



Giuseppe Vassalli

3

HERZ UND GEHIRN IM GESPRÄCH...

Wie die beiden
Organe interagieren





Giuseppe Vassalli

**HERZ
UND GEHIRN
IM GESPRÄCH...**

Wie die beiden
Organe interagieren

© Copyright 2021 by Carocci editore, Rom

Originalausgabe: *Cuore e cervello si parlano... Come i due organi interagiscono* (Carocci, 2019)

Grafische Gestaltung von Ulderico Iorillo und Valentina Pochesci



INHALTSVERZEICHNIS

05 Vorwort

07 ERSTER TEIL HERZ UND GEHIRN IM GESPRÄCH...

08 Einleitung

09 Herz und Gehirn kommunizieren miteinander

12 Das Kontrollzentrum

14 Das sympathische und parasympathische Nervensystem

16 Das Erregungsleitungssystem des Herzens

19 Auch das Herz kommuniziert mit dem Gehirn

19 Hormone und Neurotransmitter

22 Psychischer Stress und Herzkrankheiten

25 Emotionales Wohlbefinden

27 Gehirn und Herz erzeugen Magnetfelder

29 Schlussfolgerungen

31 ZWEITER TEIL HERZENSANGELEGENHEITEN...

45 Glossar



VORWORT

Was wissen wir über die Auswirkungen der wissenschaftlichen Forschung und der medizinischen Praxis auf unser tägliches Leben? Von welcher «Leidenschaft» und von welchen Motivationen werden die Forscher und die Angehörigen der Gesundheitsberufe angetrieben? Was wissen wir über ihren Beruf?

Die Gesellschaft ist in vielerlei Hinsicht bemüht, der Allgemeinheit die Wissenschaft und ihre Auswirkungen näherzubringen. Denken wir beispielsweise nur an die zahlreichen Broschüren, welche die Bedeutung eines gesunden Lebensstils und ganz allgemein das Wohlbefinden anpreisen. Die Schule trägt natürlich auch ihren Teil dazu bei, indem sie die Grundsätze der wissenschaftlichen Alphabetisierung lehrt und zu einer Reihe von Themen sensibilisiert, die den Aufbau einer wissenschaftlichen Kultur für unsere jungen Menschen fördert.

Das Projekt *Let's Science!* – realisiert durch die IBSA Foundation for Scientific Research in Zusammenarbeit mit dem *Dipartimento dell'educazione, della cultura e dello sport* des Kantons Tessin (DECS – Departement für Bildung, Kultur und Sport) – ist auf der Grundlage ebendieser Überlegungen entstanden. Durch die Partnerschaft konnten interessante Themenbereiche eruiert werden, die unter Einbeziehung der im Kanton tätigen Wissenschaftler in Angriff genommen wurden. Auf diese Weise begegneten sich zwei häufig weit voneinander entfernte Realitäten – die wissenschaftliche Forschung und die Schule –, wodurch der Dialog zwischen Fachkräften und Schülern, die an den thematischen Workshops teilnahmen, gefördert und die Sensibilität für dieses Thema und seine Kommunikation weiterentwickelt wurde.

Aber wie lautete der thematische Horizont des Projekts und welche Überlegungen führten zu bestimmten strategischen Entscheidungen? Die Wissenschaft und die Forschung, insbesondere in der Biomedizin und in den mit ihr verbundenen Fachbereichen, schreiten rasch voran und die kontinuierliche Erweiterung der Forschungsfelder verlangt ein ständiges Bestreben, immer auf dem neuesten Stand zu bleiben, um sowohl eine historische Perspektive zu wahren als auch um die nicht wenigen neuen Erkenntnisse zu begreifen. Über wissenschaftlich richtige Informationen in einer verständlichen Sprache

zu verfügen eröffnet den Jungen und Mädchen die Möglichkeit, sich allgemein als «schwierig» eingestuften Themen zu nähern und dafür zu begeistern.

So entstand die Reihe *Let's Science!*, die das Panorama der wissenschaftlichen Themen, die in der Schule vertieft werden können, erweitern soll. Die fachübergreifenden und direkt mit der Gesundheit und dem Wohlbefinden des Menschen verbundenen Themenbereiche werden innovativ präsentiert. So erscheint der wissenschaftliche Text in Begleitung einer Geschichte, die auf den Erfahrungen von kantonalen Mittelschulklassen beruht, die, mit Unterstützung ihrer Lehrer, originelle Drehbücher geschrieben haben, die anschliessend von Fachleuten aus dem Bereich in Comics eingebettet wurden.

Jetzt bleibt uns nur noch, den jungen Leser einzuladen, sich von den sicherlich begeisternden Forschungsfeldern von *Let's Science!*, die ihrerseits Gelegenheit für weitere Fragen und Einblicke bieten, überraschen zu lassen. Und wer weiss, vielleicht wird ja eine oder einer dieser Leserinnen und Leser eines Tages selbst einen grossen Beitrag dazu leisten, die Komplexität des Lebens und das empfindliche Gleichgewicht zu verstehen, das ein gesundes und glückliches Leben ermöglicht. Viel Spass beim Lesen!

SILVIA MISITI

Direktorin der IBSA Foundation for scientific research

NICOLÒ OSTERWALDER

Pädagogischer Berater der *Divisione scuola per le scienze naturali* (DECS)

Herz
und Gehirn
im Gespräch...

ERSTER TEIL



EINLEITUNG

Seit der Antike gilt das Herz als Sitz der Seele und der Liebe. Die alten Ägypter, eine der ersten Kulturen, die ein besonderes Interesse am Herzen zeigten, verwendeten zwei verschiedene Begriffe: *ib* für Herz-Seele und *haty* für Herz-Organ. Wenn sie einen Körper mumifizierten, liessen sie das Herz in der Brust, damit die Götter sein Gewicht mit dem einer Feder vergleichen konnten, dem Symbol der Göttin Maat, der Göttin der Gerechtigkeit. Hatte der Verstorbene im Leben böse und ungerechte Taten begangen, dann wäre sein Herz schwerer als eine Feder gewesen und er wäre nicht ins Totenreich aufgenommen worden. Das Gehirn wurde stattdessen aus dem Leichnam entnommen [Abbildung 1 ].

Heute sind die Rollen sozusagen vertauscht. Das Gehirn ist das Organ des Geistes, in gewisser Weise das Zentrum des Lebens, und wir neigen dazu, das Herz einfach als eine Muskelpumpe zu betrachten... aber so ist es nicht. Das Herz ist in Wirklichkeit ein komplexeres Organ. Es pumpt nicht nur Blut durch den Blutkreislauf, sondern interagiert auch mit dem Gehirn und anderen Organen. Das Gehirn sendet seinerseits ständig Signale an das Herz.

 **Abbildung 1** Das Wiegen des Herzens im Alten Ägypten (Totenbuch von Ani, um 1275 v. Chr.)



Das autonome Nervensystem spielt eine zentrale Rolle für die Herz-Hirn-Verbindung. Seine Aktivierung kann sowohl die Gehirn- als auch die Herzaktivität anregen. Wenn wir beispielsweise ausatmen, senden wir Signale aus, die den Herzrhythmus beeinflussen. Wenn unser Atemrhythmus regelmässig ist, ist die Variabilität der Herzfrequenz harmonisch, andernfalls ist sie chaotisch. Letzterer Zustand tritt ein, wenn die Aktivität des Sympathikus (ein System, das die Evolution so geformt hat, dass es uns zu Reaktionen wie «Kämpfen oder Weglaufen» befähigt) dominant wird. Dies geschieht in allen Situationen von Stress und Angst.

Wenn die chaotische Variabilität der Herzfrequenz einen Zustand emotionaler Anspannung widerspiegelt, kann durch langsames, tiefes und rhythmisches Atmen eine harmonische Variabilität wiederhergestellt werden. Dieser Effekt kann auch durch Kontemplations- oder Meditationstechniken erreicht werden (ein Beispiel sind auch die heutigen Smartwatches, die uns auffordern, regelmässig zu atmen, wenn ein Stresszustand erkannt wird). Am meisten überrascht es vielleicht, dass die Wiederherstellung einer harmonischen Variabilität der Herzfrequenz durch eine kontrollierte Atmung auszureichen scheint, um unseren emotionalen Zustand zu verbessern. Es ist zwar bekannt, dass die Emotionen den Herzrhythmus beeinflussen, doch der Einfluss des Herzrhythmus auf die Emotionen ist eine neuere Entdeckung. Diese Entdeckung «schliesst den Kreis» der Herz-Hirn-Verbindung, die als eine einzige Steuereinheit gesehen werden kann und die unser physisches und emotionales Wohlbefinden reguliert. In diesem Sinne scheint das Herz-Organ (*haty*) wieder zur Herz-Seele (*ib*) geworden zu sein.



HERZ UND GEHIRN KOMMUNIZIEREN MITEINANDER

In unserem Körper befinden sich Herz und Gehirn in einem gewissen Abstand

Warum bekommen wir Herzklopfen, wenn wir aufgeregt sind?

voneinander, dennoch stehen sie in ständigem Austausch miteinander – so sehr, dass eine starke Emotion, wie wir wissen, «Herzklopfen» auslösen kann. Emotionale Aktivität erzeugt und überträgt Signale an das Herz, die dessen Funktion

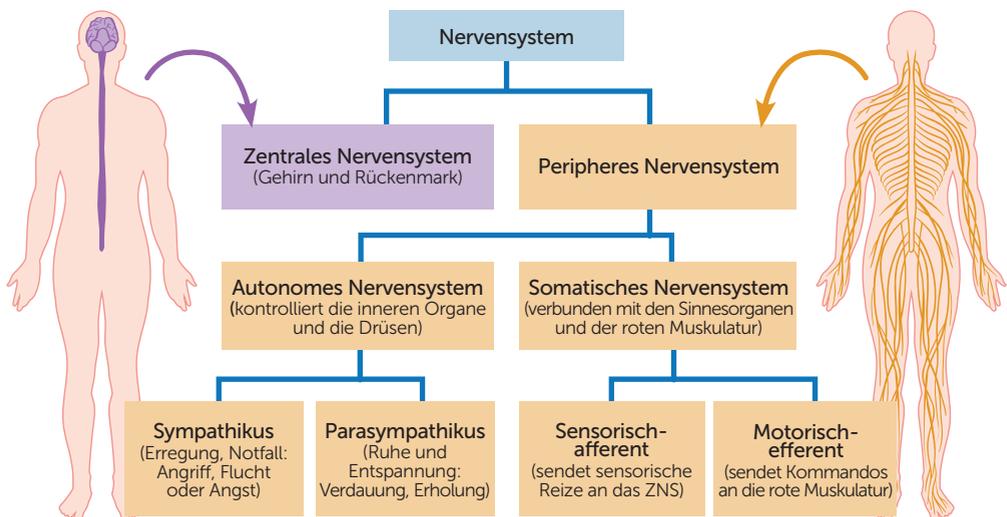
beeinflussen. Die Aktivität unseres Herzens wird stark durch Informationen aus dem Gehirn beeinflusst, die mit körperlicher Aktivität, Alarmsignalen, Stress oder Schlaf in Verbindung stehen. Die intensivsten neuronalen Signale werden durch die sogenannten **Grundgefühle** (Angst, Furcht, Zorn, Liebe, Freude usw.) herbeigeführt, die die **Mechanismen der Wachsamkeit und unmittelbaren Reaktion** aktivieren und die das Überleben unserer Vorfahren seit dem Auftauchen der Gattung Homo (vor etwa 2,1 Millionen Jahren) ermöglicht haben.

Anatomisch ist das Nervensystem in zwei Teile gegliedert: das zentrale Nervensystem (ZNS) und das periphere Nervensystem (PNS) [Abbildung 2 ].

Das **zentrale Nervensystem** besteht aus den Nervenzellen und Nervenfasern, die sich im **Gehirn** befinden, geschützt durch die Schädeldecke, und im **Rückenmark**, das in der Wirbelsäule enthalten ist. Es hat die Aufgabe, **Informationen** aus anderen Organen und der Umwelt **zu überwachen und zu verarbeiten**; daraus erzeugt es die am besten geeigneten Reaktionen und leitet sie an den Rest des Körpers weiter.

Das **periphere Nervensystem**, das sich hingegen aus **Rezeptoren** und **Nerven** zusammensetzt, **sendet Informationen von innerhalb und ausserhalb**

 **Abbildung 2** Das Nervensystem



des Körpers an das ZNS und leitet gleichzeitig zentral verarbeitete Nervenreize an die Peripherie weiter.

Teil des PNS ist das **autonome Nervensystem**, das so genannt wird, weil es unabhängig von unserem Willen ist. Es reguliert alle Aktivitäten der inneren Organe (z. B. Herz, Lunge, Darm) und einiger Muskeln. Und eben über das autonome Nervensystem steuert das Gehirn das Herz.

Dieses System ist in zwei Zweige unterteilt, den sympathischen und den parasympathischen, die entgegengesetzt wirken:

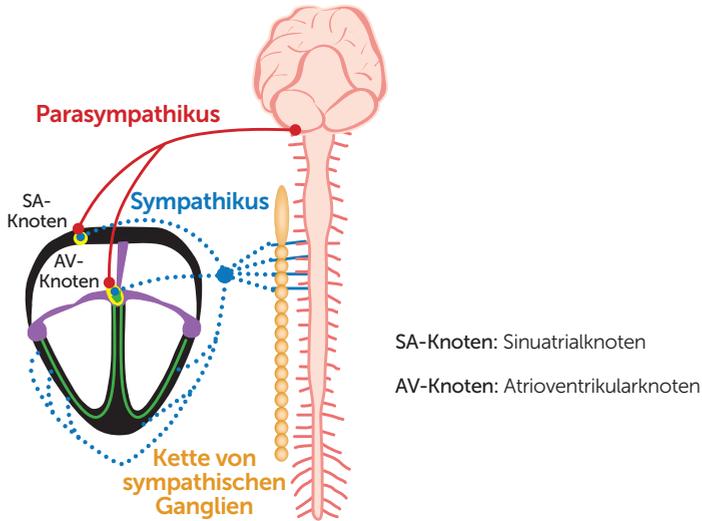
- ⊙ Das **sympathische System** beschleunigt den Herzschlag und erhöht die Herzkontraktion, wodurch andere Organe (z. B. die arteriellen Gefäße und der Darm) eingeengt werden. Es kann ausserdem Blässe, kalte Hände und Füße und einen höheren Blutdruck (ausgelöst durch arterielle Gefässverengung) verursachen;
- ⊙ Das **parasympathische System** wirkt entgegengesetzt. Es verlangsamt die Herzschläge und reduziert die Herzkontraktion, wodurch ein erweiternder Effekt auf die arteriellen Gefäße und den Darm ausgeübt wird.

Das Endergebnis hängt davon ab, ob in einer bestimmten Situation die sympathische oder die parasympathische Aktivität vorherrscht.

Die **Nervenzellen (Neuronen)** des sympathischen Nervensystems bilden Verbindungen mit anderen Nervenzellen in der Kette der **sympathischen Ganglien** in der Brusthöhle. Das wichtigste von ihnen ist das **Sternen-Ganglion**. Die sympathischen Ganglien integrieren die neuronale Information vom extrinsischen Nervensystem zum Herzen mit der vom Herzen selbst übertragenen Information.

Die **parasympathischen Neuronen**, die an der Kontrolle der Herzfunktion beteiligt sind, befinden sich in der *Medulla oblongata*. Die **parasympathischen Fasern** erreichen das Herz durch den *Nervus vagus* und bilden ein Geflecht von Fasern, die mit der Oberfläche des Herzens (dem Epikard) verbunden sind. Die neuronalen Kommunikationswege zwischen dem Gehirn und dem Herzen über das autonome Nervensystem sind in **Abbildung 3**  dargestellt.

 **Abbildung 3** Neuronale Kommunikation zwischen Gehirn und Herz durch das autonome Nervensystem



 **DAS KONTROLLZENTRUM**

Die Kommunikation zwischen Herz und Gehirn hängt von einem **Kontrollzentrum** ab, das sich im Gehirn befindet. Dazu gehören verschiedene Hirnstrukturen: der mediale präfrontale Cortex, die Inselrinde, die Amygdala, der Hypothalamus usw. [**Abbildung 4** ].

Wo befindet sich das Kontrollzentrum?

Die **Inselrinde** ist an der Erzeugung des mentalen Bildes des eigenen körperlichen Zustands beteiligt, was einen wichtigen Einfluss auf den emotionalen Grundzustand hat. Die **Amygdala** wird durch negative Emotionen aktiviert, sie erzeugt unmittelbare Reaktionen auf Angstgefühle und trägt zur Nachstellung von Erinnerungen bei, die mit negativen Emotionen verbunden sind. Positive Emotionen neigen hingegen dazu, die Aktivierung der Amygdala zu verringern. Diese Struktur ist mit dem **Hippocampus** und dem **paraventriculären Nucleus** (im Hypothalamus gelegen) verbunden, die die Reaktion des autonomen Nervensystems auf verschiedene Arten von physischem und psychischem Stress regulieren. Es ist daher nachvollziehbar, wie Angst und andere negative Emotio-

Abbildung 4 Die Hirnstrukturen

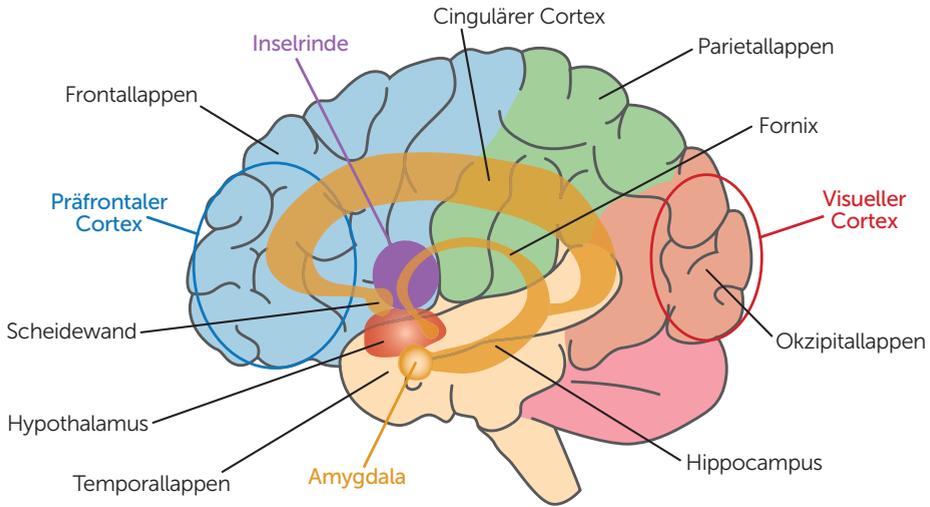
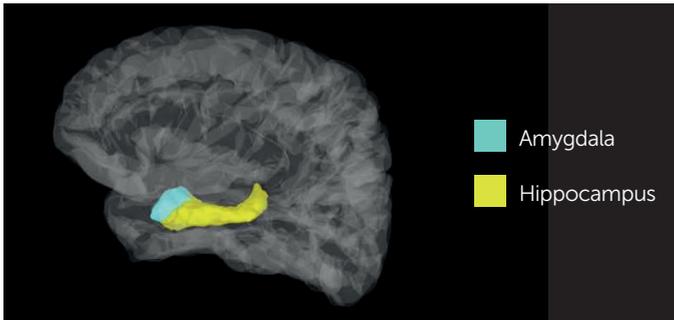


Abbildung 5 Verbindung zwischen Amygdala und Hippocampus

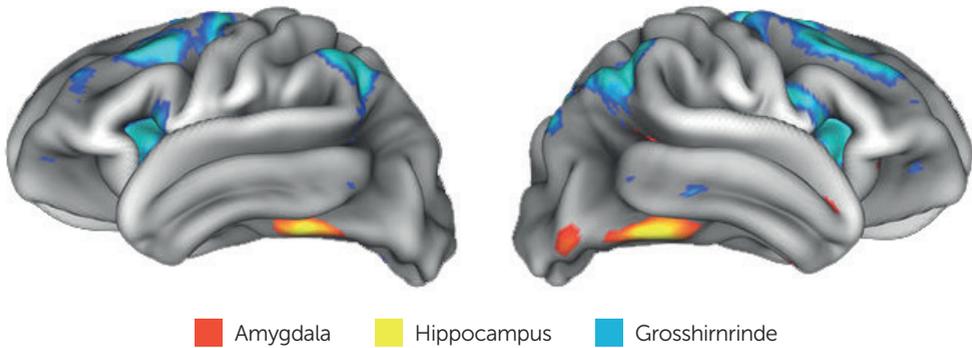


Quelle: Neuroscience News/Stephan Moratti.

nen den Herzschlag durch Reize aus der Amygdala und dem Kontrollzentrum des autonomen Systems im Gehirn beschleunigen können [Abbildung 5].

Mit der funktionellen **Magnetresonanztomographie** (MRT) des Gehirns ist es möglich, die Regionen des Gehirns hervorzuheben, die durch verschiedene Stimuli aktiviert werden. Wenn eine Versuchsperson menschliche Gesichter betrachtet, also eine Aktivität, die Emotionen weckt, wird die Aktivierung von Hirnregionen, insbesondere von Amygdala und Hippocampus (rot und gelb) beobachtet. Bei der Ausführung von Gedächtnisaufgaben hingegen

 **Abbildung 6** Darstellung des MRT eines Gehirns, das verschiedenen emotionalen oder mentalen Stimuli ausgesetzt ist



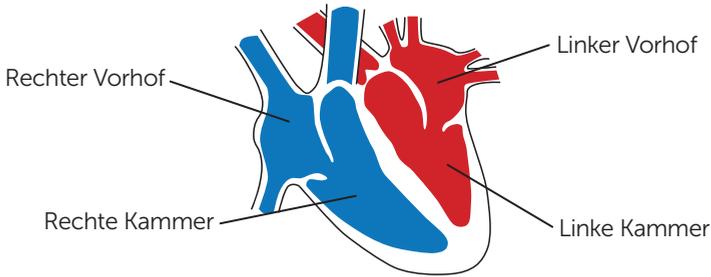
wird die Aktivierung bestimmter Regionen der Grosshirnrinde (blau) beobachtet. Unterschiedliche emotionale oder mentale Aktivitäten aktivieren daher unterschiedliche Hirnregionen [**Abbildung 6** ].

DAS SYMPATHISCHE UND PARASYMPATHISCHE NERVENSYSTEM

Wie wir bereits erwähnt haben, erfolgt die Innervation des Herzens durch das sympathische Nervensystem über Nervenzellen, die sich im oberen thorakalen Teil des Rückenmarks befinden und mit den sympathischen Ganglien in der Brusthöhle verbunden sind. Die **Neuronen der sympathischen Gangli-
en** innervieren das Erregungsleitungssystem des Herzens, das den elektrischen Reiz erzeugt, der wiederum jeden Herzschlag auslöst und ihn vom oberen Teil des Herzens (den **Vorhöfen**) an den unteren Teil (die **Ventrikel**) weiterleitet [**Abbildung 7** ]. Darüber hinaus innervieren die sympathischen Ganglien das Muskelgewebe des Herzens (**Myokard**), indem sie dessen Kontraktion verstärken. Die kombinierte Zunahme der Herzschläge und der Herzkontraktion dient dazu, ein grösseres Volumen an Blut durch den Kreislauf zu pumpen und so den Organen des Körpers mehr Sauerstoff zuzuführen.

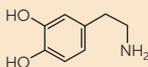
Auf der Ebene der Herzzellen stimulieren sympathische Neuronen die Ausschüttung von chemischen Stoffen, die als **Neurotransmitter** bezeichnet

 **Abbildung 7** Aufbau des Herzens



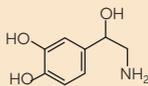
 **Abbildung 8** Die wichtigsten Neurotransmitter

Dopamin



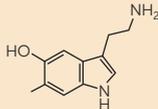
Überwacht die Alarmstufen in vielen Teilen des Gehirns und steuert die motorischen Funktionen. Wirkt auf das sympathische Nervensystem, wodurch sich der Herzschlag beschleunigt und der Blutdruck steigt.

Norepinephrin (Noradrenalin)



Wirkt direkt auf das sympathische Nervensystem, indem es die Reaktion bestimmter Funktionen (Herzschlag, Atmung) bei Stress oder Gefahr reguliert. Veranlasst körperliche und geistige Wachsamkeit und reguliert die Stimmung.

Serotonin



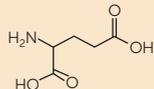
Reguliert wichtige physiologische Prozesse wie den Schlaf-/Wachzyklus, das Gefühl für Hunger/Sättigung, die Darmmotilität, die Stimmung, das Gedächtnis und die Libido. Defekte in der Serotoninproduktion sind die Ursache für depressive Störungen.

γ -aminobuttersäure (GABA)



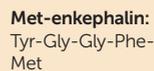
Ist der wichtigste inhibitorische Neurotransmitter des zentralen Nervensystems. Ist auch direkt für die Regulierung des Muskeltonus verantwortlich.

Glutaminsäure



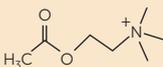
Ist der wichtigste erregende Neurotransmitter. Ist grundlegend für die Mechanismen des Langzeitlernens und des Langzeitgedächtnisses.

Endorphine, Enkephaline (Opioidpeptide)



Regulieren das Gefühl von Schmerz und Hunger.

Acetylcholin



Ist sowohl für die Übertragung des Zentralnervensystems als auch des peripheren Nervensystems verantwortlich. Kontrolliert die Bereiche des Gehirns, die für Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Lernen zuständig sind.

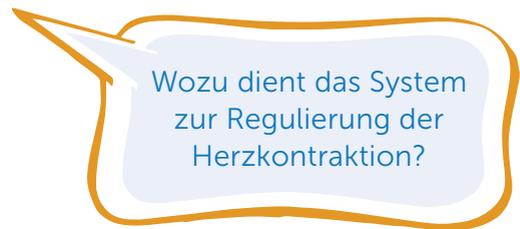
werden, z. B. **Noradrenalin** und **Neuropeptid Y**. Diese haben die Aufgabe, Informationen an andere Zellen weiterzuleiten [**Abbildung 8** ]. Noradrenalin aktiviert die Beta-1-Adrenozeptoren des Herzens, die den Herzrhythmus beschleunigen und gleichzeitig die Kontraktionsfähigkeit des Herzmuskels erhöhen. Das sympathische Nervensystem steuert das Herz auch durch

die Ausschüttung von Adrenalin aus der Nebenniere. Die Zeit von der Nervenstimulation bis zur Herzrhythmusbeschleunigung beträgt 1,7 Sekunden.

Wie das sympathische System innerviert auch der Parasympathikus sowohl das Erregungsleitungssystem des Herzens als auch das Myokard. Er stimuliert die Ausschüttung von **Acetylcholin**, das sofort die Herzfrequenz verlangsamt und die Kontraktionsfähigkeit des Herzmuskels und des vasoaktiven intestinalen Peptids, eines von der Bauchspeicheldrüse produzierten Hormons, verringert.

Wie wir gesehen haben, ist das System zur Regulierung der Herzkontraktion komplex und beinhaltet die Interaktion verschiedener Teile des Nervensystems, die die Fähigkeit haben, unterschiedliche und antagonistische Wirkungen zu erzeugen.

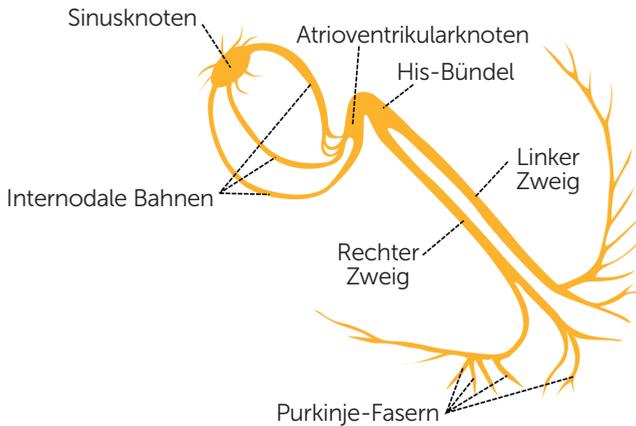
Dies ermöglicht es dem Menschen, effektiv auf die verschiedenen Reize zu reagieren, die sowohl von aussen als auch von innen auf den Körper einwirken. Das Thema Regulierung ist daher sehr wichtig, und die Möglichkeit, ein Modell davon zu konstruieren, ermöglicht es, nicht nur die Stoffe zu verstehen, die daran beteiligt sind, sondern auch die Wirkungen, die sie mit sich bringen. Zu wissen, wie das Verhalten dieses Systems beeinflusst werden kann, zum Beispiel in Fällen, in denen es unter Kontrolle gebracht werden muss, ist entscheidend und kann helfen, Leben zu retten.



DAS ERREGUNGSLEITUNGSSYSTEM DES HERZENS

Jeder Herzschlag ist das Ergebnis der elektrischen Aktivierung des Herzens und der Ausbreitung des elektrischen Reizes auf alle Regionen des Herzmuskels. Diese elektrischen Phänomene werden durch das **Erregungsleitungssystem des Herzens** erzeugt, das von Muskelzellen gebildet wird, die sich durch die Fähigkeit auszeichnen, spontan zu depolarisieren (d. h. ihre elektrische Polarität zu ändern). Die spontane Depolarisation dieser Zellen erzeugt den elektrischen Reiz, der dann über das Erregungsleitungssystem an das gesamte Herz weitergeleitet wird.

Abbildung 9 Das Erregungsleitungssystem des Herzens



Die anatomischen Strukturen, die daran beteiligt sind, sind der Sinusknoten (SA), der Atrioventrikularknoten (AV), das His-Bündel (das in einen linken und einen rechten Schenkel unterteilt ist) und die Purkinje-Fasern [Abbildung 9].

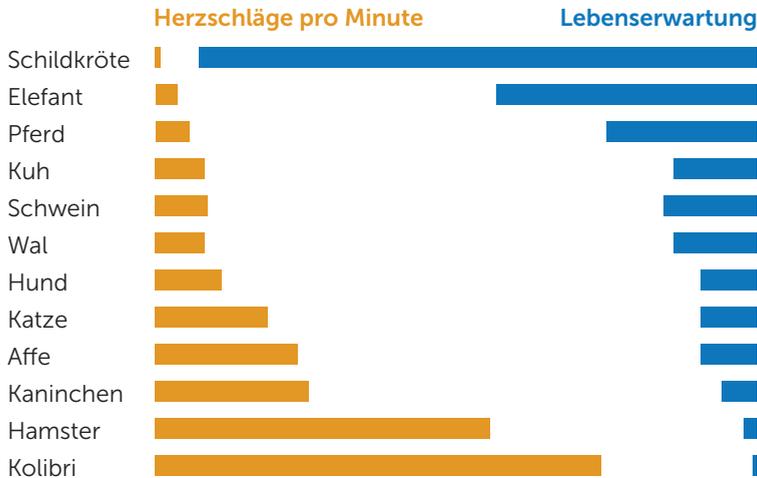
Da der SA-Knoten schneller spontan depolarisiert als der AV-Knoten, das His-Bündel und die Purkinje-Fasern, bestimmt er den Herzrhythmus. Aus diesem Grund wird der SA-Knoten auch als **physiologischer Schrittmacher** und der normale Herzrhythmus als **Sinusrhythmus** bezeichnet. Wie wir gesehen haben, wird die Funktion des SA-Knotens von den sympathischen und parasympathischen Impulsen, die er empfängt, also von der Hirnaktivität beeinflusst. Allerdings halten die Zellen des SA-Knotens den Herzrhythmus bei etwa 72 Schlägen pro Minute, auch wenn sie von den Nerven, die sie steuern, losgelöst sind.

Wann beginnt das Herz zu schlagen?

Zum ersten Mal schlägt das menschliche Herz bereits früh, 16 Tage nach der Empfängnis. Das Herz eines gesunden Menschen schlägt mit einer Frequenz zwischen 60 und 90 Schlägen pro Minute (im Ruhezustand). Daraus können wir etwa 42

Millionen Schläge pro Jahr und 3 Milliarden Schläge über eine durchschnittliche Lebensdauer errechnen. Der Herzschlag kann auf über 100 Schläge pro

 **Abbildung 10** Zusammenhang zwischen der Anzahl der Herzschläge pro Minute und der durchschnittlichen Lebenserwartung bei verschiedenen Tierarten



Minute beschleunigt oder auf etwa 20 Schläge pro Minute verlangsamt werden. Manche gesunden Personen, darunter viele Sportler, haben einen Herzrhythmus zwischen 45 und 60 Schlägen pro Minute. Durch Sport werden die Herzschläge während der Anstrengung beschleunigt, in den Pausen zwischen den Anstrengungen tendenziell aber verlangsamt.

Eine interessante Tatsache betrifft die physiologische Variabilität der Anzahl der Herzschläge pro Minute unter den Tierarten [Abbildung 10 



AUCH DAS HERZ KOMMUNIZIERT MIT DEM GEHIRN

Während der Einfluss des Gehirns auf das Herz weithin bekannt ist, ist der des Herzens auf das Gehirn weniger bekannt. Die Kommunikation zwischen den beiden Organen erfolgt in zwei Richtungen: absteigend und aufsteigend.

Die **aufsteigende Kommunikation** verwendet die gleichen Strukturen des Nervensystems wie die **absteigende Kommunikation** sowie chemische Stoffe, die im Blut zirkulieren. Das Herz verfügt über ein eigenes System von **sensorischen Nervenzellen, die Neuriten**, die durch verschiedene physikalische und chemische Reize aus dem Herzen selbst (Herzfrequenz, Druck, chemische Stoffe) sowie aus anderen Teilen des Körpers aktiviert werden. Das intrinsische Nervensystem des Herzens integriert Informationen aus dem extrinsischen Nervensystem und den sensorischen Neuriten, die sich im Herzen selbst befinden.

Die **afferenten** (d. h. zum Gehirn gerichteten) **sympathischen Fasern** verbinden sich zunächst mit den Nervenganglien in der Brusthöhle, die die neuralen Signale verarbeiten, dann mit dem Dorsalwurzelganglion und dem Rückenmark. Die **Nervenganglien** in der Brusthöhle sind mit der Lunge, der Speiseröhre und indirekt mit vielen anderen Organen, einschliesslich Haut und Arterien, verbunden.

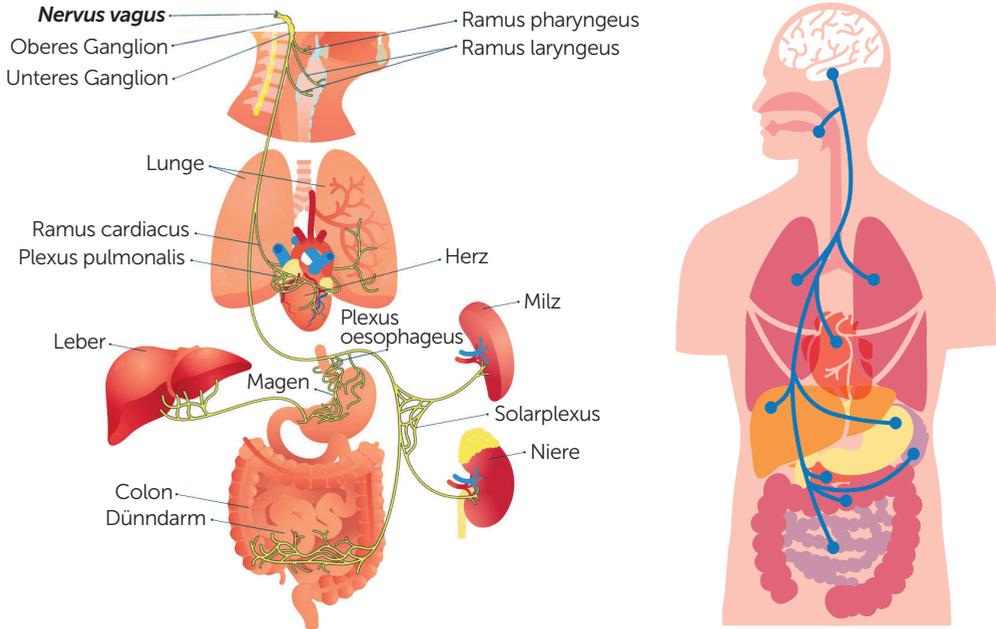
Die **afferenten parasympathischen Fasern** bilden den *Nervus vagus* [Abbildung 11 ], der sich hauptsächlich aus afferenten Fasern zusammensetzt, die sich mit der *Medulla* verbinden; von hier aus werden die Informationen an die subkortikalen Regionen (Thalamus, Amygdala usw.) und dann an die oberen Regionen der Grosshirnrinde weitergeleitet. Über diese Nervenbahnen, aber auch über chemische Signale kann das Herz je nach den Umständen bestimmte Hirnfunktionen steuern oder aktivieren. Das bedeutet, dass das Herz unsere Wahrnehmung der Wirklichkeit und unsere Reaktionen beeinflussen kann.



HORMONE UND NEUROTRANSMITTER

Sowohl das Gehirn als auch das Herz produzieren und setzen im Blut Hormone und Neuropeptide frei, z. B. natriuretische Peptide (zerebrale und atriale natriuretische Peptide), die die Homöostase (Stabilität) der extrazel-

 **Abbildung 11** Der *Nervus vagus*

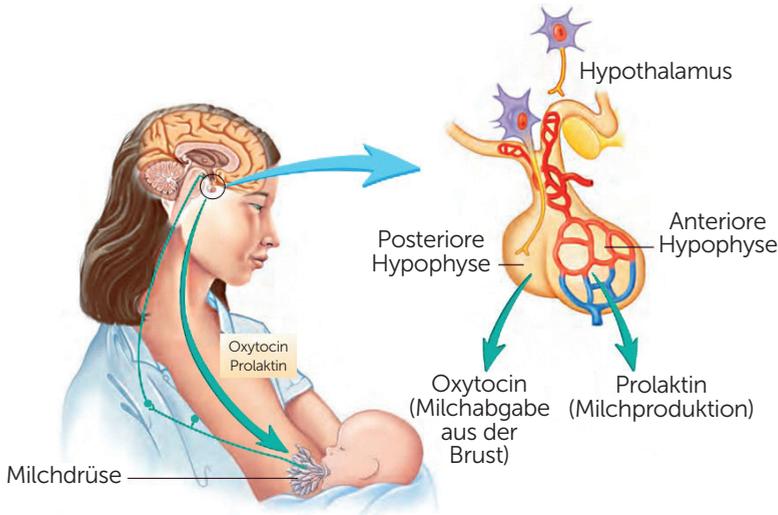


lulären Flüssigkeit steuern und den Blutdruck beeinflussen. Auch das Herz, wenn auch in geringerem Masse als das Gehirn, produziert Oxytocin, worauf wir später noch eingehen werden. Ein weiteres Hormon, das vom Herzen produziert wird, wurde erst vor Kurzem entdeckt: **GDF15**. Dieses Hormon wird im Herzen von Kindern mit schweren angeborenen Herzerkrankungen im Überfluss produziert, zirkuliert im Blut und hemmt die Wirkung des Wachstumshormons, was bei diesen Kindern zu einer Wachstumsverzögerung führt.

OXYTOCIN: «DAS KUSCHELHORMON»

Oxytocin ist auch als «Kuschelhormon» bekannt. Die Ausschüttung dieses Neuropeptids nimmt in der letzten Phase der Schwangerschaft und bei der Geburt zu und stimuliert die Muskelkontraktion der Gebärmutter. Ausserdem löst es die Abgabe von Muttermilch während der Stillzeit aus. Das Stillen regt den Hypothalamus zur Produktion von Oxytocin an, das dann von der hinteren Hypophyse abgegeben wird [**Abbildung 12** ].

 **Abbildung 12** Durch das Stillen angeregte Oxytocinausschüttung



Warum wird Oxytocin als Kuschelhormon bezeichnet?

Bei beiden Geschlechtern wird die Produktion von Oxytocin durch liebevollen Körperkontakt, Geschlechtsverkehr oder auch nur durch den Anblick eines geliebten Menschen oder kleiner Kinder oder durch das Hören von Musik

angeregt. Oxytocin fördert die relationale Bindung und das Vertrauen in andere Menschen. Experimente mit Mäusen haben gezeigt, dass Injektionen von Oxytocin in das Gehirn von weiblichen Mäusen bei nicht trächtigen Weibchen ein mütterliches Verhalten hervorrufen. Im Gegensatz dazu veranlassen Injektionen von oxytocinblockierenden Molekülen weibliche Mäuse dazu, ihre Jungen zu vergessen, wenn diese sich von ihnen entfernen. Bei Männern führt das Fehlen von Oxytocin zu Aggressivität und fehlender sozialer Bindungsfähigkeit. Oxytocin hat ausserdem den Effekt, die Nahrungsmittelaufnahme zu reduzieren. Aus diesem Grund wird über seinen therapeutischen Einsatz zur Behandlung von Übergewicht nachgedacht.

Oxytocin übt auch positive Wirkungen auf das Herz aus, z. B. eine arterielle Vasodilatation und folglich eine Blutdrucksenkung. Bei einem Herzinfarkt

(verursacht durch die Unterbrechung der sauerstoffhaltigen Blutversorgung des Herzens nach dem Verschluss einer Herzkranzarterie) scheint Oxytocin eine schützende Wirkung auf das Herz zu haben und die Schwere des Herzinfarktes zu mildern. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Gehirn (und in geringerem Masse auch das Herz) Oxytocin absondert, ein Hormon mit günstigen Auswirkungen auf beide Organe.



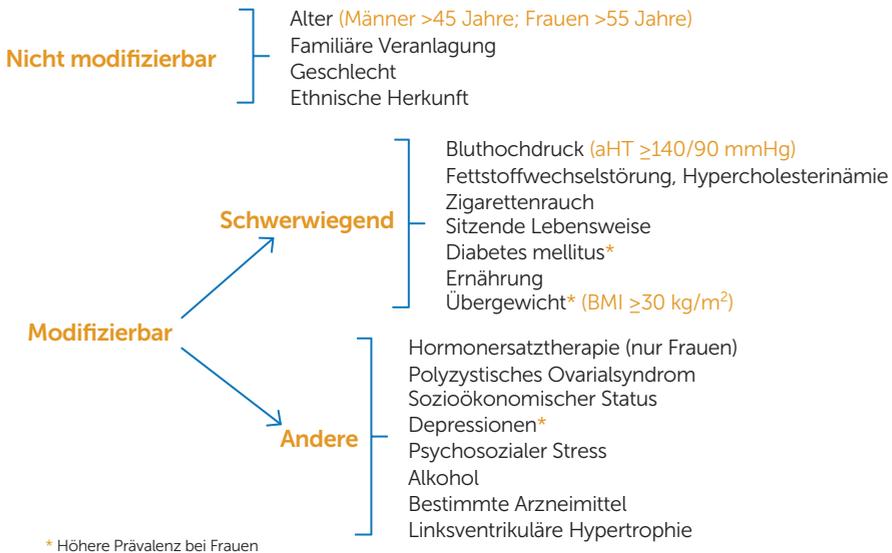
PSYCHISCHER STRESS UND HERZKRANKHEITEN

Angstzustände und **Depressionen** erhöhen die emotionale Instabilität und die Wahrscheinlichkeit, einen Herzinfarkt zu bekommen. Der Zusammenhang zwischen psychischem Stress und einem Herz-Kreislauf-Kollaps wurde erstmals 1942 von dem Anthropologen Walter Cannon angenommen. Er ging davon aus, dass der durch Voodoo und schwarze Magie verursachte Tod in einigen primitiven Völkern Afrikas und anderen Teilen der Welt durch einen psychogenen Schock verursacht werden könnte, der durch Angst hervorgerufen wird und Mechanismen im Gehirn aktiviert, die zu einem Herz-Kreislauf-Kollaps führen können. Neuere Studien haben einen Anstieg der Zahl der Herzinfarkte sowohl während eines Erdbebens als auch in den Tagen danach gezeigt, was auf schädliche Auswirkungen der Angst auf das Herz hindeutet.

Andere Studien haben gezeigt, dass psychischer Stress und chronische Depressionen, von denen insbesondere Frauen mit einem Verhältnis von 2:1 betroffen sind, für eine höhere Zahl von Herzinfarkten verantwortlich sind als traditionelle Risikofaktoren (Rauchen, Übergewicht, Diabetes, Bluthochdruck). Im Hinblick auf die Risikofaktoren dürfen wir jedoch nicht vergessen, dass sich manche davon durch Änderungen des Lebensstils oder pharmakologische Therapien behandeln lassen [**Abbildung 13**

In einer interessanten Studie wurde festgestellt, dass psychischer Stress, der durch das Ausführen mathematischer Berechnungen oder Gedächtnisaufgaben hervorgerufen wurde, bei einem Teil der Probanden eine vorübergehende Störung des Herzkreislaufs verursachte; die gleichen Personen erlitten in den folgenden vier Jahren fünfmal häufiger einen Herzinfarkt als die anderen.

Abbildung 13 Kardiovaskuläre Risikofaktoren



Was ist eine Persönlichkeit vom Typ A?

Im Jahr 1959 beobachteten zudem die beiden amerikanischen Kardiologen Meyer Friedman und Ray Rosenman, dass einige Probanden besonders prädisponiert für kardiovaskuläre Störungen sind. Diese **Persönlichkeit**, die sie als **Typ A** bezeichneten, zeichnet sich durch übermässiges Konkurrenzdenken, Reizbarkeit, Feindseligkeit, den ständigen Wunsch nach Anerkennung und die Neigung zu langen Arbeitstagen aus.

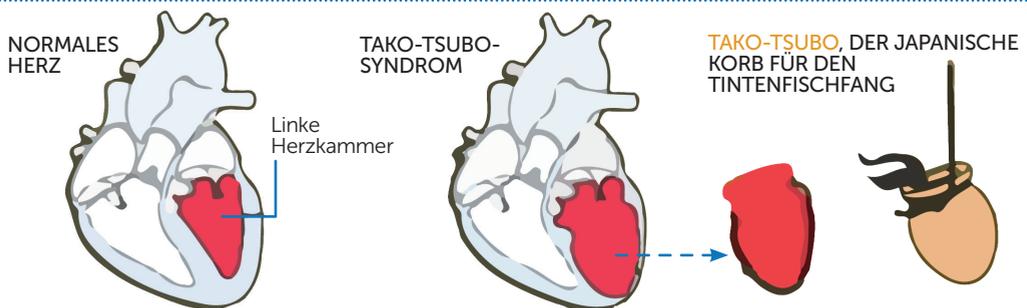
Aus biologischer Sicht stimuliert Stress das sympathische Nervensystem, indem er den Noradrenalin- und Cortisolspiegel im Blut, die Herzfrequenz, den Blutdruck und die Gefäßverengung (reversible Verringerung des Durchmessers der arteriellen Gefäße) erhöht. Als Reaktion auf Noradrenalin und Cortisol alarmiert die Amygdala das gesamte Nervensystem, um sich auf eine drohende Gefahr vorzubereiten, und verstärkt auch die mit negativen Emotionen verbundenen Erinnerungen. Diese Veränderungen können einen Teufelskreis entstehen lassen, der den Stress zu einem andauernden Begleiter wer-

den lässt. Darüber hinaus erhöht Stress die Zahl der weissen Blutkörperchen im Blut, was ein Anzeichen für Entzündungen ist, und die Neigung des Blutes zur Bildung von Gerinnseln (Thromben), die einen Herzinfarkt verursachen können.

© **BROKEN-HEART-SYNDROM**

Ein besonderer Fall eines Herzschadens, der durch psychischen oder psychophysischen Stress ausgelöst wird, ist das sogenannte Broken-Heart-Syndrom, auch **Stress-Kardiomyopathie** oder **Tako-Tsubo-Syndrom** genannt. Erstmals 1991 in Japan beschrieben, ist dieses Syndrom gekennzeichnet durch starke Brustschmerzen, die nicht von einem Herzinfarkt zu unterscheiden sind, und eine Rundung der Herzform, die an die Form der Körbe (*tsubo*) erinnert, die von japanischen Fischern zum Tintenfischfang (*tako*) verwendet werden. Dieses Ereignis wird oft durch negative Emotionen (eine schlimme Nachricht, Angst usw.) ausgelöst, obwohl auch einige Fälle beschrieben wurden, die durch eine positive Emotion verursacht wurden. Die «ballonförmige» Veränderung des Herzens ist in den meisten Fällen reversibel. Der biologische Mechanismus ist nicht ganz klar, aber die durch eine starke Emotion verursachte Ausschüttung von Noradrenalin im Blut scheint zumindest in einigen Fällen eine wichtige Rolle zu spielen. Sehr hohe Noradrenalin-Konzentrationen sind für die Herzzellen giftig [**Abbildung 14** ].

 **Abbildung 14** Tako-Tsubo-Syndrom





EMOTIONALES WOHLBEFINDEN

Selbst im Zustand der körperlichen Ruhe gibt es in der Regel Mikrovariationen der Herzfrequenz, die von der Reaktion des Herzens auf physiologische Schwingungssignale abhängen, von denen die wichtigste die Atmungsaktivität ist. Man unterscheidet zwei Modi der Herzfrequenzvariabilität: der eine ist gekennzeichnet durch breite und regelmässige Wellen, die harmonisch aufeinander folgen (**Kohärenz**), während der andere ungeordnet ist und Wellen hat, die keinem klaren Muster folgen (**Chaos**).

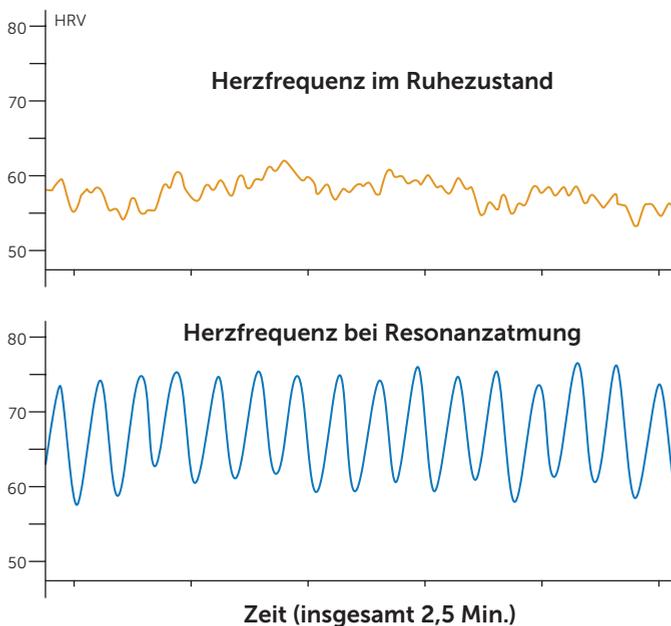
Der **kohärente Modus** spiegelt die Aktivierung des parasympathischen Nervensystems wider, da die Herzrhythmuschwingungen von der Bremswirkung des Nervus vagus auf den Sinuatrialknoten abhängen, die während der Ausatmung vorherrscht. Auf diese Weise fördert die rhythmische und tiefe Atemtätigkeit eine harmonische Variabilität des Herzrhythmus. Der Abstand zwischen den höchsten und tiefsten Punkten der Herzfrequenzwerte ist ein Mass für die vagale Aktivität. Ein interessanter Aspekt ist, dass eine erhöhte harmonische Variabilität des Herzrhythmus mit positiven Emotionen (Mitgefühl, altruistische Gedanken usw.) und verminderter Angst verbunden ist. Im Einklang mit diesen Beobachtungen ist der Nervus vagus als das biologische System beschrieben worden, das die Betreuung von Kindern und anderen Personen erleichtert und den Altruismus im Allgemeinen fördert. Der Nervus vagus hat eine hohe Dichte an Oxytocinrezeptoren, die, wie wir gesehen haben, positive Emotionen auslösen. Darüber hinaus erhöht dieses Hormon die Variabilität des Herzrhythmus, wodurch die Wirkung des Nervus vagus in diesem Sinne verstärkt wird.

Der überraschendste Aspekt ist jedoch die Tatsache, dass es möglich ist, die Variabilität des Herzrhythmus durch kontrollierte Atmungsaktivität bewusst zu erhöhen, und dass dies zu einem positiven emotionalen Erlebnis führt. Die obere Kurve in **Abbildung 15**  zeigt die Herzfrequenz einer gesunden Person, die spontan,

Was ist Resonanzatmung?

unkontrolliert und im Ruhezustand atmet. Die Variabilität des Rhythmus ist chaotisch. Die untere Kurve zeigt die Herzfrequenz derselben Person, die einmal alle 10 Sekunden rhythmisch atmet (d. h. mit einer Frequenz von 0,1 Hz). Diese Art der **Atmung** wird

 **Abbildung 15** Herzfrequenzvariabilität bei spontaner (unkontrollierter) Atmung und Resonanzatmung

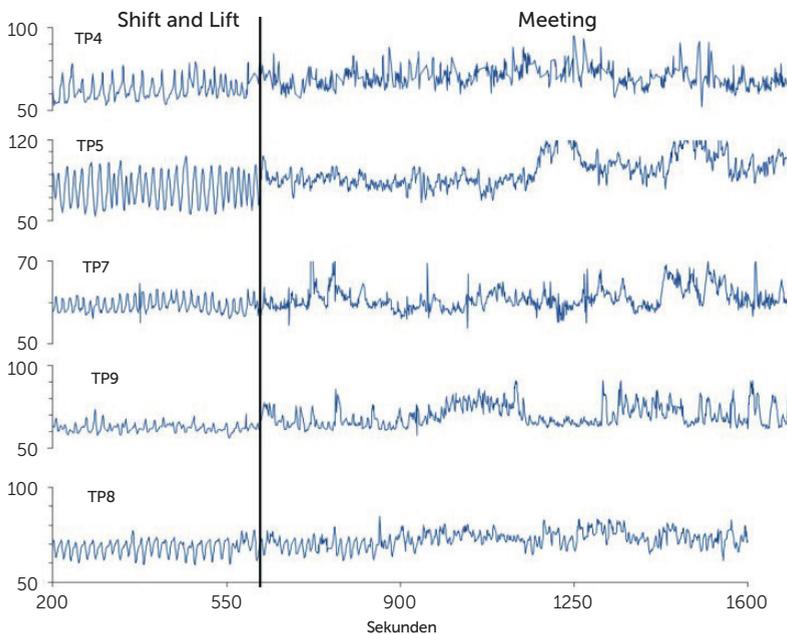


Resonanzatmung genannt, weil sie besonders breite und harmonische Schwingungen im Herzrhythmus hervorruft. Ein interessanter Fakt: Dieser Aspekt wurde auch von der Marktforschung aufgegriffen, die bei einigen Verbrauchsgütern mit Herzfrequenzsensoren dazu auffordert, «in Resonanz» zu atmen!

Abbildung 16  zeigt ein weiteres Beispiel für dieses Phänomen. Sie zeigt die Variabilität der Herzfrequenz bei 5 Personen, die vor Beginn eines Geschäftsmeetings rhythmisch mit einer Technik namens «Shift and Lift» atmen (angezeigt durch die vertikale schwarze Linie). Mit einer Ausnahme (zweite Kurve von unten) war die Herzfrequenzvariabilität während der rhythmischen Atmung harmonischer als während des Meetings.

Verschiedene kontemplative Aktivitäten wie **Meditation** und **Yoga** haben eine kontrollierte oder sorgfältig geführte Atmung gemeinsam. Der mit diesen Aktivitäten verbundene emotionale Nutzen kann zumindest teilweise auf die durch die rhythmische Atmung ausgelöste Aktivierung des Nervus vagus zurückzuführen

 **Abbildung 16** Variabilität des Herzrhythmus bei 5 Personen während der kontrollierten rhythmischen Atmung und bei einem anschliessenden Geschäftsmeeting



Quelle: McCraty R. Front Publ Health 2017.

ren sein. Eine harmonische Schwingung des Herzrhythmus scheint die Funktion der präfrontalen Grosshirnrinde zu stimulieren, einer Region des Gehirns, die besonders empfindlich auf Schwingungen reagiert. Tägliche kontrollierte Atemübungen über 3 Monate hinweg haben sich als wirksam erwiesen, um die Herzrhythmusvariabilität zu erhöhen und die emotionale Erfahrung zu verbessern.

GEHIRN UND HERZ ERZEUGEN MAGNETFELDER

Das Gehirn und das Herz verfügen über eine elektrische Aktivität, die üblicherweise durch ein **Elektroenzephalogramm (EEG)** bzw. **Elektrokardiogramm (EKG)** aufgezeichnet wird. Bei diesen Verfahren werden elektrische Signale auf der Körperoberfläche aufgezeichnet, die Magnetfelder erzeugen. Im menschlichen Körper erzeugt das Herz das grösste rhythmische Magnet-

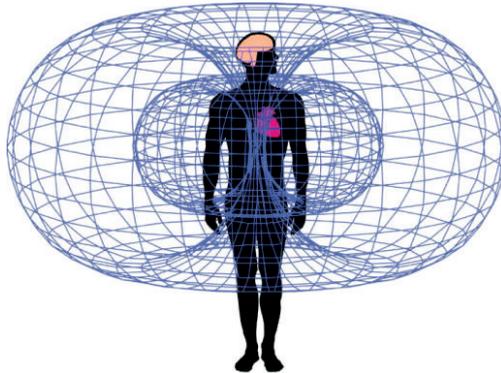
feld, das in der Grössenordnung von Nanotesla liegt (etwa 100 Mal grösser als das Magnetfeld des Gehirns) und mit einem Magnetokardiogramm (MKG, das magnetische Äquivalent zum EKG) in etwa einem Meter Entfernung vom Körper gemessen werden kann. Das Magnetfeld des menschlichen Herzens hat eine toroidale Form, die besondere geometrische Form, die in **Abbildung 17**  dargestellt ist.

Das Herz strahlt eine Reihe von pulsierenden magnetischen Wellen aus (magnetische Energie, die im pulsierenden Modus emittiert wird), bei denen das Zeitintervall zwischen zwei Pulsschlägen von magnetischer Energie (d. h. zwischen zwei Spitzen der magnetischen Welle) auf komplexe Weise variiert. Diese magnetischen Wellen erzeugen Interferenzen durch Wechselwirkung mit Geweben, die magnetisch polarisiert werden können. **Abbildung 18**  zeigt simultane EKG- und MKG-Aufzeichnungen auf der Brustoberfläche einer gesunden Person während der Ausatmung und Einatmung. Elektrische und magnetische Aktivität sind synchron, was darauf hinweist, dass erstere die letztere erzeugt.

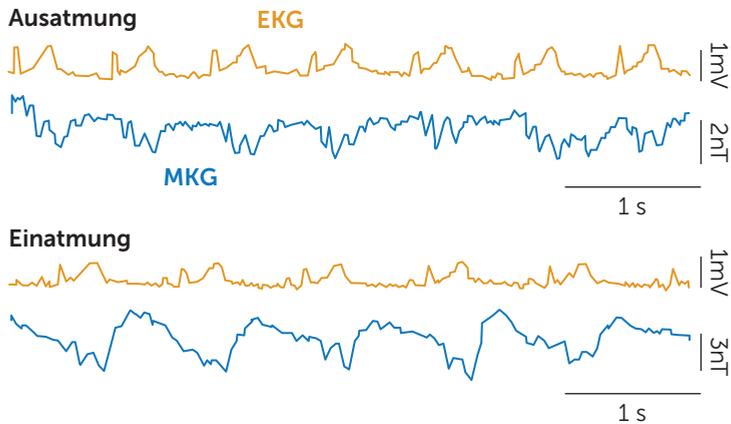
SCHLUSSFOLGERUNGEN

Diese kurzen Erläuterungen zeigen, wie Herz und Gehirn, obwohl anatomisch weit voneinander entfernt, über das Nervensystem und zirkulierende

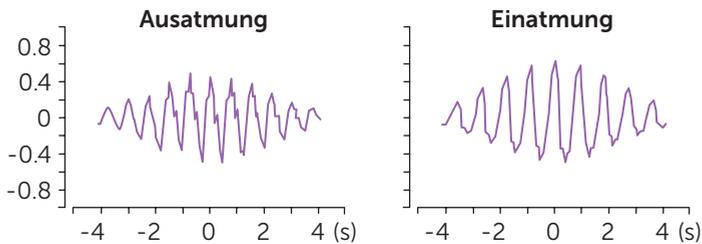
 **Abbildung 17** Das Magnetfeld des menschlichen Herzens



 **Abbildung 18** Elektrokardiogramm und Magnetokardiogramm einer Person während der Ausatmung und Einatmung: Zusammenhang zwischen elektrischer und magnetischer Aktivität



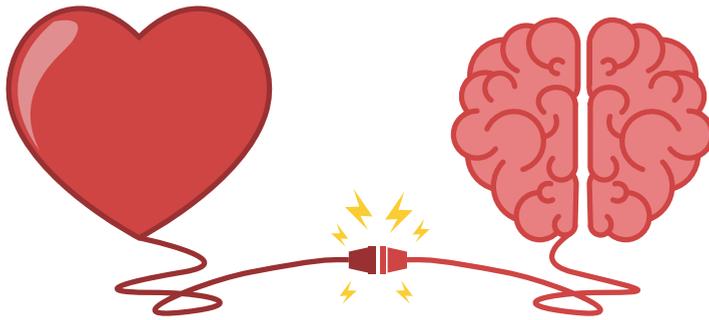
Zusammenhang zwischen elektrischer Aktivität und magnetischer Aktivität



Quelle: Nakayama S. et al. PLoS One 2011.

Hormone Informationen austauschen. Das Herz ist also viel mehr als eine Muskelpumpe, die sauerstoffreiches Blut durch den Körper schickt. Wir haben auch gesehen, dass rhythmisches und tiefes Atmen die Variabilität des Herzrhythmus harmonisieren kann und dass dies die emotionale Erfahrung überraschend zu verbessern scheint. Diese Beobachtung ist jedoch noch sehr neu und muss durch weitere Studien bestätigt werden.

Die Verbindungen zwischen Herz und Gehirn sind komplex, und einige der Aspekte, über die wir gesprochen haben, gehören nicht unbedingt zum traditionellen Grundwissen über das Herz. Solche Aspekte könnten jedoch den Vorteil haben, das Herz aus der konzeptionellen Isolation, in der es stets als



separates Organ betrachtet wird, herauszuholen und eher im Kontext mit seinen Wechselwirkungen mit dem Gehirn und anderen Organen zu verstehen.

Ein systemisches Verständnis des menschlichen Körpers lässt sich in der Tat nicht auf detaillierte Kenntnisse der Funktionsweise seiner einzelnen Teile reduzieren. Im Gegenteil: Das Verständnis des Systems unseres Körpers und der Erwerb einer gewissen Weisheit über dieses System (und letztlich über uns selbst) ist etwas, das sich aus dem Wissen über die Wechselwirkungen zwischen diesen Teilen herleitet. Eine effektive und gesunde Kommunikation zwischen den einzelnen Teilen des Körpers ist für das Wohlbefinden eines Menschen von entscheidender Bedeutung: Sich um sein Herz und sein Gehirn zu kümmern, wirkt sich daher positiv auf beide Organe sowie auf den gesamten Körper aus, und – das kann man wohl zweifelsfrei sagen – auf den Menschen und seine Erfahrung mit der Realität. Ein gutes Gleichgewicht zwischen zwei sehr wichtigen Organen, dem Herz und dem Gehirn, ist daher für unsere psychische und physische Gesundheit unerlässlich!

Herzens- angelegenheiten

ZWEITER TEIL



TEXTE

Texte der Schüler der Klasse 3C der Sekundarschule Tesserete:

Siro Bettini	Zoe Dell'Andrino	Anna Reverberi
Jonathan Biasca	Camilla Farasini	Sophie Riavis
Alessandro Cammarata	Alex Gelpi	Priamo Riva
Soraya Campana	Tristan Knupfer	Amélie Ruggeri
Mara Camponovo	Laura Morosoli	Emma Stefanizzi
Michelle Corti	Alice Orsi	Eithlyn Stucki

Unter Anleitung der Lehrerinnen

Pamela Mobilia-Monti (Lehrkraft für Naturwissenschaften)

Martina Cameroni (Lehrkraft für Italienisch)

Sekundarschule Tesserete

Via Gola di Lago - 6950 Tesserete

Tessin - Schweiz

www.smtesserete.ti.ch

decs-sm.tesserete@edu.ti.ch

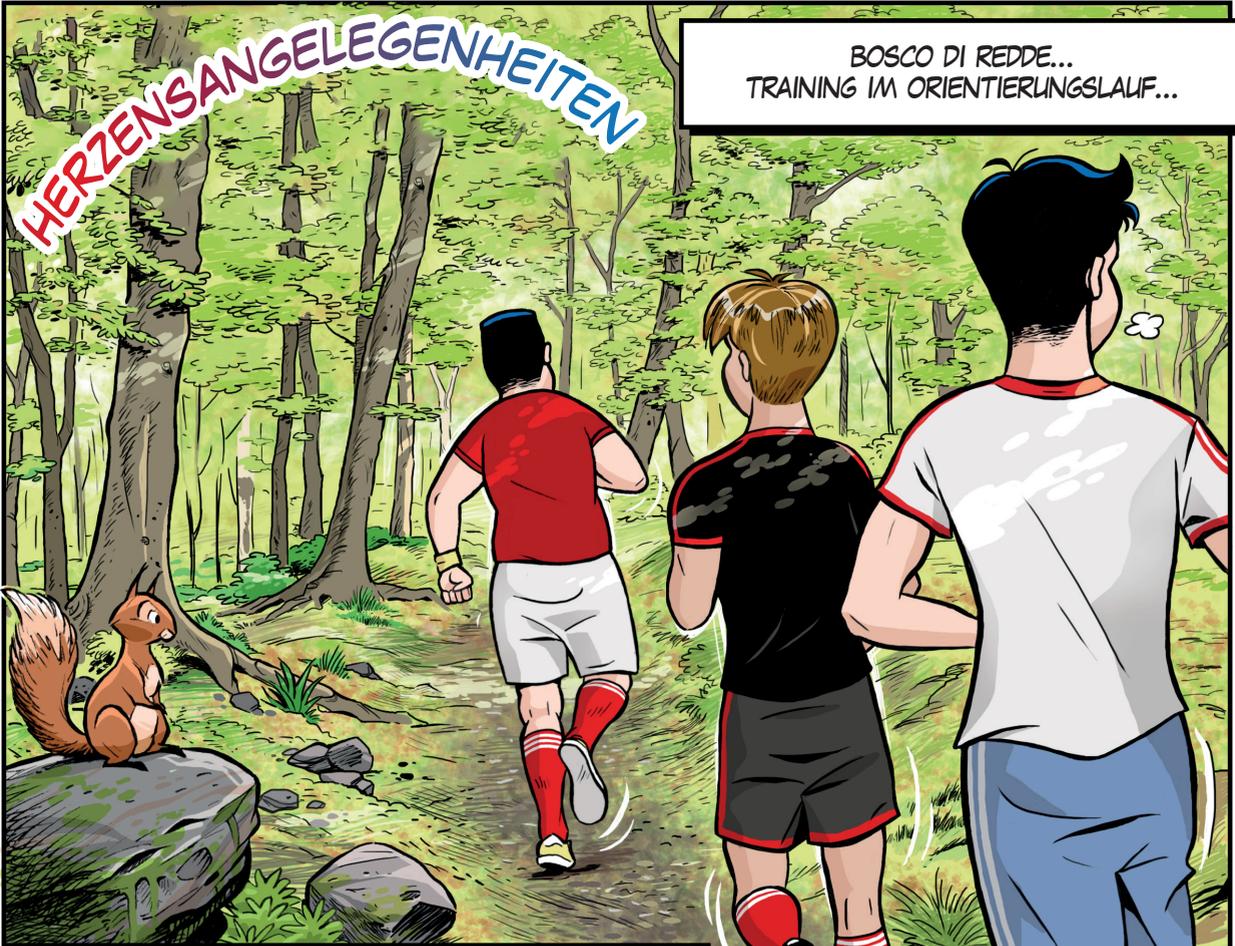
Direktor: Giorgio Cesarini

ZEICHNUNGEN

Zeichnungen von Alessandro Telve für die Scuola Romana dei Fumetti.

HERZENSANGELEGENHEITEN

BOSCO DI REDDE...
TRAINING IM ORIENTIERUNGSLAUF...



IST ES NOCH WEIT BIS ZUM
PUNKT NUMMER ACHT?

NEIN, WIR MÜSSTEN
FAST DA SEIN...

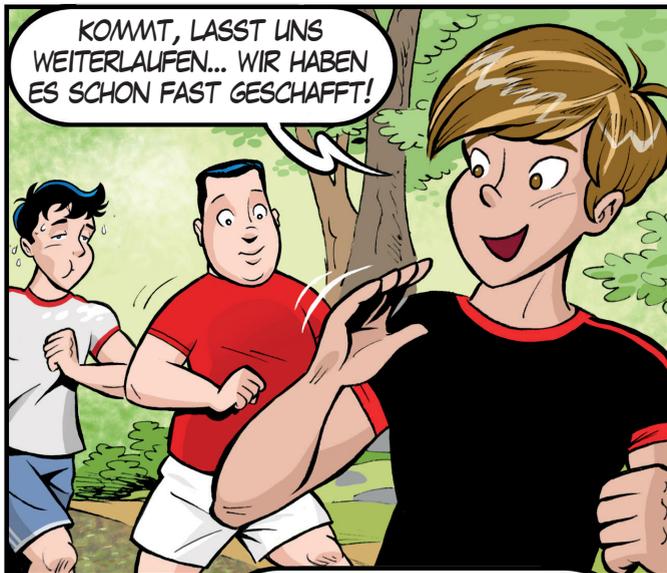


DA
LANG...





GEFUNDEN!



KOMMT, LASST UNS WEITERLAUFEN... WIR HABEN ES SCHON FAST GESCHAFFT!



WARTET...

UFF...
PANT...



WAS IST LOS, KASPER... FÜHLST DU DICH NICHT GUT?



ICH BIN EIN BISSCHEN AUSSER ATEM, RICCARDO...



ICH HABE KOPFSCHMERZEN... LIND ICH GLAUBE, ICH KIPPE GLEICH UM...



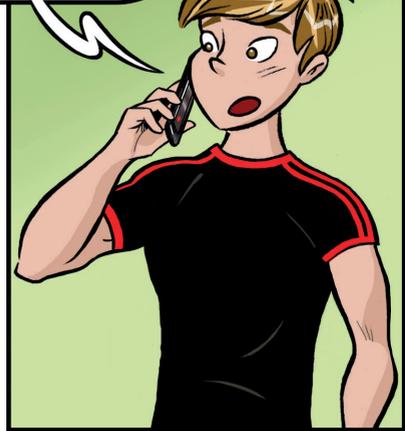
OHHHH...



LUIS!
LUIS!

RUF DEN
KRANKENWAGEN...
SCHNELL!

EIN FREUND VON
LINS IST BEIM
SPORT OHNMÄCHTIG
GEWORDEN!



WIR
SIND IM
BOSCO DI REDDE
IN TESSERETE...



WIR SOLLEN
PRÜFEN, OB SEIN
HERZ NOCH
SCHLÄGT...



WIE
MACHE ICH
DAS?

DU MUSST SEINEN
PULS FÜHLEN...



ES SCHLÄGT
NOCH!

SIE SAGEN, WIR
SOLLEN IHN ANS ENDE
DER STRECKE BRINGEN...
DORT WARTET
DANN DER
KRANKENWAGEN!

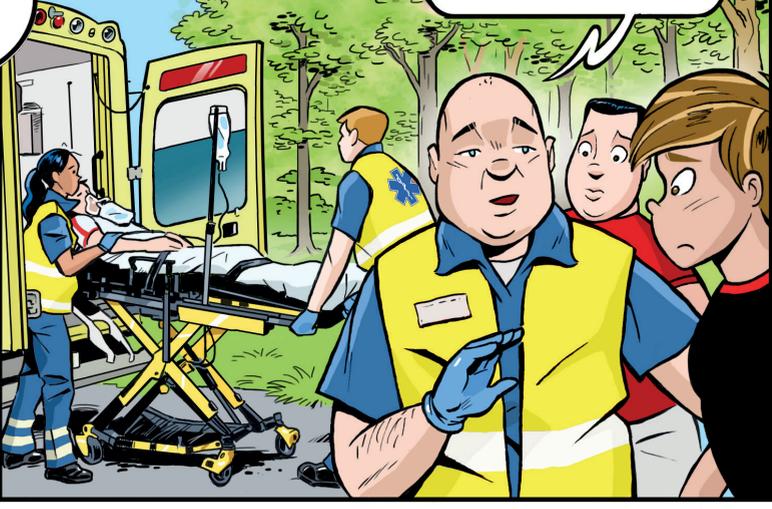
LANGSAM...
KASPER, HALTE
DURCH, LOS!

VERSUCH
NOCH EIN
BISSCHEN
WACH ZU
BLEIBEN...



KURZE ZEIT SPÄTER...

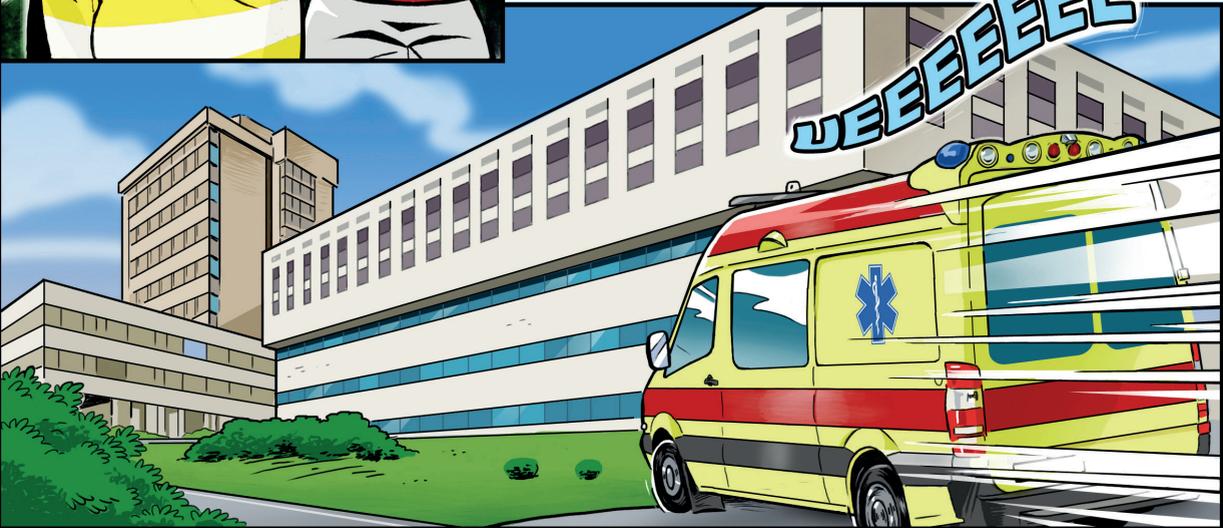
BERUHIGT EUCH, JUNGS...
ALLES WIRD GUT!

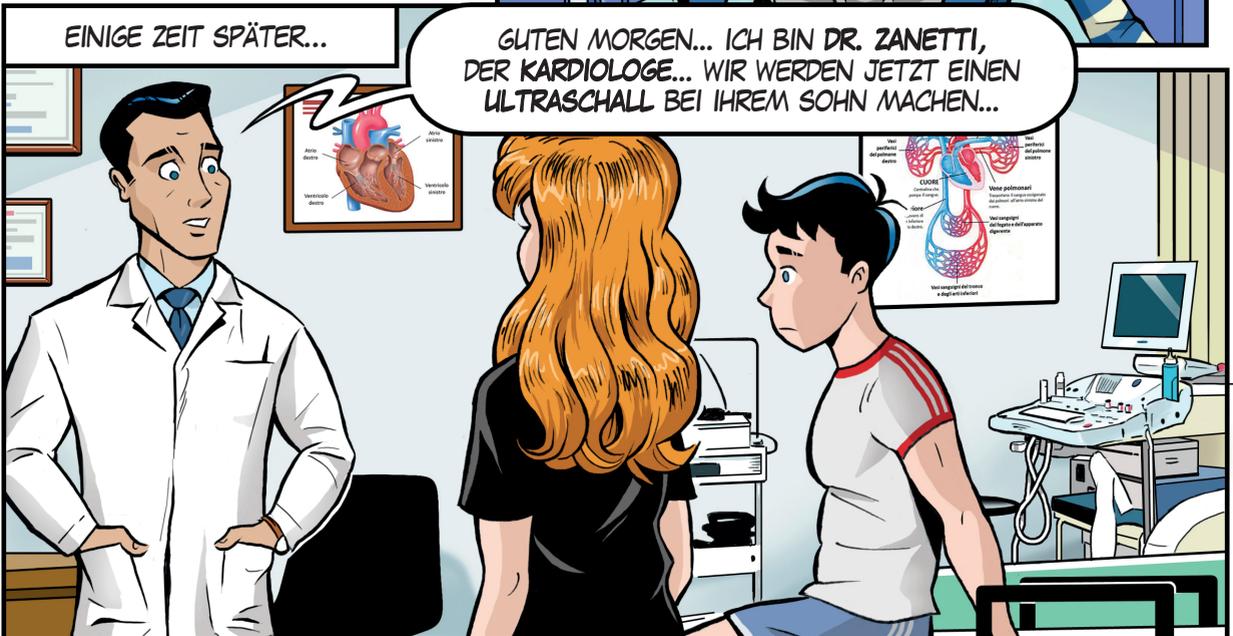


HABT IHR SEINE ELTERN
SCHON INFORMIERT?

NEIN...

DAS MACHEN WIR!

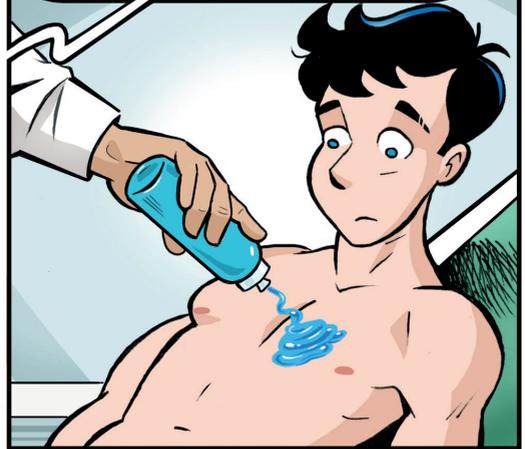




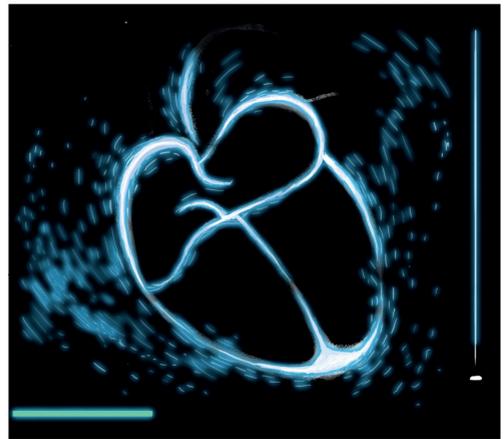
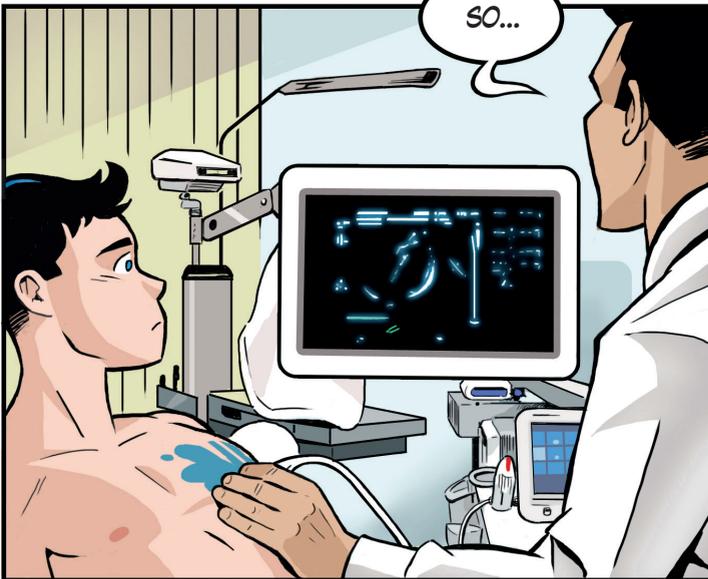
LEG DICH BITTE AUF DIE LIEGE UND ZIEH SCHON MAL DEIN T-SHIRT AUS...



ICH TRAGE JETZT DIESES GEL HIER AUF... DAMIT BEKOMME ICH EIN BESSERES BILD VON DEINEM HERZEN.



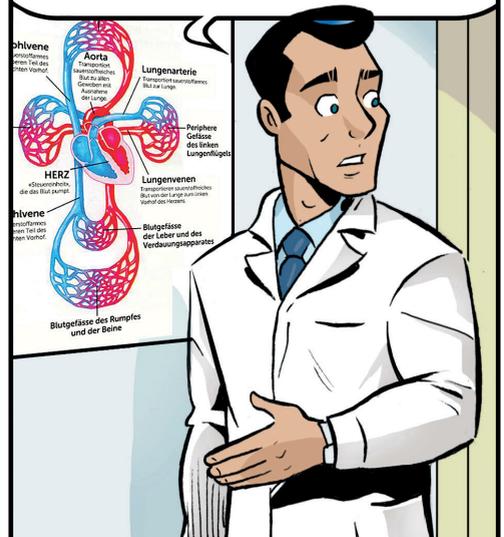
SO...



MAN VERSTEHT ES BESSER, WENN MAN SICH DEN BLUTKREISLAUF WIE DEN STRASSENVERKEHR VORSTELLT...

HIER GIBT'S EIN PROBLEM! DEIN HERZ HAT EIN LOCH ZWISCHEN DEM RECHTEN UND DEM LINKEN VORHOF...

WAS BEDEUTET DAS?



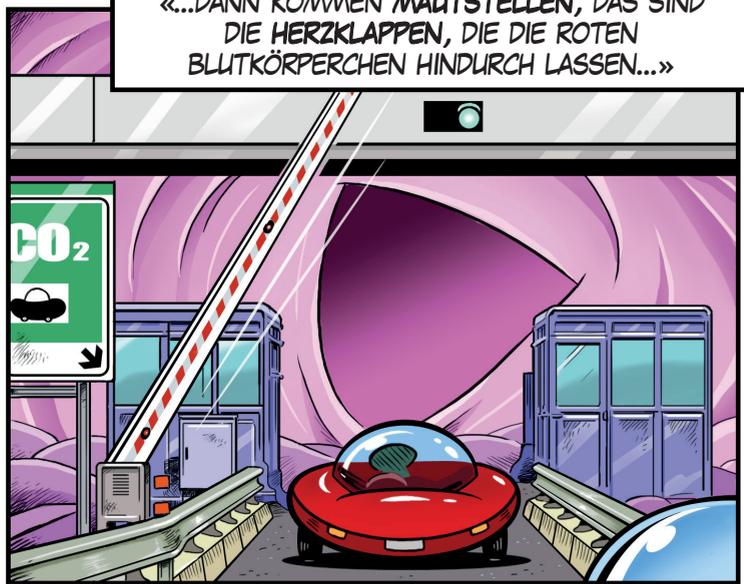
«NORMALERWEISE FAHREN DIE AUTOS, ALSO DIE ROTEN BLUTKÖRPERCHEN, ALLE AUF EINER FAHRBAHN...»



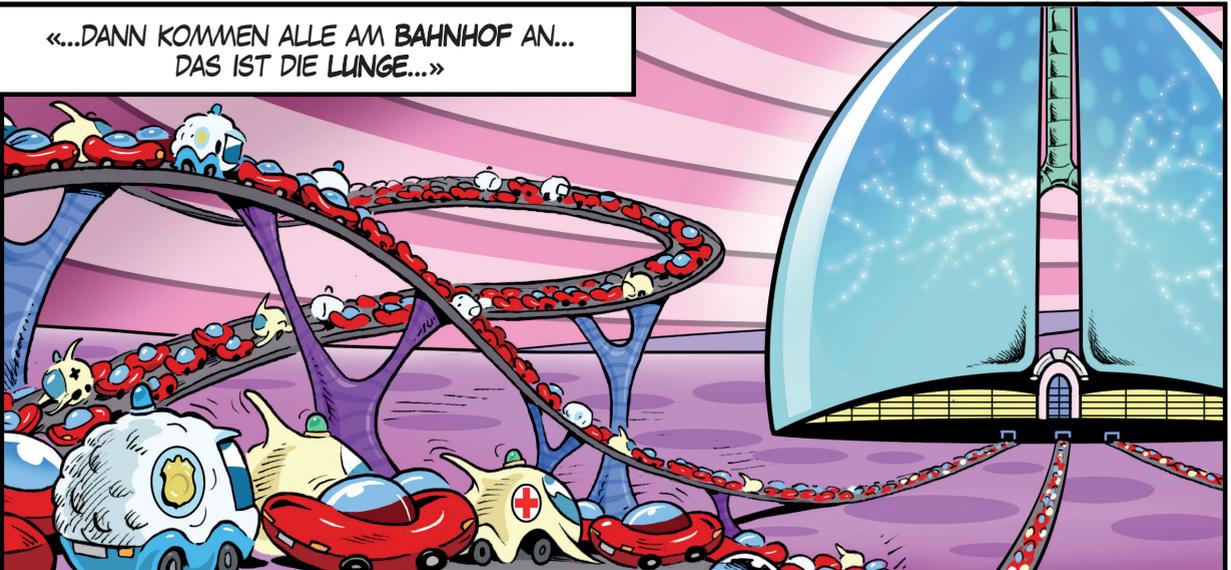
«...ZUERST KOMMEN SIE AN EINEM SCHILD MIT EINEM FÖTUS UND DER NABELSCHNUR VORBEI...»



«...DANN KOMMEN MAUTSTELLEN, DAS SIND DIE HERZKLAPPEN, DIE DIE ROTEN BLUTKÖRPERCHEN HINDURCH LASSEN...»



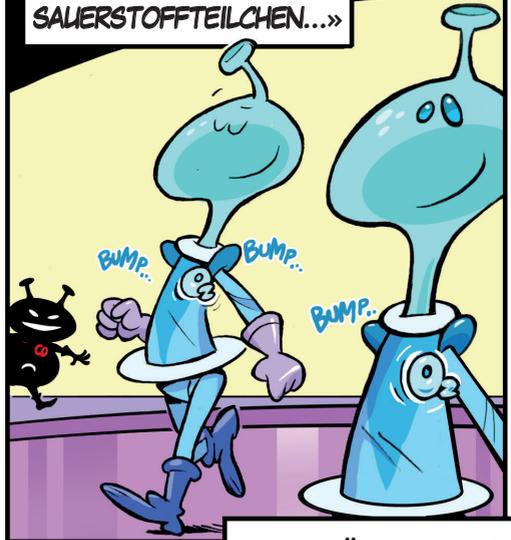
«...DANN KOMMEN ALLE AM BAHNHOF AN... DAS IST DIE LUNGE...»



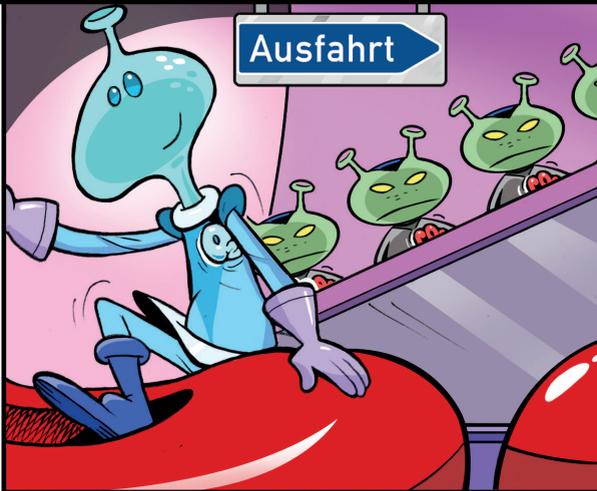
«...AM BAHNHOF GIBT ES EIN GETÜMMEL
VON AUSSERIRDISCHEN,
DEN KOHLENDIOXIDTEILCHEN...»



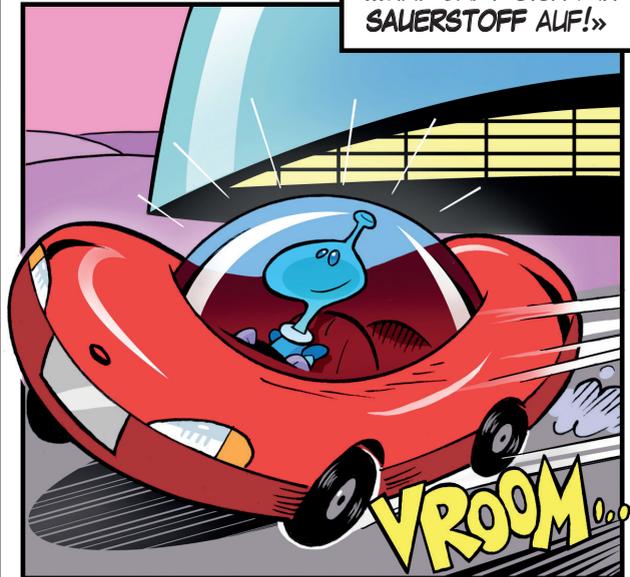
«...LUND
SAUERSTOFFTEILCHEN...»



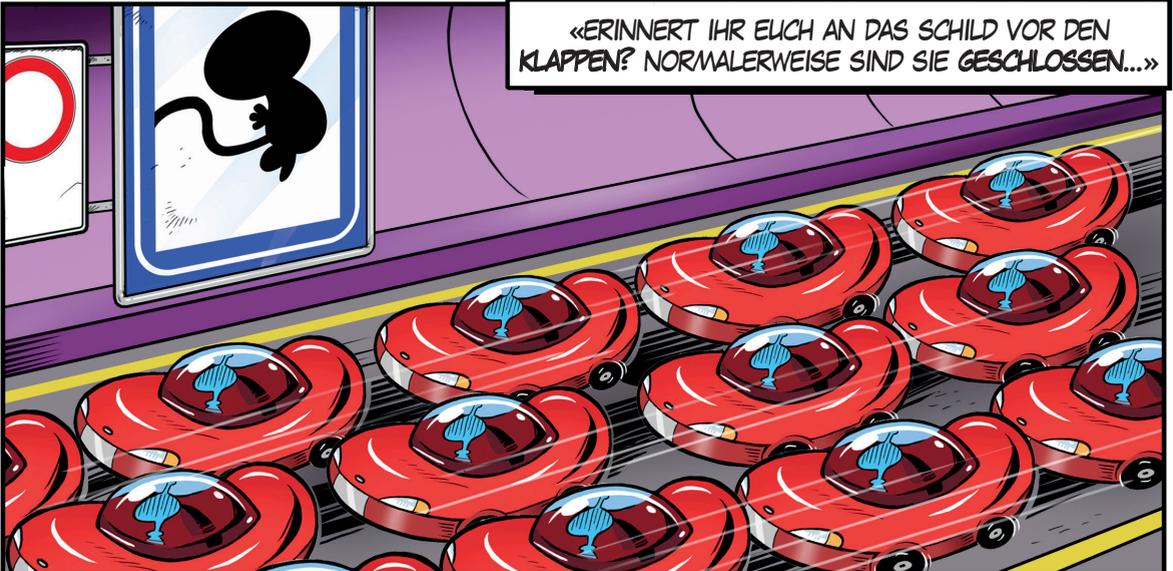
«...WENN DAS BLUT DIE LUNGE PASSIERT,
GIBT ES DAS KOHLENDIOXID AB...»



«...LUND LÄDT SICH MIT
SAUERSTOFF AUF!»



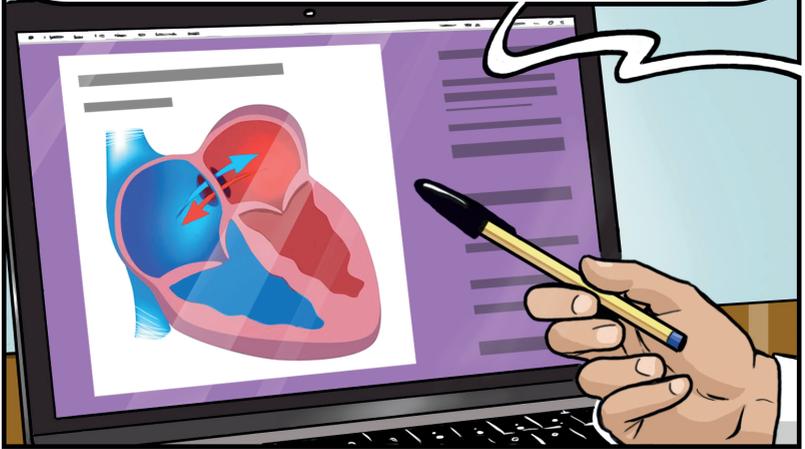
«ERINNERT IHR EUCH AN DAS SCHILD VOR DEN
KLAPPEN? NORMALERWEISE SIND SIE GESCHLOSSEN...»



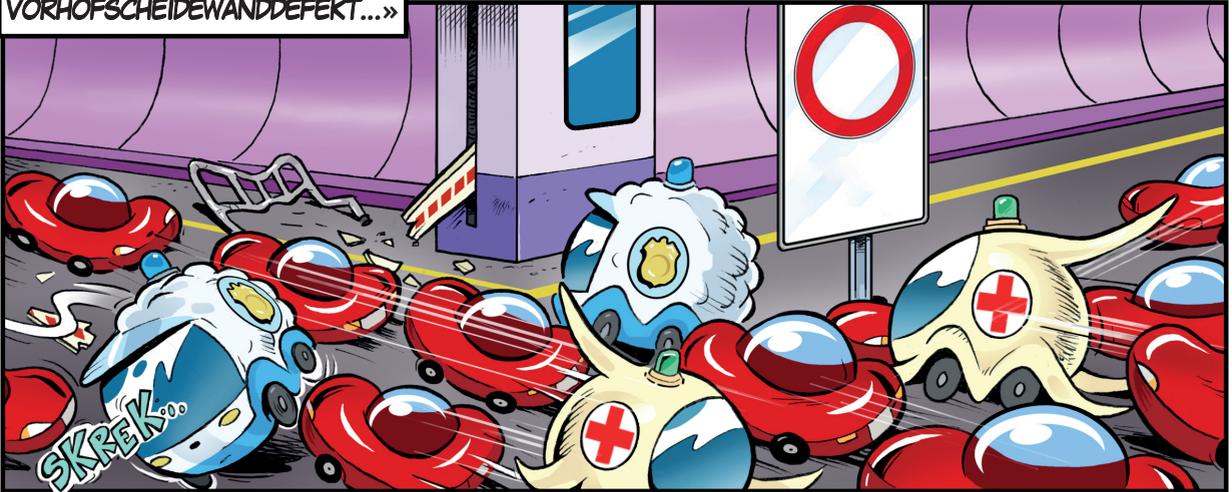
WENN DER FÖTUS GRÖßER WIRD, SCHLIESST SICH DIESES «LOCH», SODASS DAS SAUERSTOFFREICHE BLUT VON DEM KOHLENDIOXIDREICHEN BLUT GETRENNT WIRD...



WENN SICH DAS LOCH NICHT VERSCHLIESST, VERMISCHT SICH EIN TEIL DES BLUTES, DAS BEREITS DIE LUNGE PASSIERT HAT UND SICH WIEDER MIT SAUERSTOFF AUFGELADEN HAT, MIT DEM KOHLENDIOXIDHALTIGEN BLUT UND PASSIERT DIE LUNGE EIN ZWEITES MAL, SODASS DIE RECHTE HERZKAMMER EIN GRÖßERES BLUTVOLUMEN PUMPEN MUSS...



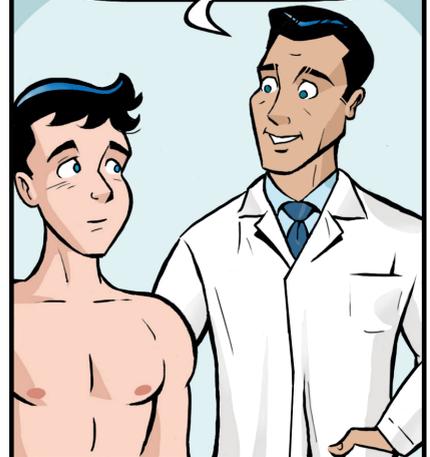
«...DIESE DEFORMATION NENNT MAN VORHOFSCHEIDEWANDEFEKT...»



OFT BEMERKEN DIE PATIENTEN, DIE DIESEN DEFEKT HABEN, GAR NICHTS. WENN DER DEFEKT ABER GRÖßER WIRD, KANN ES PASSIEREN, DASS MAN BEIM LAUFEN KEINE LUFT MEHR BEKOMMT... DANN FÜHRT MAN BESSER EINE OPERATION DURCH, UM DIESEN FEHLER ZU BEHEBEN!



...ABER ES BESTEHT KEINE EILE. WIR MACHEN DAS IN UNGEFÄHR EINEM MONAT.



EINEN MONAT SPÄTER...

ICH BRINGE
DEN JUNGEN JETZT
IN DEN OP...

ES WIRD DOCH
ALLES WIEDER
GUT, ODER?

JA... MACHEN SIE
SICH KEINE SORGEN...
IHR SOHN IST IN
GUTEN HÄNDEN!

SPÄTER...

WIR SIND
FERTIG... WIR
KÖNNEN
ZUMACHEN!

KURZE ZEIT
SPÄTER...

ER WACHT
AUF...

HALLO, SCHATZ...
WIE FÜHLST
DU DICH?

JA, LIEBLING, KASPER WACHT AUS DER NARKOSE AUF... ICH GRÜSSE IHN VON DIR... WIR SEHEN LINS ZU HAUSE... ICH KOMME, SOBALD ICH MIT DEM CHIRURGEN GESPROCHEN HABE.



DA BIN ICH!

DAS WAR SEIN VATER... ER WOLLTE WISSEN, OB ALLES GUTGEGANGEN IST...



ABSOLUT! IHR SOHN WIRD EINE WOCHE IM KRANKENHAUS BLEIBEN MÜSSEN, DAMIT ER SICH VOLLSTÄNDIG ERHOLEN KANN, DANN KANN ER NACH HAUSE GEHEN...



...UND DU KANNST DEIN LEBEN DANACH GANZ NORMAL WEITERFÜHREN, JÜNGER MANN!

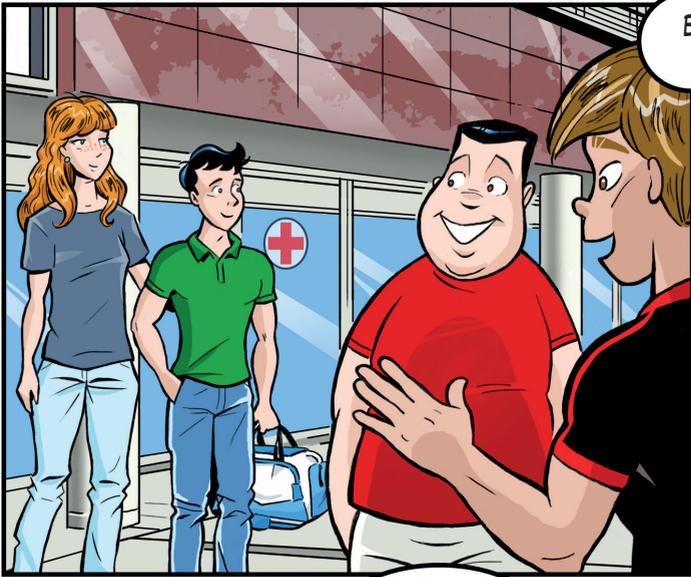


DANKE, DOKTOR... SIE HABEN MIR SO GEHOLFEN... ICH KANN ES KAUM ERWARTEN, WIEDER MIT DEM TRAINING ANZUFANGEN...



ABER KLAR... DU WIRST SCHNELLER LAUFEN KÖNNEN ALS VORHER!





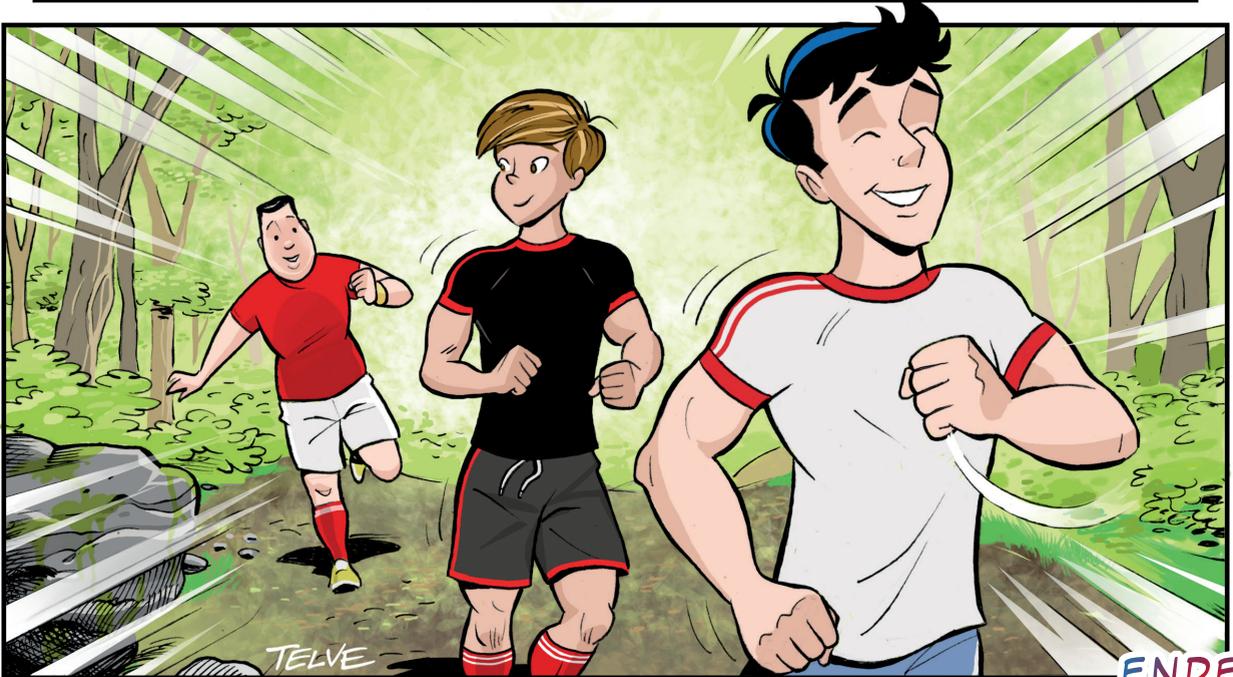
BEREIT FÜR EINEN SCHÖNEN LAUF?

NA KLAR! ICH KANN ES KALM ERWARTEN!



NA DANN LOS!

GEH NUR, SCHATZ!



TELVE

ENDE



Acetylcholin Von unserem Organismus produzierte Substanz, die für die Übertragung des Zentralnervensystems als auch des peripheren Nervensystems verantwortlich ist. Einer der wichtigsten Neurotransmitter. Kontrolliert die Bereiche des Gehirns, die für Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Lernen zuständig sind. Verlangsamt die Herzfrequenz und verringert die Kontraktionsfähigkeit des Herzmuskels.

Amygdala Kleine ovale Formation aus grauer Substanz, die im vorderen Teil des medialen Temporallappens der beiden Hirnhälften liegt. Ist mit dem Hippocampus und dem paraventriculären Nukleus verbunden, die die Reaktion des autonomen Nervensystems auf verschiedene Arten von physischem und psychischem Stress regulieren. Wird durch negative Emotionen aktiviert, sie erzeugt unmittelbare Reaktionen auf Angstgefühle und trägt zur Nachstellung von Erinnerungen bei, die mit negativen Emotionen verbunden sind. Positive Emotionen neigen hingegen dazu, die Aktivierung der Amygdala zu verringern.

Atrioventrikularknoten Anatomische Struktur, die zusammen mit dem Sinuatrialknoten (SA), dem His-Bündel und den Purkinje-Fasern zum elektrischen Leitungssystem des Herzens gehört. Er soll den elektrischen Impuls beim Übergang vom Vorhof zum Ventrikel verzögern.

Autonomes Nervensystem Teil des peripheren Nervensystems und unabhängig von unserem Willen. Reguliert alle Aktivitäten der inneren Organe (z. B. Herz, Lunge, Darm) und einiger Muskeln. Es ist in zwei Zweige unterteilt: das sympathische System und das parasympathische System, die entgegengesetzt wirken.

Elektroencephalogramm (EEG) Diagnostische Untersuchung, bei der mit einigen auf der Kopfhaut angebrachten Elektroden die elektrische Aktivität des Gehirns gemessen und in Form von mehreren Wellen auf einem Bildschirm wiedergegeben wird.

Elektrokardiogramm (EKG) Diagnostische Untersuchung, bei der die elektrische Aktivität des Herzens während seiner Tätigkeit aufgezeichnet und grafisch dargestellt wird. Liefert Informationen über Herzrhythmus, Herzfrequenz und das Vorliegen einer Herzerkrankung.

Ganglion Nervenstruktur, die zum peripheren Nervensystem gehört und wie eine kleine, runde Wulst aussieht, die entlang der Nervenbahnen liegt.

GDF15 (Growth/differentiation factor 15). Vor Kurzem entdecktes Hormon, das vom Herzen von Kindern mit schweren angeborenen Herzerkrankungen übermässig produziert wird. Zirkuliert im Blut und hemmt die Wirkung des Wachstumshormons, was zu einer Wachstumsverzögerung führt.

Herzfrequenz Anzahl der Schläge, die das Herz innerhalb einer Minute macht (bpm). Variationen der Herzfrequenz hängen von den vom Herzen empfangenen Nervenreizen, von chemischen Stoffen (Noradrenalin usw.) und von der Reaktion des Herzens auf physiologische Schwingungssignale ab, von denen die wichtigste die Atemtätigkeit ist. Die Ruheherzfrequenz eines Erwachsenen beträgt etwa 60-90 Schläge pro Minute. Bradykardie ist definiert als das Vorhandensein eines langsamen Herzschlags von in der Regel weniger als 60 Schlägen pro Minute. Von Tachykardie wird hingegen gesprochen, wenn die Herzfrequenz über 100 Schläge pro Minute liegt.

Hippocampus Struktur des Gehirns, die sich innerhalb des Temporallappens befindet. Reguliert zusammen mit dem paraventriculären Nucleus (im Hypothalamus gelegen) die Reaktion des autonomen Nervensystems auf verschiedene Arten von physischem und psychischem Stress.

Hormon	Eine im Körper produzierte chemische Substanz, die in den Blutkreislauf abgegeben wird und Reaktionen in Zellen auslöst, die sich in unterschiedlicher Entfernung von ihrem Produktionsort befinden.
Hypothalamus	Struktur des zentralen Nervensystems zwischen den beiden Hirnhälften. Umfasst zahlreiche Kerne, die periphere autonome Mechanismen, die endokrine Aktivität und verschiedene somatische Funktionen wie Thermoregulation, Schlaf, Wasser-Salz-Gleichgewicht und Nahrungsaufnahme regulieren und kontrollieren.
Inselrinde	Teil der Grosshirnrinde zwischen Temporal- und Frontallappen. Ist an der Erzeugung des mentalen Bildes des eigenen körperlichen Zustands beteiligt, was einen wichtigen Einfluss auf den emotionalen Grundzustand hat.
Kardiomyopathie	Erkrankung, die den Herzmuskel beeinträchtigt und die Leistungsfähigkeit des Herzens verringert, das dann Mühe hat, Blut in den Rest des Körpers zu pumpen.
Magnetokardiogramm	Instrument zur Messung der durch die elektrische Aktivität des Herzens erzeugten Magnetfelder.
Magnetresonanztomographie	Nicht invasive diagnostische Untersuchung, die mit Hilfe von Magnetfeldern detaillierte Bilder vom Inneren des menschlichen Körpers (innere Organe, Skelett, Gelenke usw.) liefert.
Medulla oblongata	Lateinischer Name des Markhirns, auch verlängertes Rückenmark genannt. Der am weitesten hinten gelegene Teil des Hirnstamms, der sich oberhalb des Rückenmarks befindet. Wird von Nervenfaserbündeln gebildet, die das Knochenmark mit dem Gehirn verbinden, und hat die Form eines umgekehrten Kegels. In der <i>Medulla oblongata</i> befinden sich die parasympathischen Neuronen, die an der Kontrolle der Herzfunktion beteiligt sind.

-
- Myokard** Muskelgewebe des Herzens, bildet die Struktur der Wände und lässt es als Pumpe arbeiten. Besteht zu 70% aus Muskelfasern und zu 30% aus Gefäßen und Bindegewebe.
-
- Neuriten** Sensorische Nervenzellen des Herzens, die durch verschiedene physikalische und chemische Reize aus dem Herzen selbst (Herzfrequenz, Druck, chemische Stoffe) sowie aus anderen Teilen des Körpers aktiviert werden.
-
- Neuron** Nervenzelle, die für die Produktion und den Austausch von Signalen verantwortlich ist. Bildet zusammen mit den Nervenfasern das zentrale Nervensystem.
-
- Neuropeptid** Kleines Molekül mit Proteincharakter, das von Nervenzellen als Reaktion auf einen Reiz verarbeitet und zirkuliert wird. Seine Aufgabe ist die Übertragung oder Modulation von Nervensignalen.
-
- Noradrenalin** Hormon und einer der wichtigsten Neurotransmitter. Aktiviert die Beta-1-Adrenozeptoren des Herzens, die den Herzrhythmus beschleunigen und gleichzeitig die Kontraktionsfähigkeit des Herzmuskels erhöhen. Wirkt direkt auf das sympathische Nervensystem, indem es die Reaktion bestimmter Funktionen (Herzschlag, Atmung) bei Stress oder Gefahr reguliert. Veranlasst körperliche und geistige Wachsamkeit und reguliert die Stimmung.
-
- Oxytocin** Hormon, das vom Hypothalamus produziert und von der Hypophyse ausgeschüttet wird. Seine Ausschüttung nimmt bei Frauen in der letzten Phase der Schwangerschaft und bei der Geburt zu und stimuliert die Muskelkontraktion der Gebärmutter. Ausserdem löst es die Abgabe von Muttermilch während der Stillzeit aus. Wird auch als «Kuschelhormon» bezeichnet, weil seine Produktion bei beiden Geschlechtern durch liebevollen Körperkontakt, Geschlechtsverkehr oder auch nur durch den Anblick eines geliebten Menschen oder kleiner Kinder oder durch das Hören von Musik angeregt wird.
-

Para-sympathisches System Einer der beiden Zweige, in die das autonome Nervensystem unterteilt ist. Verlangsamt die Herzschläge und reduziert die Herzkontraktion, wodurch ein erweiternder Effekt auf die arteriellen Gefäße und den Darm ausgeübt wird.

Para-ventrikulärer Nukleus Ansammlung von Zellen des Hypothalamus. Enthält verschiedene Arten von Neuronen, die durch Belastungsreize und/oder physiologische Veränderungen aktiviert werden.

Peripheres Nervensystem Bildet zusammen mit dem zentralen Nervensystem das «Nervensystem». Setzt sich aus Rezeptoren und Nerven zusammen, sendet Informationen von innerhalb und ausserhalb des Körpers an das zentrale Nervensystem und leitet gleichzeitig zentral verarbeitete Nervenreize an die Peripherie weiter.

Präfrontaler Cortex Vorderer Teil des Frontallappens des Gehirns, der sich vor dem primär-motorischen Cortex und dem prämotorischen Cortex befindet. Zusammen mit anderen Hirnstrukturen (Inselrinde, Amygdala, Hypothalamus usw.) bildet er das Kontrollzentrum, das die Kommunikation zwischen Herz und Gehirn regelt.

Resonanz-atmung Atmungsmodus, der zu besonders breiten und harmonischen Schwingungen in der Variabilität des Herzrhythmus führt.

Rückenmark Eine empfindliche, röhrenförmige Struktur in der Wirbelsäule, die zum zentralen Nervensystem gehört. Besteht aus Nervenfasern, die Informationen vom Gehirn zu anderen Organen und anderen Teilen des Körpers und umgekehrt transportieren.

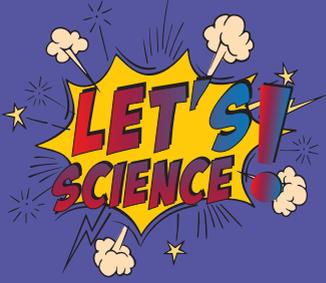
Sinuatrial-knoten Anatomische Struktur, die zusammen mit dem Atrioventrikularknoten (AV), dem His-Bündel und den Purkinje-Fasern zum elektrischen Leitungssystem des Herzens gehört. Wird auch als physiologischer Schrittmacher bezeichnet, weil er den Herzrhythmus bestimmt. Seine Funktion wird von den sympathischen und parasympathischen Impulsen, die er empfängt, also von der Hirnaktivität beeinflusst.

Sympathisches System Einer der beiden Zweige, in die das autonome Nervensystem unterteilt ist. Beschleunigt den Herzschlag und erhöht die Herzkontraktion, wodurch auch andere Organe (z. B. die arteriellen Gefäße und der Darm) eingengt werden; es kann einen höheren Blutdruck verursachen.

Thrombus Blutgerinnsel, das sich in arteriellen oder venösen Blutgefäßen oder in den Herzhöhlen bildet und die normale Blutzirkulation behindert.

Vorhof Die Vorhöfe (rechter und linker) sind die beiden oberen Hohlräume des menschlichen Herzens und befinden sich oberhalb der beiden Ventrikel; sie werden durch die Herzscheidewand getrennt.

Zentrales Nervensystem Bildet zusammen mit dem peripheren Nervensystem das «Nervensystem». Besteht aus den Nervenzellen und Nervenfasern, die sich im Gehirn (geschützt durch die Schädeldecke) und im Rückenmark (in der Wirbelsäule enthalten) befinden. Es hat die Aufgabe, Informationen aus anderen Organen und der Umwelt zu überwachen und zu verarbeiten; daraus erzeugt es die am besten geeigneten Reaktionen und leitet sie an den Rest des Körpers weiter.



Das systemische Verständnis des menschlichen Körpers lässt sich nicht auf detaillierte Kenntnisse über die Funktionsweise seiner einzelnen Teile reduzieren, sondern auf die Interaktionen, die zwischen diesen Teilen stattfinden.

Das Herz ist also nicht nur eine Muskelpumpe, die sauerstoffreiches Blut durch den Körper pumpt; es ist ein viel komplexeres Organ, das mit dem Gehirn und anderen Organen interagiert. Das Gehirn wiederum sendet ständig Signale an das Herz.

Von dieser komplexen Herz-Hirn-Verbindung hängt unser körperliches und emotionales Wohlbefinden ab.

Giuseppe Vassalli, Fondazione Cardiocentro Ticino, Lugano; Foundation for Cardiovascular Research and Education (FCRE), Lugano; Facoltà di Scienze Biomediche, Università della Svizzera Italiana (USI); Medizinische Fakultät, Universität Zürich.

Dieses Buch beinhaltet den Comic

Herzensangelegenheiten

Texte der Schüler der Klasse 3C
der Sekundarschule Tesserete,
Tessin/Schweiz.

Zeichnungen von Alessandro Telve
für die Scuola Romana dei Fumetti.