

# Ein bisschen Anatomie – wo spielt sich das Idiopathische Parkinson-Syndrom ab?

Heute „knacken wir die Nuss“ und schauen mal hinein. Wie alle wissen, ist die Gehirn“oberfläche“ tatsächlich wie eine Walnuss. Wir haben da so viele Nervenzellen unterzubringen, dass das nur geht, wenn die vielen Gehirnwindungen zu einer Oberflächenvergrößerung führen. Wir gehen die gesamte Anatomie einmal von oben nach unten durch.

**Von oben nach unten:**

**Großhirn**

– **Zwischenhirn**

– **Mittelhirn**

– **Stammhirn**

– **verlängertes Rückenmark (medulla oblongata)**

**Kleinhirn (Cerebellum)**

– **Rückenmark (medulla)**

– **Periphere Nerven**



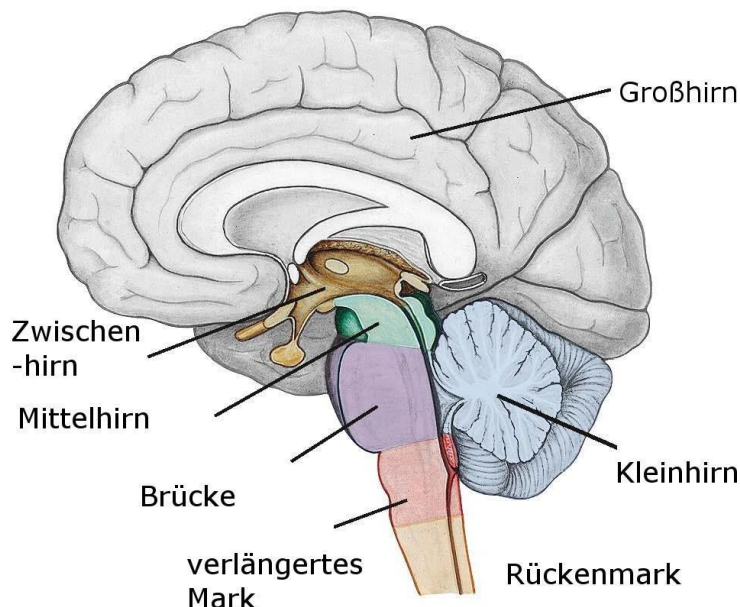
**Das GROSSHIRN:** Bekanntlich ist bei uns Menschen das Großhirn besonders toll. Denn hier sind wir richtig Klasse, wir können denken wie wohl nur wenige Tiere. Hier steuern wir unsere Sprache, die – ich möchte keine Delphine und Wale beleidigen – unglaublich ist und in tausenden von Varianten gesprochen werden kann. Hier spüren wir unsere Hände und Füße und können genau sagen, wo es ist. Hier steuern wir unsere Bewegungen. Ganz hinten im Hinterkopfbereich ist die Sehrinde. Und ganz vorne sind solche Dinge wie Moral, Anstand, Schicklichkeit, Benehmen repräsentiert.

Aber das Glück wohnt nebenan. Genauer gesagt: ein bisschen tiefer.

Oben habe ich die Einteilung in **Großhirn – Zwischenhirn – Mittelhirn – Stammhirn mit verlängertem Rückenmark (medulla oblongata) / dahinter das Kleinhirn (Cerebellum) – Rückenmark (medulla) – Periphere Nerven** vorgenommen. Sie ist nicht ganz richtig. Aber für unsere Zwecke kann sie ausreichen. Auch möchte ich auf allzu viele Fachwörter gerne verzichten.

*Wer es ganz korrekt haben will, muss immer mal wieder kursiv lesen – hier geht es in Deutsch – Griechisch – Latein und Englisch ganz schön durcheinander:*

Prosencephalon Vorderhirn forebrain	Telencephalon Endhirn	Neocortex - Großhirn 2. Ventrikel = Seitenventrikel Balken = Verbindung von re n. li.
	Diencephalon Zwischenhirn	<b>Thalamus</b> Hypothalamus Hypophyse Basalganglien: • <b>STR = STRIATUM</b> • GP = Globus pallidus • STN = Nucleus subthalamicus limbisches System: • Amygdala • Hippocampus Hirnnervenkerne Rhinencephalon 3. Ventrikel
Mesencephalon midbrain Mittelhirn		Basalganglien: • <b>SN = Substantia nigra</b> • VTA = Area ventralis tectalis Locus coeruleus Hirnnervenkerne Aquädukt
Rhombencephalon Rautenhirn hindbrain	Metencephalon Hinterhirn	Pons = Brücke Cerebellum = Kleinhirn 4. Ventrikel
	Myelencephalon Nachhirn spinal cord	Medulla oblongata = verlängertes Rückenmark Rückenmark



01 1 Gehirn längs dargestellt. Links = vorne. Rechts = hinten

**Das ZWISCHENHIRN** sitzt eine Etage tiefer. Eine Struktur ist hier für uns BESONDERS WICHTIG, ich komme später drauf zu sprechen: der **THALAMUS**. Und hier sind auch einige der so genannten **BASALGANGLIEN**. Auch diese sind für unsere Fragestellung GANZ WICHTIG. Im Zwischenhirn, im LIMBISCHEN SYSTEM, geht es schon mehr um Instinkte und Gefühle. Aber auch das könnte nicht existieren ohne das, was noch tiefer kommt:

**Das MITTELHIRN:** Auch hier sind **BASALGANGLIEN** – VON HIER NIMMT DER PARKINSON SEINEN AUSGANG. Ganz allgemein gilt für die Gehirnstrukturen: je höher, desto mehr Luxus, je tiefer, umso überlebenswichtiger. Das gilt vor allem für

**Das STAMMHIRN:** hier sind alle lebenswichtigen Zentren: das für die Atmung, das für den Blutdruck, das für die richtige Temperatur. Und so weiter. Das Stammhirn lässt natürlich auch alle Nervenfasern durch, die hinauf kommen oder hinunter gehen zum

**VERLÄNGERTEN RÜCKENMARK** und zum

**RÜCKENMARK:** das gibt die Bewegungsimpulse weiter an bzw. bekommt die Gefühlsinformationen von

**PERIPHERE NERVEN:** Diese leiten die motorischen Impulse bis zum Muskel und bekommen die sensorischen Impulse u.a. von der Haut.

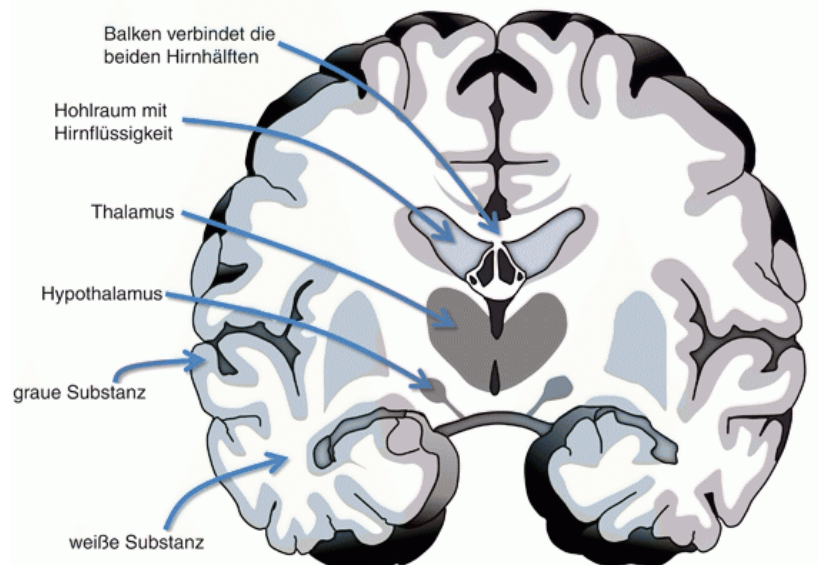
Das **KLEINHIRN = CEREBELLUM** befindet sich hinten in Stammhirnhöhe. Die wesentliche Funktion: Bewegungsmuster bereithalten und steuern.

Das ging jetzt mal ganz schnell – aber keine Angst – später machen wir die Reise noch ein paar Mal rauf oder runter...

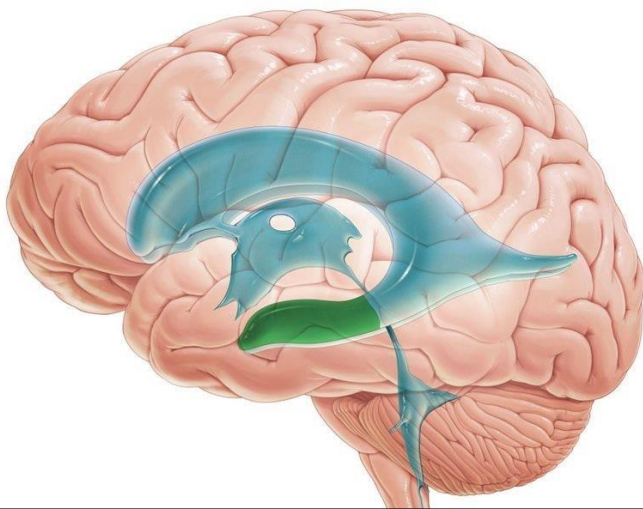
## Von außen nach innen: Rinde und Mark

Wer einmal von einem Schwein, Rind oder sonst einem Säugetier einen Querschnitt durch das Gehirn gesehen hat, dem ist gleich aufgefallen: außenrum ist eine etwa 1 cm dicke graue Schicht und innendrin ist das Gehirn weiß. (Und ganz innen sind sogar ein paar Hohlräume – die so genannten Ventrikel).

Bei uns Menschen ist das nicht anders. Außen grau, innen weiß. Die graue Schicht – das sind die Nervenzellen. Die weißen Bereiche – das sind die „Kabel“ – also die Nervenfasern. Also außen die Zellen, innen die Fortleitung. Ist ja auch ganz logisch. Alles ganz einfach.



01 2 Gehirn quer dargestellt. Graue und weiße Substanz, Hohlraum = Ventrikel, Thalamus



01 3 Gehirn längs, durchscheinend das Ventrikel- = Hohlraumssystem

War es das schon? O wenn es nur so einfach wäre! Im Bereich des Großhirns stimmt das noch. Aber im Zwischenhirn – im Mittelhirn – im Hirnstamm, da sehen wir auf einmal **runde graue Herde ganz innen**, rechts und links von der Mittellinie. Man bezeichnet diese auch teils als „**KERNE**“ (Nucleus = Kern), teils als „**BASALGANGLIEN**“, und einer, der oberste, hat einen eigenen Namen: Der **THALAMUS**

## GRAUE GEBILDE: THALAMUS – BASALGANGLIEN – NERVENKERNE UND ANDERE KERNE



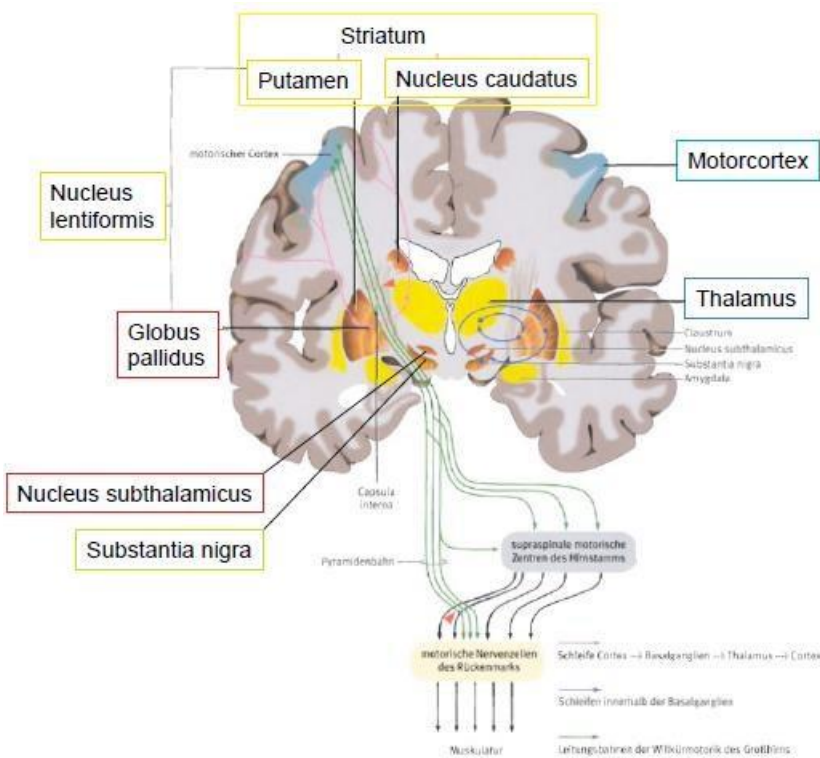
01 4 Thalamus, einmal die Lage quer und einmal längs dargestellt

Der **THALAMUS**: Dieser ist auch grau. Ich wollte eigentlich sagen: der ist von ganz zentraler Bedeutung. In der Sprache des Computers: das ist sozusagen der Prozessor. Und gleichzeitig ist er eine Art Relais-Station. Viele Impulse, die von unten, von den Nerven und dem Rückenmark kommen und eigentlich ins Großhirn sollen, werden hier umgeschaltet. Und noch komplizierter: Vieles, was vom Großhirn kommt und zu Bewegung – zu Emotionen – zu Gedanken werden soll, geht erst einmal in diesen Thalamus, werden dort umgeschaltet und gehen wieder ins Großhirn zurück, bevor sie von dort an ihre eigentlichen Adressen geht. Also 3 Schleifen: eine Gefühlsschleife, eine Gedankenschleife, eine Bewegungsschleife.

Wer von Euch hatte vor 20 Jahren schon einen PC? Von den alten Mühlen wusste man: es kommt ganz besonders auf die Taktung, auf die Frequenz des Prozessors an. Da konnte man nicht einfach 10 Fenster offenlassen und 5 verschiedene Programme am Laufen haben. Ein Bildprogramm und gleichzeitig irgendeinen Text schreiben, das ging nicht. Da musste man manchmal zehn Sekunden darauf warten, dass das geschriebene Wort auf dem Bildschirm erscheint.

Beim Parkinson ist – warum, erkläre ich später – der Prozessor, der Thalamus deutlich langsamer geworden. Das heißt: Wir tun gut daran, nur ein Programm laufen zu lassen. Wenn ich die Treppe hinunterlaufe, lese ich nicht noch gleichzeitig die Titelzeilen der Zeitung. Und der Neurologe lässt uns bei der Untersuchung 200 minus 13 minus 13 minus 13 rechnen, und schon wird der Tremor stärker.

Wir kommen nochmals darauf zurück im Kapitel 4: Unser Gehirn als Computer.



**DIE BASALGANGLIEN:** Auch das sind graue „Kerne“ – das heißt, sie enthalten Nervenzellen. Sie sitzen alle unterhalb des Thalamus, teils noch im Zwischenhirn, teils noch tiefer im Mittelhirn. Sie haben sehr merkwürdige Namen, teilweise gibt es übergeordnete Namen, teilweise haben sie mehrere Schichten. Von den Begriffen ein furchtbares Kuddelmuddel. Jetzt glaubt bloß nicht, ich würde das alles auswendig wissen. Ich bringe sie immer durcheinander und muss nachgucken. Wieder in *kursiv für die Spezialisten* und in **GROSSDRUCK** die, die wir alle kennen müssen:

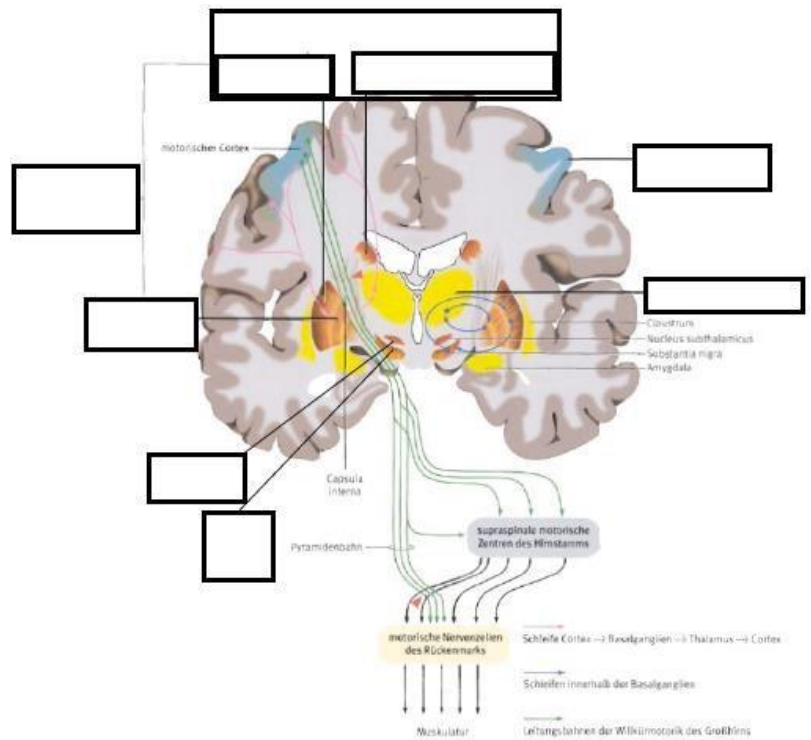
01 6 Die Basalganglien

Weiter oben im Zwischenhirn sitzen

- - **STRIATUM = STREIFENKERN**
  - -- hinteres Striatum
    - --- Nucleus caudatus
    - --- Putamen
  - -- vorderes Striatum
    - --- Nucleus accumbens
    - --- Nucleus amygdaloideus centralis
    - --- Tuber olfactorium
- - Pallidum = Globus pallidus
  - -- Globus pallidus externus
  - -- Globus pallidus internus
  - -- vorderer Globus pallidus
  - -- Substantia nigra, pars reticulata
- - Nucleus subthalamicus

Weiter unten im Zwischenhirn sitzen

- - Substantia nigra – dieser Kern sieht tatsächlich schwarz aus
  - - **SUBSTANTIA NIGRA, PARS COMPACTA (die Substantia nigra ist schwarz = niger, nigra)**
  - - Substantia nigra, pars reticulata
- - Area ventralis tegmentalis



01 7 Die Basalganglien für eifrige Lerner – wer kann die Leerfelder ausfüllen? Ich nicht.

Wir merken uns also nur: **STRIATUM** und **SUBSTANTIA NIGRA**.

Was machen denn diese ganzen komischen Basalganglien? Die sitzen da wie Bundestag, Bundesrat und Bundesgerichte, wie Opposition und Regierung: checks and balances – die kontrollieren sich gegenseitig ganz genau: der eine bremst den anderen, der wieder fördert den dritten, der bremst wieder den vierten und stimuliert dafür den zweiten, der vierte bremst sie wieder alle, der fünfte wirkt auf alle zurück, usw. Also ein wohlgeordnetes Chaos positiver und negativer Rückkopplungen. Und am Schluss sagt der „Boss“, das STRIATUM, wie schnell im Thalamus der Prozessor tickt.

Meine Güte, wäre das nicht auch einfacher gegangen? Offenbar nicht. Und jetzt sind wir dort, wo „der Parkinson“ sein Problem hat: von der SUBSTANTIA NIGRA zum STRIATUM gibt es NIGRO-STRIATALE Nervenfasern, die funktionieren mit DOPAMIN, und wenn von denen die starke Hälfte kaputt ist, dann tuckert der Thalamus langsamer, und dann kommen die typischen Parkinson-Symptome.

Also von Bonn nach Kölle fahren die Gäste, die Dopaminos und Dopaminas, und steigen am Kölner Hauptbahnhof aus. Und dort werden die Gäste gebührend empfangen. Und was wäre Kölle auch ohne die Bonner?

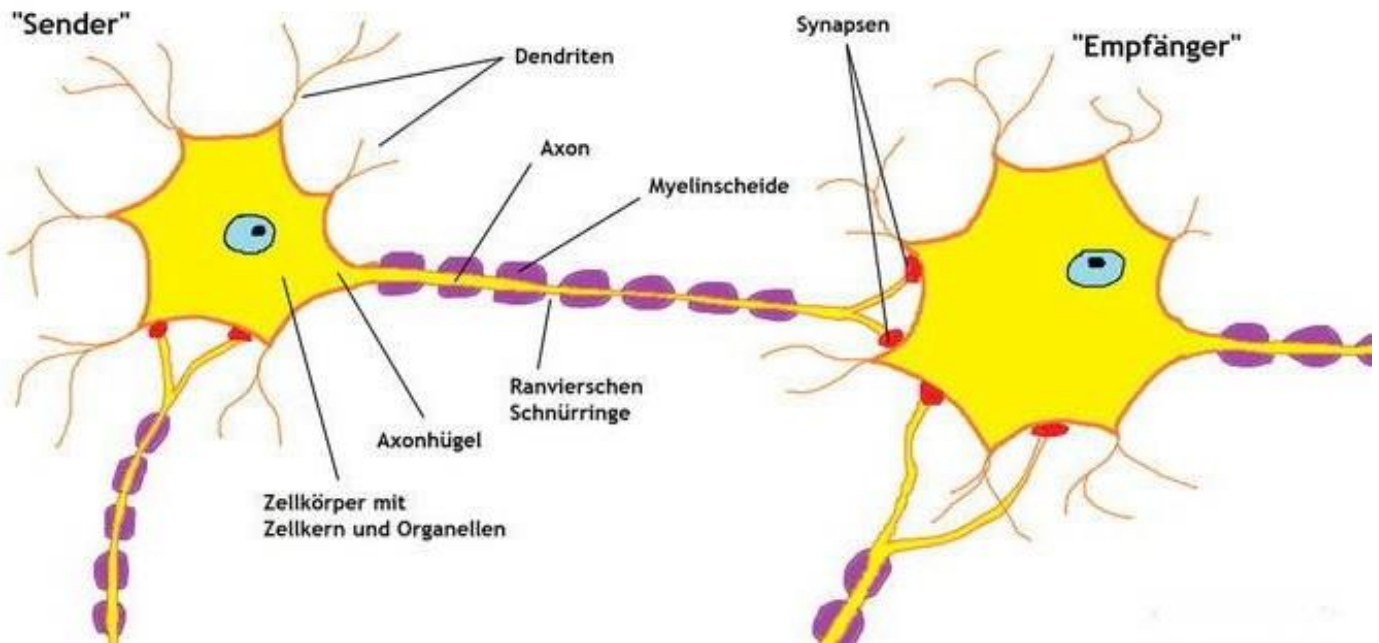
Uff – ganz schön kompliziert! Und das ist noch die einfachste Version, die mir eingefallen ist.

Also grau ist nicht nur die Theorie, sondern auch die HIRNRINDE, der THALAMUS und die BASALGANGLIEN. Und es gibt noch weitere graue Herde:

**DIE KERNE DER HIRNNERVEN.** (Kern = Nucleus) Die meisten Nerven gehen ja vom Arm oder vom Bauch oder vom Bein ins Rückenmark, werden dort umgeschaltet und ziehen dann ins Gehirn. Aber es gibt ein paar Nerven, die gehen direkt ins Gehirn. Nämlich die, die für Kopf und Gesicht zuständig sind. Diese Nerven haben irgendwo ihre Zellen, also sieht es dort grau aus, wo sie umgeschaltet werden. Also der 10. Gehirnnerv, der Nervus vagus, hat im Gehirn seinen Kern, den Nucleus vagus. Insgesamt gibt es 12 Stück, die der Medizinstudent auswendig können muss und für die es einen Merkspruch gibt, der nicht jugendfrei ist (Onkel Otto o tag täglich, aber Fritz v ganz vorzüglich alte H.). Also nenne ich wohlgemerkt in GROSSBUCHSTABEN die, die für das Verständnis des Parkinson wichtig sind: Nervus...

1. **OLFACTORIUS** – Riechnerv – Nucleus olfactorius = Bulbus olfactorius
2. opticus
3. oculomotorius
4. trochlearis
5. trigeminus
6. abducens
7. facialis
8. vestibulocochlearis
9. **GLOSSOPHARYNGEUS** – für das Schlucken notwendig – Nucleus glossopharyngeus
10. **VAGUS** – Magen-Darm-Nerv – Nucleus vagus.
11. accessorius
12. hypoglossus.

Also nur drei sind für uns wichtig: Nr 1, Nr. 9 und Nr. 10.



01 8 Eine Nervenzelle und eine Nachbarzelle

Bonn

Bahngleis

Kölle

## Die Nervenzelle

Jetzt holen wir das Mikroskop aus dem Schrank und schauen uns eine einzelne Nervenzelle und die Verbindung zur Nachbarzelle an.

**ZELLKÖRPER:** Wie jede vernünftige Zelle, so hat auch die Nervenzelle irgendwo ihren Zellkörper. Hier spielt sich fast der gesamte Stoffwechsel der Zelle ab: hier werden die notwendigen Stoffe produziert und hier findet der Energiestoffwechsel statt. (Noch befinden wir uns in Bonn).



**ZELLKERN:** Und wie jede vernünftige Zelle gibt es einen Zellkern. Hier ist die gesamte genetische Information gespeichert. Aber wozu? Denn **LEIDER HABEN DIE NERVENZELLEN DIE FÄHIGKEIT VERLOREN, SICH ZU TEILEN UND ZU VERMEHREN. DIE TRAUERIGE FOLGE: WAS KAPUTT IST; KANN NICHT ERSETZT WERDEN.**

**DENDRITEN:** um gut vernetzt zu sein mit den Nachbarzellen und von ihnen Informationen zu empfangen. (Bonner Vororte)

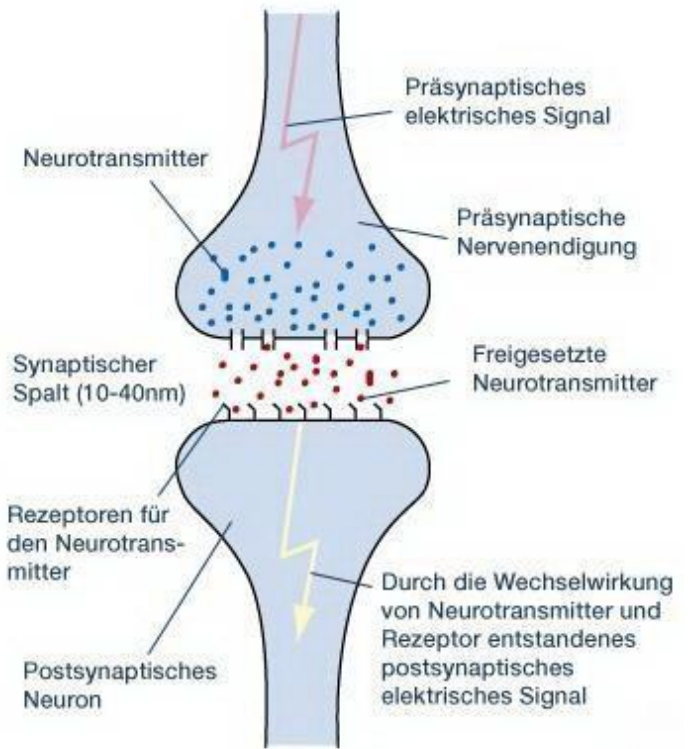
**AXON:** ein kurzer (hundertstel mm) oder langer (bis 1,5 Meter!) Ausläufer: die Nervenfasern. (z. B. Bahnlinie Bonn – Köln). Durch diesen „Draht“ läuft der elektrochemische Impuls (der Zug z.B. Bonn – Köln).

**MYELINSCHIED:** umgibt die Nervenfasern wie eine Isolierung. Fehlt die Myelinscheide, kann die Nervenfasern nicht leiten. Der Prozess der Nervenleitung ist ein elektrochemischer Vorgang und erfolgt mit positiv und negativ geladenen Atomen = Ionen. (Böschung neben den Bahngleisen und Befestigung der Bahngleise z.B. Bonn - Köln).

# DIE SYNAPSE

Prä = vor. Post = nach. Syn = miteinander. (H)abtéin = sich berühren.  Synapsen sind, wenn zwischenmenschlich, etwas wirklich Schönes .

**PRÄSYNAPTISCHE NERVENENDIGUNG:** Ist diese Erregungsleitung bis zum Ende der Nervenfaser gekommen – ja dann sollte der Empfänger der Nachbarzelle dies irgendwie erfahren. Aber wie? Denn zwischen den beiden Zellausläufern ist ein Spalt. Die elektrochemische Erregung kann nicht einfach überspringen – das wäre ja zu einfach! Jetzt wird die Methode ausgewechselt. statt elektrochemischer Erregung Übergang auf ein rein chemisches Geschehen: Das Ende der Nervenzelle ist verdickt. Im verdickten Teil sind viele Bläschen. Sie enthalten einen ganz bestimmten Stoff: den **Neurotransmitter**. Nehmen wir zum Beispiel die **NIGROSTRIATALEN NERVENBAHNEN** (= Verbindung Bonn – Köln, s.o.), dann heißt dieser Stoff Dopamin. Kommt die (elektrochemische) Erregung durch das Axon hier an, schütten diese Bläschen ihren Inhalt aus in den Synaptischen Spalt. (Ankunft in Kölle)

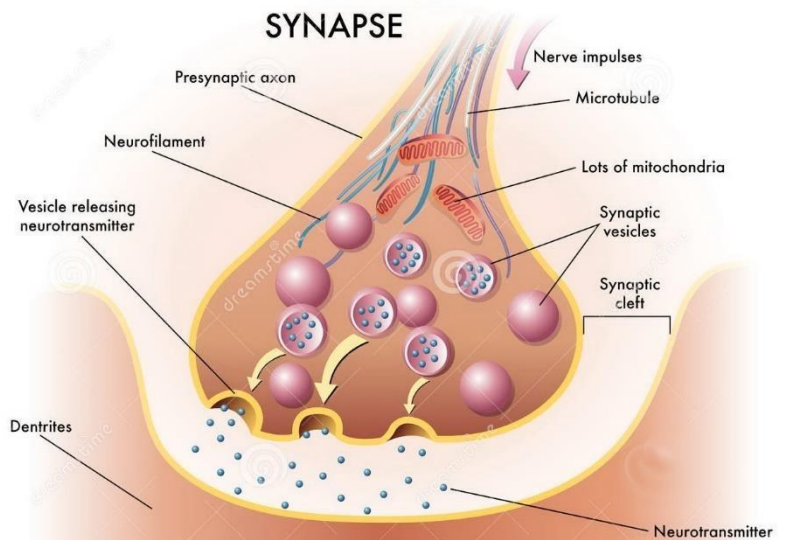


01 9 Eine Synapse – wer dieses Bild versteht, versteht damit das Allermeiste, was noch kommt.

**SYNAPTISCHER SPALT:** in ihm sind also – natürlich nur dann, wenn die Synapse „in Betrieb“ ist und gerade gebraucht wird – der Neurotransmitter, der chemische Botenstoff. Am Beispiel der **NIGRO-STRIATALEN** Bahnen also Dopamin. In anderen Nervenbahnen heißt der Botenstoff = Neurotransmitter Acetylcholin oder Glutamat oder Serotonin oder Noradrenalin oder.... (Ausstieg am Hbf Kölle)

**POSTSYNAPTISCHES NERVENENDIGUNG:** diese gehört schon zur nächsten Zelle, nämlich zum **DENDRITEN** (s.o.): damit schließt sich der Kreis. Sie hat Rezeptoren, die auf den Neurotransmitter spezialisiert ist. Am Beispiel der **NIGROSTRIATALEN** Bahnen also Dopaminrezeptoren. Wenn Dopamin im synaptischen Spalt ist, reagieren das diese Rezeptoren und wandeln den chemischen Reiz in Nervenleitung um. Und ab geht es durch die nächste Zelle... (Die Bonner werden in Kölle gebührend begrüßt).

Also Erregung → Axon → präsynaptische Ausschüttung von Neurotransmitter → synaptischer Spalt → postsynaptische Nervenendigung im Dendriten der nächsten Zelle.



01 10 Eine Synapse auf Englisch.  
Man stelle sich vor: es handelt sich um die Strecke Bonn – Köln. Der Zug (der Nervenimpuls) kommt in Kölle an. Alle, die in den violetten Bläschen sitzen, d.h. alle Dopaminas und die Dopaminos = Neurotransmitter) werden jetzt auf den Bahnsteig (synaptischer Spalt) rausgeworfen – dann ist aber was los!



## DIE NIGROSTRIATALE BAHN

geht von der SUBSTANTIA NIGRA zum STRIATUM. One way. Einbahnstraße. Die Nervenzelle sitzt in der Substantia nigra – das Axon geht über die paar cm ins Striatum – im Striatum sitzen die präsynaptischen Nervenverdickungen der Zelle. Und dort sitzt die Striatumzelle mit ihren postsynaptischen Verdickungen.

Nur von Bonn nach Kölle. Der Zug stammt aus Bonn. In Kölle kommt er nur an. Die Züge aus Bonn gibt es nicht mehr. Der Kölner Bahnhof ist natürlich noch voll intakt. In Kölle weiß man das – was wären die närrischen Tage in Kölle, wenn es keine Bonner mehr gäbe? Na, da würde schon was fehlen. Aber die Witze über die Bonner könnte man sich noch erzählen.

Beim Parkinson sind die Zellen in der Substantia nigra wenig geworden. Mindestens die Hälfte ist schon kaputt, und leider geht der Prozess weiter. Insofern kommen auch immer weniger Signale an den Zielzellen des Striatum an. Aus dem Zug aus SN steigt also in STR weniger Dopamin aus.

Es fehlt also im Striatum an Dopamin. Aber das können wir ersetzen. Denn die Rezeptoren für Dopamin an der Empfangszelle im Striatum sind noch alle da. (Dann nehmen wir halt Ersatz-Bonner). Die gute Nachricht: AUCH BEIM FORTGESCHRITTENSTEN PARKINSON: DOPAMIN WIRKT IMMER! (~~Über die Bonner können wir noch lange lachen~~). (Die Bonner, Frau Dopamina und Herr Dopamino, auch wenn sie jetzt aus dem Ausland eingeflogen werden müssen, werden immer das Sagen haben.)

O – sind Bonner in der Runde? Fühlt sich jemand auf die Füße getreten?

Wer hat noch Fragen? Hat etwa jemand irgendwas nicht verstanden??? Das kann doch gar nicht sein 💡!!!

## Vorausschau auf Kapitel 2: Physiologie:

Was die Basalganglien so alles miteinander treiben...

Das kommt bald dran:

02 1 Auf der linken Bildhälfte ist alles in Ordnung. Auf der rechten Bildhälfte: Parkinson.

