

Allein in unserem Gehirn befinden sich 100 Milliarden Nervenzellen, die permanent miteinander kommunizieren. Das tun sie auf zweierlei Wegen: Zum einen werden die zu übertragenden Informationen mittels elektrischer Impulse weitergegeben, zum anderen mithilfe von verschiedenen biochemischen Molekülen. Diese Überträgersubstanzen werden unter dem Begriff "Neurotransmitter" zusammengefasst.

Die Aufgabe der Neurotransmitter besteht darin, Informationen zwischen Nervenzellen (Neuronen) zu übertragen. Der Ort des Geschehens sind dabei die Synapsen - spezielle Kontaktstellen, über die Neuronen miteinander in Verbindung stehen.

## DIE NEUROTRANSMITTER IM ÜBERBLICK

**Noradrenalin:** Noradrenalin (auch Norepinephrin genannt) zählt, zusammen mit Adrenalin und Dopamin zur chemischen Stoffgruppe der Katecholamine. Für *seine Hauptfunktion als Neurotransmitter* wird es bei Bedarf im sympathischen Nervensystem und im Gehirn ausgeschüttet. Als Hormon wird es im Nebennierenmark synthetisiert und gelangt von dort in die Blutbahn.

**Auswirkung:** Da es, zusammen mit dem Adrenalin, zu den Stress-Hormonen zählt, sind die Wirkungen in erster Linie darauf ausgelegt, dass gehandelt werden kann, und zwar schnell. Als Hormon sorgt es für eine Verengung der Gefäße und somit für eine Blutdrucksteigerung. Als Neurotransmitter setzt es überall dort an, wo es gilt, regenerative und aufbauende Prozesse zu drosseln, wie zum Beispiel die Verdauung oder die Versorgung der Haut. Die Skelettmuskulatur hingegen bekommt einen extra Energieschub.

### Die Wirkungen von Noradrenalin im Überblick

- Beschleunigung der Herztätigkeit
- Erhöhung des Blutdrucks
- Freisetzung von Glukose
- Verstärkung der Durchblutung der Muskulatur
- Hemmung der Schmerzempfindung

## Noradrenalin, ein perfekter Teamplayer

Es steht unter anderem in ständigem Wechselspiel mit Dopamin und Serotonin. Während Dopamin für Motivation und Antriebssteigerung sorgt, harmonisiert Serotonin, bekannt als Glückshormon, unsere seelische Verfassung. Zum Beispiel entspannt und dämpft es dann, wenn unnötige, störende Sorgen den Handlungen im Wege stehen könnten. Ein Serotoninmangel würde hier zu *Angstzuständen und Konzentrationsmangel* führen. Dopaminmangel würde *Erschöpfungszustände, Müdigkeit und Antriebsmangel* hervorbringen. Das sind Eigenschaften, die niemand auf der Flucht gebrauchen kann. Noradrenalin und Adrenalin wirken als Stresshormone in dieselbe Richtung. Allerdings hat das Adrenalin auf Grund seines leicht unterschiedlichen molekularen Aufbaus noch die Möglichkeit, an weiteren Rezeptoren anzudocken. Zum Beispiel bewirkt Adrenalin eine verbesserte Sauerstoffaufnahme durch eine Erweiterung der Bronchiolen und stellt durch Fettabbau (Lipolyse) mehr Energie bereit.

---

**Adrenalin:** Adrenalin (auch Epinephrin) ist wie das ähnlich wirkende Noradrenalin ein Hormon, das man auch als Stresshormon bezeichnet, weil es in Stresssituationen in der Nebenniere gebildet und ins Blut ausgeschüttet wird. Die Wirkung von Adrenalin auf den Organismus war für unsere Vorfahren von besonderer Wichtigkeit. Denn die Freisetzung von Adrenalin ermöglicht es dem Körper, schnell an Energiereserven heranzukommen, um rasch fliehen oder auch kämpfen zu können.

Adrenalin wird aber auch bei psychischer Belastung gebildet, um Herz-Kreislauf-System und Stoffwechsel schnell an die jeweilige Situation anzupassen. Die Freisetzung von Adrenalin bewirkt, dass sich unser Blutdruck und die Herzfrequenz erhöhen, während gleichzeitig die Bronchien erweitert und der Blutzuckerspiegel gesteigert werden. Normalerweise wird das Adrenalin schnell wieder abgebaut; lässt jedoch der Stress nicht nach, werden Adrenalin und Noradrenalin dauerhaft überproduziert, was dem Herzen und dem Kreislauf schadet.

### Die Wirkungen von Adrenalin im Überblick:

- Mobilisierung von Energiereserven: Abbau von Glykogen, Erhöhung des Blutzuckers, Abbau von Fett,
- Beschleunigung der Herztätigkeit,
- Verbesserung der Durchblutung der Muskulatur,
- Verringerung der Motilität des Darms (Darmträgheit),
- Verringerung der Durchblutung von Haut, Darm und Nieren,
- Anregung der Schweißdrüsen (zur Senkung der durch Muskelarbeit ansteigenden Körpertemperatur)
- Erweiterung der Atemwege (zur Verbesserung der Atmung unter Anstrengung),
- Verschluss der Harnblase durch Kontraktion des Schließmuskels,
- Entspannung (Relaxation) der Uterus in der Schwangerschaft,
- Erweiterung der Pupille,
- fördert die Thrombozytenaggregation und damit den Wundverschluss (sinnvoll bei Wunden im körperlichen Stress: Kampf oder Flucht).

Adrenalin erhöht die mentale (geistige) Aktivität, denn das Hormon Adrenalin ist zuständig für die Energiebereitstellung für das Gehirn und die Muskeln: Adrenalin erhöht die Sauerstoffaufnahme und steigert die Atemfrequenz.

---

**Serotonin:** Serotonin ist auch unter den Namen 5-Hydroxytryptamin (5-HT) oder Enteramin bekannt. Des Weiteren ist es ein Gewebshormon und ein Neurotransmitter. Beim Menschen kommt es im Blut, im Zentralnervensystem, im Darmnervensystem und im Herz-Kreislauf-System vor. Der Name wird von der Wirkung auf den Blutdruck abgeleitet. Serotonin ist ein Serumteil, der die Spannung der Blutgefäße reguliert. Des Weiteren hat es auch auf die Magen-Darm-Tätigkeit und die Übertragung der Signale im Zentralnervensystem Auswirkungen.

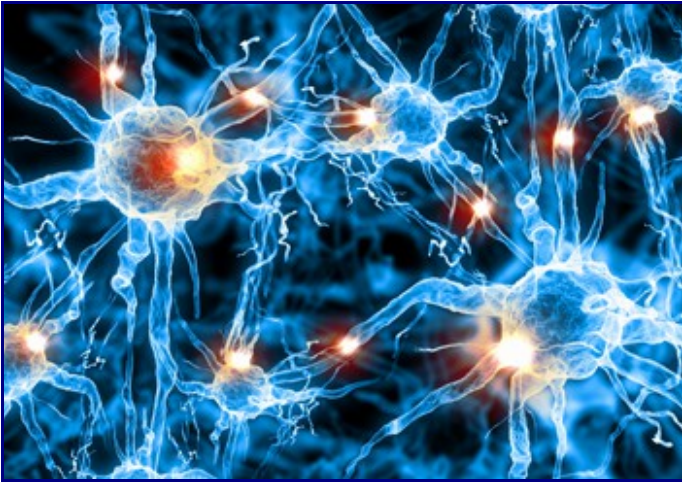
**Bedeutung:** Im Körper des Menschen ist Serotonin auf sehr vielfältige Weise wirksam. Vor allem das Nervensystem, der Magen-Darm-Bereich und das Herz-Kreislauf-System benötigen es. Die Serotoninfunktionen werden über 14 verschiedene Serotonin-Rezeptoren weitergeleitet. Diese werden in 7 Familien zusammengefasst. Verantwortlich ist es im Herz-Kreislauf-System vor allem für das Zusammenziehen und das Entspannen der Muskulatur der Blutgefäße. Außerdem kann es den Blutdruck erheblich verändern.

Ähnlich wie Dopamin kann es den Blutdruck heben. Bei Dopaminmangel hingegen kann es zu einem extrem niedrigen Blutdruck kommen. Des Weiteren hat es auch Auswirkungen auf die Blutgerinnung. Im Magen-Darm-System übernimmt es hingegen einige motorische und sensorische Funktionen. Im Auge dient es dazu den Augeninnendruck über die Nerven zu regulieren. Ebenso beeinflusst es im Zentralnervensystem die Funktion des Gehirns. Somit ist es für den Schlaf, den Appetit, die Sensorik, die Temperaturregulation, das Schmerzempfinden, den Hormonhaushalt und das Sexualverhalten verantwortlich. Es beeinflusst eine große Anzahl von emotionalen Prozessen, wie Angst oder Depressionen. Auch bei Migräne spielt es eine wichtige Rolle.

---

**Dopamin:** Dopamin (Abkürzung: DA) ist ein Neurotransmitter, der zur Gruppe der Katecholamine gehört. Im menschlichen Organismus wird er aus den Aminosäuren Phenylalanin und Tyrosin synthetisiert. Die Aminosäure L-Phenylalanin dient als Ausgangsstoff für den Botenstoff Dopamin, der wiederum ein Zwischenprodukt für die Neurotransmitter Adrenalin und Noradrenalin ist. Er wird im Nebennierenmark, im Hypothalamus und in allen Nervenzellen gebildet. Viele verschiedene Neurotransmitter regeln in enger Zusammenarbeit die Verdauung, das Sexualverhalten, den Menstruationszyklus und das Wachstum.

**Funktion:** Dopamin ist ein Hormon, das Signale zwischen den Nervenzellen weiterleitet. Es steuert dadurch die *geistigen und emotionalen Reaktionen*. Im menschlichen Gehirn kommunizieren Milliarden Nervenzellen miteinander über Synapsen. Diese schütten chemische Substanzen aus und regen damit andere Nervenzellen an. Durch dieses Vorgehen werden Impulse (Signale) von Zelle zu Zelle geleitet.



Dopamin dient als Botenstoff des Nervensystems bei der Kommunikation der Nervenzellen.

Dopamin steuert den Appetit, die Koordination, Motivation und die Wahrnehmungsfähigkeit und hat in Verbindung mit Noradrenalin Einfluss auf das Glücksempfinden, wie z.B. die Vorfreude auf etwas, wobei viele "Glückshormone" ausgeschüttet werden. Dabei kann es zu einem intensiven Flow-Erlebnis kommen, einem Gefühl von höchster Glückseligkeit. Dopamin fungiert auch als Neurotransmitter der Angst, da es im Gehirn sehr vielfältige Aufgaben übernimmt. In bestimmten Regionen des Gehirns übernimmt es die Rollen als Angst-, Glücks-, Bewegungs- und Motivationshormon.

Ein Überangebot von Dopamin im Hirn führt zu Halluzinationen und Verfolgungswahn, wie sie bei an Schizophrenie erkrankten Personen typisch ist. Ein niedriger Dopaminspiegel wirkt sich in schlechter Laune und Unzufriedenheit aus. Er kann durch körperliche Tätigkeiten angehoben werden, da Sport eine gute und gesunde Möglichkeit ist, die Stimmung zu verbessern.

---

**Acetylcholin:** Dieser Neurotransmitter gilt wegen seiner elementaren Steuerungsfunktion von vegetativen Abläufen bei Wirbeltieren als der bedeutendste Neurotransmitter. 1921 wurde Acetylcholin, als erster Neurotransmitter überhaupt, vom Pharmakologen Otto Loewi bei Experimenten mit Froschherzen entdeckt. Loewi erkannte, dass die Steuerung der Herzschlagfrequenz nicht ausschließlich auf elektrischer Weiterleitung beruhen konnte, da die Flüssigkeit aus der Herzumgebung eines beliebigen Frosches, auch bei anderen Fröschen zu einer Stimulierung des Herzschlags führte. Die Herzschlagfrequenz musste also durch eine, in der Herzflüssigkeit befindlichen, chemische Komponente (früher Vagusstoff genannt; heute: Acetylcholin) gesteuert werden.

**Funktionen:** Acetylcholin ist der vermittelnde Transmitter zwischen Nervenendigung und Muskelfaser. An der motorischen Endplatte sorgen ankommende Aktionspotentiale für die Freisetzung von Acetylcholin im synaptischen Spalt. ACh bindet an den Acetylcholinrezeptoren der postsynaptischen Membran und bewirkt durch Öffnung von spannungsabhängigen Ionenkanälen den Einstrom von Natrium und Calcium-Ionen. Auf diese Weise kommt es zu einer Weiterleitung der Erregung auf die Muskelzelle, und im weiteren Verlauf zur Muskelkontraktion. Nach diesem Prinzip funktionieren sämtliche Muskeln im menschlichen Körper.

Darüber hinaus ist Acetylcholin auch an der Steuerung des vegetativen Nervensystems

beteiligt: Blutdruck, Herzschlag, Atmung, Verdauung, Stoffwechsel und sogar Gehirnaktivitäten werden durch den Transmitter gesteuert. Dahingehend kommt dem Acetylcholin insbesondere bei degenerativen Gehirnerkrankungen, wie z.B. Alzheimer, eine nicht unwesentliche, wenn nicht sogar zentrale Rolle zu.

### **Zusammenfassung:**

- Acetylcholin ist der wichtigste Neurotransmitter im menschlichen Organismus.
- Sowohl die Erregungsübertragung von Nervenfasern auf Muskelfasern, als auch die vegetativen Funktionen (u.a. Herzschlag, Atmung und Verdauung) werden durch Acetylcholin gesteuert.
- Bei der Alzheimer-Krankheit (Oberbegriff: Demenz) besteht ein Mangel von Acetylcholin im Gehirn.

---

**GABA (Gammaaminobuttersäure):** Glutamat ist einer der wichtigsten schnell erregenden Neurotransmitter im Gehirn. Es kommt in verschiedenen Hirnarealen vor. GABA ist wichtigster hemmender Überträgerstoff im Gehirn und somit eine Art Gegenspieler von Glutamat.

**Wirkungen:** GABA hat nach Glutamat die zweithöchste Konzentration unter den Neurotransmittern im ZNS. Beide Neurotransmitter wirken bei fast allen neuronalen Abläufen im ZNS mit. Nervenzellen, die Empfangstellen (Rezeptoren) für GABA besitzen, beeinflussen in der Regel die neuronale Kommunikation. Die wesentlichen Wirkungen von GABA basieren darauf, dass sie die Ausschüttung von anregenden Neurotransmittern, aber auch von Hormonen (Gonadotropine), die die Keimdrüsen stimulieren, hemmt. So ist GABA angstlösend (anxiolytisch), muskelentspannend (relaxierend), krampflösend (antikonvulsiv), schmerzstillend (analgetisch) und blutdruckstabilisierend. Typischen Stressreaktionen wird also entgegengewirkt. GABA hat neben Serotonin und Melatonin auch eine bedeutende schlaffördernde Wirkung. Barbiturate wurden früher als schlaffördernde Substanzen eingesetzt, da sie die Wirkung von GABA noch verstärken. Ähnlich wirken auch Benzodiazepine GABA-verstärkend. Letztlich führen diese Substanzen dabei zu einer verminderten Erregbarkeit der Nervenzellen. Verschiedene Wirkstoffe gegen epileptische Anfälle (so genannte Antiepileptika) verhindern den Abbau von GABA, um die Konzentration dieses Neurotransmitters hoch zu halten. Weiterhin hat GABA einen massiven Einfluss auf die Ausschüttung von Wachstumshormonen (HGH, Human Growth Hormone) durch die Hirnanhangdrüse (Hypophyse) und auf die Insulinausschüttung bei der Stoffwechselregulation.

Verschiedene Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Freisetzung von GABA eine große Bedeutung für das Wachstum und die Entwicklung des Gehirns sowie für die Verknüpfung von Nervenzellen hat. Andere, aktuelle Untersuchungen verneinen dies, zeigen jedoch, dass das Gehirn ohne GABA-Freisetzung nicht funktionsfähig ist. Dementsprechend führt ein extremer Mangel an GABA zu gravierenden Störungen in dem beschriebenen Neurotransmitter-Zyklus und – Netzwerken und steht unter anderem im

Zusammenhang mit Bluthochdruck, chronischen Schmerzen, dem Reizdarm-Syndrom, der Epilepsie, der Schizophrenie und dem PMS (prämenstruelles Syndrom).

Patienten mit einem GABA-Mangel leiden unter Heißhunger auf Süßes, Muskelverspannungen, Ohrgeräusche (Tinnitus), veränderte Geruchsempfindung, nächtliches Schwitzen, Gedächtnisstörungen, Ungeduld, Impulsivität, Angstzuständen, beschleunigter Atmung, beschleunigtem Puls sowie unter Sensibilitätsstörungen.

---