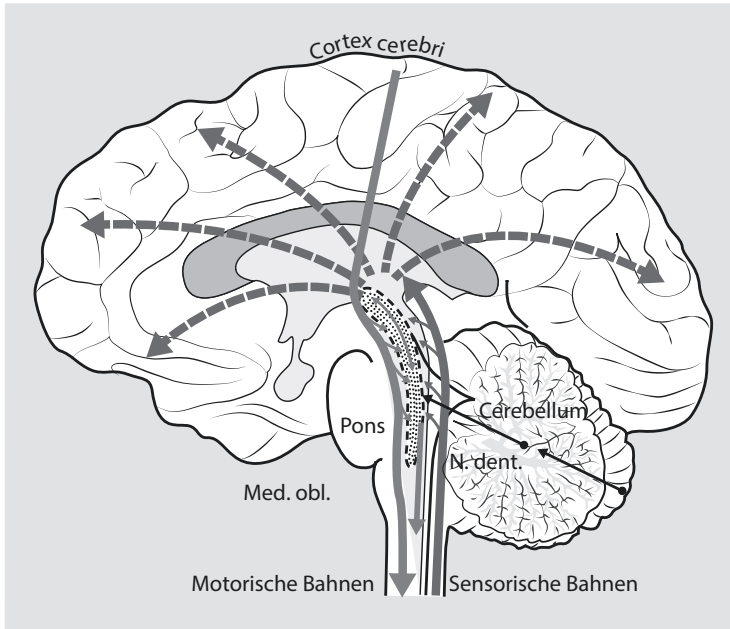


▣ Abb. 1.4 Hirnstamm, Hirnnerven, Mittelhirn, Ansicht von hinten. (Aus Tillmann 2010)



■ Abb. 1.5 Afferente – efferente Bahnen

Sensorische (sensible, akustische, optische) Afferenzen haben eine efferente, motorische Antwort (■ Abb. 1.5).

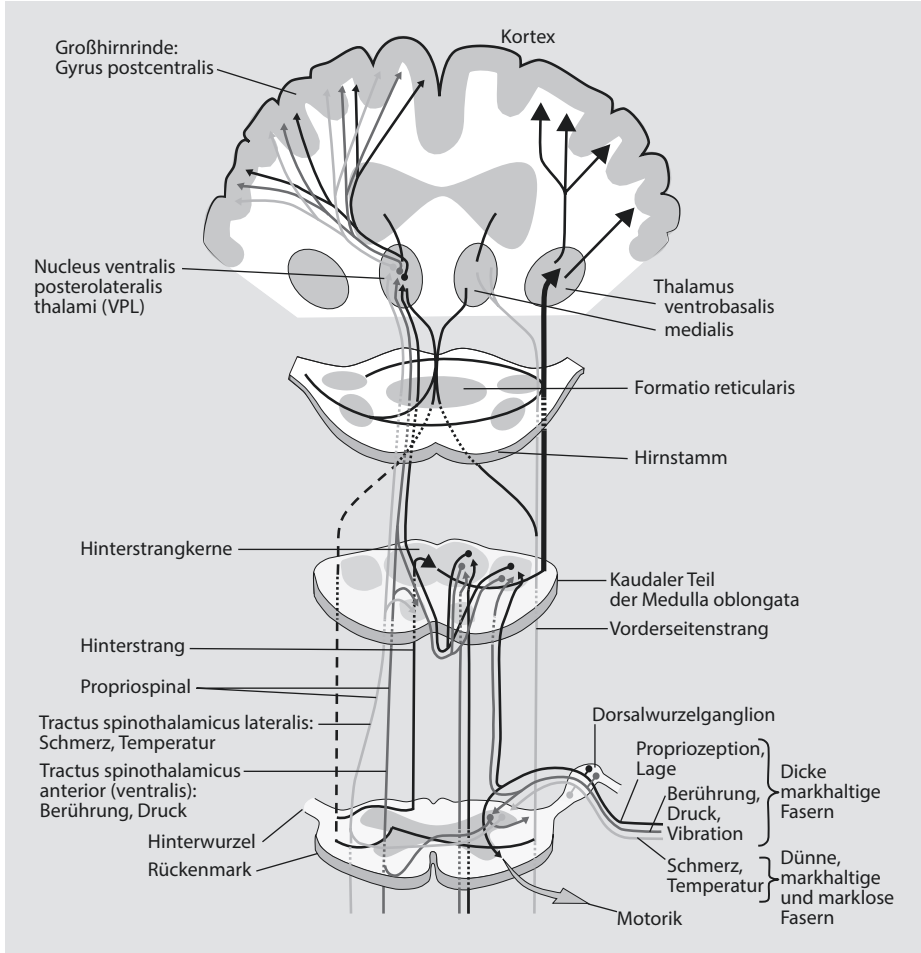
Alle Informationen der Afferenzen, die das zentrale Nervensystem (ZNS) zur Verarbeitung erhält, stammen aus der Peripherie, aus den Gelenkrezeptoren, Muskelspindeln, dem Golgi-Apparat, aus verschiedenen Rezeptoren für Druck, Berührung, Schmerz und Temperatur. Sie werden über den peripheren Nerv (sensorische Neuronen) weitergeleitet ins Spinalganglion, am Hinterhorn des Rückenmarks zum Hinterwurzelstrang des entsprechenden Rückenmarksegmentes und von dort nach cranial zur Medulla oblongata. Hier kreuzen 80 % der Nervenfasern und gelangen über den Thalamus in die zuständige Hälfte der Großhirnrinde. Dort wird die adäquate Antwort formuliert in Abstimmung mit allen beteiligten Arealen und über den Vorderwurzelstrang auf den Weg zurück geschickt bis auf die entsprechende Spinal Ebene. Die Antwort tritt über das Vorderhorn in den peripheren Nerv und an das motorische Neuron des Muskels (■ Abb. 1.6).

Findet die Antwort des Körpers auf Reflexebene statt, wird die über den peripheren Nerv und das Spinalganglion in die Hinterwurzel eingebrachte Information sofort auf das Vorderhorn der Segmentebene umgeschaltet und die motorische Antwort gestaltet.

Gibt es zwischen sensorischer Information und motorischer Antwort nur eine Synapse (Umschaltstelle), ist dies ein monosynaptischer Reflex; liegen zwei oder mehrere Synapsen dazwischen, ist dies ein polysynaptischer Reflex.

Enthält die Afferenz eine Anforderung an das Gleichgewichtssystem, wird der Impuls weitergeleitet über das spino-zerebelläre System (Kleinhirnseitenstrangsystem), das über die Vorderseitenstrangbahn des Rückenmarks in den Hirnstamm zieht, wird

1



■ Abb. 1.6 Hinterstrangbahn des Rückenmarks, sensorische Afferenzen

dort mit den vestibulären und okulären Neuronenkernen verschaltet und verglichen, besonders mit dem Gleichgewichtszentrum im Kleinhirn. Die motorische Antwort ist automatisch und unbewusst.

Generell findet die bewusste Wahrnehmung über das Hinterstrangsystem auf Cortex-Ebene statt, die unbewussten Reflexantworten über das spino-zerebelläre System auf segmentaler Ebene.

1.3 Vestibularorgan

Das Ohr hat zwei Funktionen: Gehör und Gleichgewicht. Das äußere Ohr, Mittelohr und der Cochlea-Anteil des Innenohres dienen dem Hören, während die Bogengänge, Utriculus und Sacculus für die Aufrechterhaltung der Lage im Raum, also dem Gleichgewicht zuständig sind. Wir gehen hier genauer nur auf die zweite Funktion ein.

Nerven, Kerne und Bahnen des akustischen Systems liegen im Bereich der Pons auf der Ebene des Cerebellums. Dort entspringt der N. vestibulocochlearis, der das Ohr versorgt (■ Abb. 1.7).

Die Lage des Innenohres ist im Os temporale (Felsenbein). Der äußere Gehörgang geht in die Tiefe zum Trommelfell, dahinter liegt das Mittelohr mit den drei Gehörknöchelchen sowie das Innenohr mit seinen beiden Bestandteilen Labyrinthus cochlearis (Schnecke) und Labyrinthus vestibularis (Bogengänge) (■ Abb. 1.8).

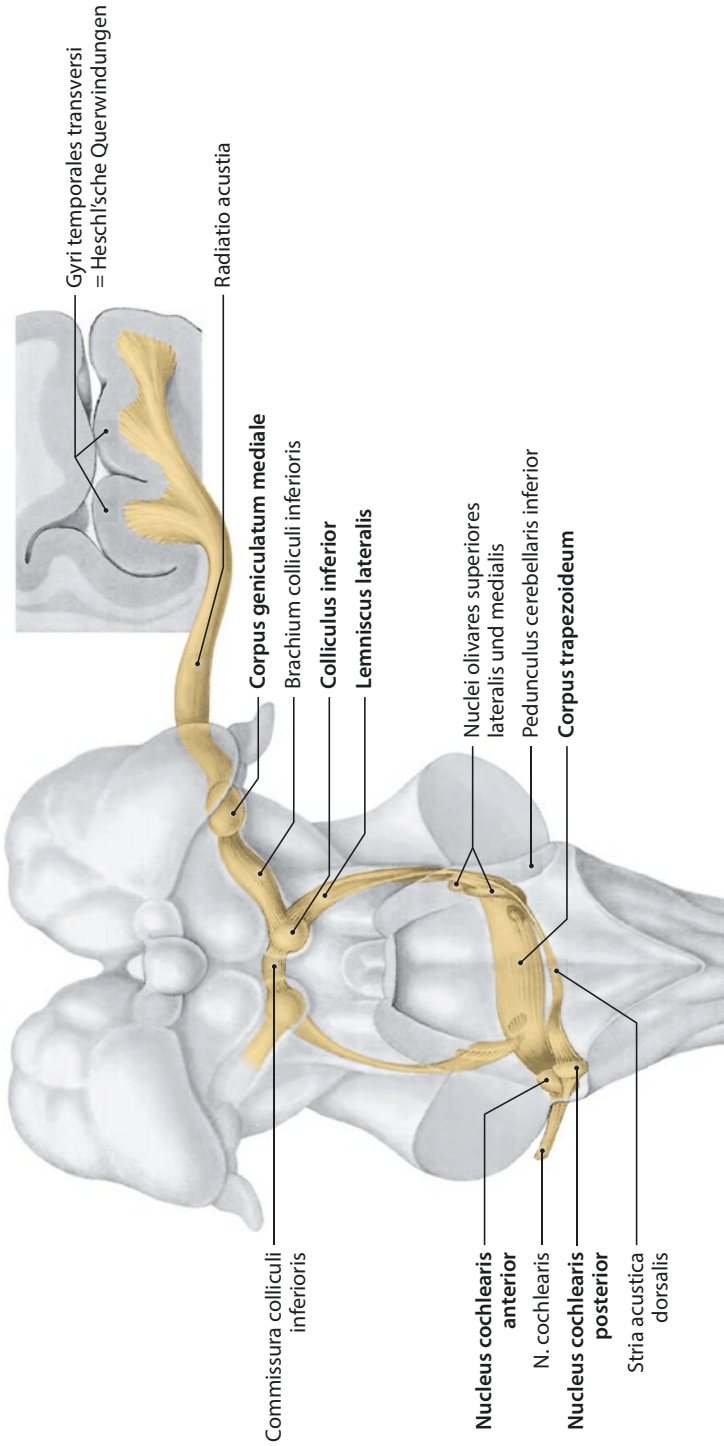
1.3.1 Bestandteile des Labyrinth

Es gibt drei Bogengänge, einen Canalis semicircularis anterior, posterior und lateralis. Sie erfassen Drehbewegungen. Im Vestibulum zwischen Schnecke und Bogengängen liegen die Otolithen Sacculus und Utriculus, zwei Hohlräume mit Rezeptoren, die horizontale (linear) und sagittale (Lift) Bewegungen aufnehmen, sie erfassen Gravitation und Beschleunigung. Am Boden des Utriculus und an der Wand des Sacculus sitzt das Otolithen-Organ (Macula), das Haar- und Stützzellen enthält, die von einer Membran bedeckt sind, in welcher Calciumcarbonat-Kristalle eingelagert sind und wo der N. vestibulocochlearis seine Informationen aufnimmt. Eine solche Rezeptorstruktur (Crista) aus Haar- und Stützzellen liegt auch am Ende jeden Bogenganges, wo sich ein gelatinöses Gebilde (Capula) befindet, das die Bogengänge wie eine Schwingtür verschließt. Ausgekleidet ist das ganze System mit Häuten, in denen eine Flüssigkeit fließt, die Endolymphe, die eine bestimmte physikalische Dichte und somit Trägheit hat.

1.3.2 Funktion des Labyrinth

Je nach Drehrichtung und Drehebene einer Bewegung werden diejenigen Bogengänge gereizt, die der Rotationsebene am nächsten sind. Die Endolymphe fließt oder stoppt, öffnet oder schließt die Capula, was die Haarzellen verbiegt und die Rezeptoren informiert. Die gesammelten Impulse laufen über das Ganglion vestibulare zu den Vestibulariskernen im Kleinhirn, werden hier verschaltet über den Thalamus zum Cortex oder zu den Kernen jener Hirnnerven, welche die Augenbewegungen kontrollieren. Es laufen ebenso Nervenbahnen von den Vestibulariskernen abwärts ins Rückenmark. Sie dienen der Haltungsanpassung und sind für die Stellreflexe des Kopfes zuständig (Ganong 1974).

Wenn sich die physikalische Dichte der Endolymphe unphysiologisch verändert, dies passiert am harmlosesten bei übermäßigem Alkoholgenuss (Brandt und Büchele 1983), lösen sich die Calciumcarbonat-Kristalle im Innenohr ab und verschwimmen in die Bogengänge, meistens in den posterioren Bogengang. Dies verursacht Schwindelsymptome. Ebenso kann eine Reizung des gesamten vestibulären Systems zu Übelkeit, Blutdruckschwankungen, Transpiration, Blässe, Erbrechen (Kinestosen) und zu Schwindel führen.



■ Abb. 1.7 Nerven, Kerne, Bahnen des akustischen Systems, Ansicht von hinten. (Aus Tillmann 2010)