigungsoffer) lässt sich zumeist eine Volumenreduktion im Bereich der Hippocampus-Formation feststellen.

Hirnstamm s. Truncus cerebri

Hypophysis Die Hypophyse (Hirnanhangsdrüse, Glandula pituitaria) besteht aus der dem Hypothalamus zugeordneten Neurohypophyse (hinterer Hypophysenlappen) und der aus dem Rachendach (der Rathke-Tasche) entstandenen Adenohypophyse (vorderer Hypophysenlappen). Hier interagiert das Zwischenhirn mit unserem Körper über eine Freisetzung von Hormonen, die diverse Vorgänge wie Wachstum, Fortpflanzung und den Stoffwechsel regulieren.

Hypothalamus Der Hypothalamus ist das der Hypophyse übergeordnete Zentrum unseres vegetativen, autonom arbeitenden Nervensystems. Er steht in enger Verbindung mit limbischen Strukturen und steuert Atmung, Kreislauf, Körpertemperatur, Verdauung, Flüssigkeitshaushalt, Sexualfunktionen und das Körperwachstum während der Entwicklung.

Insula s. Cortex insulae

Katecholamine Die durch eine gemeinsame Aminogruppe charakterisierten Botenstoffe der Katecholamine umfassen Dopamin, Noradrenalin und Adrenalin. Sie werden aus der Aminosäure Tyrosin mit Hilfe des Enzyms Tyrosinhydroxylase

gebildet, besitzen auch hormonale Funktionen und binden an G-Protein-gekoppelte Rezeptoren (Adrenozeptoren bzw. Dopamin-Rezeptoren).

Kernspintomographie Die Magnetresonanztomographie (MRT, MR oder MRI, *Magnetic Resonance Imaging*) dient der Erzeugung von Schnittbildern, die zur Darstellung der Struktur und Funktion von Körperorganen verwendet werden. Der Technik liegen starke Magnetfelder zugrunde, mit denen Atomkerne (meist Wasserstoffkerne, Protonen) im Körper angeregt werden. Daraus resultiert ein elektrisches Signal, das durch die MRT detektiert wird.

Kleinhirn s. Cerebellum

Kommissur Es handelt sich um eine Verbindung zwischen den Hemisphären, d. h. in der Medianebene (Mittellinie) kreuzende Bahnen, die einander entsprechende Strukturen der rechten und linken Hälfte von Gehirn oder Rückenmark miteinander synaptisch verschalten.

Körnerzellen Die auch als Granularzellen bezeichneten, kleineren Neurone haben einen rundlichen Zellleib (Perikaryon). Es handelt sich meistens um Interneurone mit kürzeren Axonen, die benachbarte Nervenzellen kontaktieren. Im Neocortex finden sie sich bevorzugt in der vierten Schicht (Stratum granulosum internum).

L-Dopa L-Dopa ist eine Vorstufe bei der Herstellung von Adrenalin, Noradrenalin und Dopamin aus der Aminosäure Tyrosin.

Langzeitpotenzierung (LTP) Eine Form der morphologischen und biochemischen Neuroplastizität, die sich ausschließlich an Synapsen abspielt. Es handelt sich um eine langandauernde (long-term) Verstärkung der synaptischen Übertragung, so dass die Kontaktstellen eine erhöhte Wahrscheinlichkeit besitzen, ein Aktionspotential in der Zielzelle zu generieren. Die LTP liegt vermutlich den meisten Lernvorgängen im Gehirn zugrunde.

Lewy-Körperchen Die von Friedrich Lewy (1885–1950) erstmals mit der Parkinson-Krankheit in Verbindung gebrachten Einschlusskörperchen in Nervenzellen, die aber auch bei der Demenz vom Lewy-Körperchen-Typ nachweisbar sind. Insbesondere finden sich α -Synuklein, Ubiquitin und Neurofilament in diesen Protein-Aggregaten.

Limbisches System Das limbische System spielt bei der Emotionalität, Gedächtnisbildung, Antrieb und Motivation eine entscheidende Rolle. Seine Anteile bilden einen doppelten Ring um die Basalganglien und den Thalamus herum. Es handelt sich vorwiegend um phylogenetisch ältere Areale der Großhirnrinde (Paläocortex und Archicortex) sowie subkortikale Strukturen, die innen am medialen Temporalappen liegen. Zum äußeren limbischen Bogen werden der Gyrus cinguli und der Gyrus hippocampalis gerechnet, zum inneren Bogen der Fornix und der Hippocampus. Außerdem werden die Amygdala (Mandelkern, Corpus amygdaloideum), der vordere Thalamuskern sowie die Mamillenkörper (Corpora mamillaria) dazu gezählt.

Liquor cerebrospinalis Die sich im Gehirn und im Rückenmark befindende Flüssigkeit wird Nervenwasser (Liquor) genannt. Der Liquor wird von speziell differenzierten Epithelzellen der Adergeflechte (Plexus choroideus) in den Ventrikeln ge-

bildet. Er ist wasserklar, farblos und enthält etwas Eiweiß, Zucker und nur wenige Zellen (Lymphozyten). Abgeleitet wird der Liquor über die Arachnoidealzotten der Hirnhaut, die venösen Blutleiter (Sinus durae matris) und in den lymphatischen Raum jenseits der Austrittsstellen von Hirn- und Spinalnerven.

Locus coeruleus Der ‚blaue Ort‘ gehört zu den aminergen Zellgruppen, die am Boden des vierten Ventrikels zu finden sind. Er enthält etwa die Hälfte aller noradrenergen Zellen. Die dunkelblaue bis schwarze Pigmentierung resultiert aus einer Anhäufung des Neuromelanins, eines Abbauproduktes des Katecholamin-Stoffwechsels. Die über den Locus coeruleus laufenden Erregungen resultieren in einer Freisetzung von Noradrenalin als Transmitter in den verschiedensten Hirnregionen und im Rückenmark.

Lysosom Von einer Plasmamembran umschlossene Zellorganellen, die einen sauren pH (4–5) aufweisen. Ihre wesentliche Funktion besteht in der intrazellulären Verdauung von Material durch hydrolysierende Enzyme wie Proteasen, Nukleasen und Lipasen.

Mamillarkörper s. Corpus mammillare

Mandelkern s. Corpus amygdaloideum

Mikroglia s. Glia

Mikrotubulus Ein röhrenförmiger, großer Proteinkomplex, der zusammen mit den Aktin-Filamenten und den Intermediärfilamenten das Zytoskelett aufbaut. Dieses stabilisiert Form und Struktur der Zelle und ist zusammen mit anderen Proteinen für intrazelluläre Transportvorgänge sowie aktive Bewegungen ganzer Zellen bzw. einzelner Zellteile oder ihrer Fortsätze notwendig.

Mittelhirn (Mesencephalon) Der Teil des Hirnstamms, der zwischen Brücke (Pons) und Zwischenhirn (Diencephalon) zu liegen kommt. Bei Fischen und Reptilien übernimmt das Mittelhirn noch weitgehend die Funktionen unseres Endhirns, d. h. es enden hier die Afferenzen der Seh- und Hörbahn sowie die Bahnen der Oberflächensensibilität. Das Mittelhirn steuert die meisten Augenmuskeln und enthält mit der Substantia nigra und dem Nucleus ruber wesentliche Bestandteile des extrapyramidalen motorischen Systems.

Mitochondrium Im Unterschied zu Lysosomen oder dem endoplasmatischen Retikulum sind Mitochondrien von einer doppelten Plasmamembran umschlossen und enthalten eigene Erbsubstanz (mitochondriale DNA). Sie kommen als kugel- oder röhrenförmige Organellen vor und stellen die zellulären Kraftwerke dar, indem sie über die Atmungskette das energiereiche Molekül Adenosintriphosphat (ATP) herstellen. Dieser Vorgang wird auch als oxidative Phosphorylierung bezeichnet. Mitochondrien vermehren sich durch Wachstum und Sprossung je nach Energiebedarf der Zelle.

Medulla oblongata Das Markhirn (Myelencephalon) ist der unterste Teil des Hirnstamms und etwa 3 cm lang. Zusammen mit der Brücke (Pons) und dem Kleinhirn (Cerebellum) bildet die Medulla oblongata das den vierten Hirnventrikel umgebende Rhombencephalon (Rautenhirn). In der Medulla oblongata liegen die lebenswichtigen Zentren für die Regulation von Kreislauf und Atmung. Diese

werden insbesondere vom Hypothalamus angesteuert. Daneben werden im Markhirn mehrere für das Überleben des Organismus notwendige Reflexe verschaltet (Saugreflex, Schluckreflex, Hustenreflex, Niesreflex, Würgereflex). Außerdem findet sich hier ein Areal mit aufgehobener Blut-Hirn-Schranke (Area postrema), so dass toxische Substanzen und bestimmte Medikamente (z. B. Chemotherapeutika bei der Tumorbehandlung) aus dem Blut in das Hirngewebe übertreten und durch Erregung von Chemosensoren Übelkeit und Erbrechen auslösen können.

Medulla spinalis Das Rückenmark ist der im Wirbelkanal gelegene Teil des zentralen Nervensystems (ZNS) und wird – wie das Gehirn – von meningealen Hüllen (Hirnhaut) umgeben. Es stellt über die Spinalnerven Verbindungen zum peripheren Nervensystem her. In der außen im Rückenmark gelegenen markhaltigen (weißen) Substanz finden sich die auf- und absteigenden Leitungsbahnen (Tractus, Axonbündel), im Inneren des Rückenmarks dagegen die in definierten Kernsäulen zusammengefaßten Nervenzellen (graue Substanz) zur Weiterleitung motorischer und sensibler Impulse. Im Vorderhorn der grauen Substanz liegen die somatomotorischen Neurone, im Hinterhorn werden die sensiblen Afferenzen aus der Peripherie, insbesondere die Schmerzempfindung, synaptisch verschaltet. Wir unterscheiden 8 cervicale, 12 thorakale, 12 lumbale und 5 sakrale Rückenmarks-Segmente.

Monoaminoxidasen Mitochondriale Enzyme, die Monoamine (Serotonin, Dopamin, Noradrenalin und Adrenalin) durch Desaminierung zu Aldehyden, Ammoniak und Wasserstoffperoxid abbauen.

Motorischer Cortex Die auch als motorische Rinde bezeichneten Gyri stellen diejenigen Rindenbereiche im Frontallappen dar, von denen aus willkürliche Bewegungen und komplexe Bewegungsprogramme gestartet werden. Man unterscheidet von hinten nach vorn primär motorische, prämotorische und supplementär motorische Areale. Die Projektionsneurone (Pyramidenzellen) in der Lamina V des motorischen Cortex haben teilweise sehr lange Axone (bis zum unteren Rückenmark) und sind daher aufgrund ihrer Größe besonders gut im Mikroskop sichtbar.

Multivesikuläre Körperchen Diese Zellorganellen bilden sich aus frühen Endosomen durch mehrfache Einstülpungen der umgebenden Membran. Es finden sich also innerhalb eines Vesikels zahlreiche kleinere, membranumhüllte Vesikel mit zumeist runder Form. Eine Verschmelzung der Körperchen mit Lysosomen führt zu einem Abbau aller Inhaltsstoffe.

Myelin Das 1854 von Rudolf Virchow entdeckte Myelin wird im zentralen Nervensystem von Oligodendrozyten gebildet und umgibt die Axone der meisten Nervenzellen. Die spiralförmig verlaufende Myelinscheide beschleunigt die Erregungsleitung, indem die elektrischen Ladungen an der Membran (Aktionspotentiale) von einer schmalen, unbemerkten Stelle zwischen zwei Gliazellen zur nächsten Stelle ‚springen‘ können (saltatorische Erregungsleitung). Da Myelin aus gestapelten Plasmamembranen besteht, weist es einen hohen Lipidgehalt auf (70 %).

Der Rest sind Eiweiße. Aufgrund des Fettgehalts erscheint Myelin mit freiem Auge weiß (die weiße Substanz im Gehirn).

Neocortex s. Cortex cerebri

Nervus opticus Der Sehnerv ist der zweite Hirnnerv. Er gehört zum zentralen Nervensystem, da er sich aus dem Zwischenhirn (Diencephalon) ableitet. Der Sehnerv führt die Axone der retinalen Ganglienzellen des Auges zur Sehnervenkreuzung, die sich oberhalb der Hypophyse befindet. Im Chiasma opticum kreuzen die Fasern der nasalen Netzhauthälften auf die Gegenseite, so dass das linke Gesichtsfeld in der Sehrinde des rechten Okzipitallappens abgebildet wird (et vice versa).

Nervus vagus Der zehnte Hirnnerv ist der größte, im Brust- und Bauchraum weit verzweigte Nerv (lat. *vagare*, umherschweifen). Er gehört zum vegetativen Nervensystem (Parasympathikus) und reguliert mit efferenten (motorischen) und afferenten (sensiblen) Nervenfasern fast alle Organ-Aktivitäten. Seine Ursprungsneurone liegen im Hirnstamm (Medulla oblongata, Nucleus dorsalis n. vagi) und unterhalb der Schädelbasis in Ganglien (Ganglion nodosum und Ganglion jugulare).

Neurogenese Die Bildung von Nervenzellen aus teilungsfähigen Stammzellen wird als Neurogenese bezeichnet. Sie findet beim Menschen im Rahmen der Entwicklung bis in die frühe postnatale Phase hinein statt. Danach ist sie bis zum 20. Lebensjahr im Hippocampus noch gut nachweisbar. Im Alter ist außerhalb des Riechkolbens (Bulbus olfactorius) praktisch keine Neurogenese mehr zu beobachten. Einzelne, noch verbliebene Stammzellen könnten aber möglicherweise zur Teilung angeregt werden.

Neurotrophine Signalstoffe im Nervensystem, die insbesondere während der Entwicklung eine Schlüsselrolle bei der Herstellung zielgerichteter Verbindungen zwischen Nervenzellen spielen (untereinander und mit ihren peripheren Effektoren, z. B. Muskeln, Drüsen oder Haut). Sie sind als kleinere basische Proteine mit einer Molekülmasse von 13 kDa maßgeblich am Erhalt von Neuronen und dem Auswachsen ihrer Fortsätze (Dendriten, Axone) auch im erwachsenen Alter noch beteiligt.

Noradrenalin Ein biogenes Amin, das als Stresshormon und Neurotransmitter wirksam wird. Es führt als Vorstufe von Adrenalin zur Verengung von Blutgefäßen und erhöht den Blutdruck. Im Gehirn wird es insbesondere vom Locus coeruleus gebildet.

Nucleus accumbens Im vorderen Bereich der Basalganglien grenzt der Streifenkörper (Corpus striatum) an die Septumkerne, die sich unterhalb der glialen Trennwand zwischen den Seitenventrikeln (Septum pellucidum) befinden. Dort ist als Teil des ventralen Striatums der Nucleus accumbens lokalisiert. Er weist intensive Faserverbindungen zum limbischen System auf und ist für die Psychomotorik von entscheidender Bedeutung. Letztlich handelt es sich dabei im Unterschied zu willkürlich ausgelösten somatomotorischen Bewegungen, z. B. dem intendierten Heben einer Hand, um komplexes motorisches Verhalten, das durch emotionale Reize ausgelöst wird. Insbesondere wird der Nucleus accumbens als zentrale Umschaltstelle des endogenen Belohnungssystems interpretiert, denn der Kern wird durch

unerwartet gute Leistungen, Geldgewinne, aber auch durch suchterzeugende Drogen intensiv stimuliert. Dafür ist die sog. mesolimbische Verbindung der Area tegmentalis ventralis (VTA) des Mittelhirns mit dem Nucleus accumbens essentiell. Aus den Axonen dieser Bahn wird der Neurotransmitter Dopamin freigesetzt, der im Sinne einer positiven Rückkoppelung dasjenige Verhalten verstärkt, das ein Belohnungsgefühl hervorrufen wird. Daher machen Drogen abhängig, d. h. das limbische System versucht, das zum Anfluten von Dopamin im Nucleus accumbens führende Verhalten zu wiederholen. So entsteht Abhängigkeit, die in schweren Fällen auch die neocorticale Ebene, d. h. die rationale Entscheidung über die Sinnhaftigkeit des eigenen Verhaltens, außer Kraft setzen kann.

Nucleus basalis (Meynert) Er ist einer der wichtigsten Acetylcholin produzierenden Kerne im basalen Vorderhirn (zwischen Septum und Mandelkern) und besitzt ausgeprägte Verbindungen zum limbischen System und zum Neocortex.

Nucleus caudatus s. Corpus striatum

Nucleus dentatus Der Kern bildet ein gezacktes Band im Marklager der Kleinhirn-Hemisphären. Er wird von hemmenden Neuronen der Kleinhirnrinde, den Purkinje-Zellen, und von den aus der Brücke kommenden pontocerebellären Fasern innerviert. Seine Efferenzen ziehen zum gegenseitigen (kontralateralen) Nucleus ruber und zum ventralen Thalamus, von dem aus motorische Rindenaareale angesteuert werden.

Nucleus dorsalis nervi vagi Das Kerngebiet ist in der Medulla oblongata lokalisiert und grenzt medial an den Nucleus nervi hypoglossi, dem Ursprungskern des für Zungenbewegungen zuständigen zwölften Hirnnervens. Der viszeromotorische Vaguskern ist der Ursprung der parasymphatischen, vegetativen Innervation der Brust- und Bauchorgane.

Nucleus pedunculopontinus Unterhalb der Substantia nigra gelegenes cholinerges Kerngebiet, das eine wichtige Rolle beim aufsteigenden, retikulären Wecksystem spielt.

Nuclei raphe Die Raphe-Kerne bilden eine Kerngruppe, die entlang der Mittellinie (griechisch, raphe, Naht) lokalisiert sind und Serotonin herstellen. Sie innervieren insbesondere den Cortex und das Rückenmark, aber auch die Basalganglien. Im Rückenmark haben sie eine wichtige Funktion bei der endogenen Schmerzhemmung (durch Aktivierung inhibitorischer Interneurone, die aus der Peripherie kommende Schmerzfasern kontrollieren).

Nucleus tuberomamillaris Wichtiges Kerngebiet im Hypothalamus, das sich zwischen Tuber cinereum und Corpus mamillare befindet. Er synthetisiert als einziger Kern des ZNS den Neurotransmitter Histamin und steigert die Aufmerksamkeit.

Nuclei septi Das Nervenzellen enthaltende ‚wahre‘ Septum (Septum verum) liegt unterhalb des glialen Septums (Septum pellucidum) zwischen den Seitenventrikeln. Die Septumkerne sind in komplexe Funktionskreise zwischen Hypothalamus und Hippocampus eingebunden und daher als Teil des limbischen Systems aufzufassen. Über den Fornix sind sie reziprok mit dem Hippocampus und über die Stria terminalis mit dem Mandelkern verbunden.

Nucleus subthalamicus Dieses Kerngebiet gehört entwicklungsgeschichtlich zum Diencephalon. Funktionell wird der Kern aufgrund seiner Bedeutung im extrapyramidal-motorischen System aber zu den Basalganglien gezählt. Er liegt medial der Capsula interna und ist insbesondere mit dem Pallidum synaptisch verschaltet. Der Nucleus subthalamicus wirkt auf den motorik-hemmenden, inneren Teil des Pallidums erregend und inhibiert daher in erster Linie Bewegungsimpulse.

Oligodendrozyt s. Glia

Organoid Die in der Zellkulturschale gebildeten, nur wenige Millimeter großen Strukturen sind den aus den gleichen Stammzellen gebildeten Organen des Körpers teilweise sehr ähnlich. Unter wohldefinierten Kulturbedingungen können Organoide also aus embryonalen, induzierten oder pluripotenten Stammzellen gezüchtet werden. Sie enthalten aber keine Blutgefäße und sind daher in ihrer biologischen Relevanz für neurodegenerative Krankheiten nur eingeschränkt aussagekräftig.

Oxidativer Stress Damit wird eine Stoffwechsellage bezeichnet, die eine zu hohe Konzentration reaktiver Sauerstoffverbindungen (ROS, reactive oxygen species) mit sich bringt. Es handelt sich also um ein Ungleichgewicht aus oxidierenden bzw. reduzierenden Molekülen. Sind die normalen Reparatur- und Entgiftungsfunktionen einer Zelle überfordert, kommt es zu oxidativem Stress und damit zu einer Schädigung von Lipiden, Proteinen und DNA.

Phagozytose Das zelluläre ‚Fressen‘ (altgriechisch, phagein) bezeichnet die aktive Aufnahme von Partikeln oder kleineren Zellen in eine Zelle, also eine spezielle Form der Endozytose.

Phylogenie Dieser Begriff bezeichnet die stammesgeschichtliche Entwicklung aller Lebewesen. Die Phylogenie wird der Ontogenese, der individuellen Entwicklung eines bestimmten Lebewesens, gegenübergestellt.

Plasmamembran Die auch als Zellmembran bezeichnete Begrenzung einer Zelle nach außen. Sie besteht im Wesentlichen aus zwei Reihen von Lipiden, der Lipiddoppelschicht, und einer Vielzahl darin eingelagerter Membranproteine und Rezeptoren.

Positronen-Emissions-Tomographie (PET) Die PET ist ein bildgebendes Verfahren der Nuklearmedizin, das Schnittbilder unter Verwendung von schwach radioaktiv markierten Substanzen erzeugt. Es kann damit zur Darstellung biochemischer und physiologischer Funktionen am Lebenden im Rahmen der funktionellen Bildgebung genutzt werden. Die Methode wird in der Regel zusammen mit einer Computer- (CT) oder Kernspintomographie (MRT) als Hybridverfahren durchgeführt.

Prionen Es handelt sich um Eiweiße, die einerseits in physiologischer (normaler), aber andererseits auch in pathologischer (krankmachender) Form vorliegen. Das Besondere dabei ist, dass pathogene Prionen den gleichen Proteinen, die sich noch in der normalen Konformation befinden, ihre pathologische Struktur aufzwingen können. Damit wären sie dann als quasi-infektiös zu bezeichnen. Ihre Existenz

wurde schon 1982 von Stanley Prusiner vorhergesagt, der für diese Entdeckung 1997 den Nobelpreis erhielt.

Progenitorzellen Vorläuferzellen, die aus multipotenten Stammzellen hervorgehen, werden als Progenitorzellen bezeichnet. Da sie schon auf ihre künftigen Funktionen in einem bestimmten Organ festgelegt sind, trifft auch der Begriff ‚determinierte Stammzellen‘ auf sie zu.

Proteasom Bezeichnung für einen Proteinkomplex, der im Zytoplasma und im Zellkern vorkommt und für den kontrollierten Abbau von Proteinen von großer Bedeutung ist. Dafür werden die zu entsorgenden Proteine durch Ankoppelung eines kleinen Peptides, Ubiquitin, markiert, entfaltet und in das Proteasom eingeschleust. Dort zerschneiden katalytisch aktive Untereinheiten des Proteasoms (proteolytische Scheren) das Protein in zahlreiche kürzere Peptide, deren Aminosäuren wiederverwendet werden.

Pyramidenzellen Bei diesen Zellen handelt es sich um die größten Neurone im ZNS. Sie haben lange Axone und komplexe Dendriten. Im histologischen Schnitt imponiert der Zellkörper dreieckig (daher der Name). Sie kommen im Cortex cerebri, im Hippocampus und im Mandelkern von Säugetieren vor. Im Neocortex sind sie insbesondere in der Lamina III und V lokalisiert. Hemmende synaptische Kontakte finden sich primär am Perikaryon, die erregenden Synapsen besonders an den dornenförmigen Fortsätzen der Dendriten, den *spines*. Die Axone der Pyramidenbahn, die den Cortex mit dem Rückenmark verbinden, können über einen Meter lang sein.

Radikale s. oxidativer Stress

REM-Schlaf Der Begriff leitet sich von *rapid eye movement* ab, einer raschen Augenbewegung im Schlaf bei geschlossenen Lidern. Diese wird von einem verminderten Tonus der Skelettmuskulatur, erhöhtem Blutdruck und spezifischen Aktivitätsmustern im Elektroenzephalogram (EEG) begleitet. Der REM-Schlaf wird auch als paradoxer Schlaf oder Traum-Schlaf bezeichnet.

Retromer Proteinkomplex, der den Transport von Membranproteinen zwischen Endosomen und Golgi-Apparat reguliert. Mehr als 100 endosomale Proteine werden durch das Retromer sortiert, entweder in Richtung Lysosom oder über das trans-Golgi-Netzwerk zurück zur Plasmamembran.

Small interfering RNAs (siRNAs) RNAi (RNA-Interferenz) stellt einen zellulären Mechanismus dar, der doppelsträngige RNA (dsRNA) mit Hilfe des Enzyms Dicer in mehrere Fragmente von 19–23 Nukleotiden Länge (siRNAs) zerteilt, die dann in einen Enzymkomplex eingebaut werden (RISC, *RNA-induced silencing complex*). RISC bindet zusammen mit den siRNAs an DNA komplementär und kann sie so inaktivieren. Werden siRNAs exogen zugegeben, verbinden sie sich mit komplementären, einzelsträngigen RNAs und blockieren damit ihre normale Funktion.

Stammzellen Es handelt sich um Körperzellen, die sich noch in einem unreifen Stadium befinden, d. h. in verschiedene Zelltypen oder Gewebe ausdifferenzieren können. Embryonale Stammzellen können sich daher in jeden Gewebetyp ent-

wickeln, wohingegen adulte Stammzellen schon auf ein bestimmtes Gewebe festgelegt sind. Durch künstliche Reprogrammierung, d. h. von außen angeregter Expression spezieller Gene (Transkriptionsfaktoren), entstehen induzierte, pluripotente Stammzellen (iPS cells). Mit iPS-Zellen werden in der biomedizinischen Forschung diejenigen ethischen Probleme vermieden, die bei der Verwendung embryonaler Zellen aus abgetriebenen Föten auftreten.

Striatum s. Corpus striatum

Substantia nigra Wichtiger Kernkomplex im Mittelhirn (Mesencephalon), der sich durch einen hohen Gehalt an Neuromelanin dunkel färbt (lateinisch, niger, schwarz). Die dicht gelagerten, Dopamin produzierenden Neurone finden sich in der pars compacta. Davor liegt die pars reticulata, deren kleinere, eher locker (netzförmig) verteilte Nervenzellen einen hohen Eisengehalt aufweisen. Die Afferenzen (hineinziehende Axone) zur Substantia nigra kommen vom motorischen Cortex (Fibrae corticonigrales) sowie aus dem Nucleus caudatus und dem Putamen (Fibrae strionigrales). Die Efferenzen der Substantia nigra ziehen als Fibrae nigrostriatales zum Striatum (Streifenkörper) und zum Thalamus.

Subthalamus s. Nucleus subthalamicus

Sulcus centralis Die Zentralfurche trennt den Lobus frontalis vom Lobus parietalis. Der vorn gelegene, primär motorische Gyrus precentralis und der im Parietallappen gelegene, primär somatosensible Cortex begrenzen den Sulcus centralis.

Sulcus lateralis An der seitlich gelegenen Furche des Gehirns stoßen der Frontal-, der Parietal- und der Temporallappen aneinander. Dort befindet sich in der Tiefe die Inselrinde (Insula).

Synapse Die Kontaktstellen, über die Neurone in Verbindung mit anderen Zellen stehen, werden als Synapsen bezeichnet. Dabei kann es sich um Muskel-, Sinnes- oder andere Nervenzellen handeln. An Synapsen wird die elektrische Erregung (Aktionspotential) über chemische Botenstoffe (Neurotransmitter) weitergegeben. Es werden ungefähr 1000 Billionen Synapsen im erwachsenen Gehirn des Menschen vermutet. Eine einzelne Nervenzelle kann bis zu 2 Millionen synaptische Kontakte bilden.

Synukleinopathie Es handelt sich um eine Sammelbezeichnung für verschiedene neurodegenerative Erkrankungen, bei denen intrazelluläre Ablagerungen von unlöslichem, pathologischem α -Synuklein nachgewiesen wurden. Zu diesen gehören neben der Parkinson-Krankheit auch die Lewy-Körper-Demenz sowie die Multisystematrophie (MSA).

Tau Ein Protein, das an Mikrotubuli bindet und deren Zusammenbau beeinflusst. Neurodegenerative Erkrankungen, die mit Ablagerungen von Tau-Protein einhergehen, werden als Tauopathien bezeichnet. Tau wird durch das MAPT-Gen kodiert, kommt in verschiedenen Isoformen vor und kann filamentäre Strukturen bilden.

Tegmentum Dieser auch als Haube bezeichnete vordere Teil des Hirnstamms befindet sich vor der Ventrikelebene, begrenzt also den inneren Liquorraum nach vorn. Hier liegen zahlreiche Hirnnervenkerne, ein lockerer Verband von Nervenzell-

ansammlungen, die *Formatio reticularis*, die *Substantia nigra*, der *Locus coeruleus* und weitere Kerne.

Telencephalon s. Cerebrum

Telomer Als Telomer wird die repetitive DNA (tausendfache Wiederholungen kurzer Basensequenzen) an den Enden der im Zellkern liegenden Chromosomen bezeichnet. Zusammen mit einigen assoziierten Proteinen stabilisieren Telomere die Endstücke der Chromosomen.

Thalamus s. Diencephalon

Transkription Die Herstellung von RNA anhand einer DNA-Vorlage wird in der Genetik als Transkription bezeichnet. Drei RNA-Hauptgruppen lassen sich dabei unterscheiden: Die mRNA (messenger RNA) zur Proteinbiosynthese, die tRNA (transfer RNA) zum Ankoppeln von Aminosäuren an ein neu zu bildendes Eiweiß am Ribosom und die rRNA (ribosomale RNA) zum Aufbau der Ribosomen. Bei der Transkription werden die Nukleinsäure-Basen der DNA (z. B. die Folge T – A – C – G) in die Basen der RNA (in diesem Fall A – U – G – C) umgeschrieben. Statt Thymin wird also Uracil eingebaut und anstelle der Desoxyribose der DNA wird in der RNA Ribose verwendet.

Translation Die Übersetzung der Basensequenz einer mRNA in die Aminosäuren-Sequenz eines Proteins wird als Translation bezeichnet. Sie läuft an den Ribosomen ab. Die dort entstehende Polypeptidkette wird aus insgesamt 20 Aminosäuren aufgebaut, die jeweils von tRNA-Molekülen im Zytoplasma gebunden und zum Ribosom transportiert werden.

Truncus cerebri Der Hirnstamm umfasst die unterhalb des Zwischenhirns (Diencephalon) lokalisierten Abschnitte des Gehirns bis zum Rückenmark. Das Kleinhirn wird normalerweise nicht dem Hirnstamm zugerechnet.

Ubiquitin-Proteasom-System s. Proteasom

Unfolded protein response (UPR) s. ERAD-Komplex

Ventriculi Die Hohlräume im Inneren des Gehirns (Hirnkammern) enthalten ca. 150 ml Nervenwasser (Liquor), der durch mehrere Öffnungen aus dem Kammersystem in die Liquorräume außerhalb des Gehirns übertreten kann. Am Boden der Seitenventrikel, am Dach des dritten Ventrikels und im Bereich des vierten Ventrikels findet sich der hoch vaskularisierte Plexus choroideus, über dessen spezielles Epithel der Liquor aus dem Serum gebildet und in die Ventrikel hinein abgegeben wird (ca. 500 ml pro Tag). Der Liquor wird über Ausstülpungen der weichen Hirnhaut (Arachnoidealzotten), venöse Blutleiter (Sinus durae matris) und in den an Hirn- und Spinalnerven beginnenden lymphatischen Raum abgeleitet.

Wachstumsfaktoren Diese beispielsweise der Fibroblastenwachstumsfaktor (FGF)-Familie zugerechneten Proteine haben eine Signalfunktion, d. h. sie dienen der Weiterleitung von Informationen zwischen Zellen in einem Organ (ähnlich den Hormonen im Blut). Sie spielen daher besonders während der Entwicklung mehrzelliger Organismen eine entscheidende Rolle, aber auch bei der Aufrechterhaltung und Reparatur von ausgereiften Organen. Die Signalübermittlung erfolgt

normalerweise über die Bindung des Wachstumsfaktors an einen spezifischen Rezeptor in der Zellmembran der Zielzelle. Dieses kann auch diejenige Zelle sein, die den Faktor selbst hergestellt hat (autokrine Wirkung von Wachstumsfaktoren).

Zytokine Es handelt sich um kurze Peptide und Proteine, die das Wachstum und die Differenzierung von Zellen regulieren. Das sind einerseits Wachstumsfaktoren, andererseits aber auch Mediatoren von immunologischen Reaktionen und Entzündungsprozessen (z. B. Interleukine und der Tumornekrosefaktor, TNF- α).

Zytoskelett s. Mikrotubulus

Stichwortverzeichnis

A

Abwehrsystem, zelluläres 44
Acetylcholin 82, 131
Acetylcholinesterase 83
Acetylcholintransporter 83
Adenosintriphosphat (ATP) 49
Akinese 55
Allometrie 16
Alpha-Synuklein 70, 103, 125
Alterspigment 44
Alterung, zelluläre 34
Alzheimer, Alois 80
Alzheimer-Plaques 135
Amine 54
Amnesie 82
Amyloid 84, 128, 131
Amyloid-Plaques 84, 99
Amyloid-Vorläufer-Protein
(APP) 84, 133
Anti-Aging-Forschung 36
Antikörper 125, 128, 135
Antioxidantien 44
 endogene 44
Antiphlogistika 141
Antisense-Oligonukleotide 125, 139
Aphasie 82

ApoE 100
ApoE4 83, 107
Apoptose 47, 48
Aquädukt 57
Aquaporine 53
Archicortex 6, 97
Areae 23
Arteriosklerose 53
Assoziationsstudien, genomweite 69
Astrogliose 53
Astrozyten 3, 72, 102, 135
Autolyse 49
Autophagie 39, 73, 91, 127
Autophagosom 40
Axon 3
A β -Peptid 75, 88, 131, 135

B

Back-up 48
Basalganglien 2, 8, 56, 121
Basalganglienschleife 58
Belastungsstörung, posttraumatische 95
Beta-Amyloid 86, 103
Blut-Hirn-Schranke 51
Blutversorgung 18

B-Lymphozyten 106
 Braak-Stadien 77, 98, 101
 Brodmann, Korbinian 23
 Brodmann-Areale 23
 Bulbus olfactorius 76, 106
 Bystander-Effekt 46

C

Calpain 63
 Capsula interna 58
 Caspase 49
 Catechol-O-Methyltransferase 55, 119
 Cerebellum 1, 58
 Cerebrum 1
 Chaperone 39
 Chemokine 73
 Cholinacetyltransferase 83
 Cholin-Transporter 83
 Chromosomen 35, 116
 Corpora mamillaria 8
 Corpus
 amygdaloideum 58
 callosum 58
 Corpus callosum 2
 Cortex
 cerebri 2
 dorsolateraler 24
 dorsomedialer 24
 enthorinaler 98
 entorhinaler 95, 96
 orbitofrontaler 24
 Cortisol 95, 107
 Covid-Pandemie 104
 Creutzfeldt-Jakob-Erkrankung 75, 80
 Cytochrom C 49
 Cytochrom-P450-Oxidase 49

D

Deacon'sche Regel 27
 Demenz, vaskuläre 80
 Demyelinisierung 39

Depolarisation, automatische 67
 Desoxyribonukeinsäure 34
 Diencephalon 2
 DNA 35
 Dopa-Decarboxylase 55
 Inhibitor 119
 Dopamin 54, 97, 118
 Transporter 55
 Dopamin-Rezeptor-Agonisten 118
 Down-Syndrom 86
 Durchblutungsstörungen 51

E

Einheit, neurovaskuläre 43
 Endonuklease 48
 Endosomen 40, 90, 123
 Endozytose 40
 Enzephalisationsquotient 15
 ERAD-Komplex 39
 ER-Stress 39, 86, 138
 Esterase-Inhibitoren 132
 Executive functions 33
 Exon 93
 Exosomen 75, 99, 143
 Exozytose 39

F

Ferroptose 49
 Fibrillen 91
 Fornix 8
 Freie Radikale 132
 Frontallappen 23

G

Gamma-Aminobuttersäure (GABA) 58
 Gasdermin D 49
 Gedächtnis
 episodisches 3, 96
 explizites 22, 81
 prozedurales 96

semantisches 3
Genduplikation 21
Gentherapie 115
Glia 3, 102
Gliose 95, 132
Globus pallidus 8, 58
Glukose-Transporter 53
Glutamat 58, 89, 119
Glutaminase 36
G-Protein 58
Gyrirung 19
Gyrus
 cinguli 82, 101
 parahippocampalis 98
Gyrus cinguli 2

H
Hemisphäre 5
Hippocampus 6, 81, 95, 96, 137, 142
Hirngewicht, relatives 15
Hirnstimulation, tiefe 120
Homininen 21
Homo
 erectus 17
 sapiens 18
Homöostase, synaptische 11
Hydrolasen 41
Hyperexzitation 119
Hyperkinesie 119
Hyperphosphorylierung 92, 134

I
Immunisierung 128, 136
Immuntherapie 137
Inflammosom 49, 103
Insula 2
Integrine 108
Intelligenz
 kognitive 21
 kristalline 33
Interferon 106

Intron 92
Island-Mutation 87

K
Kalzium 49
Katecholamine 54
Körperchen, multi-vesikuläre 40, 75
Kommissur 9
Komplement-Inhibitoren 141
Komplement-System 100, 103
Kondensat 71

L
Laminae 6
Lateralisation 9
LDL-Rezeptor-Familie 99
L-Dopa 55, 119
Lebenserwartung 32
Lewy-Körperchen 57, 70
Lewy-Pathologie 76
Lifestyle-Faktoren 33
Liquor 4, 101
Lobus frontalis 2
Lobus occipitalis 2
Lobus parietalis 2
Lobus temporalis 2
Locus coeruleus 60, 99
Lysosomen 40, 91

M
Makrophagen 102
MAPT-Gen 92
Markscheide 3
Medulla oblongata 1
Mesencephalon 1
Metabolisches Syndrom 46
Metalloprotease 46
Mikrobiom 78, 99
Mikroglia 4, 72, 102, 140
Mikropinozytose 53

Mikrotubuli 92
 Mitochondrien 49
 Mitophagie 40, 69
 Module 15
 Monoaminoxidase 54, 119
 Myelinisierung 3

N

Nanopartikel 139
 Nekroptose 48
 Nekrose 48
 Neocortex 6, 23, 97
 Nervenwachstumsfaktor
 (NGF) 48, 134
 Nervus vagus 76
 Neurogenese 10, 98, 118, 137
 Neuron 3
 Neuropeptide 122
 Neuroplastizität 10
 Neurotrophine 122
 Nitrogen-Spezies, reaktive 42
 NMDA-Rezeptor 119
 Noradrenalin 60
 NO-Synthase 94
 NO-System 94
 Nuclei 5
 Nucleus 5
 basalis 82
 caudatus 58
 dentatus 58
 dorsalis nervi vagi 76
 pallidus 120
 subthalamicus 58, 120
 ventralis intermedius 120
 ventrolateralis 58
 Nucleus caudatus 8
 Nukleasen 125

O

Östrogen 80
 Oligodendrozyt 3
 Oligomer 71, 73, 86, 128

Oligomerisierung 71, 89
 Oxidierung 44

P

Paläocortex 6
 Parkin 69
 Parkinson-Demenz 57
 Parkinson, James 54
 Pars
 reticulata 58
 Peptidasen 41
 Perikaryen 7
 Perizyten 43, 52, 94
 Phylogenese 17
 Plexus choroideus 4
 Pons 1
 Positronen-Emissions-Tomographie
 (PET) 84, 107
 Präfrontalcortex 23
 Präsenilin 84
 Prionen-Theorie 75
 Prion-Hypothese 98
 Progenitoren, neuronale 6
 Progenitorzelle 20
 Prosencephalon 2
 Proteasom 40, 72, 89, 138
 Protein
 Aggregate 37
 Homöostase 38, 90
 Transport 90
 Proteom 37
 Punktualismus 17
 Putamen 8, 58
 Pyramidenzelle 7
 Pyroptose 49

R

Rab GTPasen 124
 Radikale, freie 132
 Radikalfänger 44
 Raphe-Kerne 60
 Raum, glymphatischer 43, 52

REM-Schlaf 101
 Reproduktion 23
 Reserve, kognitive 34
 Retikulum, endoplasmatisches 39
 Retromer 138
 Rezeptor
 D1-Rezeptor 58
 D2-Rezeptor 58
 Toll-ähnlicher 72
 Rezeptor-Tyrosin-Kinase 122
 Rhombencephalon 5
 Ribosomen 105
 Riechepithel 106
 Rigor 55
 Rückkoppelungs-Mechanismus 18

S

SARS-CoV-2 104
 Sauerstoff-Radikale 42
 Sauerstoffverbindung, reaktive 42
 Schrittmacherfunktion 65
 Sekretase 86
 Inhibitoren 133
 Selektionsdruck 33
 Seneszenz 34, 102
 Senolytika 36
 Serotonin 60
 Sexualhormone 10
 Small interfering RNA
 Oligonucleotides 126
 SNCA-Gen 70
 Speicherkrankheiten 42
 Spezialisierung, funktionelle 27
 Spike-Protein 106
 Splicing-Faktor 93
 Spontanaktivität 89
 Sprachdominanz 9
 Stammzellen 5, 21, 116, 129
 Stickstoffmonoxid 43, 94
 Stimulation, optogenetische 130
 Striatum 56, 129
 Substantia nigra 57, 104, 118
 Symbolsprache 22

Synapse 3, 11
 Syndrom, metabolisches 46
 Synukleinopathie 73
 System, nigro-striatales 60

T

Tau-Fibrillen 145
 Tauopathie 92
 Tau, phosphoryliertes 92
 Tau-Protein 75
 Telencephalon 2
 Telomerase 36
 Telomere 35
 Thalamus 5
 Transmitter 4
 Tremor 55, 120
 Truncus cerebri 1
 Tumornekrosefaktor (TNF) 50, 102
 T-Zellen 102

U

Ubiquitin 41
 Ubiquitin-Proteasom-System 39
 Unfolded Protein Response (UPR) 39

V

Ventrikel 81
 Virchow-Robin-Raum 52
 Virusinfektion 104

W

Wachstumsfaktoren 123, 134
 Weltgesundheitsbehörde 32

Z

Zelltod, neuronaler 47
 Zentralnervensystem (ZNS) 1
 Zytokine 46, 72, 102,
 107, 122, 140