

Prof. Dr. Ingo Froböse

SPIEGEL
Bestseller-
Autor



DIE **STIMMEN** **UNSERES** **KÖRPERS**

WIE WIR SIE BESSER
WAHRNEHMEN UND
VERSTEHEN, UM UNSERE
GESUNDHEIT ZU SCHÜTZEN



ullstein extra

Ingo Froböse
Die Stimme unseres Körpers

PROF. DR. INGO FROBÖSE

**DIE
STIMME
UNSERES
KÖRPERS**

Wie wir seine Signale besser verstehen und
unsere Gesundheit schützen

ullstein extra



Ullstein extra ist ein Verlag der Ullstein Buchverlage GmbH
www.ullstein-extra.de

ISBN 978-3-86493-357-8

© Ullstein Buchverlage GmbH, Friedrichstraße 126, 10117 Berlin 2026

Mitarbeit am Text: Ulrike Schöber, Dortmund

Lektorat: Vera Baschlakow

Bildnachweise: S. 32: © Lifeking / Adobe Stock; S. 103: © vasilisatsoy /
Adobe Stock; S. 148: © Adobe.com

Wir behalten uns die Nutzung unserer Inhalte für Text und Data Mining
im Sinne von § 44b UrhG ausdrücklich vor.

Bei Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich bitte an
produktsicherheit@ullstein.de

Alle Rechte vorbehalten

Gesetzt aus der Kepler, DK Zealand und Agenda

Satz: Savage Types Media GbR, Berlin

Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

INHALT

Vorwort	7
UNVERZICHTBAR UND ENG VERNETZT – DIE GROßen ACHT KÖRPERSYSTEME	9
Gut aufeinander abgestimmt	12
Ziel aller Körperkommunikation: Homöostase und Allostase	15
Interozeption – Schlüssel zur inneren Einsicht	18
UNSER NERVENSYSTEM – SUPERCOMPUTER UND KOMMUNIKATOR DES KÖRPERS	25
Axone – unsere inneren Kabel	31
Motoneurone – die Bewegungsexperten	35
Reflexe – unsere Antwort auf Gefahren	43
Elektrisch und chemisch – die Sprachen des Nervensystems	47
VEGETATIVES NERVENSYSTEM – DIE UNBEWUSSTE SCHALT- UND INTERAKTIONSZENTRALE DES KÖRPERS	63
Sympathikus, Parasympathikus und Darmhirn	66
Mit klopfendem Herzen und stockendem Atem: das vegetative Nervensystem in Aktion	77

SOMATISCHES PNS – BEWUSST UND SENSIBEL!	95
Gehirn – Schaltzentrale für Kommunikation und	
Wahrnehmung	98
Thalamus & Co. – Tor zu unserem Bewusstsein	110
Wahrnehmung – einmal anders betrachtet	113
Somatosensorik – unser System für die	
Körperwahrnehmung	118
Propriozeption – die Stimmen aus der Tiefe des Körpers	145
SCHMERZ, DURST UND HUNGER:	
DIE STIMMEN DES ÜBERLEBENS	173
Nozizeption – die Stimmen des Schmerzes verstehen	174
Durst – der Ruf nach Wasser	210
Hunger – das Bedürfnis nach Nährstoffen	217
DIE STIMMEN DES KÖRPERS UND	
DIE »FALSCHE« WAHRNEHMUNG	237
Warum verlieren wir unser Körpergefühl?	240
Mithilfe der Afferenz den Körper neu entdecken	258
Nachwort	265
Dank	267
Literaturverzeichnis	269
Register	273

Vorwort

Besser fühlen, besser leben: die Bedeutung der Körperwahrnehmung

Das Herz schlägt schnell, die Hände fühlen sich schwitzig an, und die Haut im Gesicht scheint rot zu glühen – so etwas haben Sie bestimmt schon erlebt: vor einer Rede, einem Vorstellungsgespräch oder einem Date. Sie waren aufgeregt und haben es in jeder Zelle Ihres Körpers gespürt. Das ist eine Stimme Ihres Körpers, die Sie gar nicht ignorieren können. So laut und deutlich spricht er jedoch nur selten mit uns. Viel öfter sind seine Signale zart und leise – und deswegen auch leicht zu überhören in einem Alltag voller Reize von außen, die unsere Aufmerksamkeit oft lautstark einfordern.

Sie selbst schaffen es kaum, auf alle Anforderungen, die von außen an Sie herangetragen werden, immer angemessen zu reagieren, und jetzt sollen Sie auch noch die Zeichen Ihres Körpers wahrnehmen? Ja, bitte. Und nicht nur das: Sie sollen bitte auch noch darauf reagieren. Wenn Sie das nicht gewohnt sind, erfordert es anfangs schon etwas Übung. Aber ich verspreche Ihnen: Es lohnt sich! Oder besser: Sie belohnen sich dadurch selbst – mit mehr Entspannung und Zufriedenheit, mehr Vitalität und mehr Gesundheit.

Warum kann ich Ihnen guten Gewissens ein so großes Versprechen geben? Ich weiß aus eigener Erfahrung und aus zahlreichen wissenschaftlichen Studien: Wer die feinen, leisen Stim-

men seines Körpers wahrnimmt und danach handelt, lebt im Einklang mit seinem tiefen Inneren, also mit Körper, Geist und Seele. Er trifft Entscheidungen, die nicht im Widerspruch zu seinen körperlichen Bedürfnissen oder zu seinen tiefen inneren Überzeugungen stehen – und das hält uns gesund. Beides – die Erfüllung unserer körperlichen Bedürfnisse und unserer inneren Überzeugungen – bildet die Basis für ein zufriedenes und vitales Leben.

Tatsächlich ist es nicht immer leicht, in der alltäglichen Hektik von Familie und Beruf auf den eigenen Körper und seine feinen Zeichen zu achten und auf diese Botschaften dann noch passend zu reagieren. Manchmal klappt es einfach nicht. Wenn das nur gelegentlich vorkommt, ist es meist verzeihlich, denn unser Organismus kann viele innere Ungleichgewichte auch so wieder ins Lot bringen und gut weiterfunktionieren.

Aber auf Dauer klappt das nicht. Das sehen Sie an der Erkältung, die Sie am Wochenende heimsucht, an Muskelverspannungen, die bis zum Hexenschuss führen, oder – wenn Sie körperliche Signale sehr lange ignorieren und es schlimm kommt – an dauerhaften Problemen wie Reizmagen, Burn-out oder Tinnitus. Grundsätzlich können alle Systeme unseres Organismus betroffen sein, wie Sie beim Lesen noch sehen werden. Wie sich unser Körper meldet, ist vor allem eine Typfrage und eine Frage des Lebensstils.

Wenn Sie verstehen, warum Ihr Körper stetig nach Balance, der sogenannten Homöostase, strebt, welche Systeme daran beteiligt sind, was dabei im Nervensystem und im Gehirn los ist, dann werden Sie automatisch sensibler für das Flüstern und das Rufen Ihrer Zellen – und es fällt Ihnen leichter, darauf zu reagieren.

UNVERZICHTBAR UND ENG VERNETZT – DIE GROSSEN ACHT KÖRPERSYSTEME

Unser Körper setzt sich aus etwa 100 Billionen Körperzellen zusammen, die sich teilweise gravierend durch ihre spezialisierten Funktionen in ihrer Art und Wechselwirkung voneinander unterscheiden. Diese Zellen bestimmen die Funktionen von Gewebe und Organen. Der menschliche Organismus kann deswegen als ein hochkomplexes System mit unzählig vielen kleinen Untereinheiten verstanden werden, in dem ganz verschiedene biologische Körpersysteme zusammenarbeiten müssen. Das gemeinsame Ziel aller Systeme ist, sämtliche Funktionen und insbesondere den Stoffwechsel des Körpers zu steuern und aufrechtzuerhalten, um unser Leben und unser Überleben zu sichern. Das muss immer funktionieren – unabhängig davon, ob wir schlafen, Sport treiben, in der Antarktis wohnen, auf Mallorca am Strand liegen, auf den Mount Everest steigen, tauchen oder arbeiten.

Das erfordert eine sehr differenzierte Kommunikation auf zellulärer und zentraler Ebene, denn acht völlig unterschiedliche Systeme müssen dafür fein aufeinander abgestimmt sein und zusammenarbeiten:

- **Nervensystem:** Das Nervensystem ist das größte und wichtigste Informationssystem unseres Körpers (und steht im

Mittelpunkt dieses Buchs). Es erfasst, verarbeitet und überträgt Informationen sowohl durch chemische als auch durch elektrische Signale. Beim Nervensystem unterscheiden wir das zentrale Nervensystem, bestehend aus Gehirn und Rückenmark, vom peripheren Nervensystem, das mit seinen Nerven den ganzen Körper versorgt. Das Nervensystem steuert zum Beispiel die Bewegungen und damit unsere gesamte Motorik, es reguliert die Tätigkeit von Organen, steuert unsere Reflexe und lässt uns Reize wie Kälte oder Wärme, Schmerz oder auch Bewegung wahrnehmen.

- **Sensorische Systeme:** Unsere Sensorik ist für die Wahrnehmung von Reizen aus der Umwelt und aus dem Körperinneren verantwortlich. Das sensorische System ist sehr eng mit unserem Nervensystem verbunden und besteht aus mehreren Untersystemen. Dazu zählen insbesondere das visuelle System für das Sehen, das auditive System für das Hören, das olfaktorische System für das Riechen, das gustatorische System für das Schmecken und das somatosensorische System für das Tasten. Hauptaufgabe der Sensorik ist die Erfassung und die Verarbeitung von Reizen aus der Umgebung, die einerseits für die Interaktion mit der Umwelt wichtig sind und gleichzeitig auch für unsere Sicherheit und unser Überleben sorgen. Das somatosensorische System ist für die Körperwahrnehmung besonders bedeutsam, weil es für die Wahrnehmung von Reizen aus dem Körperinneren sowie für die Interaktion des Körpers verantwortlich ist.
- **Endokrines System:** Unser endokrines System setzt zur Kommunikation Hormone ein, die über den Blutkreislauf Informationen zu verschiedenen Körperteilen oder Organen bringen. Hormone sind biochemische Botenstoffe, die

von speziellen endokrinen Drüsen produziert und ausgeschüttet werden, beispielsweise von der Schilddrüse, der Hypophyse oder den Nebennieren. Hormone regulieren viele Stoffwechselprozesse, aber auch unsere körperliche und geistige Entwicklung, unser Wachstum, unsere Sexualität, unsere Stressreaktion und selbst unseren Biorhythmus mit den Schlafzyklen.

- **Immunsystem:** Das Immunsystem schützt uns vor Krankheitserregern wie Bakterien, Viren und Pilzen. Unser Abwehrsystem erkennt und bekämpft diese Eindringlinge durch spezialisierte Zellen und Moleküle, die über ein ausdifferenziertes Kommunikations- und Informationsnetzwerk kontrolliert und gesteuert werden.
- **Kardiovaskuläres System:** Unser kardiovaskuläres System, das Herz-Kreislauf-System, verteilt Nährstoffe, Sauerstoff und auch die Hormone im Körper und bringt sie dorthin, wo sie benötigt werden. Gleichzeitig transportiert es auch Verbrauchtes ab. Dadurch garantiert es die Versorgung unserer Zellen mit den lebenswichtigen Stoffen, reguliert die Körpertemperatur und hält das so wichtige Säure-Basen-Gleichgewicht im Körper aufrecht oder stellt es wieder her.
- **Verdauungssystem:** Unser Verdauungssystem verarbeitet die Nahrung, um wichtige Nährstoffe aufzunehmen und Abfallstoffe auszuscheiden. Das System steuert die Aufnahme und die Verteilung der Energie, reguliert darüber unseren Metabolismus, also den Stoffwechsel, und ist auch beteiligt an der Signalgebung für Sättigung und Hunger.
- **Exkretorisches System:** Dieses System reguliert den Wasser- und den Salzaushalt des Körpers und entfernt Gift- und Abfallstoffe. Damit trägt es zur Entgiftung des

Körpers, aber auch zur Regulation des Blutdrucks und insbesondere zur Aufrechterhaltung des Elektrolythaushalts bei.

- **Reproduktionssystem:** Unser Fortpflanzungssystem ist für die Erzeugung von Nachkommen verantwortlich. Es dient der Produktion von Geschlechtszellen (Spermien und Eizellen), der Hormonproduktion sowie der Regulation von Schwangerschaft und Geburt.

All diese Informations- und Steuerungssysteme sind eng miteinander vernetzt und interagieren kontinuierlich miteinander. So kann das Nervensystem unter anderem den Stoffwechsel regeln und so die hormonellen Antworten des endokrinen Systems steuern, während das Immunsystem auf spezielle Signale des Nervensystems reagiert, um Entzündungen oder auch Heilungsprozesse zu kontrollieren. Die Kommunikation und das Gleichgewicht zur Steuerung des Metabolismus sowie der einzelnen Organe und eine Abstimmung zwischen diesen Systemen sind entscheidend für unsere Gesundheit und unser Überleben.

GUT aufeinander ABGESTIMMT

Zum Glück müssen wir uns normalerweise keine Gedanken um die Harmonie und das Gleichgewicht sowie die Abstimmung all dieser Systeme untereinander machen. Egal, in welcher Situation wir uns befinden, der Organismus hat auf alles eine Antwort und stimmt die jeweiligen Systeme feinfühlig auf-

einander ab. Dadurch erreicht er immer wieder sein Grundziel, die Homöostase – Sie erinnern sich.

Wenn Sie zum Beispiel eine Treppe hochgehen, dann benötigt die Muskulatur von der einen auf die andere Sekunde mehr Energie. Kein Problem: Sofort wird die Durchblutung hochgefahren, die Blutgefäße werden weiter gestellt, die Herzfrequenz steigt, um mehr Sauerstoff zu transportieren, und auch die Atemfrequenz wird erhöht, damit die beanspruchte Muskulatur mehr Sauerstoff bekommt. All das geschieht völlig automatisch und superschnell. Auch wenn Sie sich in den Finger geschnitten haben, löst das Immunsystem unmittelbar eine Kaskade an Reaktionen und Aufgaben aus, damit diese Wunde möglichst schnell geschlossen und repariert wird. Nach einigen Tagen ist nichts mehr zu sehen – wie ein Wunder!

Die meisten Informations- und Steuerungsprozesse laufen also komplett ohne unseren Einfluss ab, unbewusst und automatisch. Zum Glück! Stellen Sie sich kurz Folgendes vor: Sie müssten Ihrem Herz jedes Mal den Befehl geben, schneller zu schlagen, wenn Sie Sport treiben. Gleichzeitig dürften Sie die Atmung und die Blutgefäße nicht vergessen. Oder Sie müssten darüber entscheiden, wann und wie der Abtransport von Nahrungsbestandteilen aus der Zelle erfolgt. Energie dafür müssten Sie auch noch rund um die Uhr produzieren, und zwar etwa 60 bis 80 Kilogramm Energie jeden Tag. All das und vieles mehr bewusst schaffen zu müssen, ist eine Horrorvorstellung! Unser Organismus leistet täglich völlig unbemerkt Großartiges, wenn er unsere Körperfunktionen ganz allein regelt und damit unser Leben garantiert. Verantwortlich dafür ist das sogenannte vegetative Nervensystem (VNS), während das somatische Nervensystem (SNS) für die bewussten Abläufe in unserem Körper zuständig ist. Auf beide kommen wir später noch genauer zu sprechen.

Unterschiede zwischen VNS und SNS

Während das vegetative Nervensystem (VNS) den Körper automatisch reguliert, ermöglicht das somatische Nervensystem (SNS) gezielte und bewusste Interaktionen mit der Umwelt.

Vegetatives Nervensystem (VNS):

- Steuert unbewusste, automatische Körperfunktionen (wie Herzschlag, Atmung, Verdauung).
- Besteht aus Sympathikus (aktiviert den Körper, etwa bei Stress) und Parasympathikus (beruhigt den Körper, etwa in Ruhephasen).
- Besteht aus zentralen (Gehirn, Rückenmark) und peripheren Teilen (Nerven, die Organe versorgen).

Somatisches Nervensystem (SNS):

- Steuert bewusste Bewegungen und Sinneswahrnehmungen.
- Enthält motorische Nerven (für Muskelbewegungen) und sensorische Nerven (für Reize wie Schmerz, Temperatur, Berührung).
- Funktioniert willentlich, also mit bewusster Steuerung.

ZIEL ALLER KÖRPER-KOMMUNIKATION:

Homöostase und Allostase

Unser Organismus ist relativ einfach gestrickt. Er möchte möglichst ungestört seinen Job erledigen und dabei keine unnötige Energie verbrauchen. Er tut also alles dafür, dass sich die Körperfunktionen im Gleichgewicht befinden. Sollten diese einmal durch Stress, durch Hitze, durch zu viel oder zu wenig Bewegung oder durch starke Emotionen aus dem Ruder laufen, dann unternimmt er zunächst alles, um seinen aktuellen Bedarf zu erfüllen. Wenn Sie beispielsweise lossprinten, um Ihren Zug noch zu bekommen, fährt der Organismus umgehend den Kreislauf hoch, damit Ihre Muskeln gut versorgt werden. Aber er ergreift auch Sofortmaßnahmen, um das Ganze schnell wieder in den ursprünglichen Normalzustand zurückzuführen. Wenn Sie also Ihren Sprint beenden, fährt der Kreislauf runter, und nach kurzer Zeit atmen Sie wieder normal. Diesen Normalzustand beziehungsweise dieses aktuelle Gleichgewicht nennen wir in der Wissenschaft Homöostase.

Die Homöostase ist also das fundamentale Prinzip, nach dem der Körper seine inneren Bedingungen innerhalb bestimmter enger physiologischer Grenzen stabil hält, um optimal funktionieren zu können. Er muss all seine physiologischen Prozesse wie Temperatur, pH-Wert, Blutzuckerspiegel, Flüssigkeitsbalance und Elektrolytkonzentrationen konstant halten. Nur wenn sie alle fein abgestimmt und in Balance sind, kann unser Leben dauerhaft und nachhaltig stattfinden.

Die Homöostase wird dabei durch »negative Rückkopplungsschleifen« erreicht. Wenn beispielsweise die Körpertemperatur steigt, reagiert der Körper mit Mechanismen wie Schwitzen,

um die Temperatur wieder zu senken. Umgekehrt führt eine Senkung der Körpertemperatur zu einem muskulären Zittern, um Wärme zu erzeugen. Oder wenn durch eine zuckerreiche und nährstoffarme Ernährung der pH-Wert ins saure Milieu verschoben wird, ergreift der Körper sofort Maßnahmen, um wieder einen neutralen pH-Wert zu erreichen. Dazu entzieht er unseren Knochen wichtige Mineralien, weil diese das saure Milieu neutralisieren. Er opfert also quasi die Festigkeit der Knochen der übergeordneten Bedeutung des pH-Werts. Das Ziel der Homöostase ist es also, unter allen Umständen und egal, was es kostet, stabile innere Bedingungen aufrechtzuerhalten, die für das (zelluläre) Überleben notwendig sind.

Doch unser Körper ist schlau und besitzt auch die Fähigkeit, sich anzupassen, wenn Veränderungen und Situationen immer wiederkehren. Das erleben Sie zum Beispiel regelmäßig, wenn Sie sich im Winter nach einigen Tagen langsam an die Kälte oder im Urlaub in südlichen Gefilden an die hohen Temperaturen gewöhnt haben. So gelingt es dem Organismus trotz der Veränderungen, langfristig in der Homöostase zu bleiben – nur eben auf einem anderen Niveau. Im Sport nennen wir eine solche nachhaltige und langfristige Anpassung Trainingseffekt, in der Biologie heißt sie Allostase.

Der Begriff Allostase beschreibt dementsprechend die Fähigkeit des Körpers, sich nachhaltig an wechselnde Bedingungen und Stressfaktoren anzupassen, indem er die internen Systeme verändert, dadurch wieder die Homöostase erreicht und auf dem neuen Niveau aufrechterhält. Der Körper kann sich also dynamisch an eine sich ändernde Umgebung oder an verschiedene Anforderungen anpassen.

Die Allostase erfolgt dabei durch Angleichungen des Körpers, um vorübergehend oder längerfristig auf Stressoren zu reagieren. Diese Anpassungen können den Energieverbrauch,

die Herzfrequenz, den Blutdruck und andere Körperfunktionen beeinflussen. Ein Beispiel ist die Ausschüttung von Stresshormonen wie Cortisol in stressigen Situationen, um den Körper auf eine Kampf-oder-Flucht-Situation vorzubereiten. Er schaltet also ein paar Gänge höher.

Das Ziel der Allostase ist es, die Homöostase selbst unter variablen Bedingungen aufrechtzuerhalten, indem sie den Körper auf sich verändernde äußere Einflüsse vorbereitet und diese kompensiert. Das kann dann sowohl in die positive, erwünschte Richtung kippen, wie bei den Trainingseffekten im Sport oder der Temperaturgewöhnung im Urlaub, als auch in die negative, wenn wir an chronischen Stress denken. Dann bleiben die Anpassungen auf einem ungünstigen, zu hohen Stresslevel, statt sich wieder herunterzuregulieren. Der Körper weiß sich nicht anders zu helfen und verschiebt die Homöostase auf eine Ebene, die zwar den Anforderungen der Ausgangssituation angemessen entspricht, die aber langfristig eher nachteilig ist, weil sie zu viel Energie verbraucht. Was kurzfristig okay ist, wirkt im Fall von Stress auf Dauer schädlich.

Während die Homöostase einen konstanten Zustand anstrebt, sorgt die Allostase für eine dynamische Anpassung an sich veränderte Bedingungen. Beide Mechanismen ergänzen sich und arbeiten in der Regel ohne unser bewusstes Zutun. Nervensystem, endokrines System (Hormone) und Immunsystem spielen dabei eine wichtige Rolle. Das autonome Nervensystem steuert Homöostase und Allostase unbemerkt und selbstständig. So sichern beide seit Urzeiten unser Überleben unter verschiedenen Bedingungen. In diesem Spiel von Gleichgewicht und Ungleichgewicht spielen der Sympathikus und der Parasympathikus (siehe Seite 66) eine ganz entscheidende Rolle.

INTEROZEPTION – Schlüssel zur inneren Einsicht

Spüren Sie Ihren Herzschlag? Bemerken Sie, wie tief Sie atmen oder ob Sie durstig sind? Oder ob Ihre Muskeln angespannt sind oder Sie flach atmen? All das gehört zur Interozeption. Es ist die Fähigkeit von uns Menschen, Körperzustände und ihre Veränderungen wahrzunehmen und zu interpretieren. Dazu gehören die Körperwahrnehmung, das emotionale Empfinden und Erleben sowie die Fähigkeit zur Selbstregulation.

Die Interozeption wird über das autonome Nervensystem und die sensorischen Nerven vermittelt, und diese Signale aus dem Inneren werden über afferente Bahnen an das Gehirn geleitet. In der Insula, einer kleinen Region im Gehirn, werden diese Signale verarbeitet und mit emotionalen oder kognitiven Prozessen verknüpft. Diese Verknüpfung mit gefühlsmäßigen Bewertungen im limbischen System ist für unser subjektives Erleben einer Veränderung oder eines Prozesses enorm wichtig.

Afferenz und Efferenz: unser interner Gesprächskreis

Unser Nervensystem funktioniert fein abgestimmt in zwei Richtungen: Einerseits werden Reize und Informationen aus der Peripherie aufgenommen, weitergeleitet und im zentralen Nervensystem analysiert. Andererseits werden Reaktionen und Befehle aus dem zentralen Nervensystem als Antwort in die Peripherie verschickt. Jene Nervenfortsätze (Axone), die Informationen zu einem Organ oder in die Pe-

Peripherie bringen, nennen wir »efferent«, und »afferent« heißen die Informationen, die aus der Peripherie in das zentrale Nervensystem gebracht werden – von lateinisch *effere* »hinaustragen«, »hinausführen« und *affere* »hintragen, zuführen«.

Unser Nervensystem funktioniert wie ein kybernetischer Regelkreis oder ein »Gesprächskreis«, der ständig Informationen aufnimmt und verarbeitet sowie daraufhin bestimmte Reaktionen und Prozesse auslöst, die dann zu einer bestimmten Aktivität führen. So führt Stress als afferenter Impuls ins Nervensystem immer zu einer Ausschüttung von Energie und zur muskulären Anspannung oder Druck auf einen Körperabschnitt, was wiederum zu einer Bewegungsreaktion und damit zur Entlastung des Bereichs führt.

Wie schnell ein afferenter Impuls im ZNS ankommt, hängt von der Leitungsgeschwindigkeit der afferenten Fasern ab und ist vergleichbar mit einer Autofahrt: Es gibt auch in unserem Körper Autobahnen, Schnellstraßen oder auch nur schmale Landstraßen, bei denen der Weg immer etwas länger dauert. Die Leitungsgeschwindigkeit wird durch den Durchmesser sowie durch die Myelinisierung der jeweiligen Faser bestimmt und funktioniert nach dem Motto: Je dicker, desto schneller.

Ob wir lachen und wie wir lachen, wie wir gehen oder stehen, ist zwar zunächst nur eine efferente Information in den Körper und hier speziell an die ausführende Muskulatur, hat aber gleichzeitig auch einen afferenten Input, der uns die Tätigkeit wahrnehmen und emotional erleben lässt: Eine vor Freude sprühende Handlung wie Hüpfen, ein entspanntes, vitales Lä-

cheln, eine inspirierende und anregende Präsentation hinterlässt über die Interozeption vitalisierende »Gute-Laune-Informationen« im Gehirn. Leider funktioniert das auch mit negativen efferenten Informationen wie den Sorgen, die uns auf den Schultern lasten und uns gebeugt gehen lassen, oder dem Verkrampfen bei ängstigenden Situationen. Das, was wir tun, und die Art, wie wir uns geben, wie wir reden, stehen, gehen oder auch sitzen, hat unmittelbar einen Einfluss auf das, was wir gerade wahrnehmen, und es beeinflusst, wie wir die Situation bewerten – in die eine oder andere Richtung.

Manchmal kann die Interozeption massiv gestört sein. Bei vielen psychischen oder psychosomatischen Problemen spielt dies eine wichtige Rolle: Bei ausgeprägten Essstörungen zum Beispiel ist die Wahrnehmung von Hunger- und Sättigungssignalen stark verzerrt. Bei Angststörungen wie der Hypochondrie besteht eine Überempfindlichkeit gegenüber körperlichen Signalen. Bei Depressionen oder auch bei verschiedenen Formen von Autismus kommt es häufig zu Schwierigkeiten in der Wahrnehmung und Interpretation interozeptiver Signale. Wenn die Interozeption gestört ist, dann entsteht bei den Betroffenen in der Regel ein völlig falsches Selbstbild, das die ursprünglichen Probleme noch verstärkt.

Sich selbst mittels Afferenz überlisten

Die Interozeption hat sich im Lauf der Evolution vor allem entwickelt, um lebenswichtige Körperfunktionen zu überwachen und zu regulieren. Sie hilft uns zunächst dabei, durch zum Beispiel Schmerzen, Durst und Hunger Bedrohungen für unser Leben zu erkennen. Nur dadurch können wir diese Gefahren abwehren, um das Gleichgewicht des Körpers, die Homöostase,

in vielen biochemischen Funktionen aufrechtzuerhalten. Interozeption unterstützt uns aber auch dabei, Tätigkeiten mit unseren Erfahrungen und Emotionen zu verbinden.

Das Gute an der Interozeption ist, dass wir sie ganz bewusst nutzen, beeinflussen und üben können. Probieren Sie es doch jetzt einmal aus: Ziehen Sie Ihre Mundwinkel zu einem breiten Lächeln hoch und bleiben Sie einige Sekunden so. Was passiert? Das äußere Lächeln verwandelt sich in ein inneres. Vorher hatten Sie beim Lesen vermutlich eine neutrale innere Haltung, und nun fühlen Sie sich ein wenig fröhlicher.

Überlisten Sie sich selbst, indem Sie auf Ärger und Wut mit einem Lächeln reagieren oder indem Sie an einem »schlechten« Tag, an dem vielleicht unangenehme Ereignisse passiert sind, den Menschen – und sich selbst! – mit einer aufrechten Haltung und einer positiven Ausstrahlung begegnen. Das klingt ein wenig seltsam, wird aber funktionieren. Nur ein wenig Übung ist dafür notwendig. Es lohnt sich, auf negative Emotionen, auch wenn sie oft stark sind, mit »gegensätzlichen« (Bewegungs-)Handlungen zu antworten, denn negative Energien verriesen uns nicht nur den Tag, sie schaden auch unserer Gesundheit.

Unsere individuelle Achtsamkeit können wir durch Methoden wie MBSR (Mindfulness-Based Stress Reduction, achtsamkeitsbasierte Stressreduktion), Meditation und Yoga fördern und darüber unsere Wahrnehmung innerer Zustände und also die Interozeption schärfen. Auch körperzentrierte Verfahren wie Feldenkrais oder die Alexander-Technik können helfen, die Wahrnehmung des Körpers und der inneren Zustände zu optimieren. (Viele dieser Kurse werden von den Krankenkassen finanziell unterstützt.) Wichtig ist, dass Interozeption immer durch die Förderung des Bewusstseins für sich selbst und die damit einhergehenden Veränderungen erfolgt.

Wir haben es also selbst in der Hand. Atemübungen, zum Beispiel kontrolliertes Atmen zur Wahrnehmung von Herzschlag- und Atemsignalen, Biofeedback-Methoden oder gar moderne Techniken der Neuromodulation wie die transkranielle Magnetstimulation (TMS) können sogar helfen, die Aktivität in zentralen Regionen des ZNS wie der Insula zu aktivieren. In den letzten Jahren werden zudem vermehrt VR-(Virtual-Reality)-Techniken angewandt, um die interaktiven Fähigkeiten in sehr realitätsnahen Szenarien zu schulen. Darüber hinaus können wir bewusst und zielgerichtet versuchen, in bestimmten therapeutischen oder präventiven Kontexten die Interozeption zu nutzen, um besonders bei Störungen der Eigenwahrnehmung oder bei psychischen Problemen und Krankheiten emotionale Veränderungen herbeizuführen.

Speziell die Tanz- und Bewegungstherapie scheint eine sehr gute Methode zu sein, um Bewegungsqualitäten hirnphysiologisch mit spezifischen Emotionen zu verknüpfen, wie es die Psychologin Sophia Estel von der Universität Marburg und Prof. Dr. Sabine Koch von der SRH Hochschule Heidelberg 2023 in der Zeitschrift *Die Psychotherapie* zusammenfassen. Wir verstärken dabei unsere Wut, unsere Ängste, unsere Trauer oder auch unsere Freude, indem wir dazu passende Bewegungsmuster ausführen, unsere emotionale Lage damit zeigen und hirnphysiologisch triggern. Nutzen wir beispielsweise freudvolle Bewegungsmuster, so wirkt sich dies auf unser ZNS aus und verändert unsere Stimmung, selbst wenn sie vorher getrübt und negativ war. Dahinter steckt, dass wir alle einzigartige Gruppierungen von bestimmten Bewegungen nutzen, um unsere Emotionen auszudrücken. Die Tanz- und Bewegungstherapie übt Bewegungsmuster und -komponenten ein und setzt sie zu Veränderungen im Sinne der Prävention oder Therapie von psychischen oder psychosomatischen Beschwerden ein.

Interozeption ist also immer ein Zusammenspiel aus biologischen, psychologischen und auch sozialen Faktoren. Sie kann durch gezielte Intervention geschärft oder reguliert werden. Das macht sie zu einem sehr vielversprechenden Ansatz für viele therapeutische Interventionen und auch zur Prävention. Die Stimmen unseres Körpers zu hören und sich dadurch wieder selbst verstehen zu lernen – das steht auch im Mittelpunkt dieses Buchs.

UNSER NERVENSYSTEM – SUPERCOMPUTER UND KOMMUNIKATOR DES KÖRPERS

Allein im Gehirn besitzen wir im Schnitt etwa 85 Milliarden Nervenzellen, sogenannte Neurone. Diese Neurone sind verantwortlich für die Verarbeitung und Weiterleitung der Informationen im Gehirn und auch im gesamten Körper. Für die Weiterleitung im Körper sorgen die Nervenbahnen, unsere Nervenfasern. Sie sind insgesamt etwa 500 000 km (!) lang. Diese riesige Zahl zeigt, wie weit verzweigt und vernetzt das Nervensystem im Körper ist. Diese Fasern verbinden das Gehirn und das Rückenmark, die unsere Hauptschaltzentralen sind, mit dem gesamten Körper, und darüber werden die Informationen ausgetauscht.

Dieser Supercomputer verarbeitet eine beeindruckende Menge an Daten. Schätzungen zufolge kann allein das Gehirn Informationen mit einer Geschwindigkeit von etwa 10 bis 100 Terabit pro Sekunde verarbeiten. Dazu gehören sensorische Verarbeitung, motorische Kontrolle, Gedächtnisabruf und andere kognitive Funktionen. Allerdings ist diese Zahl eher theoretisch, denn die Leistung des Gehirns lässt sich nicht so einfach auf digitale Systeme übertragen. Gehirn und Nervensystem bearbeiten nämlich nicht nur riesige Datenmengen, sondern ihre großartige Leistung ist auch dadurch gekennzeichnet, dass enorm viele komplexe Prozesse parallel ablaufen.

Neurogenese – neue Nervenzellen ein Leben lang!

Bis vor gar nicht so langer Zeit haben Wissenschaftler angenommen, dass die Neurogenese, die Bildung neuer Neuronen und Vorläuferzellen, auf die frühe Gehirnentwicklung im Kindesalter beschränkt ist. Heute wissen wir jedoch sicher, dass die Vorläuferzellen, die die Ventrikel im erwachsenen Gehirn auskleiden, ein Leben lang kontinuierlich neue Neuronen bilden. Jedoch erfolgt die Neurogenese im alternden Gehirn meist langsamer und in geringerem Umfang und vor allem, um Schäden im ZNS zu reparieren. Forscher um Prof. Charles Liu von der University of Southern California veröffentlichten dazu 2024 eine größere Studie. Dabei haben sie festgestellt, dass bei älteren Menschen die Neurogenese besonders durch verbales Lernen oder auch durch Lernen über Zuhören angeregt wird. Daher sollten wir gerade mit älteren Leuten sehr viel mehr reden, um bei ihnen Lernprozesse zu stimulieren, und weniger auf die visuelle Informationsvermittlung und Lehrmethodik zurückgreifen. Für das Gehirn gilt genauso wie für die Muskeln der alte Spruch: »Nur was genutzt wird, entwickelt sich, was ungeutzt wird, das verkümmert!«

Die Datenmenge, die das Nervensystem verarbeiten kann, variiert darüber hinaus natürlich je nach Aufgabe und Aktivität. Auch der Trainingszustand spielt eine Rolle. Zum Beispiel wird bei intensiver sensorischer Stimulation, wie beim Betrachten eines Computerspiels oder beim Ausführen mehrerer Aufgaben gleichzeitig, eine deutlich höhere Datenrate verarbeitet, während in Ruhephasen oder beim Lesen eines Buchs die Verarbeitung langsamer ist.

Aufgrund der Lage im Körper unterscheiden wir zwei Teile unseres Nervensystems:

- Das **zentrale Nervensystem (ZNS)** umfasst das Gehirn und das Rückenmark. Es wird von den knöchernen Höhlen des Schädelns sowie der Wirbelsäule geschützt. Das ZNS besteht aus einem dichten Gewebe von Nerven- und so genannten Gliazellen. (Alle Zellen, die keine Neurone sind, heißen Gliazellen.)
- Das **peripherale Nervensystem (PNS)** findet sich im gesamten Körper in nahezu allen Bereichen des Organismus und besteht aus Nervensträngen und deren Verzweigungen, aus kleinen Anhäufungen von Nervenzellkörpern, den Ganglien, und aus Gliazellen. Es besteht aus zwei Teilen, und zwar aus dem somatischen (bewussten) und aus dem viszeralen (unbewussten) PNS. (Das viszerale Nervensystem wird oft auch als autonomes Nervensystem, ANS, bezeichnet.) Alle Anteile des PNS sind funktional direkt mit dem ZNS verbunden.

Unser Gehirn, das mit seinen zahlreichen Windungen wie eine große Walnuss aussieht, wird grob in folgende Bereiche mit ihren jeweils eigenen Funktionen unterteilt:

- **Großhirn:** Das Großhirn (Cerebrum) liegt am weitesten vorn und ist der größte Teil des Gehirns. Es ist in der Mitte durch eine deutlich erkennbare Furche in zwei Hälften geteilt. Die rechte Hirnhälfte empfängt die Sinneswahrnehmung der linken Körperhälfte und steuert deren Bewegungen. Entsprechendes gilt umgekehrt für die linke Hirnhälfte.

- **Kleinhirn:** Unmittelbar hinter dem Cerebrum befindet sich das Kleinhirn (Cerebellum). Es ist zwar deutlich kleiner als das Großhirn, enthält aber trotzdem genauso viele Neuronen! Das Kleinhirn hat vor allem für die Bewegungskontrolle besondere Bedeutung. So besitzt es unzählige Verbindungen direkt zum Großhirn und zum Rückenmark. Interessanterweise und im Unterschied zu den Großhirnhälften ist beim Kleinhirn die linke Seite auch für die linke Körperhälfte und die rechte für die rechte Körperseite zuständig.
- **Hirnstamm:** Der restliche Teil des Gehirns heißt Hirnstamm und ist ein komplexes Gebilde aus Fasern und Zellen. Er hat die Aufgabe, Informationen vom Großhirn ans Rückenmark und ans Kleinhirn weiterzuleiten sowie in umgekehrter Richtung aufzunehmen. Im Hirnstamm werden sämtliche Vitalfunktionen wie Atmung, Körpertemperatur, Blutdruck und viele weitere lebensnotwendige Systeme reguliert. Der Hirnstamm gilt zwar als recht primitiver Teil des Gehirns, besitzt jedoch für das Überleben die größte Bedeutung. Wir können eine Schädigung im Groß- oder auch Kleinhirn durchaus überleben, aber eine Schädigung des Hirnstamms führt unmittelbar zum Tod. Der Hirnstamm reguliert die wichtigsten unbewussten Steuerungs- und Regulationssysteme unserer großen acht Informationssysteme.

Mit dem Hirnstamm ist das Rückenmark verbunden. Diesen zweiten großen Teil des zentralen Nervensystems umgeben die knöchernen Strukturen der Wirbelsäule fast vollständig, um ihn zu schützen. Das Rückenmark ist für mich quasi der Server und die Datenbank unseres Körpers, weil dort sämtliche Informationen von Muskeln, Gelenken und auch von der Haut zu-

sammenlaufen und bereits dort einer ersten Analyse unterzogen werden. Durch eine Quetschung oder eine Durchtrennung des Rückenmarks verlieren wir die Sinneswahrnehmung der Haut sowie die Beweglichkeit von Muskeln, und zwar in jenen Körperbereichen, die kaudal zur betroffenen Stelle liegen. Eine Lähmung bedeutet übrigens nicht immer, dass die Muskeln nicht mehr funktionieren würden, aber sie werden nicht mehr vom Gehirn kontrolliert, und das führt zur fehlenden Kommunikation von Muskeln und ZNS.

Anatomische Bezugspunkte im Gehirn

Als Orientierung im Gehirn dienen Begrifflichkeiten wie anterior (weiter vorn), posterior (weiter hinten), kaudal (fußwärts), kranial (kopfwärts), dorsal (zur Rückseite), ventral (zur Vorderseite), medial (mittig) oder lateral (seitlich).

Das Rückenmark kommuniziert mit dem gesamten Körper über die sogenannten Spinalnerven, die zum peripheren Nervensystem zählen. Sie treten durch die Zwischenwirbellöcher, spezielle Öffnungen zwischen den einzelnen Wirbelkörpern, aus dem Rückenmark aus. Jeder dieser peripheren Nerven ist über zwei Äste mit dem Rückenmark verbunden – durch die Vorderwurzel und die Hinterwurzel. Dabei liefert die Hinterwurzel Informationen in das Rückenmark. Das ist zum Beispiel wichtig, um Sie zu schützen, wenn Sie barfuß auf eine Glasscherbe treten oder mit der Hand auf eine heiße Herdplatte fassen. Dagegen tragen die Nervenzellen aus der Vorderwurzel die Informationen aus dem Rückenmark in den Körper hinein und stimulieren zum Beispiel darüber die Muskulatur.