

Dr. Randoll Institut 

Gemeinnützige Gesellschaft für
Matrix-Forschung und -Lehre mbH

Dr. med. Ulrich G. Randoll
Prof. Dr. rer. nat. med. habil. Rainer Breul

Die Matrix-Rhythmus- Therapie und das lymphatische System

Hintergrund für Therapeuten und Patienten

Herausgeber Dr. Randoll Institut
Gemeinnützige Gesellschaft für
Matrix-Forschung und -Lehre mbH

Adresse D-81241 München
Lortzingstraße 26
Tel.: +49 89 76 75 40 50
Fax: +49 89 76 75 40 51

Webseite www.dr-randoll-institut.de
E-Mail info@dr-randoll-institut.de

© Copyright Dr. Randoll Institut
Gemeinnützige Gesellschaft für
Matrix-Forschung und -Lehre mbH

Nachdruck und Reproduktion jeder Art, auch auszugsweise,
nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers.

Ausgabe 2019
1. Auflage
Schutzgebühr € 5,-

Dr. med. Ulrich G. Randoll
Prof. Dr. rer. nat. med. habil. Rainer Breul

Die Matrix-Rhythmus-Therapie und das lymphatische System

Hintergrund für Therapeuten und Patienten

Vortragsmanuskript zum 21. Internationalen Matrix Kongress 2018
in den Poseidon Gärten auf Ischia, 23.–28. September 2018.

*Systemische Medizin durch zellbiologische Regulation
auf der Basis des Matrix-Konzeptes.*

Mitwirkender Forscher:
Dr. Jonathan B. Tennenbaum PhD,
Universität von Kalifornien, USA

Inhalt

Vorwort	5
Alles ist im Fluss: Die Organisation des lymphatischen Systems	7
Das glymphatische System	15
Lymphatische Organe	18
Wie die Qualität der zellulären Umgebung erhalten wird	19
„Abfallbeseitigung“ und „Recycling“	21
„Hochwasserschutz“	23
Filtern, Sortieren und Aufbereitung in den Lymphknoten	24
Transportnetzwerk und „Informationsautobahn“ für das Immunsystem	27
Lymphatische Pumpen und die Rolle der Rhythmen	29
Die Rolle der Mikrovibrationen	33
Verhärtung und Versteifung des Gewebes: Feinde des Lymphsystems	35
Verhärtung durch Kontraktionsrückstände	36
Der Circulus vitiosus der lymphatischen Dysfunktion	39
Der Einfluss des sympatho-vagalen Verhältnisses auf das Lymphsystem	40
Das glymphatische System und der Schlaf: das Geheimnis eines gesunden Gehirns?	44
Die Matrix-Rhythmus-Therapie: ein wirksames Mittel zur Wiederherstellung einer gesunden lymphatischen Funktion	47
Die multidimensionale Heilwirkung der Matrix-Rhythmus-Therapie auf das Lymphsystem	56
Ihr Institut für gemeinsame Forschung und Lehre zur Optimierung der Zell-Logistik	62

Liebe Leserin, lieber Leser,

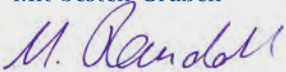
Die entscheidende Bedeutung des lymphatischen Systems für alle Aspekte von Gesundheit und Krankheit wurde lange Zeit unterschätzt. Neben dem Herz-Kreislauf-System und dem Nervensystem ist das lymphatische System (kurz: Lymphsystem, LS) ein wesentlicher Bestandteil der Basisinfrastruktur des Körpers. Zu seinen Funktionen gehören die Entsorgung, Aufbereitung und Wiederverwertung von Abfallstoffen, Ableitung überschüssiger Flüssigkeit sowie Unterbringung und Transport von Immunzellen. Gleichzeitig dient es als wesentlicher Kommunikationskanal innerhalb des Immunsystems. Das Wohlbefinden jeder Zelle im Körper hängt direkt oder indirekt vom LS ab. Es überrascht nicht, dass die meisten, wenn nicht alle chronischen Erkrankungen und Zustände mit Fehlfunktionen des LS in Verbindung stehen.

Die Wiederherstellung und Aufrechterhaltung eines gut funktionierenden lymphatischen Systems muß bei jeder Strategie zur Behandlung chronischer Erkrankungen im Vordergrund stehen. Hier bietet die Matrix-Rhythmus-Therapie eines der leistungsfähigsten Werkzeuge. Warum? Die Wirksamkeit der Matrix-Rhythmus-Therapie hängt von einer Reihe von Faktoren ab, die auf verschiedenen Ebenen des Organismus symbiotisch wirken. Um sie zu verstehen, muss man zuallererst ein tiefes, prozessorientiertes Verständnis des Lymphsystems selbst erlangen.

Unser besonderer Dank gilt Dr. J. Tennenbaum. Widersprüchliche – auch wissenschaftlich veröffentlichte – Ansichten konnte er durch kritisches Hinterfragen und durch Literaturrecherche aufklären. Als „Sparring-partner“ hat er so wesentlich zum Gelingen sowohl der deutschen als auch englischen Ausgabe der vorliegenden Arbeit beigetragen.

Ich wünsche Ihnen Erkenntnisgewinn und Spaß bei der Lektüre.

Mit besten Grüßen



Dr. Ulrich G. Randoll

Vorstand und wissenschaftlicher Leiter des Instituts

P. S. Auf der letzten Innenseite finden Sie eine Kopiervorlage für die Anforderung von Informationen zu den Aktivitäten des Instituts.

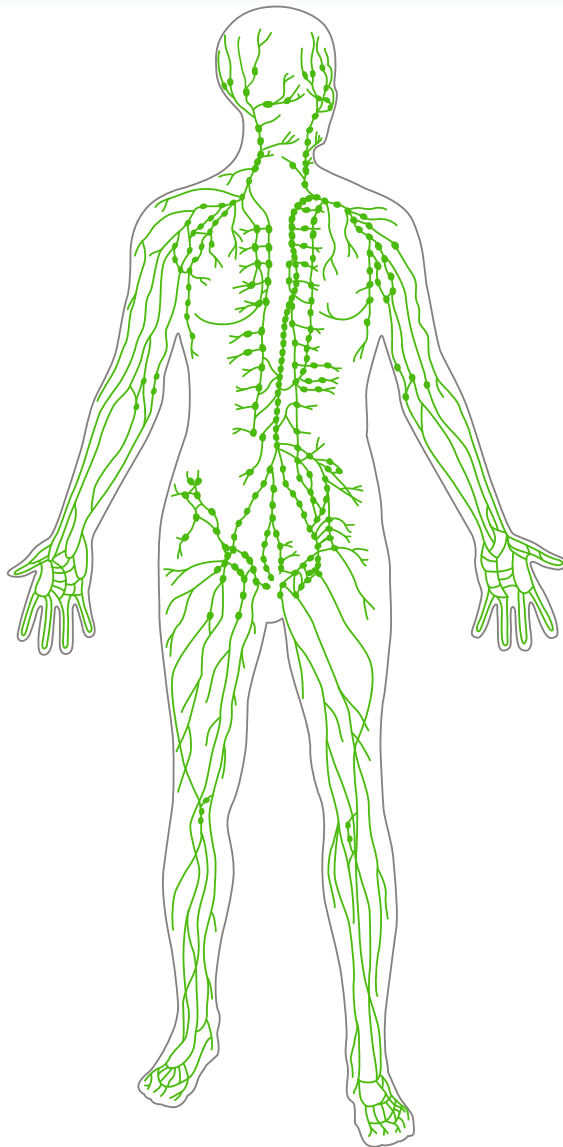
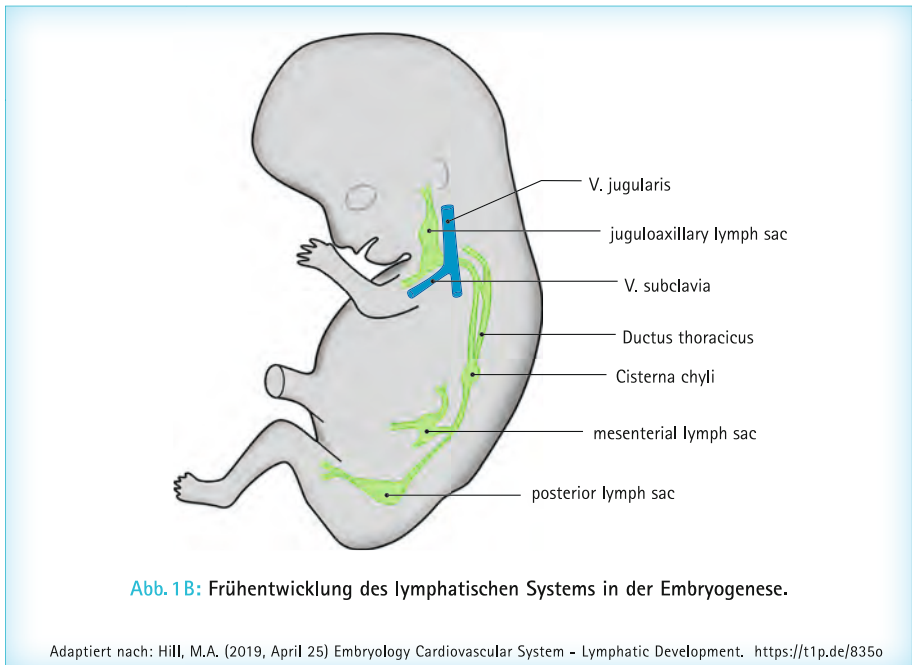


Abb. 1 A: Lymphatisches System eines Erwachsenen.

Alles ist im Fluss: Die Organisation des lymphatischen Systems

Das lymphatische System ist ein weit verzweigtes Netzwerk, bestehend aus Gefäßen und Knoten, welches Flüssigkeit (Lymphe) aus den Geweben des Körpers absorbiert bzw. absaugt, sammelt, filtert, verarbeitet und schließlich in die Blutzirkulation zurückführt (Abb. 1A). Verglichen mit der Menge des täglich in unserem Organismus transportierten Blutes ist die Lymphflüssigkeit sehr gering. Sie beläuft sich auf ca. 3 l/Tag, was etwa 0,04 % der vom Herzen durch den Kreislauf beförderten Blutmenge von annähernd 8000 l/Tag entspricht. Qualitativ sind aber der Transport und die Verarbeitung der Lymphe durch das lymphatische System für den Organismus lebenswichtig.



Das LS wird früh in der Embryonalentwicklung angelegt (Abb. 1B). Drei bis vier Wochen nach der Bildung erster Blutgefäße beginnt die Entwicklung des Lymphgefäßsystems in Form von Lymphsäcken, die aus benachbarten Venen hervorsprossen. Aus den Lymphsäcken sprossen wiederum Lymphgefäße aus. In ihrem Wachstum und ihrer Ausbreitung folgen die so entstandenen Lymphgefäße weitgehend dem Verzweigungsmodus von Arterien und Venen. Obwohl das Grundgerüst des lymphatischen Systems bei der Geburt schon vorhanden und funktionsfähig ist, entwickelt sich das LS bis in die Pubertät weiter, und die Bildung neuer mikroskopischer Lymphkapillaren (Lymphangiogenese) **kann in beliebigem Alter stattfinden.**

Die in die Bahnen der Lymphgefäße eingebauten Lymphknoten sind nicht gleichmäßig verteilt, sondern auf einige Stellen des Körpers konzentriert. Ihnen wird die Lymphe einer Region bzw. eines oder mehrerer Organe zugeleitet. Somit können diese regionalen Lymphknoten ein ganzes entsorgungspflichtiges Gebiet überwachen.

Das Lymphsystem ist sehr raffiniert gebaut und es lohnt sich, seine Struktur genauer anzuschauen. Die wesentlichen Bauelementen des Systems sind:

- Lymphkapillare
- Lymphkollektoren als Sammelgefäße
- Lymphknoten
- prä- und postnodale Lymphgefäße, welche Lymphknoten mit Lymphe versorgen bzw. „verarbeitete“ Lymphe von Lymphknoten weiterleiten.
- Lymphstämme (trunci lymphatici).

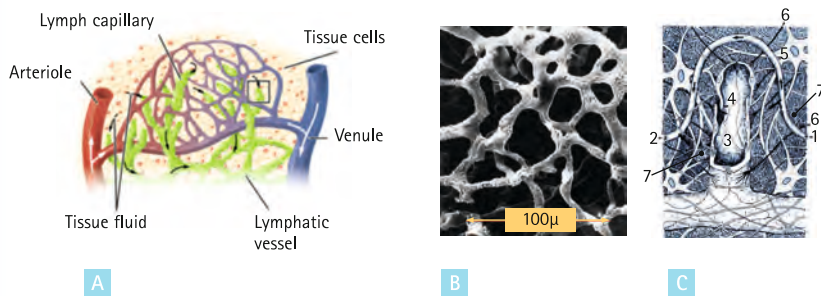


Abb. 2 A: Schema der arteriellen, venösen und lymphatischen Kapillaren im Gewebe.

B: Elektronenmikroskopische Aufnahme des Lymphkapillarnetzes. **C:** Endungen (Sakkula) des Lymphsystems (1. arterieller Arm des Kapillarkreislaufs; 2. venöser Arm des Kapillarkreislaufs; 3. lymphatische Kapillare; 4. lymphatischer Sakkula mit klappenartigen Öffnungen zwischen überlappenden Zellen; 5. Fibrozyten; 6. Verankerungsfilamente; 7. der Zwischenraum.)

Aus: Földi, Földi's Textbook of Lymphology, 3.Auflage 2012 © Elsevier GmbH, Urban & Fischer, München

Das sogenannte **glymphatische System** im Gehirn ist eine einzigartige, hochspezialisierte Komponente des lymphatischen Systems. Dessen Struktur, die sich vom übrigen System stark unterscheidet, wird weiter unten beschrieben.

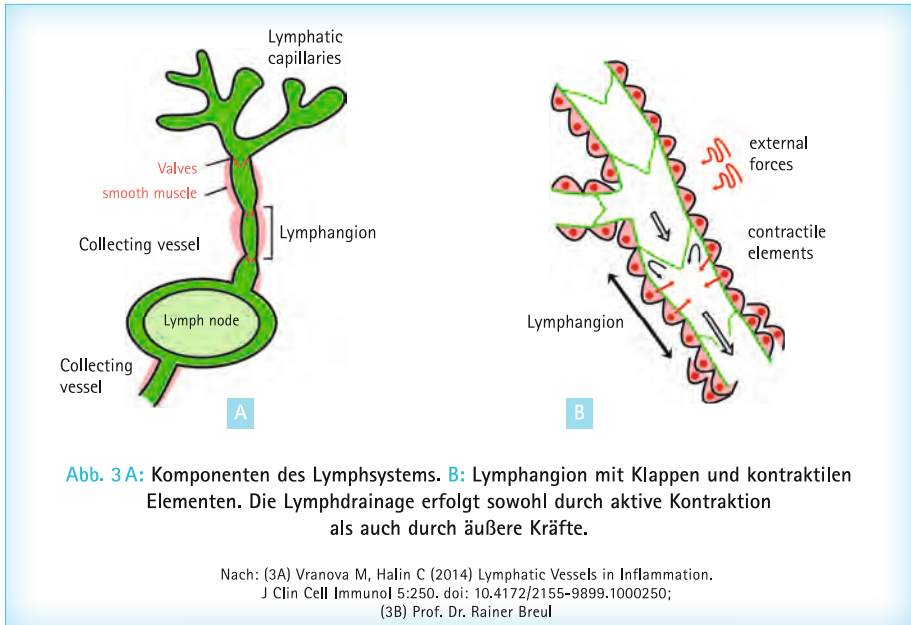
Kurz zuerst zu den oben erwähnten Bauelementen:

Die **Lymphkapillaren** formen im interstitiellen Bindegewebe ein feinmaschiges Kapillarnetz (Abb. 2 A B). Sie ziehen Flüssigkeit aus dem Raum zwischen den Zellen, genannt interzellulärer oder interstitieller Raum oder Interstitium. Dabei ist es wichtig zu wissen, dass jener Raum mit einem feinmaschigen Netzwerk von Makromolekülen – vor allem Kollagen und die sogenannten Proteoglykane – ausgefüllt ist, der sogenannten **extrazellulären Matrix**; und dass ein erheblicher Teil des Wassers, das die interstitielle Flüssigkeit hauptsächlich ausmacht, in dem makromolekularen Netz so eng gebunden ist, dass man von einer **gelartigen materiellen Einheit** reden kann. Die Eigenschaften der extrazellulären Matrix sind von entscheidender Bedeutung für

die Gesundheit des Organismus. Die Matrix muß einerseits durchlässig sein, damit der Stofftransport im Gewebe leicht erfolgen kann. Andererseits bestimmt die Matrix in hohem Grad die mechanischen Eigenschaften des Gewebes, sie unterstützt und schützt die Gewebezellen, die in der Matrix sozusagen zu Hause sind. Die Matrix muß elastische Eigenschaften haben und weder zu hart noch zu flüssig sein. Allgemein befindet sich die extrazelluläre Matrix im gesunden Gewebe in einer wechselhaften Balance zwischen festeren bzw. flüssigeren Zuständen (man spricht von *Gel-Sol-Übergänge*).

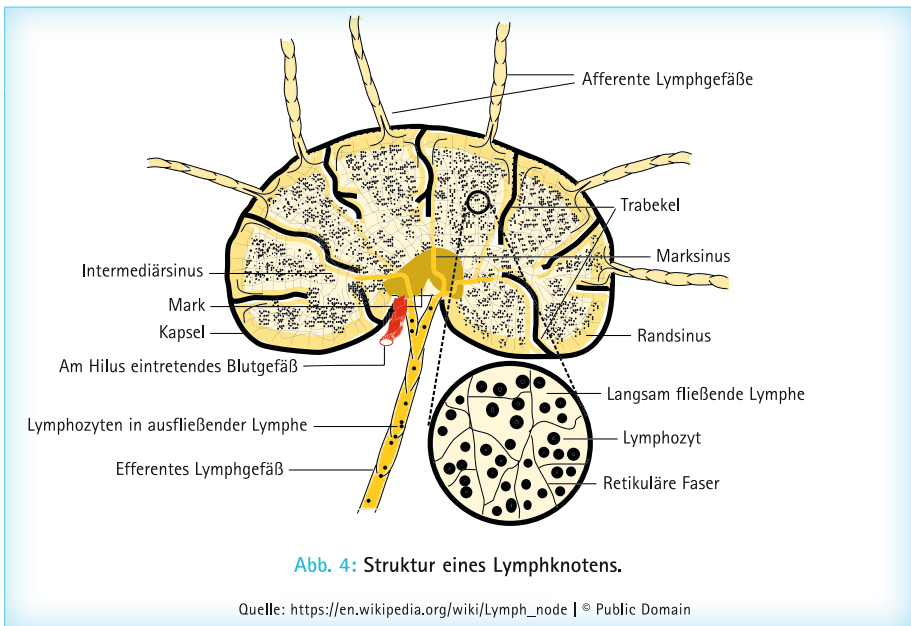
Flüssigkeit, die über die Lymphkapillaren in das lymphatische System fließt, wird **Lymph**e genannt. Man spricht von **Lymphbildung**. Obwohl die Lymphe ursprünglich aus interstitieller Flüssigkeit besteht, verändert sich ihre Zusammensetzung auf dem Weg durch das System, vor allem in den Lymphknoten, wo Lymphe „verarbeitet“ wird.

Die Lymphkapillaren sind an dem umgebenden Gewebe durch radial angeordnete kollagene und elastische Fasern befestigt. Sie beginnen als blind endende fingerförmige Ausbuchtungen (Abb. 2 C). Die Wand der Lymphkapillaren besteht aus einer Schicht sehr dünner Endothelzellen. Die Ränder der Endothelzellen sind durch zarte Kollagenfasern, die sogenannten Ankerfasern, mit dem umgebenden Bindegewebe verbunden. Die Ränder aneinandergrenzender Endothelzellen überlappen sich gegenseitig, wobei ein nach innen gerichtetes Flattern ermöglicht wird. Dadurch können sich die Lymphkapillaren spaltförmig öffnen, und die eiweißhaltige Flüssigkeit kann aus dem interstitiellen Gewebe in die Kapillare hineinströmen. Bei steigendem Innendruck legen sich die Endothelzellen aufeinander, verschließen die Kapillare und verhindern ein Austreten der Lymphe ins Interstitium. Dieser Klappenmechanismus sorgt wie ein Rückschlagventil dafür, dass aufeinander folgende Kompressionen und Expansionen der umgebenden Gewebe eine Saug-/Pumpwirkung ausüben: Flüssigkeit wird aus dem umgebenden Raum in die Lymphkapillare hinein gesogen und im Lumen weiter gepumpt.



Die **Lymphkollektoren** sind die nächst größeren Gefäße, in die kleine Lymphkapillaren einmünden. Sie sammeln Lymphe aus vielen benachbarten Lymphkapillaren und besitzen in ihrer Wand eine Basalmembran und kontraktile Elemente. Ihr Wandbau ähnelt dem kleineren Venen, sie haben aber dünnere Wände und einen größeren Innenraum (Lumen). Um einen gerichteten Lymphtransport zu gewährleisten, besitzen Lymphkollektoren vorn und hinten Klappen, die das Gefäß in Segmente unterteilen. Zwei aufeinanderfolgende Klappen und der dazwischen liegende Gefäßabschnitt bilden eine Einheit, die man als **Lymphangion** bezeichnet (Abb. 3). Die Lymphangione sind die funktionellen Teileinheiten der lymphatischen Kollektoren.

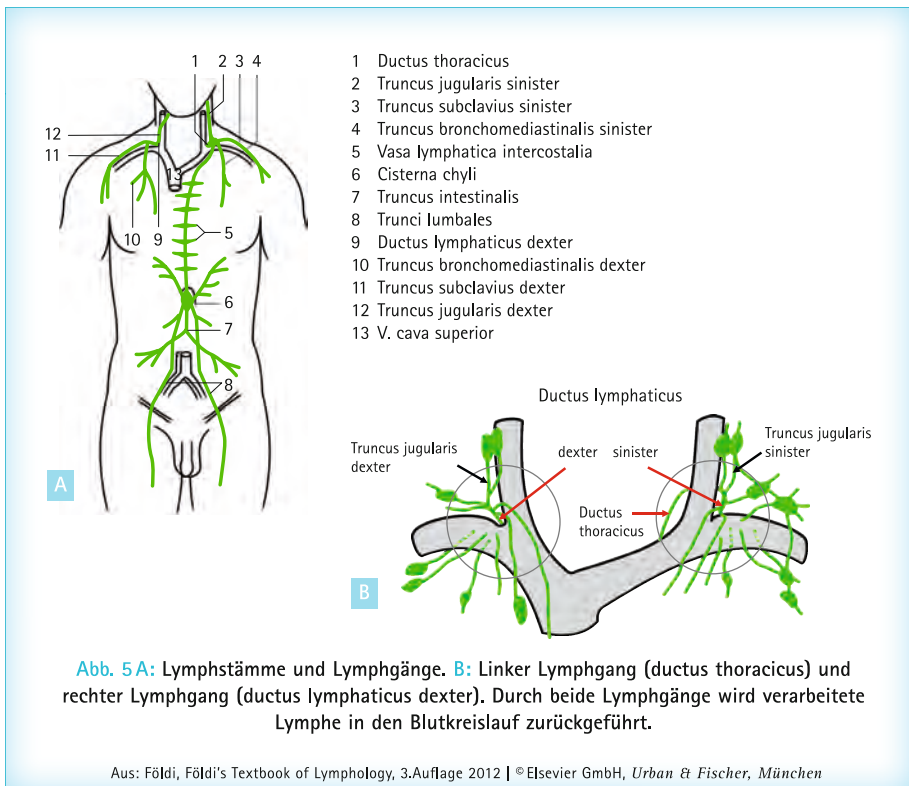
Jedes Lymphangion funktioniert durch rhythmisch aufeinanderfolgende Kontraktionen und Expansionen als eine kleine Pumpe. Diese Pulsationen werden durch ein synchrones Aktivieren von



kontraktilen Elementen in der Gefäßwand verursacht. Der Druck jeder Kontraktion bewirkt, dass sich die vordere Klappe des Gefäßabschnittes öffnet und die hintere Klappe schließt, wodurch Lymphe in Vorwärtsrichtung getrieben wird. Normalerweise erfolgen die Pulsationen der Lymphangione auf einer mehr oder weniger koordinierte Weise, ungefähr wie die peristaltische Bewegungen des Magen-Darm-Traktes. Damit wird die Lymphe durch die Kollektorgefäße und dazwischenliegende Lymphknoten bis hin zu den Venenwinkeln (siehe unten) aktiv transportiert. Die Pumpwirkung der Lymphangione ist von elementarer Bedeutung für die Drainage eines Entsorgungsgebiets. Beispielsweise auch für den Fettstoffwechsel: Über die Dünndarmmucosa werden Chylomikronen (Lipoproteinpartikel von 0,5 bis 1,0 μm Durchmesser und einer Dichte von unter 1,0 g/ml) resorbiert. Ihr Lipidkern enthält hauptsächlich Triacylglyceride sowie eine im Vergleich geringe Menge an Cholesterinestern. Über das Lymphsystem werden sie unter vollständiger Umgehung der Leber

weiter in den Ductus thoracicus transportiert und gelangen dann erst ins Blut.

Die **Lymphknoten**, die in dem Verlauf der Lymphbahnen in regelmäßigen Abständen eingebaut sind, sind die verarbeitenden Organe im lymphatischen Netzwerk (Abb. 4). Grundsätzlich gilt, dass kein Lymphgefäß eine Körperregion verlässt, ohne vorher einen vorgeschalteten Lymphknoten passiert zu haben. Der menschliche Körper hat etwa 500 Lymphknoten, von denen viele miteinander verbundene Cluster bilden. Dabei werden aus dem Gewebe abgelassene Abfälle und Partikel herausgefiltert oder abgebaut. Ein Teil der Lymphe wird



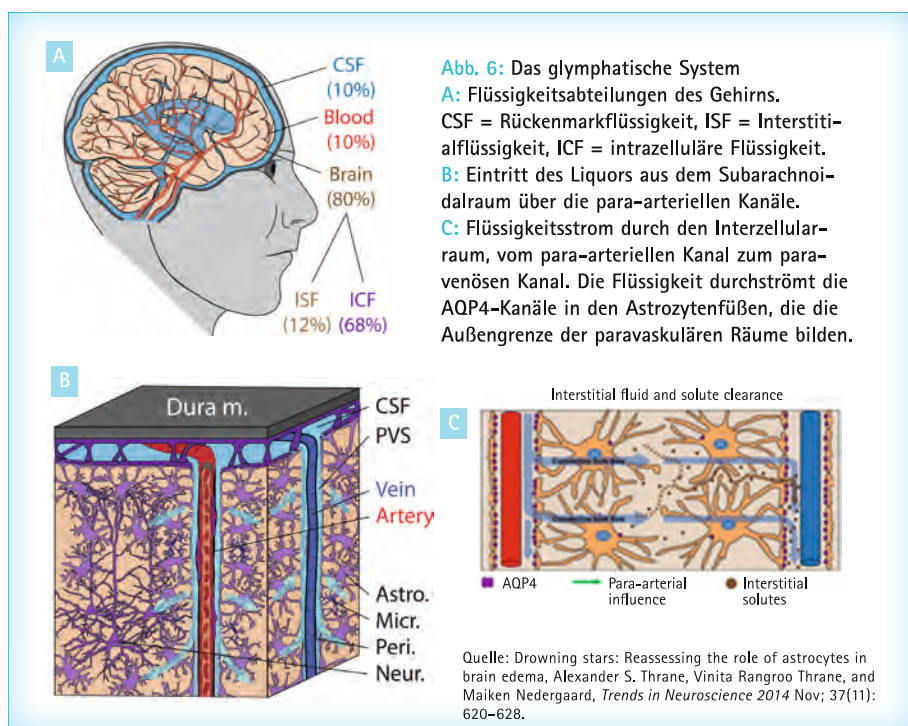
von einem speziell organisierten Netzwerk von Blutkapillaren in den Knoten aufgenommen. Die verbleibende Lymphe wird durch das Netz der regionalen Lymphknoten hindurch durch immer breitere Lymphgefäße in die Lymphstämme und von dort in den allgemeinen Kreislauf befördert.

Die **Lymphstämme (trunci lymphatici)** entstehen durch die Verbindung größerer Lymphgefäße (Abb. 5A). Sie laufen parallel zu den Blutgefäßen und münden in die zwei sogenannten Lymphgänge (Abb. 5B), den Hauptlymphgang (Ductus thoracicus) und den rechten Lymphgang (Ductus lymphaticus dexter). Diese beiden Hauptstämme des Lymphgefäßsystems ziehen zum linken bzw. rechten Venenwinkel und geben die Lymphe über die Vena subclavia in die Vena cava superior, welche venöses Blut vom oberen Körper zum Herz bringt, ab. Damit wird die Lymphe, die im Netzwerk der Lymphknoten verarbeitet wurde, zurück in den Blutkreislauf geführt.

Man sollte sich das Lymphsystem nicht als etwas völlig Fixiertes vorstellen. Das gilt besonders auf der mikroskopischen Ebene. Im Laufe der Zeit können sich neue Lymphkapillaren und Lymphgefäße bilden (Lymphangiogenese). Dies geschieht oft im Zusammenhang mit Entzündungen, auch nach Bestrahlungen, Verletzungen, Operationen sowie verschiedenen Krankheiten, einschließlich Krebs.

Das glymphatische System

Lange Zeit dachte man, dass das Gehirn kein Lymphsystem habe und dass die Entfernung von zellulären Abfallprodukten irgendwie durch Diffusionsprozesse stattfindet. Tatsächlich scheint die typische Morphologie der lymphatischen Kapillaren, Gefäße und Knoten völlig zu fehlen. Aber wie könnte das Gehirn, ein empfindliches Organ mit einem sehr intensiven Stoffwechsel, ohne ein gut entwickeltes Lymphsystem funktionieren? Nach vielen Jahren intensiver Untersuchungen entdeckte 2011–2013 eine Forschungsgruppe der University of Rochester, USA, das sogenannte **glymphatische System** (Abb. 6). Diese bemerkenswerte Struktur erfüllt die Funktionen eines Lymphsystems für das Gehirn und ist mit dem Lymphsystem des



restlichen Körpers verbunden. Der Name *glymphatisches System* wurde wegen der besonderen Rolle der Gliazellen vorgeschlagen, die neben den Neuronen die zweite große Zellgruppe im Gehirn bilden.

Das glymphatische System basiert auf der Kanalisierung von Flüssigkeit durch die sogenannten paravaskulären Räume (manchmal als Virchow-Robin-Räume bezeichnet, obwohl die Terminologie manchmal inkonsistent ist). Diese Räume entstehen dadurch, dass die Blutgefäße im Gehirn dicht von flachen Vorsprüngen oder *Endfüßen* von Gliazellen umgeben sind. Die spezifischen Gliazellen sind die **Astrozyten**, die nur im Zentralnervensystem (ZNS) vorkommen und das Netzwerk der Neuronen in vielerlei Hinsicht unterstützen. In der Tat ist ein einzigartiges Merkmal der ZNS-Vaskulatur, dass alle Arteriolen, Kapillaren und Venolen in ihrem Funktionsgewebe (dem Parenchym) von astrozytischen Endfüßen umschlossen werden. Ein winziger Spalt trennt die Außenwand jedes Blutgefäßes von der umgebenden Schicht dieser Astrozyten-Endfüße und bildet so einen zylindrischen Kanal, der über die gesamte Länge des Gefäßes verläuft. Die paravaskulären Kanäle sind weitgehend frei von Hindernissen und bilden ein zusammenhängendes Netzwerk, das sich über das gesamte ZNS erstreckt.

Das glymphatische System scheint wie folgt zu funktionieren: Die in den Ventrikeln des Gehirns produzierte Liquorflüssigkeit (Liquor) fließt in das Netz der paravaskulären Kanäle, die die Arterien des Gehirns (die **para-arteriellen Kanäle**) umgeben. Die Füße der Astrozyten, die die Außengrenze der paravaskulären Räume bilden, sind mit speziellen Strukturen – den sogenannten AQP4-Wasserkanälen – ausgestattet, die es der Flüssigkeit ermöglichen, beim Durchströmen der para-arteriellen Räume allmählich in das umgebende Gewebe zu gelangen und Teil der interstitiellen Flüssigkeit zu werden. Gleichzeitig wird über einen zweiten, **para-venösen Weg** ständig Flüssigkeit aus dem Hirngewebe abgelassen. Durch die Astrozytenhüllen gelangt sie in das Netz der para-venösen Kanäle, die entlang der Venen verlaufen und venöses Blut vom Gehirn zum Herzen transportieren. An der Stelle, an der diese Venen am

Hals ankommen, fließt die Flüssigkeit in die Gefäße des normalen Lymphsystems, wird verarbeitet und schließlich in den Blutkreislauf zurückgeführt. Nach vorliegenden Modellen werden diese Flüssigkeitsströme vor allem innerhalb des Schädels maßgeblich durch arterielle Pulsationen angetrieben, die den Liquor effektiv in die para-arteriellen Kanäle, durch das Gehirngewebe und in die paravenösen Kanäle pumpen. Neuere Studien zeigen, dass die zervikalen Lymphknoten ein wichtiges Zwischenziel und Verarbeitungszentrum für die „Gehirnlymphe“ sind.

Lymphatische Organe

Neben dem gerade beschriebenen Lymphsystem werden Knochenmark, Thymusdrüse, Milz, Blinddarm und Mandeln allgemein als **lymphatische oder lymphoide Organe** bezeichnet und in den Begriff *Lymphsystem* im weiteren Sinne aufgenommen. Was ihre Funktionen betrifft, so wird der Leser auf die Standardliteratur verwiesen. Soweit diese Organe nicht unmittelbar am Transport und an der Verarbeitung der Lymphe – den beiden Schwerpunkten dieses Textes – beteiligt sind, werden sie hier nicht behandelt, außer dass die Funktionen des Lymphsystems und der oben genannten Organe stark miteinander verbunden sind. Dies gilt vor allem für ihre Rolle im Immunsystem. Wie im Folgenden erläutert wird, dient das lymphatische Netzwerk als wichtiges Transportsystem, Reservoir und „Informationsautobahn“ den wichtigsten Akteuren des Immunsystems – den Lymphozyten –, deren Wachstum und Reifung hauptsächlich im Knochenmark und in der Thymusdrüse stattfindet. Hervorzuheben ist auch die komplementäre Beziehung zwischen der Milz und den Lymphknoten: erstere filtert das Blut, letztere die Lymphe. Sie ähneln sich auch in der Struktur.

Nach diesem kurzen Überblick über die Struktur des Lymphsystems, einschließlich seines lymphatischen Zweiges, ist es an der Zeit, dessen wesentliche Funktionen im Körper genauer zu betrachten. Warum spielt das Lymphsystem in der Medizin eine so entscheidende Rolle?

Wie die Qualität der zellulären Umgebung erhalten wird

Wie Claude Bernard und Rudolf Virchow bereits vor langer Zeit betonten, hängt die Gesundheit der Zellen und des Gewebes von der Qualität ihrer Umgebung im Körper ab. Claude Bernard sprach vom *inneren Milieu* (milieu intérieur) und Rudolf Virchow sprach von dem *Zellterritorium*, also der Region, welche die Zelle unmittelbar umgibt, die sich aus der extrazellulären Matrix zusammensetzt. Virchow machte die wichtige Beobachtung, dass Krankheiten häufig zuerst mit pathologischen Veränderungen in den Zellterritorien beginnen und sich erst später in den Zellen selbst manifestieren.

In Lehrbüchern liest man oft, dass die Hauptfunktion des Lymphsystems darin besteht, ein konstantes Gleichgewicht der Flüssigkeit (Homeostatis) im Gewebe aufrechtzuerhalten, indem überschüssige Flüssigkeit abgeleitet wird, die sich aus der Differenz zwischen der aus den arteriellen Kapillaren heraus diffundierenden Flüssigkeit und dem, was von den venösen Kapillaren resorbiert wird, ergibt. Dadurch wirkt das LS als „Flutkontrollmechanismus“ und wirkt der Tendenz entgegen, dass sich Flüssigkeit im Gewebe ansammelt (Ödem). **Aber die anderen Funktionen des Lymphsystems sind in gewisser Weise noch wichtiger für die Gesundheit des Organismus.** Abgesehen von seiner Schlüsselrolle bei der adaptiven Immunantwort (siehe unten) bildet das LS das Hauptsystem des Körpers für das Entfernen, Filtern und Recycling von Zellabfällen. Zusammen mit dem Kreislaufsystem bietet es eine wesentliche „Logistik“ für die Aufrechterhaltung von gesundem Gewebe. Seltsamerweise hat die Rolle des LS als „Abfallentsorgungssystem“ in der medizinischen Forschung und Praxis im Vergleich zu seinen anderen Funktionen relativ wenig Beachtung gefunden.

Grobe, lokalisierte Störungen des Flüssigkeitshaushaltes (Lymphödem) sind relativ leicht zu diagnostizieren, aber eine systemische Schwächung der Abfallentsorgungsfunktion des Lymphsystems, die häufig ohne ein offensichtliches Lymphödem auftritt, ist heimtückischer und kann verheerende Auswirkungen auf den Organismus haben. Eine unzureichende Abfallentsorgung kann zu einer Vielzahl von Symptomen führen, einschließlich Symptomen, die üblicherweise nicht auf eine Fehlfunktion des Lymphsystems zurückgeführt werden. Das Nichterkennen dieser Tatsache ist ein Grund dafür, dass herkömmliche Behandlungen chronischer Erkrankungen oft nicht die gewünschten Ergebnisse erzielen.

Prof. Nole McHale, einer der Pioniere bei der Untersuchung des Lymphsystems, charakterisierte die Situation ganz zutreffend folgendermaßen:

„Ein System, das bei der Erfüllung lebenswichtiger Aufgaben für das Wohlbefinden des Körpers normalerweise effizient arbeitet, gilt oft als von untergeordneter Bedeutung, wenn die Folgen seines Versagens nicht dramatisch oder unmittelbar erkennbar sind ... Das Lymphsystem wurde sicherlich unter diesem Blickwinkel betrachtet, weil seine Fehlfunktion oft nicht bemerkt wird, außer in solch extremen Fällen wie der grotesken Schwellung infolge einer chronischen lymphatischen Insuffizienz bei Lymphödem oder wenn die Lymphgefäße chronisch blockiert sind. Eine beeinträchtigte Lymphdrainage kann jedoch mehr zur Fehlfunktion vieler Organe beitragen als bisher anerkannt wird. Ein normal funktionierendes Lymphsystem ist daher ein wesentlicher Bestandteil der Abwehr- und Heilungsmechanismen des Körpers. Ein offensichtliches Beispiel dafür ist die erhöhte Anfälligkeit für Infektionen, die man bei einem Lymphödem findet, aber es gibt auch subtilere Beispiele, bei denen eine Beeinträchtigung der Lymphfunktion die Erholung vom Insult verzögern oder zu einer Abwärtsspirale hin zum Organversagen beitragen kann.“ [Nervous control of the lymphatic system, Vascular Medicine Review 1993]

„Abfallbeseitigung“ und „Recycling“

Es ist wichtig, den Umfang des Abfallproblems zu verstehen, mit dem der menschliche Organismus konfrontiert ist. Wie eine Industriestadt ist der Körper ständig mit der Gefahr einer „Umweltverschmutzung“ bzw. „Lebensraumverschmutzung“ des interzellularen Mediums (der *Zellterritorien* von Virchow) konfrontiert.

Alle Zellen scheiden eine Vielzahl von Stoffwechselprodukten in ihre Umgebung aus. Viele davon können schädlich werden, wenn sie sich in zu hoher Konzentration akkumulieren. Häufig kommt es in solchen Fällen zu einer gesundheitsschädlichen Verschiebung des pH-Werts, meist in saurer Richtung. Am Bekanntesten sind wohl Müdigkeit und Schmerzen, die durch zu hohe interzelluläre Konzentrationen von Laktat, das von Muskelzellen als Nebenprodukt der anaeroben Atmung freigesetzt wird, verursacht werden. Dazu kommen toxische Stoffe, die von Bakterien produziert, darunter sowohl *residente* Bakterien (z.B. im Verdauungssystem) als auch körperfremde, von außen eindringende Bakterien. Schließlich sammelt sich eine Menge mehr oder weniger unlöslicher „Abfälle“ im Gewebe an, die entfernt werden müssen: Fragmente toter Zellen, beschädigte Makromoleküle, faseriges Material aus der extrazellulären Matrix usw. Die meisten Müllpartikel sind zu groß, um durch die Wände der Blutkapillaren hindurchzudringen, so dass das Lymphsystem praktisch der einzige Weg ist, um sie aus dem Gewebe zu entfernen.

In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass je nach Gewebetyp ein mehr oder weniger konstanter Wechsel des Zellbestandes stattfindet, wobei Zellen absterben und ersetzt werden. Zellen werden geschädigt und sterben im Verlauf eines normalen „Verschleißes“, beispielsweise in Schichten der Haut oder im Muskel, während andere eine Apoptose durchmachen, d.h. sich auf programmierte Weise demontieren. Große Mengen an Müll entstehen, wenn eindringende Bakterien vom Immunsystem abgetötet werden, durch Phagozytose

durch Makrophagen in situ oder durch die Wirkung der antibakteriellen Antikörper.

Ein weiterer zu beachtender Aspekt ist der **Alterungsprozess** von Gewebe, der eng mit der wachsenden Ansammlung von faserförmigem Material – insbesondere aus Kollagen – in der extrazellulären Matrix zusammenhängt. Im Extremfall spricht man von **Fibrosis**. Obwohl es nicht vollständig verstanden wird, umfasst dieser Prozess offensichtlich eine Kombination aus einer erhöhten Nettoproduktion von faserbildendem Material (z.B. durch Fibroblastenzellen) und der Unfähigkeit des Lymphsystems, dieses Material schnell genug zu entfernen. Es ist nicht überraschend, dass die Förderung der Lymphdrainage im Mittelpunkt vieler Anti-Aging-Therapien steht.

Typischerweise stellt sich eine Entgleisung der normalen Lymphfunktion als Teufelskreis dar. In einem typischen Fall wird der Lymphfluss aufgrund eines zunehmenden, fibrotischen/sklerotischen Verstopfens des Gewebes verlangsamt. Dadurch nimmt die Fähigkeit des Lymphsystems ab, überschüssige Proteine und anderen „Müll“ aus dem interzellulären Raum zu entfernen. Der „Müll“ akkumuliert umso schneller, was den Lymphfluss noch mehr blockiert usw. Eine wirksame Therapie muss diesen Teufelskreis durchbrechen.

„Hochwasserschutz“

Übermäßige Flüssigkeitsansammlungen, die sich meist als Ödem manifestieren, stellen eine der „Umweltkatastrophen“ dar, die verschiedene Körperregionen gefährden können. Flüssigkeit diffundiert ständig durch die Wände der arteriellen Kapillare in den Interzellularraum und vom Interzellularraum zurück in die venösen Kapillare und die Lymphkapillare. Wie oben erwähnt, ist der Prozentsatz an Flüssigkeit, der in die Lymphkapillare eintritt, unter normalen Bedingungen sehr gering. Wenn jedoch der Flüssigkeitsstrom zurück in die venösen Kapillare aus irgendeinem Grund reduziert oder blockiert wird, kann das Lymphsystem seine Transportkapazität drastisch erhöhen, wenn nötig um bis zu dem 15-20-Fachen. Dadurch können Schwellungen verhindert und der Flüssigkeitshaushalt im Interzellularraum in gesunden Grenzen gehalten werden. Wenn dies nicht passiert, sammelt sich Flüssigkeit an und wird früher oder später als Ödem bemerkbar. Ein chronisches Ödem ist praktisch immer ein Symptom einer Lymphfunktionsstörung, weshalb es häufig als *Lymphödem* bezeichnet wird.

Filtern, Sortieren und Aufbereitung in den Lymphknoten

Neben ihrer im Folgenden beschriebenen Rolle im Immunsystem fungieren die Lymphknoten als „Abfallverarbeitungsanlagen“. Sie haben die Aufgabe, das aus dem Gewebe aufgenommene Material in Form von Lymphe zu filtern, abzubauen und zu recyceln. Ohne eine solche erste Verarbeitung in den Lymphknoten würden die vom Lymphsystem gesammelten Müll- und Abfallprodukte wieder in den Blutkreislauf zurückgeleitet. Dieses potenziell schädliche Material darf sich auch nicht in den Lymphknoten ansammeln. Es muss also in Stoffe umgewandelt werden, die geeignet sind, über den Blutkreislauf „recycelt“ zu werden. Nach dem Eintritt in den Blutkreislauf wird ein Teil des verarbeiteten Materials von Geweben und Organen aufgenommen und verwertet, einige werden von den Organen, die das Blut filtern (z.B. Leber und Milz) weiterverarbeitet, der Rest wird über die Nieren aus dem Körper entfernt.

In diesem Zusammenhang müssen die Lymphknoten **selektiv** arbeiten: Neben Müll und Abfallprodukten enthält die in die Lymphknoten eintretende Lymphe auch Enzyme, Antikörper, Signalmoleküle und andere Moleküle, die von Gewebezellen sozusagen gezielt produziert werden und wichtige Funktionen im Körper ausüben. Irgendwie müssen diese Stoffe in den allgemeinen Kreislauf gelangen können, ohne abgebaut oder beschädigt zu werden.

Wie genau wird diese komplexe Aufgabe gelöst? Das heutige Wissen ist noch lange nicht vollständig, aber sicher ist, dass ein Großteil der Arbeit von spezialisierten Zellen – den Phagozyten – durch den Prozess der **Phagozytose** geleistet wird: Diese Zellen können Stoffpartikel in ihrer Umgebung einfangen, verschlingen und durch geeignete Enzyme und Oxidantien chemisch abbauen (Abb. 7). Nach mehr oder weniger komplizierten chemischen Transformationen werden die ungenutzten Endprodukte der Phagozytose schließlich

von der Zelle ausgeschieden. Unter die Phagozyten fallen viele verschiedene Zelltypen, darunter vor allem Makrophagen, dendritische Zellen, Neutrophile, Monozyten und Mastzellen. Diese werden oft als *professionelle Phagozyten* bezeichnet, da viele andere Zellen im Körper in unterschiedlichem Maße zur phagozytischen Aktivität fähig sind. Man sollte auch nicht vergessen, dass Zellen oft ihren Phänotyp im Laufe ihres Lebens ändern.



Abb. 7: Makrophagen können fremde Partikel gezielt einfangen und verschlingen.

Quelle: CC BY-2.0 SA | magnaram |
<https://www.flickr.com/photos/42299655@N00/4509223>

Wichtig ist, dass Phagozyten eine hohe chemische und wohl auch physikalische Sensibilität besitzen, was ihnen erlaubt, selektiv zu agieren. Heute wird die meiste Aufmerksamkeit noch immer auf das *Lock-and-key-Modell* (Emil Fischer, 1894) gelenkt, bei dem die Phagozytose ausgelöst wird, wenn spezifische Proteine (Antigene), die zu einem äußeren Objekt gehören, sich an spezifischen Rezeptormoleküle „andocken“, die sich auf der Membran der Phagozyten befinden. Aber offensichtlich haben Zellen auch andere Möglichkeiten, Objekte in ihrer Umgebung zu „fühlen“, zum Beispiel wenn sich die Verteilung der elektrischen Ladungen in der näheren Umgebung oder isoelektrischen Punkten verändert.

Die Lymphknoten sind Orte intensiver phagozytotischer Aktivität, die anscheinend hauptsächlich von Makrophagen und bis zu einem gewissen Grad von dendritischen Zellen durchgeführt werden. Die Fähigkeit, auf selektive Art und Weise praktisch alles zu phagozytieren – von Makromolekülen, Viren und anorganischen Fremdpartikeln bis hin zu ganzen Zellen – ermöglicht es den Makrophagen, sowohl Abfallentsorgung als auch wichtige Aufgaben im Immunsystem zu erledigen. Tatsächlich sind diese Funktionen eng miteinander verbunden. Ihr unmittelbarer Kontakt mit der durchfließenden Lymphe in den Lymphknoten ermöglicht es den dort ansässigen Makrophagen und dendritischen Zellen, Antigene und andere Gegenstände fremder Herkunft gleichzeitig zusammen mit Müll und den Abfällen aus dem körpereigenen Gewebe zu identifizieren und gegebenenfalls zu entsorgen.

Neben einer großen Population von Phagozytenzellen sind die Lymphknoten auch Haltepunkte für Makrophagen und andere Zellen des Immunsystems, die über das Lymphsystem reisen. Makrophagen sind im ganzen Körper vorhanden und übernehmen dort Immun- und „Entsorgungsfunktionen“ vor Ort. Sie wandern häufig aus dem Gewebe in die Lymphknoten, wo sie in Kontakt mit spezialisierten Immunzellen kommen. Dabei werden Antigene, welche die wandernden Makrophagen mittragen, jenen Immunzellen „präsentiert“, die sich „programmieren“, um spezifische Antikörper gegen die entsprechenden Bakterien oder Viren zu produzieren. Im nächsten Abschnitt wird die lebenswichtige Rolle des LS im Immunsystem genauer beschrieben.

Natürlich hängen alle die erwähnten Funktionen davon ab, dass ein ausreichender Lymphfluss durch das System gewährleistet ist. Wenn die Pumpmechanismen versagen oder der Lymphfluss auf der Ebene von Gewebe und Kapillaren blockiert ist, schwächt dies die Immunantwort und kann durch die Ansammlung von Abfall und Müll in der extrazellulären Matrix Gewebeschäden verursachen.

Transportnetzwerk und „Informationsautobahn“ für das Immunsystem

Das Netzwerk der Lymphkapillaren, Sammelgefäße und Lymphknoten mit ihrem Anschluss an den Kreislauf ermöglicht es den Immunzellen, sich über große Entfernungen im Körper zu bewegen. Unterstützt durch den Lymphfluss wandern ständig viele Immunzellen aus Geweben und arteriellen Kapillaren in das Netz der Lymph- und Sammelgefäße zu den Lymphknoten, wo sie miteinander und mit „ansässigen“ Zellen interagieren.

Warum passiert das?

Die Antwort liegt darin, dass die Funktion des Immunsystems – insbesondere die sogenannte spezifische oder adaptive Immunantwort – den Transfer großer Mengen an Informationen zwischen den Zellen des Immunsystems erfordert. Ein Großteil des erforderlichen Informationstransfers erfolgt durch direkten Kontakt von Zelle zu Zelle innerhalb der Lymphknoten.

Eine nützliche Zusammenfassung dieses Prozesses findet sich in einem viel zitierten Artikel der Biologin Cynthia Willard-Mack mit dem Titel *Normal Structure, Function, and Histology of Lymph Nodes* (weitere Details finden Sie in Lehrbüchern über das Immunsystem):

„Wenn fremde Antigene in den Körper eindringen, wird antigenes Material zusammen mit antigen-präsentierenden Zellen – den sogenannten dendritischen Zellen (DCs) – und Entzündungsmediatoren, die durch lokale immunologische Aktivität am Ort der Infektion entstehen, von den Lymphgefäßen aufgenommen und im Lymphfluss mitgerissen. Das System der Lymphgefäße wurde als „Informationsautobahn“ bezeichnet, weil die Lymphe eine Fülle von Informationen über lokale Entzündungsbedingungen in den Körperregionen fluss-

aufwärts enthält ... Lymphknoten sind im Wesentlichen Informationsmarktplätze, an denen antigen-präsentierende Zellen, die Kundschafter des Körpers, Informationen über Antigene, die sie im Feld gefunden haben, anzeigen; und wo patrouillierende Lymphozyten kommen, um Nachweise zu suchen, dass ihr spezifisches Antigen in den Körper gelangt ist ... Das retikuläre Geflecht [ein feines Netzwerk von Fasern innerhalb eines Lymphknotens] mit seinen Kanälen und Zwischenräumen bietet Raum für antigen-präsentierende Zellen (APCs) und Lymphozyten, die sich treffen und vermischen, und ein dreidimensionales Gerüst, auf dem sie sich bewegen können. T- und B-Zellen und ihre jeweiligen APCs [antikörper-präsentierenden Zellen] treffen sich in getrennten Bereichen. Die funktionellen Einheiten der Lymphknoten [im Englischen *lobules* genannt] sind eng mit dem Gefäß- und Lymphsystem, den Transportsystemen des Körpers, vernetzt. Dies bietet den Lymphozyten die Möglichkeit, in das retikuläre Netz einzudringen und es zu verlassen. Trifft ein Lymphozyt auf sein bestimmtes Antigen, kommt es in bestimmten Bereichen zu einer klonalen Expansion [eine explosionsartige Vermehrung von Lymphozyten, die in der Lage sind, auf dasselbe Antigen zu reagieren]. Diese einzigartige Anordnung ermöglicht es einer relativ kleinen Lymphozytenpopulation, Antigene im gesamten Körper effizient und effektiv zu überwachen ...“
[Toxikologische Pathologie, 34:409-424, 2006]

Lymphatische Pumpen und die Rolle der Rhythmen

Damit das Lymphsystem funktionieren kann, benötigt es ein **Antriebs- bzw. Pumpsystem**, um flüssiges Material aus dem Interzellularraum (der extrazellulären Matrix) in die Lymphkapillare zu befördern, die Lymphe durch das Netzwerk der Lymphgefäße zu den Lymphknoten zu treiben, wo sie „verarbeitet“ wird, und die aufbereitete Lymphe durch die Lymphgänge in den venösen Blutkreislauf zu transportieren.

Das lymphatische Antriebssystem funktioniert durch zwei grundlegende Mechanismen, um die Bewegung der Lymphe voranzutreiben und zu steuern:

(A) Rhythmische Kontraktionen der glatten Muskulatur, die die Lymphsammelgefäße und -kanäle auskleidet (die sogenannte **intrinsische Pumpe**). Die Lymphe wird durch rhythmische Kontraktionen der mit Klappen versehenen Lymphangione getrieben. Diese Kontraktionen erfolgen in der Regel in Form von Kontraktionswellen, die sich entlang der Lymphangionskette der Lymphgefäße ausbreiten, ähnlich wie die peristaltischen Kontraktionen des Verdauungstraktes. In jedem Lymphangion sitzt wie beim Herzen ein kleiner Schrittmacher, welcher den Prozess der aufeinanderfolgenden Kontraktionen und Expansionen (Systole und Diastole) der Gefäßwände steuert. Die Pulsationsfrequenz wird von physiologischen Faktoren reguliert und liegt im Ruhezustand des Körpers im Bereich von ca. 6–12 Pulsationen per Minute.

(B) Die Pumpwirkung von Kompressionen und Dehnungen des umgebenden Gewebes, die von außen auf die Lymphkapillare und -gefäße einwirken (**extrinsische Pumpe**). Die extrinsische Pumpwirkung wird hauptsächlich durch (i) konstante Mikrovibrationen der Skelettmuskulatur (siehe unten); (ii) systolisch-diastolische Pulsation des

Herzens; (iii) die Bewegungen des Zwerchfells bei der Atmung; und (iv) freiwillige Körperbewegungen wie z.B. beim Gehen ausgeübt.

Natürlich variiert die relative Bedeutung dieser Pumpmechanismen je nach Gewebetypus und Lage im Körper sowie nach dem physiologischen Zustand des Körpers.

Was das neulich entdeckte glymphatische System im Gehirn betrifft, so scheint der hauptsächliche Pumpmechanismus die vom Herzen erzeugten systolisch-diastolischen Pulsationen zu sein, die zerebrospinale Flüssigkeit aus den para-arteriellen Kanälen in das Hirngewebe und mit Abfallprodukten vermischte Flüssigkeit in die para-venösen Kanäle hineintreiben. Es können jedoch auch andere Pumpmechanismen existieren, die noch nicht entdeckt worden sind.

Es ist wichtig, den grundsätzlich **rhythmischen** Charakter der hier beschriebenen Pumpprozesse zu betonen. Die einzige Ausnahme ist die Wirkung von mehr oder weniger unregelmäßigen, willkürlichen (d.h. bewusst gesteuerten) Körperbewegungen. Letztere können viel größere Lymphflüsse induzieren, aber nur für begrenzte Zeiträume. Der „Baseline“-Lymphtransport, z.B. wenn der Körper in Ruhe ist, hängt dagegen **ganz** von rhythmischen Prozessen ab. Die Mechanismen, die ein kontinuierliches, rhythmisches Pumpen des Lymphflusses ermöglichen, arbeiten in verschiedenen Frequenzbereichen. Für einen durchschnittlichen Erwachsenen im Ruhezustand sind die normalen Frequenzbereiche:

- Lymphagionspulsation: 6 – 12 Impulse pro Minute = 0,1 – 0,2 Hz
- Atmung: 12 – 16 Zyklen pro Minute = 0,2 – 0,26 Hz
- Systolisch-diastolische Pulsation:
60 – 100 Impulse pro Minute = 1 – 1,7 Hz
- Mikrovibrationen der Skelettmuskulatur: 8 – 12 Hz

Die Vielfalt an Pumpmechanismen erlaubt dem Körper, den Lymphfluss auf verschiedene Weise zu steigern bzw. zu regulieren, und zwar lokal sowie auf der Ebene des gesamten Systems.

Die Pumpfunktion der Lymphangionen wird physiologisch reguliert. Auf lokaler Ebene übt eine Zunahme die Menge von Lymphe, die in die Lymphangionen gelangt, einen Dehnungsreiz auf die Gefäßwand aus. Auf der Systemebene scheint die Pumpaktivität zu einem erheblichen Grad vom sympathischen Nervensystem und von verschiedenen Signalsubstanzen gesteuert zu sein. Im Falle einer sympathischen oder hormonellen Aktivierung steigen die Amplitude und die Frequenz der Lymphangion-Pulsationen, wodurch mehr Lymphe pro Zeiteinheit durch die Lymphgefäße gepumpt wird. In Kombination mit den äußeren Kompressionskräften, die von Körperbewegungen erzeugt werden und vor allem auf die größeren Lymphgefäße wirken, kann der gesamte Lymphfluss im Körper bis auf das 15-Fache oder gar das 20-Fache des Ruhewertes gesteigert werden.

Es ist wichtig anzumerken, dass die mikroskopisch kleinen lymphatischen Kapillare, durch welche Lymphe aus dem interzellulären Raum in das System eintritt, keine kontraktile Elemente besitzen.

Der kapillare Lymphfluss hängt fast ausschließlich vom extrinsischen Pumpmechanismus ab. Dies hat wichtige Konsequenzen für die Funktion der Skelettmuskelzellen. Davon abhängig ist wiederum die Perfusion bzw. „Intaktheit“ des Parenchymgewebes aller Körperorgane. Im Allgemeinen besteht das lymphatische Netzwerk im Parenchymgewebe nur aus Kapillaren, während sich die Sammelgefäße mit ihren kontrahierenden Lymphangionen **außerhalb** befinden.

Der extrinsische Pumpmechanismus ermöglicht durch die Existenz von Sekundärklappen in den lymphatischen Gefäßen die Nutzung für therapeutische Zwecke, indem der Körper von außen mit periodisch abwechselndem Druck bearbeitet wird. Es ist allgemein bekannt, dass eine Massage, sogar eine sehr sanfte Massage, die Bildung und den

Abtransport von Lymphe in der Haut und oberflächennahen Gewebeschichten beschleunigt. Diese Methode hat jedoch ihre Grenzen. Zum einen dauert die Pumpwirkung der klassischen Massagetechniken nur so lange an wie die Massage selbst. In beiden Hinsichten erweist sich die Matrix-Rhythmus-Therapie, allgemein gesprochen, als viel effektiver (siehe unten).

Die Rolle der Mikrovibrationen

Obwohl heute kaum erkannt, steht es außer Frage, dass die Mikrovibrationen der Skelettmuskulatur einen wesentlichen Beitrag zum Funktionieren des Lymphsystems leisten. Diese mikroskopischen Schwingungen, die durch abwechselnde Kontraktionen und Relaxationen kleiner Mengen von Muskelfasern erzeugt werden, finden kontinuierlich statt, selbst wenn sich der Körper in Ruhe befindet. In Ruhe liegt die Frequenzen der Mikrovibrationen bei normalen Erwachsenen in Bereich von ca. 8–12 Hz. Oft als *physiologischer Tremor* bezeichnet, kann man sie als eine Art Zittern betrachten, wie es bei einer Unterkühlung des Körpers auftritt, jedoch mit einer weitaus kleineren Amplitude. Die Mikrovibrationen sind zu klein, um direkt sichtbar oder fühlbar zu sein, können aber mit geeigneten mechanischen Sensoren überall auf der Körperoberfläche leicht detektiert werden (Abb. 8). Ausgehend von der Skelettmuskulatur verbreiten sie sich im ganzen Körper und führen zu periodischen Mikrodehnungen und Kompressionen von Körpergewebe. Dabei üben die Mikrovibrationen eine ununterbrochene Pumpwirkung auf die lymphatischen Kapillaren aus. Kurzfristig kann der Pumpeffekt makroskopischer Muskel-

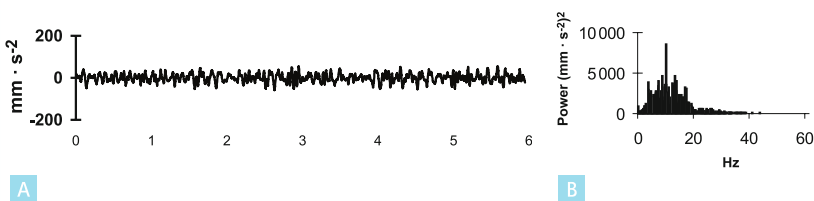


Abb. 8 A: Mikrovibrationen der Skelettmuskulatur, aufgenommen auf dem Bizeps eines ruhenden Menschen mit Hilfe eines Beschleunigungssensors. **B:** Frequenzspektrum der gemessenen Mikrovibrationen (McCay et al. 1998).

Quelle: Mckay W., Gregson P., Mckay B, Blanchet T (1998); Resting muscle sounds in anesthetized patients, *Can J Physiol Pharmacol.* 76(4):401-6 | © Canadian Science Publishing or its licensors.

kontraktionen weit größer sein, aber im Gegensatz zu diesen setzt sich das mikrovibrative Pumpen Tag und Nacht ohne Unterbrechung fort.

Neben ihrer direkten Wirkung auf das Lymphsystem spielen die Mikrovibrationen auch eine wesentliche Rolle bei der Förderung der Mikrozirkulation, d.h. dem Stoffaustausch zwischen Gewebezellen und den Kapillaren und Venolen des Kreislaufsystems. Der russische Physiologe N. A. Arinchin bezeichnete die Mikrovibrationen als *peripheres Herz*. Sie können als mikroskopisches Analogon der bekannten Skelettmuskelpumpe betrachtet werden. Die Mikrovibrationen tragen zweifellos auch dazu bei, die Elastizität, Durchlässigkeit und andere physische Eigenschaften der extrazellulären Matrix zu erhalten, die für eine gesunde Zellfunktion unerlässlich sind. Aufgrund der piezoelektrischen Eigenschaften von Proteinen wie Kollagen, die wesentliche Komponenten der extrazellulären Matrix sind, erzeugen die Mikrovibrationen elektrische Wechselfelder in der Umgebung praktisch jeder Zelle des Organismus. Dies gilt nicht zuletzt für Zellen des Bindegewebes und allgemein für Gewebe, die mit der Skelettmuskulatur in Verbindung stehen. Leider sind die Auswirkungen dieser bioelektrischen Wirkung bisher nicht ausreichend untersucht worden.

Die Matrix-Rhythmus-Therapie ist der erste erfolgreiche Versuch, das Phänomen der Mikrovibration für therapeutische Zwecke voll auszunutzen. Obwohl die Entdeckung der Mikrovibrationen eine Reihe moderner Ansätze zur Vibrationsstimulation von Gewebe inspirierte, arbeiten kurioserweise praktisch alle – bis auf die Matrix-Rhythmus-Therapie – mit Frequenzen, die oberhalb des natürlichen physiologischen Bereichs von 8 – 12 Hz liegen.

Verhärtung und Versteifung des Gewebes: Feinde des Lymphsystems

Die Verhärtung von Gewebe ist ein typisches Symptom und ein Auslöser von vielen chronischen Erkrankungen. Obwohl Körpergewebe mit zunehmendem Alter allmählich seine Elastizität verliert, kann es in jedem Alter zu einer pathophysiologischen Versteifung des Gewebes kommen, mit schwerwiegenden Folgen für den gesamten Organismus.

Gewebeverhärtungen und -versteifungen stören unweigerlich die lymphatische Funktion. Die Effizienz der extrinsischen lymphatischen Pumpen hängt von der Elastizität des Gewebes ab, das die lymphatischen Kapillaren und Gefäße umgibt, insbesondere der extrazellulären Matrix. Mit abnehmender Elastizität des Gewebes nimmt die Stärke der Kompressions- und Ausdehnungsbewegungen ab; ab einem bestimmten Punkt kann der extrinsische Pumpeffekt praktisch aufhören. Häufig manifestieren sich diese Prozesse als Schwellung aufgrund unzureichender Flüssigkeitsableitung aus dem Interstitialraum (Lymphödem).

Der Verlust der Gewebeelastizität ist häufig die Folge von Fibrose -- einer Ansammlung von fibröser Materie in der extrazellulären Matrix. Solche Anhäufungen behindern Aufnahme und Transport von Flüssigkeit durch die Lymphkapillaren. Makromolekularer „Müll“ steckt in der extrazellulären Matrix fest und kann nicht mehr entfernt werden.

Selbstverständlich tendieren Gewebeverhärtungen und Fehlfunktionen des Lymphsystems dazu, sich gegenseitig zu verstärken.

Verhärtung durch Kontraktionsrückstände

Bei der Skelettmuskulatur kann Verhärtung auch durch eine Anhäufung von **Kontraktionsrückständen** erfolgen – Muskelfasern, die sich nach einem Kontraktionszyklus nicht entspannen und in einem chronisch kontrahierten Zustand verharren. Dieses Problem, das heute in der Bevölkerung weit verbreitet ist, kann schwerwiegende Auswirkungen auf das Lymphsystem haben. Ähnlich wie bei der Fibrose behindert die Verhärtung durch Kontraktionsrückstände den Lymphfluss im Muskel und im umgebenden Gewebe und reduziert die Effizienz der extrinsischen lymphatischen Pumpfunktion. Unter anderem beeinträchtigt die Anhäufung von Kontraktionsrückständen die Mikrovibrationsaktivität Aktivität der sogenannten motorischen Einheiten des Muskels, stört seine Kohärenz und schwächt seine Pumpwirkung. Darüber hinaus führen diese Muskelverhärtungen, Krämpfe und Schmerzen, welche mit Kontraktionsrückständen verbunden sind, allgemein dazu, Körperbewegungen bis hin zur Gesamtbeweglichkeit zu reduzieren und diese intermittierenden Quellen des lymphatischen Pumpens zu schwächen.

Woher kommen die Kontraktionsrückstände? Eine der wichtigsten, aber auch am häufigsten übersehenen Fakten der Muskelphysiologie ist, dass die **Muskelentspannung ein energieaufwändiger Prozess ist**. Der zelluläre Energieträger ATP ist erforderlich, damit eine Muskelfaser vom kontrahierten in den entspannten Zustand übergehen kann. ATP kann als „Muskelweichmacher“ bezeichnet werden. Diese Tatsache steht im Widerspruch zur intuitiven Vorstellung, der Energieverbrauch der Muskelzellen bestehe hauptsächlich aus Energie, die während der Kontraktionsphase konsumiert wird. In Wirklichkeit setzt die Kontraktion nur die Energie frei, die im entspannten Zustand in Form von gebundenem ATP gespeichert wurde.

Dieser Umstand zeigt sich unter anderem im Phänomen des **Rigor mortis**: die Verhärtung der Muskulatur nach dem Tod, die auftritt, wenn die Unterbrechung der Sauerstoffversorgung der Muskelzellen dazu führt, dass die Produktion von ATP eingestellt wird und bestehende ATP-Bestände abgebaut und erschöpft werden. Die Folge der Erschöpfung der ATP-Vorräte ist nicht – wie man nach der intuitiven Vorstellung erwarten würde –, dass die Muskeln entspannen würden, sondern das Gegenteil.

Das gleiche Phänomen tritt im Alltag auf, wenn auch in wesentlich milderer Form, wenn Muskelfasern zu wenig Sauerstoff (Hypoxie) und/oder Nährstoffe bekommen. Dies kann aus verschiedenen Gründen geschehen, darunter extreme, anhaltende Anstrengung oder schlechte Mikrozirkulation, die zu einer Verlangsamung des Transports von Sauerstoff und Nährstoffen aus den Blutkapillaren zu den Zellen führt. Sauerstoffmangel bewirkt, dass die Muskelzellen auf einen anaeroben Stoffwechsel umschalten, bei welchem die ATP-Produktion weit weniger effizient ist als über den aeroben Weg (Zellatmung). Darüber hinaus können sich die Produkte des anaeroben Stoffwechsels (insbesondere Laktat) ansammeln, was zu einer schädlichen Azidose des Gewebes führt. Eine unzureichende Nährstoffversorgung führt ebenfalls zu einem Rückgang der ATP-Produktion. Ohne genügend ATP bleiben Muskelfasern in einem kontrahierten Zustand, und das Muskelgewebe verhärtet sich. Dabei ist zu beachten, dass die normale Muskelfunktion einen wechselnden Prozess beinhaltet, bei dem sich zu einer gegebenen Zeit einige Gruppen von Muskelfasern (Motoreinheiten) zusammenziehen, während andere entspannen. Unzureichendes ATP behindert die Entspannungsphase des Zyklus, was zu einer zunehmenden Anzahl von Fasern führt, die im kontrahierten Zustand verharren.

Die Muskelverhärtung durch Kontraktionsrückstände löst einen physiologischen Teufelskreis aus: Verhärtung schwächt die Mikrovibrationen; vermindertes Mikrovibrationspumpen beeinträchtigt die

Zufuhr von Sauerstoff und Nährstoffen und die Entfernung von Stoffwechselabfällen durch das Lymphsystem; die daraus resultierende Hypoxie und Azidose des Muskelgewebes führt zu weiterer Verhärtung etc.

Es ist wichtig zu verstehen, dass Kontraktionsrückstände in der Regel nicht auf willentlicher Basis gelöst werden können. Einmal etabliert, bleiben sie auch dann bestehen, wenn der Betroffene versucht, sich vollständig zu entspannen. Ihre Beseitigung erfordert eine aktive Intervention von außen. Muskelverhärtungen sind leider auch bei Menschen weit verbreitet, die regelmäßig Meditation, Tiefenatmung, Yoga usw. praktizieren.

Der Circulus vitiosus der lymphatischen Dysfunktion

Wie wir bereits mehrfach erwähnt haben, sind Störungen des Lymphsystems fast immer mit einem Teufelskreis verbunden. Eine defekte Funktion des Lymphsystems führt unweigerlich zu einer Qualitätsminderung des Zellmilieus – der extrazellulären Matrix –, die direkt und indirekt zu einer weiteren Verschlechterung der lymphatischen Funktionen führt, und so weiter. Viele Faktoren verstärken diesen Teufelskreis, wie die physische Blockade des Lymphflusses, die Abnahme der Gewebeelastizität und Pumpleistung und degenerative Prozesse im Gewebe und in den Lymphgefäßen und -knoten selbst.

Offensichtlich muss die höchste Priorität der Therapie darin bestehen, diesen Teufelskreis zu durchbrechen, die Hindernisse für Selbstheilungsprozesse zu beseitigen und den Weg für die Wiederherstellung der normalen Funktion des Lymphsystems zu ebnen. Dies ist ein zentrales Ziel der Matrix-Rhythmus-Therapie.

Der Einfluss des sympatho-vagalen Verhältnisses auf das Lymphsystem

Trotz ihrer enormen klinischen Bedeutung sind die Regulationsmechanismen des Lymphsystems heute leider nur noch teilweise bekannt. Die Forschung hat aber zwischenzeitlich bereits unter anderem eine starke Verbindung zwischen lymphatischer Funktion und dem autonomen (oder vegetativen) Nervensystem erkannt.

Die Lymphgefäße werden von Nerven des autonomen Nervensystems, insbesondere dessen sympathischen Zweiges, innerviert. Bekanntlich besteht das autonome Nervensystem aus zwei Zweigen oder Teilsystemen, nämlich dem **sympathischen Nervensystem** (auch **Sympathikus** genannt) und dem **parasympathischen Nervensystem** (**Parasympathikus**, gelegentlich auch *Vagus* genannt wegen der zentralen Rolle des Vagusnervs). Dabei steuert der Sympathikus die physiologische Reaktion des Organismus auf Stress und Bedrohungen – die sogenannte „Flucht-nach-vorn“ Reaktion –, während der Parasympathikus bestimmend ist, wenn sich der Organismus im Entspannungs- und Ruhezustand befindet. Letzterer wird öfters als *Rest and Digest* oder *Ruhe- und Verdauungsmodus* bezeichnet. Tatsächlich sind im Wachzustand normalerweise beide Zweige aktiv, jedoch mit unterschiedlicher Intensität. Je nach Situation ist einmal das parasympathische, das andere Mal das sympathische Nervensystem aktiver. Essentiell für die Gesundheit ist, eine dynamische Balance zwischen beiden zu erhalten. Dies wird öfters als **sympathovagale Balance** bezeichnet. Man wird an das *Yin-Yang* der alten chinesischen Philosophie erinnert. Leider führt der Stress des modernen Lebens dazu, dass bei vielen Menschen die *sympathovagale Balance* durch eine permanente Dominanz des Sympathikus gestört ist, was ernsthafte Folgen für ihre Gesundheit haben kann. Dies betrifft unter anderem die Funktionen

des lymphatischen Systems und in der Folge alle davon abhängigen Prozesse weiterer Systeme.

Experimente deuten nun darauf hin, dass der Sympathikus, wenn er in Situationen akuten Stresses aktiviert wird, auf die kontraktile Elementen der Lymphangionen einwirkt, um eine mehr oder weniger drastische Zunahme der Amplitude und Frequenz von deren Kontraktionen zu bewirken. Diese Reaktion dient offensichtlich dem Zweck, wenn der Organismus verletzt wurde oder die unmittelbare Gefahr einer Verletzung droht:

1. Antikörper, die von Zellen in Gewebe und Lymphknoten im Rahmen der sogenannten angeborenen (unspezifischen) Immunantwort produziert werden, sofort in den allgemeinen Kreislauf zu transportieren. Es sei daran erinnert, dass die angeborene Immunantwort die schnellste ist und die erste Verteidigungslinie gegen eindringende Krankheitserreger darstellt.
2. Den zeitnahen Transport von Antigenen und antigen-präsentierenden Zellen und anderen Immunzellen aus geschädigtem oder infiziertem Gewebe in die Lymphknoten als entscheidenden Schritt bei der sogenannten adaptiven oder spezifischen Immunantwort.
3. Die Entfernung von schädlichen Stoffen zu beschleunigen, die in infizierten Geweben im Laufe des Kampfes zwischen eindringenden Bakterien und dem Immunsystem produziert werden, einschließlich Fragmente von abgestorbenen Zellen, beschädigten Matrixbestandteilen, Produkte der Phagozytose, Bakterientoxine usw.

Während eine kurzfristige „Notfall“-Stimulation der lymphatischen Pumpen aus evolutionärer Sicht vorteilhaft sein kann, ist sie zweifellos schädlich, wenn sie über einen zu langen Zeitraum aufrechterhalten wird. Generell gilt: Damit der Körper gesund bleibt, muss nach jeder akuten Aktivierung des Sympathikus eine **Erholungsphase** folgen, in der physiologische Prozesse in ihren optimalen, ausgeglichenen Zustand zurückkehren können. Dies gilt zweifellos insbesondere für das Lymph- und Immunsystem.

Es gibt eindeutige Hinweise darauf, dass chronischer, auch psycho-emotionaler Stress das Lymphsystem schädigt. Eine chronische Überaktivierung des sympathischen Nervensystems stört unter anderem den natürlichen Rhythmus der Lymphangion-Kontraktion (lymphatische Peristaltik). **Darüber hinaus bewirkt die sympathische Reaktion eine Verengung der Blutkapillaren (Vasokonstriktion) in der Haut, der Vaso Vasorum der Koronarien, und mehreren anderen Körperregionen, was die Mikrozirkulation bremst.** Dadurch gelangt weniger Flüssigkeit über die arteriellen Kapillaren als Nährmedium in die extrazelluläre Matrix – Flüssigkeit, die danach für die Bildung und den Transport der Lymphe erforderlich ist, um den Müll und die Abfälle, die sich im Interzellularraum ansammeln, wegzuspülen. Unzureichende Flüssigkeit schränkt die Fähigkeit des Lymphsystems, seine Entsorgungsfunktion zu erfüllen, ein. **Vor diesem Hintergrund ist leicht vorstellbar, wie ein physiologischer Prozess zu einem pathologischen Prozess wird und theoretisch überall im Körper eine kapilläre, „sudeckartige Reflexdystrophie“ entstehen kann.**

Indirekte Belege für die negativen Auswirkungen der sympathischen Überaktivierung auf das Lymphsystem liefert der bekannte Zusammenhang von Stress, Störungen bzw. Entgleisungen des Immunsystems und chronischen Erkrankungen. Dies ist angesichts der engen Abhängigkeit des Immunsystems vom Lymphsystem kaum verwunderlich, wie oben erläutert. Insbesondere führt ein unzureichender Lymphfluss fast automatisch zu einer Beeinträchtigung der Immunkompetenz des Körpers.

Aus diesen und anderen Hinweisen können wir schließen, dass eine chronische Aktivierung des sympathischen Nervensystems – typisch für Patienten mit stressigem Lebensstil – einer der Hauptfaktoren ist, die die endogenen Heilungsprozesse des Körpers stören. Die Gesamtheit der Erfahrungen und wissenschaftlichen Erkenntnisse legt nahe, **dass bei diagnostizierter oder vermuteter lymphatischer Dysfunktion – wie bei praktisch jeder chronischen Erkrankung – ein oberstes Ziel der Therapie darin bestehen muss, die sympathische Aktivierung zu**

reduzieren und den Parasympathikus zu aktivieren, d.h. die sympatho-vagale Balance wieder herzustellen. Sinnvoll überall dort, wo sogenannte Diagnosen (aufgefasst als Prozessstörungen) einen dysregulativen Ursprung zellulärer Einheiten haben.

Interessanterweise haben sich Maßnahmen zur Unterbrechung der lokalen Übertragung von sympathischen Nervenimpulsen (*Sympathikus-Blockade*) bei der Behandlung von Lymphödemen bereits bewährt. Die erforderliche *Blockade* wird durch Injektion geeigneter Substanzen oder durch chirurgische Eingriffe erreicht. Der Kausalmechanismus hinter den Behandlungserfolgen ist noch nicht vollständig geklärt; Vorstudien deuten sowohl auf eine Vasodilatation als auch auf verbessertes lymphatisches Pumpen als Ergebnis einer Sympathikus-Blockade hin. Allerdings ist diese Art der Intervention nur in extremen Fällen sinnvoll.

Es ist zu beachten, dass die Aktivität des sympathischen Nervensystems, möglicherweise reaktiv, aufgrund der nachlassenden Gewebeelastizität, mit zunehmendem Alter zunimmt.

Das glymphatische System und der Schlaf: das Geheimnis eines gesunden Gehirns?

Wie oben beschrieben verfügt das Gehirn über ein eigenes spezialisiertes Lymphsystem, das aufgrund der Schlüsselrolle der Gliazellen in diesem System als *glymphatisches System* bezeichnet wird. Die Forschung legt nahe, dass zahlreiche neurologische Erkrankungen ursächlich mit einer Fehlfunktion des glymphatischen Systems zusammenhängen. Das glymphatische System funktioniert als „Abfallentsorgungssystem“ für das Gehirn und entfernt Stoffwechselabfälle und andere unerwünschte Stoffe aus der Umgebung der Gehirnzellen. Wenn dieses System nicht richtig funktioniert, sammeln sich Abfall und Müll in den Interzellularräumen an, was die normale Funktion des Hirngewebes beeinträchtigt und schließlich sogar zu irreversiblen Schäden führt.

Ein Fall von potenziell enormer medizinischer Bedeutung ist die **Alzheimer-Demenz**, die offenbar mit einer pathologischen Ansammlung des Proteins beta-Amyloid (A) in den Räumen zwischen den Neuronen verbunden ist. Die sogenannten amyloiden Plaques sind ein Merkmal der Alzheimer-Krankheit, und es liegt nahe, ihr Vorhandensein auf ein Versagen des glymphatischen Systems zurückzuführen, dieses wohl schädliche Protein aus dem Gehirngewebe zu entfernen. Diese Vermutung wird unter anderem durch die Beobachtung gestützt, dass die Leistungsfähigkeit des glymphatischen Systems mit zunehmendem Alter abnimmt.

Bei der Erforschung des glymphatischen Systems machten die Forscher eine zweite revolutionäre Entdeckung: **Das glymphatische System ist hauptsächlich im Schlaf aktiv!** Im Schlaf „reinigt“ sich das Gehirn!

Diese Entdeckung wirft ein völlig unerwartetes Licht auf den Zusammenhang zwischen Schlaf und Gesundheit. Sie steht im Einklang mit der subjektiven Wahrnehmung des Schlafs als erfrischend, als eine Art körperliches und emotionales „Neustartens“ und mit den offensichtlichen Heilwirkungen des Schlafes für eine Vielzahl von Beschwerden.

Über Jahrhunderte hatten die Biologie und Medizin keine Antwort auf die einfache Frage geben können, warum Menschen (und Tiere) Schlaf brauchen. Es ist erwiesen, dass Schlafmangel die Lernfähigkeit und die Denkleistung bei kognitiven Tests beeinträchtigt, die Reaktionszeit verlängert und ein häufiger Auslöser für epileptische Anfälle ist. Ein Mangel an ausreichendem Schlaf ist auch mit einer Vielzahl von chronischen Krankheiten verbunden. Bei Mäusen führt vollständiger Schlafentzug in wenigen Wochen zum Tode. Beim Menschen kennt man die sogenannte **tödliche familiäre Schlaflosigkeit**, eine glücklicherweise sehr seltene genetisch angelegte Krankheit, bei welcher die erkrankten Menschen ihre Fähigkeit zum Schlafen allmählich verlieren. Die Patienten werden dement und sterben in 100% der Fälle.

Die Entdeckung des glymphatischen Systems liefert nun eine sehr plausible Erklärung dafür, warum Schlaf für die Gesundheit und sogar für das bloße Überleben des Organismus unbedingt erforderlich ist. Mangelnder Schlaf bedeutet, dass das glymphatische System nicht mehr in der Lage ist, in ausreichendem Ausmaß schädliche Stoffwechselprodukte aus dem Hirngewebe zu entfernen. Die normalen Funktionen des Hirns werden beeinträchtigt bis hin zu irreversiblen Schäden. Aufgrund der engen Vernetzung zwischen Gehirn und allen Organsystemen des Körpers kann es auch zu einer Vielfalt an Symptomen kommen, die auf den ersten Blick nichts mit dem Hirn zu tun zu haben scheinen.

Offensichtlich hat die Entdeckung des glymphatischen Systems und seines Zusammenhangs mit der *regenerativen Funktion des Schlafs* das Potenzial, die Behandlung und Prävention von Alzheimer-

Demenz und anderen Hirnerkrankungen zu revolutionieren. Aber es kann viel, viel mehr bedeuten. Der Schlaf ist eines der stärksten Heilmittel der Natur. Können wir lernen, es zu verstehen und besser zu nutzen? Könnte man die Wirksamkeit des glymphatischen Systems erhöhen und damit die geistige Ermüdung verringern und die Denkfähigkeit stärken? Der metaphorische Ausdruck „den Kopf frei machen“ erhält eine neue Bedeutung. Hat emotionaler Stress einen Einfluss auf das glymphatische System? Wie sieht es mit meditativen Praktiken, Techniken wie Autogenes Training etc. aus? Wie fügt sich das Träumen in das Bild ein? Was kann uns die Verbindung zwischen Schlaf und dem glymphatischen System über die Beziehung zwischen Geist und Körper vermitteln?

Die neuen Erkenntnisse über das glymphatische System unterstreichen auch den engen Zusammenhang zwischen Gesundheit und der sympathovagalen Balance. Während des Schlafes, wenn das glymphatische System die meiste Arbeit verrichtet, befindet sich der Körper im vagalen (parasympathischen) Modus und das sympathische Nervensystem ist quasi inaktiv. Umgekehrt, wenn das sympathische Nervensystem hyperaktiv ist – aufgrund von chronischem Stress oder anderen Ursachen – kann man oft nicht schlafen oder man schläft schlecht.

Die Matrix-Rhythmus-Therapie: ein wirksames Mittel zur Wiederherstellung einer gesunden lymphatischen Funktion

Zur Behandlung von Funktionsstörungen des Lymphsystems wurde eine Vielzahl von Therapiemethoden entwickelt, wobei die Behandlung von Lymphödemen und die Förderung der Lymphdrainage im Allgemeinen im Vordergrund steht.

Die Matrix-Rhythmus-Therapie (MaRhyThe®) kann zu Recht als großer Durchbruch in diesem Bereich angesehen werden. MaRhyThe® nimmt unter den Behandlungen von Erkrankungen, die im Zusammenhang mit lymphatischen Störungen stehen, eine **Alleinstellung** ein. Dies gilt unter anderem weil MaRhyThe® der einzige Ansatz ist, der die physiologischen Pumpfunktionen der oben beschriebenen 8 – 12 Hz Mikrovibrationen berücksichtigt. Das ist jedoch nur ein Teil der Geschichte. Während der Fokus auf der Verbesserung der Umgebung der Zellen – der extrazellulären Matrix – liegt, arbeitet die Matrix-Rhythmus-Therapie auf mehreren verschiedenen Organisationsebenen des Körpers gleichzeitig (siehe unten). Im Gegensatz zu diesem mehrschichtigen, multidimensionalen Ansatz scheitern andere Therapieverfahren oft daran, dass sie die eine oder andere wesentliche Dimension des Krankheitsprozesses außer Acht lassen. Dadurch wird der positive Effekt auf einer Ebene oft auf einer anderen Ebene blockiert.

Details zur Strategie und den Modalitäten der Matrix-Rhythmus-Therapie finden Sie in einer Reihe von Publikationen (siehe Literaturliste unten). Hier werden nur die wichtigsten Punkte anhand von Auszügen aus dem Buch *The Matrix Concept* des Entdeckers der Matrix-Rhythmus-Therapie, Dr. Ulrich Randoll, zusammengefasst.



Abb. 9: Anwendung des Matrixmobil® in der Matrix-Rhythmus-Therapie.

Um diese einzuführen, ist es sinnvoll, zunächst eine erste Vorstellung davon zu geben, wie die Behandlung durchgeführt wird.

Mit einem speziell entwickelten Handgerät – dem Matrixmobil® – appliziert der Therapeut sanfte Vibrationen auf den Körper im Frequenzbereich von 8 – 12 Hz, die mit den Mikrovibrationen der gesunden Skelettmuskulatur übereinstimmt (Abb.9/Abb.8). Lokal angewendet, erzeugt das Matrixmobil® mechanomagnetische Wellen, die sich tief im Körper ausbreiten. Der unmittelbare Effekt besteht darin, den Pumpeffekt der muskuloskelettalen Mikrovibrationen auf die arteriell-venöse und lymphatische Mikrozirkulation mit einer höheren Amplitude nachzuahmen und gleichzeitig die **räumlich-zeitliche Kohärenz** der Mikrovibrationen durch den aus der Schwingungsphysik bekannten Mechanismus des **Entrainment** zu stärken. (Kurz gesagt, weist Entrainment auf die Art und Weise hin, wie ein geeignetes Signal ein oder mehrere Schwingungsprozesse, die naheliegende Frequenzen haben, mit sich und miteinander synchronisieren kann.)

Wie bereits erwähnt, behindern sklerotische Prozesse und Anhäufungen von Kontraktionsrückständen die natürliche mikrovibrierende Aktivität der Skelettmuskulatur in selbstverstärkender Weise. Als rhythmische Mikroextensionstechnik hat sich die Behandlung mit dem Matrixmobil als einzigartig erwiesen, denn sie durchbricht diesen Teufelskreis. Dies zeigt sich durch mehr oder weniger schnelle

und nachhaltige Verbesserungen in der Elastizität, Durchblutung und Drainage des Gewebes (siehe die Ausführungen von Dr. Randoll unten).

Zusätzlich zu den mechanischen Vibrationen sind im Matrixmobil-Applikator Permanentmagnete montiert, die ein synchron oszillierendes Magnetfeld erzeugen, welches die therapeutischen Effekte der mechanischen Wirkung auf der Gewebe-, Zell- und subzellulären Ebene unterstützt. Ohne auf dieses hochkomplexe und wissenschaftlich nur in Ansätzen erforschte Thema einzugehen, ist es wichtig zu betonen, dass die extrazelluläre Matrix und das Bindegewebe im Körper aufgrund ihres hohen Anteils an Kollagenfasern alle **piezoelektrische, pyroelektrische sowie dia- und paramagnetische** Eigenschaften haben. Mechanische Schwingungen, die auf diese Gewebe ausgeübt werden, erzeugen oszillierende elektrische Felder und damit auch oszillierende Ströme von Ionen und Elektronen, die mit angelegten Magnetfeldern interagieren und physiologische Effekte unterstützen. Im menschlichen Körper haben alle Schwingungen grundsätzlich einen mechano-elektromagnetischen Charakter. Man fängt aber erst an, diese Tatsache für therapeutische Zwecke gezielt zu nutzen.

In seinem Buch erklärt Dr. Randoll (aus dem Englischen übertragen):

Die Behandlung mit dem Matrixmobil® ist das zentrale Modul der therapeutischen Strategie im Rahmen des Matrix Konzepts. Dabei wird in einem ersten Schritt ein gesunder, d.h. physiologischer Rhythmus der Zellmatrixpulsationen (Matrixrhythmen) zusammen mit den damit verbundenen zelllogistischen Prozessen wiederhergestellt. Gelingt dies nicht, dann kann keine andere Therapie destruktiver (z.B. Chemotherapie) oder regenerativer (z.B. metabolistische Defizite ausgleichende Therapie), ihre angestrebte Wirkung an der Zelle entfalten. Jede Therapie profitiert also davon, wenn die Permeabilität der extrazellulären Matrix wiederhergestellt wird.

Aus diesem Grund habe ich bereits 1996 den Begriff Matrix-Therapie als eine wesentliche therapeutische Strategie für die Medizin

eingeführt. Dabei wurde eine Brücke zwischen verschiedensten therapeutischen Vorstellungen und Modellen als integrativer Ansatz geschlagen. Ich glaube, dass jede Wirksamkeit bzw. Heilungsprozess-aktivierung auf der Ebene der zellbiologischen Regulierung über die extrazelluläre Matrix beginnt, mit sekundären Wirkungen auf die Parenchymzellen der gegebenen Organe und damit in diesem Sinne immer eine Art Matrix-Therapie darstellt [...]

Das Matrixmobil® fungiert als verlängerter Arm des Therapeuten, der die Elastizität des Gewebes diagnostisch beurteilt und dann entsprechend seiner haptischen Fähigkeiten, die Schwingung in die Muskulatur des Patienten direkt über die Hautoberfläche einkuppelt, um Prozessstörungen beim Patienten zu behandeln [...]

Die Therapie beginnt also in einem Diagnosemodus. Der Vibrationskopf des Gerätes wird an einer geeigneten Stelle auf den Körper aufgesetzt und die Reaktion des Gewebes auf die Vibrationseinwirkung beurteilt. Vorsichtig wird die Muskulatur entlang ihrer Zugachse, in ihren verschiedenen Schichten und durch Vibrationen im physiologischen Frequenzbereich zwischen 8 und 12 Hz stimuliert. **Der Patient empfindet dies als angenehm.** Nur wenn die Ausbreitung der Wellen durch Verhärtungen, Verwachsungen, Narben usw. abgebremst wird, treten Perturbationen auf, die der Therapeut spürt und beobachtet. Die Amplitude des Schwinkopfes wird dann entsprechend verändert. Ohne solche Anpassungen würde die Behandlung unangenehme Empfindungen beim Patienten (Sympathikusaktivierung) auslösen.

Die therapeutische Anwendung des Matrixmobil® erzeugt eine rhythmische Mikrodehnung (Mikroextension) von Geweben, die auf die natürlichen Mikrovibrationen der Muskelzellen abgestimmt ist und damit auf der Ebene der einzelnen Zellen wirkt. Durch Ändern des auf den Vibrationskopf ausgeübten Drucks und Drehen des Geräts moduliert der Therapeut die Intensität und den Fokus des Signals, das sich in das Gewebe propagiert. Die spezielle Form des Schwingungskopfes ermöglicht es, durch eine kleine Drehung des Handstückes die Amplitude der im Gewebe erzeugten Mikrodehnung

zu modulieren. Dies ist besonders wichtig für die Auswirkungen auf die Muskelspindel- und Golgi-Sehnenorgane, die empfindlich auf Beschleunigungen reagieren. Gleichzeitig erzeugt die Modulation senkrecht zur Muskelfaser eine Veränderung des auf die Gefäße wirkenden Drucks und moduliert damit den „Melkmechanismus“ in Venen und Lymphgefäßen.

Alle Prozesse in und um die Zellen herum werden dabei in eine „gut abgestimmte Kooperation“ zurückgeführt. Ein übermäßiger Tonus (von Nerven ausgelöste Muskelspannung) – verbunden mit angesammeltem psychischen und körperlichen Stress – normalisiert sich, so dass sich ein angenehmes Gefühl bereits von Beginn der Therapie an ausbreitet. Dazu kommt oft ein Gefühl der Wärme. Die verbesserte Sauerstoffverfügbarkeit führt zur Entspannung und senkt den Blutdruck, regt die regenerativen, selbstheilenden Prozesse des Gewebes an und stärkt sie. Der rhythmische Mikrodehnungsprozess, der tief in das Gewebe hineinreicht, kann sogar Verklebungen von Faszien (faserigem Gewebe) und Zellen in tieferen Schichten lockern [...]

Während die Therapie mit dem Matrixmobil® einen enormen Spielraum für Variationen und Anpassungen an die spezifische Situation des einzelnen Patienten bietet – geleitet von den Erkenntnissen und Erfahrungen des Therapeuten –, weisen das Wissen um die Organisation des menschlichen Körpers sowie die langjährige Erfahrung mit der Matrix-Rhythmus-Therapie auf zwei wesentliche Behandlungsbereiche für eine möglichst effektive therapeutische Gesamtwirkung hin: (1) die Skelettmuskulatur und (2) den sympathischen Grenzstrang.

Die **Skelettmuskulatur** stellt das größte Einzelorgan im Körper dar, es macht etwa 45% des gesamten Körpergewichts aus und bildet damit die größte Zellsammlung eines einzigen Typs. Die Skelettmuskulatur hat sich im Laufe der Evolution zum größten „Antriebsorgan“ des menschlichen Körpers entwickelt. Seine Funktion basiert auf einer synergetischen Kombination von mikroskopischen Zellprozessen, die zu koordinierten makroskopischen Bewegungen

führen. [...]

Als stärkster Taktgeber („Orchesterleiter“) neben dem Herzen spielt er die entscheidende Rolle beim Flüssigkeitstransport im Körper, insbesondere für die Mikrozirkulation in und um die einzelnen Zellen, also bei der Zirkulation des extrazellulären Mediums. [...]

Die Skelettmuskulatur ist das effektivste Zielgebiet für die Matrix-Rhythmus-Therapie, nicht nur wegen ihres hohen Anteils am Gesamtkörpergewicht, sondern vor allem wegen ihrer entscheidenden Funktion als „Merkorgan“ für die Mikrozirkulation des Muskelgewebes selbst. Und über das Bindegewebe werden die Abfallprodukte der anderen Organe durch den venösen und lymphatischen Kreislauf entfernt, um so wieder aus dem arteriellen Kreislauf versorgt zu werden.

Viele bekannte und weniger bekannte physiotherapeutische Verfahren konzentrieren sich auch auf die Skelettmuskulatur. Sie wirken typischerweise von außen auf Haut, Muskeln, Bindegewebe, Lymph- und Reflexzonen durch Kneten und Streichen. Dabei stimulieren sie bestimmte Nerven und Druckpunkte – sogenannte Triggerpunkte –, um den Körperzustand durch eine bessere Durchblutung, ein Lockern, Dehnen und Entkrampfen der Muskeln sowie den Transport von Stoffwechselprodukten im Körper zu verbessern. Mit diesen Methoden kann eine gewisse aktivierende Wirkung erzielt werden, die sich aber nur bis zu einer bestimmten Tiefe im Körper erstreckt. So sorgen diese Therapien – auch manuelle Vibromassageverfahren, die ebenfalls im Bereich des natürlichen Rhythmus des Körpers wirken – meist nur für eine kurzfristige Linderung. Um eine nachhaltige oder dauerhafte Wirkung zu erzielen, die bis in die Tiefe des Gewebes reicht, ist es eindeutig entscheidend, die natürlichen Schwingungen des Körpergewebes selbst zu nutzen. [...]

Die Bedeutung des **sympathischen Grenzstranges** (Abb. 10) für die Therapie vieler chronischer Erkrankungen ist bekannt, insbesondere auch bei stressbedingten Erkrankungen. Zur Entlastung des Sympathikus, unabhängig von den lokalen Symptomen, wird die Therapie

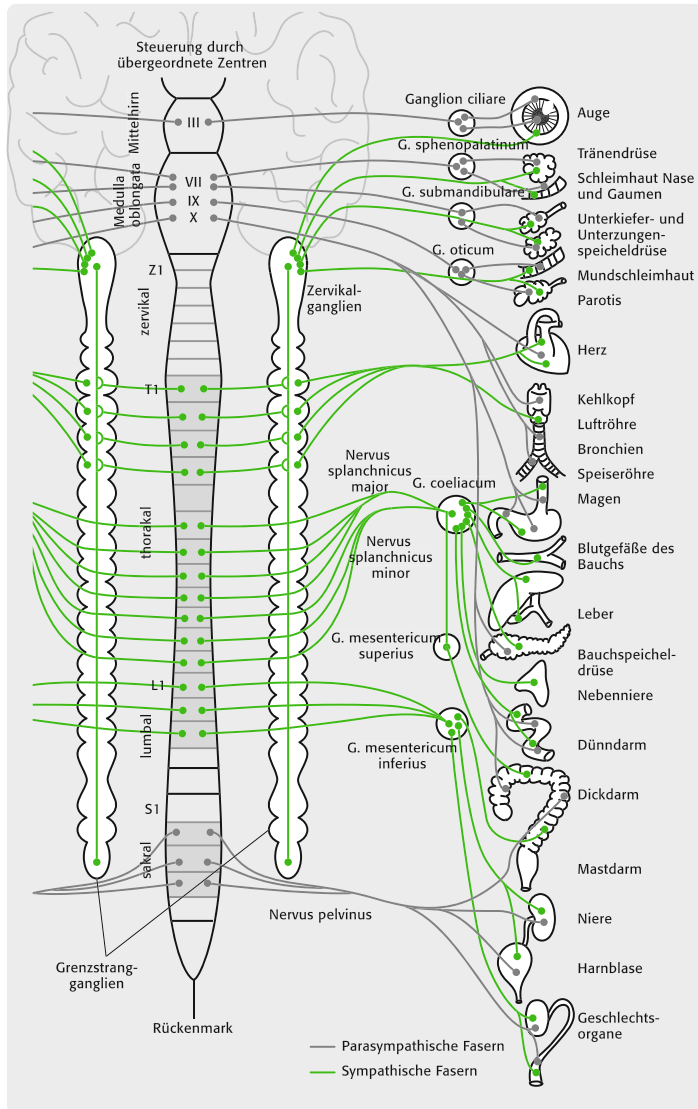


Abb. 10: Grenzstrang mit den sympathischen und parasympathischen Nervenverbindungen zu den Körperorganen.

Quelle: Ulrich G. Randolf, Das Matrix-Konzept, Verlag Systemische Medizin AG

paravertebral entlang des Grenzstranges und dann weiter entlang der wichtigsten Nerven-Plexi [Nervengeflechte, von den Rückenmarksegmenten aus nach rechts und links verlaufend] eingeleitet. [...]

Diese systemische Therapie des Sympathikus führt zu deutlichen sympatholytischen Effekten wie verbesserter Atmung, Normalisierung des Blutdrucks, Reduktion spastischer Zustände, verbesserter Schlafqualität sowie dem Verschwinden von Problemen im Magen- und Darmtrakt. Häufig stellt sich heraus, dass eine Therapie entlang der Zervikal-, Thorakal- und Brachial-Plexus-Nerven Geräusche in den Ohren (Tinnitus), übermäßigen Augeninnendruck und das Knirschen und Zusammenpressen der Zähne (Bruxismus) beseitigt.

Aufbauend auf der Stressforschung von Selye kann die Sympathikustherapie eine allgemeine Verbesserung der Funktion der Organe entlang des Vagusnervs erreichen und das sympathovagale Gleichgewicht insgesamt wiederherstellen. Die Körperfunktionen stellen dabei ihr natürliches Gleichgewicht wieder her. In vielen Fällen konnten wir die Auswirkungen auf das zentrale Nervensystem durch EEG-Messungen beobachten. Es stellt sich ein **„Psycho-Neuro-muskuläres Reset“** ein.

Zur Aufrechterhaltung dieses Zustandes des Wohlbefindens empfiehlt Dr. Randoll abendliches individuelles Sinnieren und auch Meditieren an einem ruhigen Ort über das Lebensumfeld, und auch sich selbst. Als zweiten Teil seines von ihm täglich praktizierten Programms empfiehlt er sein „Lympholin®“, ein abgewandeltes, besonders weiches Trampolin, auf dem er nach dem Aufwachen morgens nicht länger als 5 Minuten wippt, ohne abzuheben, um sich körperlich zu strecken und aufzurichten, um insbesondere die Thorax-Atmung und den Lymphfluss zu starten und gleichzeitig die Gelenkigkeit zu überprüfen, ggf. wieder herzustellen. Für ihn ist es die Garantie, beispielsweise nie eine Frozen Shoulder zu bekommen. Ein Mal im Monat gönnt er sich insbesondere nach sportlicher Aktivität unterstützend seine Therapie im Matrix-Center. Es braucht nicht viel um locker zu bleiben, meint er.

Im Laufe der jahrelangen therapeutischen Erfahrung hat es sich als sinnvoll erwiesen, die Behandlung nicht nur lokal, sondern „von Kopf bis Fuß“, d.h. systemisch, durchzuführen. Dabei hat sich die Matrix-Rhythmus-Therapie immer mehr zu einer effektiven **systemischen** Therapie bei chronischen Erkrankungen entwickelt. Entscheidend für die Matrix-Rhythmus-Therapie ist, dass sie über ihr Zeitmuster die Selbstheilungskräfte des Organismus stimuliert. Darüber hinaus ist es wichtig, dass dies absolut frei von Nebenwirkungen und auf allen hierarchischen Ebenen, die heute wissenschaftlich zugänglich sind, geschieht. Wie ich bei der Mehrheit der von mir behandelten Patienten beobachtet habe, verschwinden viele Probleme von selbst, sobald Bindegewebe und Muskulatur remobilisiert sind.

Die multidimensionale Heilwirkung der Matrix-Rhythmus-Therapie auf das Lymphsystem

Es lohnt sich, die verschiedenen Aspekte des Lymphsystems, im Lichte der eben zitierten Bemerkungen von Dr. Randoll noch einmal zu betrachten. Unter anderem wird verständlich, warum sich die Matrix-Rhythmus-Therapie bei der Behandlung von Erkrankungen, die mit Störungen des lymphatischen Systems verbunden sind, als besonders effektiv erwiesen hat. Das „Geheimnis“ liegt in der Symbiose von therapeutischen Wirkungen, die auf mehreren Ebenen der Organisation gleichzeitig erzielt werden:

1. Die direkte Pumpwirkung des Matrixmobils, die die Lymphbildung und den Lymphfluss in den Lymphkapillaren fördert, auch jene des Halses, die mit dem Lymphatischen System verbunden sind.
2. Wiederherstellung und Stärkung der natürlichen Pumpwirkung der Mikrovibrationen der Skelettmuskulatur durch den Mechanismus des Entrainment, indem Schwingungen benutzt werden, die im gleichen, natürlichen physiologischen Frequenzbereich liegen.
3. Beseitigung von **mechanischen Hindernissen**, die dem Lymphfluss und den ordnungsgemäßen Funktion der intrinsischen und extrinsischen lymphatischen Pumpen im Weg stehen. Dazu gehören Gewebeverklebungen, die die Elastizität und Durchlässigkeit der extrazellulären Matrix reduzieren.
4. Beseitigung von Kontraktionsrückständen, die einen starren, verhärteten Zustand der Muskelgewebe, Schmerzen und Bewegungslimitationen verursachen, die Mikrovibrationsaktivität der Muskeln abschwächen und den Lymphfluss hindern.

-
5. Stimulation des zellulären Metabolismus durch die direkte Wirkung von mechanischen Vibrationen sowie durch die oszillierenden elektrischen Felder, die von den Vibrationen aufgrund des piezoelektrischen Effektes hervorgerufen werden.
 6. Verringerung der Sympathikus-Aktivität (des *sympathischen Tonus*) zugunsten des Parasympathikus. Diese Zielsetzung ist entscheidend, um den negativen Auswirkungen von chronischem Stress auf das Lymphsystem und damit auf die Gesundheit des gesamten Organismus entgegenzuwirken. Entsprechend spricht Dr. Randall, wie oben zitiert, von der *Entlastung des Sympathikus* und von der *sympatholytischen* Wirkung einer geeigneten Behandlung entlang des sogenannten sympathischen Rumpfes (Abb. 10) mit Hilfe des Matrixmobils.
 7. Verbesserung des geistigen Wohlbefindens des Patienten. Dazu tragen die angenehmen, entspannenden Empfindungen, die von den applizierten Vibrationen hervorgerufen werden, sowie eine Abnahme von Stressgefühlen, eine Erhöhung des parasympathischen Tonus, die Linderung oder gar Eliminierung von Schmerzen und Steifigkeit und die unterstützende und einfühlsame Einstellung des Therapeuten bei.

Die Symbiose all dieser Aspekte ist essentiell, um den Teufelskreis der Erkrankung zu durchbrechen. Sie erlaubt, die Blockaden, die den natürlichen Heilungsprozessen des Körpers im Wege stehen, zu beseitigen und so nachhaltige Therapieergebnisse zu erzielen.

Zwei abschließende Bemerkungen sollen die entscheidende Bedeutung des mehrstufigen Ansatzes der Matrix-Rhythmus-Therapie unterstreichen:

Bei einem Patienten, der an einer stressbedingten Hyperaktivität des sympathischen Nervensystems leidet, zeigen die konventionellen Therapieansätze zur Verbesserung des Lymphflusses auf der Gewebeebene oft keine nachhaltigen Ergebnisse. Ein Grund liegt offenbar in der sympathischen Innervation der Lymphangionen. Ein weiterer

ist die gefäßverengende (vasoconstrictive) Wirkung eines erhöhten sympathischen Tonus. Chronische sympathische Überstimulation stört offenbar die normale rhythmische Pumpleistung der Lymphangione – in mancher Hinsicht analog zu Herzrhythmusstörungen – und kann sogar dazu führen, dass die mehr oder weniger kohärenten Kontraktionswellen (Peristaltik) von chaotischen, unkoordinierten Kontraktionen der einzelnen Lymphangionen ersetzt wird. Die effektive Pumpwirkung nimmt damit drastisch ab oder hört gänzlich auf. Bei chronischem Stress können, allgemein gesagt, dauerhafte Ergebnisse nur durch eine Verschiebung der sympathovagalen Balance des vegetativen Nervensystems des Patienten erreicht werden, wobei es auf eine Verringerung des sympathischen Tonus und eine Erhöhung des vagalen Tonus ankommt. Letztendlich wird man sich mit dem Grund für den Stresszustand des Patienten befassen und versuchen ihn dazu zu bringen, einen gesünderen Lebensstil zu wählen.

Ganzheitliche Therapien der Alternativmedizin, die sich beispielsweise auf den Stressabbau konzentrieren, scheitern dagegen oft an pathophysiologischen Veränderungen im Gewebe, die ohne Eingriffe auf zellulärer Ebene nicht rückgängig gemacht werden können. Das Muster dieser Art von Problemen ist die sogenannte **Randoll-Bifurkation**: emotionaler Stress verursacht oft Muskelverspannungen. Bei akutem und kurzzeitigem Stress kann sich eine gesunde Muskulatur danach entspannen. Aber wenn der Stress über einen längeren Zeitraum andauert, verlieren die Muskeln ihre Fähigkeit, in einen vollständig entspannten Zustand zurückzukehren. Es bilden sich Kontraktionsrückstände, das Muskelgewebe verhärtet sich und der oben beschriebene Teufelskreis setzt ein. Die Verhärtung des Muskelgewebes verschlechtert dessen Durchlässigkeit, Elastizität und Schwingungseigenschaften, beeinträchtigt die Funktion der extrinsischen Muskelpumpe (einschließlich der Mikrovibrationen) und führt zu einer zellulären „logistischen Krise“, die durch eine unzureichende Zufuhr von Sauerstoff und Nährstoffen und eine unzureichende Lymphdrainage von Muskelgewebe gekennzeichnet ist. Die Anhäufung von sauren

Stoffwechselprodukten führt zu chronischen Schmerzen. Der Patient ist nicht mehr in der Lage, sich zu entspannen, und sogar die besten Techniken der Meditation, des Yoga usw. können den Teufelskreis nicht durchbrechen. Zu einer aktiven, physiologischen Therapie gibt es keine Alternative. In den meisten Fällen ist die Matrix-Rhythmus-Therapie die beste Option.

Literature

Randoll U (2014) The Matrix Concept – Fundamentals of Matrix Rhythm Therapy, *Verlag Systemische Medizin AG*.

Randoll U (2012) Das Matrix-Konzept – Die Grundlagen der Matrix-Rhythmus-Therapie, *Verlag Systemische Medizin AG*.

Michael Földi Ethel Földi, ed., Földi's Textbook of Lymphology, 3rd Edition, *Urban & Fischer (2012)*.

Stücker O, Pons-Himbert C, Laemmel E (2008) Towards a better understanding of lymph circulation, *Phlebolympology* 15 No. 1: 31-36.

Hansen K, D'Alessandro A, Clement C, Santambrogio L. (2015) Lymph formation, composition and circulation: a proteonomics perspective, *International Immunology* 27, No. 5: 219-227.

von Andrian U, Mempel T (2003) Homing and cellular traffic in lymph nodes, *NATURE Reviews“ Immunology* 3: 867-878.

Yoon KW (2017) Dead cell phagocytosis and innate immune checkpoint, *BMB Reports* 50 (10): 496-503.

Willard-Mack C (2007) Normal Structure, Function, and Histology of Lymph Nodes, *Toxicologic Pathology*, 34: 409-424

Hargen A, Schmid-Schönbein GW (2000) Mechanics of tissue and lymphatic transport, *The Biomedical Engineering Handbook: Second Edition.*, Ed. Bronzino J, *CRC Press LLC*.

Schmid-Schönbein GW (1990) Microlymphatics and lymph flow, *Physiol Rev.* Oct, 70(4) : 987-1028.

Margaris K, Black R (2012) Modelling the lymphatic system: challenges and opportunities, *J. R. Soc. Interface* 9 (69): 601-12.

Zawieja D (2009) Contractile Physiology of Lymphatics, in *Proceedings of a Mini-Symposium: Lymphedema: An Overview of the Biology, Diagnosis, and Treatment of the Disease*, *Lymphatic Research and Biology* 7, 2: 87-96.

Kunert C, Baish J, Shan L, Padera T, Munn L (2015) Mechanobiological oscillators control lymph flow, *PNAS* 112, 35: 10938-10943.

Schmid-Schönbein GW (1990) Mechanisms causing initial lymphatics to expand and compress to promote lymph flow, *Arch. Histol. Cytol.*, 53 Suppl.: 107-114.

- Ikomi F, Kawai Y, Ohhashi T (2012) Recent advance in lymph dynamic analysis in lymphatics and lymph nodes, *Annals of Vascular Diseases*, 5, No.3: 258–268.
- Zuther, Joachim E. et al. Lymphedema Management: The Comprehensive Guide for Practitioners, 3rd edition, *Thieme Verlagsgruppe* (2013).
- Noel McHale (1993) Nervous control of the lymphatic system, *Vascular Medicine Review* 4: 307–319.
- Elenkov I, Wilder R, Chrousos G, Vizi E (2000) The sympathetic nerve—an integrative interface between two supersystems: the brain and the immune system, *Pharmacol Rev* 52: 595–638.
- Le C, Solan K (2016) Stress-driven lymphatic dissemination: An unanticipated consequence of communication between the sympathetic nervous system and lymphatic vasculature, *Molecular & Cellular Oncology*, 3 (4).
- Choi E, Nahm F, Lee P (2015) Sympathetic block as a new treatment for lymphedema, *Pain Physician* 18: 365–372.
- Swedborg I, Arnér S, Meyerson BA (1983) New approaches to sympathetic blocks as treatment of postmastectomy lymphedema, *Lymphology* 16 (3): 157–63.
- Jessen NA, Munk AS, Lundgaard I, Nedergaard M.(2015) The Glymphatic System: A Beginner's Guide, *Neurochem Res.* 40(12): 2583–99.
- Hui FK (2015) Clearing your mind: a glymphatic system? *World Neurosurg.* 83 (5):715–7
- Aspelund A, Antila S, Proulx ST, Karlsen TV, Karaman S, Detmar M, Wiig H, Alitalo K. (2015) A dural lymphatic vascular system that drains brain interstitial fluid and macromolecules, *J Exp Med.* 212 (7):991–9.
- Hitscherich K, Smith K, Cuoco JA, Ruvolo KE, Mancini JD, Leheste JR, Torres G. (2016) The Glymphatic-Lymphatic Continuum: Opportunities for Osteopathic Manipulative Medicine *J Am Osteopath Assoc.* 116 (3):170–7.

Ihr Institut für gemeinsame Forschung und Lehre zur Optimierung der Zell-Logistik

Dr. Ulrich G. Randoll war bereits Ende der 90er Jahre überzeugt, der Schlüssel zur Gesundheit ist auf der Ebene der zellulären Prozesse zu finden. Über die Umgebung der Zellen (die extrazelluläre Matrix) kann man in die Prozesse eingreifen. Er entwickelte die Matrix-Rhythmus-Therapie und hat über 3000 Menschen in dieser Methode ausgebildet. Er informiert seither in zahlreichen Kongressen und Workshops national und international über das Matrix-Konzept. Sein Buch „Das Matrix-Konzept“ erschien in zwei Sprachen.

Das Dr. Randoll Institut hat die Aufgabe, Forschung und Lehre für Prävention, Rehabilitation, Therapie und Diagnostik zu fördern. Ziel ist es, die neuen Erkenntnisse aus der biologischen Systemtheorie und zellbiologischen Grundlagen-Forschung in die praktische Medizin zu übertragen. Die bereits im Rahmen vergangener Forschungsprojekte entwickelten nichtinvasiven, naturkonformen Therapie-

Methoden werden zum Wohle der Patienten in verschiedensten Fachdisziplinen implementiert, verbreitet und weiter optimiert.

Das Dr. Randoll Institut organisiert Seminare, Fortbildungen und Workshops mit Dr. Randoll und seinen Dozenten-Kollegen.

◆ Seminare und Kongresse

aus dem Blickwinkel der verschiedenen medizinischen Fachdisziplinen.

Aktuelle Termine und Themen finden Sie auf unserer Webseite, wie zum Beispiel:

(siehe rechte Seite)

Matrix-Konzept und Matrix-Rhythmus Therapie

1. in der **Neurologie** – Spastik, Apoplexie, MS und Schmerztherapie etc.
2. in der **Inneren Medizin** – Rheumatoide Arthritis, Diabetes II, Metabolisches Syndrom, Prävention und Rehabilitation etc.
3. in der **Zahnheilkunde** – Schmerzen ausserhalb und innerhalb des Kausystems, CMD, Lymphstau, Parodontopathien, Periimplantitis etc.
4. in der **Sportmedizin** – Leistungssteigerung, Regeneration, Verletzungsprävention
5. in der **Unfallchirurgie, Orthopädie/Traumatologie** – Gelenk-/Weichteilschmerzdiagnostik, perioperative Versorgung
6. in der **TCM, Ayurveda, Yoga-Tradition** – Pancha Karma, Akupunktur
7. Einwöchiger **Matrix-Kongress** in den Poseidongärten auf Ischia/Italien

Wenn der Termin für das Thema, das Sie interessiert, noch nicht veröffentlicht ist, sprechen Sie uns darauf an. Wir reservieren Ihnen im Vorfeld einen Platz.

Oder laden Sie unsere erfahrenen Dozenten als Referenten zu Ihrem eigenen Kongress ein. Für Vorträge und Workshops.



Suchen Sie Ihre Themen aus und verlangen Sie Unterlagen, Termine, Preise per Anforderungsschein!

◆ Wie finden Sie einen Behandler?

Betroffene und Patienten können einfach und schnell in der Matrix-Rhythmus-Therapie geschulte Behandler in der Nähe ihres Wohnortes finden. www.matrix-health-partner.com

◆ Sie können Förderer werden

Wir sind ein gemeinnütziges Institut und freuen uns über Ihr Interesse an der Forschung und Lehre. Sie können aktiver Förderer werden durch Spenden*, Vergabe von Forschungsaufträgen, Sponsoring von Kongressen, Fachtagungen und Veröffentlichungen. Sprechen Sie uns an!

◆ Fordern Sie noch heute Ihre weiterführenden Informationen und Termine an!

Kopieren, ausfüllen, per Fax/Post/E-Mail senden,
oder gleich anrufen: +49 89 76 75 40 50

Dr. Randoll Institut
Gemeinnützige Gesellschaft für
Matrix-Forschung und -Lehre mbH
Lortzingstr. 26
D-81241 München
Telefon: +49 89 76 75 40 50
Telefax: +49 89 76 75 40 51
E-Mail: info@dr-randoll-institut.de

Unser Spendenkonto:

Donner&Reuschel München

BIC: CHDBDEHHXXX | IBAN: DE29 2003 0300 0097 1530 01

Anforderungsschein

Schicken Sie mir Programme und Termine
zu den ausgewählten Fortbildungen:

- ☐ Anwendung der Matrix-Rhythmus-Therapie in der Neurorehabilitation –
Spastik, Apoplexie, MS und Schmerztherapie
 - ☐ Sonstige (s. Themen-Auswahl auf Seite 31):
-
-

Informieren Sie mich zu den angekreuzten Themen:

- ☐ Einführung in die Anwendung der
Matrix-Rhythmus-Therapie (MaRhyThe®)
- ☐ Wir sind interessiert an einem Referenten-Beitrag
für unsere Veranstaltung. Bitte kontaktieren Sie uns/mich.
- ☐ Wir möchten Förderer werden.
Bitte kontaktieren Sie uns/mich.

Meine/Unsere Anschrift:

.....

♣ Vorname, Nachname

♣ Beruf

.....

♣ Firma

♣ Position

.....

♣ Straße / Nr.

♣ PLZ / Ort

.....

♣ E-Mail

♣ Telefon für evtl. Nachfragen

.....

♣ Datum, Unterschrift

FAX an: +49 89 76754051

Die Autoren



Dr. Ulrich G. Randoll

Dr. Ulrich G. Randoll ist Arzt (Dr. med.), Forscher, Fachbuch-Autor, Fachdozent und Leiter des Dr. Randoll Institutes in München.

Dr. Randoll war überzeugt, dass der Schlüssel zur Gesundheit in zellulären Prozessen liegt. Im Rahmen mehrerer Forschungsprojekte (1989–1997 Abt. für Kieferchirurgie und Unfallchirurgie der Universität Erlangen) hat Dr. Randoll mit hochauflösenden Videomikroskopen an zellbiologischen Fragestellungen der Zelldifferenzierung und Dedifferenzierung gearbeitet. Durch die Beobachtung der zellulären Organisation und Pulsation in der extrazellulären Matrix in der Petrischale, entwickelte er die Matrix-Rhythmus-Therapie (MaRhyThe®), eine Behandlung bei der physiologische Wellen (8–12 Hz) angewendet werden, um körpereigene entgleiste Prozesse zu synchronisieren. Durch die Optimierung der zellulären Logistik und Zirkulation wird das Matrixmobil® präventiv, prä- und postoperativ eingesetzt. Symptome wie Kopfschmerzen, chronische Schmerzen in der Wirbelsäule, Knie, Hüfte, offene Wunden und Geschwüre, Diabetes II und anderes kann damit behandelt werden. Bis heute sind über 6000 Ärzte und medizinische Therapeuten ausgebildet. Sein Buch „Das Matrix Konzept“ erscheint in zweiter Auflage auf Deutsch und Englisch.



Prof. Dr. Rainer Breul

Univ. Prof. Dr. rer. nat. med. habil. Rainer Breul (D.O. h.c.) ist einer der führenden Anatomen in Deutschland, Fachbuch-Autor und Dozent.

Sein Werdegang: Studium an der Deutschen Sporthochschule in Köln (Diplom 1971), Biologie Studium und Promotion an der Universität Köln (1975), Wissenschaftlicher Assistent am Anatomischen Institut Köln (1975 bis 1984), Habilitation im Fach Anatomie (1984), Professur für Anatomie Köln (ab 1984), Professur für Anatomie LMU München (ab 1987, emeritiert 2010). Von 1976 bis heute ist er aktiv tätig als Dozent in der Anatomie-Ausbildung und bei Fortbildungsveranstaltungen von (Zahn-)Ärzten, Physiotherapeuten und Osteopathen. Dazu veranstaltet er interdisziplinäre Präparierkurse für diese Berufsgruppen. Er war fast 30 Jahre auch als Dozent für die Ausbildung von Osteopathen in Anatomie und Physiologie tätig. Zudem ist er Autor von vielen anatomischen Buch- und Fachzeitschriften-Beiträgen, war längere Zeit Mitherausgeber von Fachzeitschriften (DO, Osteopathische Medizin) sowie wissenschaftlicher Beirat des Bundesverband Osteopathie e.V. – BVO.