



ZEITSCHRIFT  
FÜR **PHYSIO**  
THERAPEUTEN

70. Jahrgang  
Juni 2018

**VERLETZT?  
VERSORGUNG  
AUF DEM PLATZ**

**AUTORENABDRUCK**

[physiotherapeuten.de](http://physiotherapeuten.de)



therapie on tour  
**BOCHUM**  
Fachmesse mit Kongress  
für Physiotherapie

# Der Treffpunkt für Therapeuten in NRW



Eine  
Premiere,  
die Sie nicht  
verpassen  
sollten!

28|29 Sept. 2018  
RuhrCongress Bochum

[www.therapie-ontour.de](http://www.therapie-ontour.de)

**AUTORENABDRUCK**

Foto: AbbiesStock, Piotr Marcinski

# Die Waden der Nation



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

unser Cover zeigt diesen Monat einen „Rasen on the rocks“, als Reminiszenz an die vielen Kollegen, die Sportler betreuen. Die Sportphysiotherapie hat sich schon lange von den Klischees befreit, die sie früher begleiteten: Eisapplikationen und Sportmassagen in Umkleidekabinen am Samstagnachmittag bei schlechter Luft und Bierchen nach Pilsener Brauart. Der moderne Sportphysiotherapeut ist mit vielen anderen Professionen vernetzt – mit Fachärzten, Athletiktrainern, Fitnessexperten, Sportwissenschaftlern oder Psychologen. Eine seiner vielen Kernkompetenzen ist Schnelligkeit.

Ralf Blume ist seit 2007 Chephysiotherapeut des Fußball-Bundesligisten Hannover 96 und Autor unseres Titelbeitrags. Er gibt uns nicht nur Einblicke in die Erstversorgung verletzter Spieler auf dem Platz, sondern auch in sein Innenleben: Was geht in ihm während der 90 Minuten vor, die ein Spiel in der Regel dauert? Welche Checklisten ruft er in Sekundenbruchteilen ab, wenn sich ein Spieler verletzt?

Gerade wir Physiotherapeuten sollten uns der wichtigen Schnittstelle bewusst sein, an der wir uns in der Behandlung von Athleten befinden. Wir sind die Profession, die sich genau zwischen Medizin, Fitness und sporttherapeutischen Ansätzen bewegt. Mit diesem Schwerpunktheft Sport wollen wir Impulse setzen. Entscheiden Sie selbst: Was gehört in eine zeitgemäße Physiotherapie? Sie sind die Experten!

Ich freue mich auf eine spannende Fußball-Weltmeisterschaft! In erster Linie ist das für mich gute Unterhaltung. Aber natürlich schaue ich auch, was die Kollegen auf dem Platz so machen. Vermuten sie die gleiche Verletzung wie ich? Arbeiten die mexikanischen Physiotherapeuten anders als die schwedischen oder russischen?

Ich wünsche Ihnen und euch eine gute Zeit!

Mit sportlichen Grüßen

Jörg Stanko, pt-Redakteur  
joerg.stanko@pflaum.de

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in der pt auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.



## Bieten Sie Ihren Kunden den ultimativen Mehrwert!

Mit den zertifizierten §20 Präventionskursen von SVG



Ohne Zertifizierungsaufwand und zu 100% von der ZPP anerkannt!



made in germany

- ✓ **Gerätegestützte Präventionskurse mit wellengang Schwingungstraining und hochwertigen medizinischen Trainingsgeräten der REHA-LINE 2.0 Serie**
- ✓ **Rundum-Sorglos-Paket: Wir bilden Sie aus und melden Ihren Kurs an. 100% Garantie!**
- ✓ **Umfangreiche Schulungen und Unterstützung in Vertrieb und Marketing**
- ✓ **Vollständige oder anteilige Übernahme der Kursgebühr durch die meisten Krankenkassen**

Kostenlose Informationen anfordern!

[www.svggermany.de](http://www.svggermany.de)



Schlattstr. 65 • 75443 Ötisheim  
Fon: +49 (0) 7041 - 96 15-0

AUTORENABDRUCK

## P POLITIK

**Denkfabrik Physiotherapie**  
Im Gespräch mit Nina Rüter

**Zur Reform des G-BA –  
plötzlich selbstbestimmt?**  
Volker Brünger

## D DIALOG

pt-Facebook-Highlights 04



Foto: Azevar / shutterstock.com



## N NACHRICHTEN & MENSCHEN

**Nachrichten** 06

**Einmal Moldawien und zurück**  
Mirjam Dill 09

**Auslandssemester in den USA**  
Melissa Wolf 11

**... und wieder locker lassen!** 15

**SCHWERPUNKT  
SPORTMEDIZIN**



16

20



## T THERAPIE

### VERLETZT IN DER FUSSBALLBUNDESLIGA

Ralf Blume

22

**Klinische Hörprüfung in der Physiotherapie**  
Marisa Hoffmann 28

**Segmentale Stabilisation bei Leistenschmerz**  
Jesper Schwarz 32

**Unterstützung, die andauert**  
Im Gespräch mit Freerk Baumann 40

**Training und Entzündung – Teil 1**  
Frank Diemer 43

**Bewegung: positiver Placebo-Effekt  
durch Motivation**  
Im Gespräch mit Hendrik Mothes 50

**Schritt für Schritt zum  
Trainingserfolg mit Älteren**  
Tobias Morat und Tim Fleiner 53

**Behandlungsprotokolle im Vergleich**  
Daniela Horas 59

**Hoch hinaus**  
Im Gespräch mit Martin Schlageter 61

**Langhanteltraining in der Prävention**  
Martin Zawieja und Marius Brandt 64

**Exzentrik und Muskelkater**  
Im Gespräch mit Timothy Hasenöhr 68

**Effektivität von spezifischen Programmen  
zur Verbesserung der Bewegungskontrolle  
bei Kreuzschmerzen**  
Hannu Luomajoki 73

**Periphere Neuropathien**  
Im Gespräch mit Philipp Zimmer 76

AUTORENABDRUCK  
INHALT

# Innovativ in Rehabilitation, Sport und ästhetischer Medizin



## PHYSIOIMPACT-Evident

Hochenergetische **Stoßwellentherapie** mit intelligenter Kopplung von Stoßwellenintensität und Behandlungsfrequenz für eine schonende und effektive Behandlung



## IONOSON-DO-Evident

Der neue Maßstab in der **Kombinationstherapie** – jetzt neu mit **Tiefenzillation** im vierten Kanal

**PHYSIOMED**<sup>®</sup>  
TECHNOLOGY FOR THERAPY

Mehr Informationen unter [www.physiomed.de](http://www.physiomed.de)

## F FORSCHUNG & EVIDENZ

Cochrane-Update 6 2018 80

Evidenz-Update 6 2018 84



## L LEHRE

HPCCC  
Heike Hoos-Leistner

96

## S SERVICE

Medien 101  
Termine 102  
Marktplatz 103  
Autorenhinweise 104  
Inserentenverzeichnis 105  
G-Anzeigen/Kurse 106  
Vorschau 112  
Impressum 112

AUTORENABDRUCK

# Training und Entzündung

## Teil 1: Lokale und systemische Einflussfaktoren in der frühen Heilungsphase

..... Ein Beitrag von Frank Diemer .....

Frau Adam kommt wegen Knieschmerzen nach einem Sturz zur Krankengymnastik. Sie ist 65 Jahre alt, übergewichtig und hat einen Diabetes mellitus Typ 2. Sie erhofft sich endlich eine deutliche Schmerzlinderung. Ihr Therapeut erklärt ihr, dass verschiedene Faktoren (Übergewicht, Diabetes) in ihrem Fall die Wundheilung negativ beeinflussen können. Lesen Sie, welche aktuellen Erkenntnisse es dazu gibt.



Foto: lightwavemedia / shutterstock.com

### Hintergrund

Sportlehrer und Physiotherapeuten lernen in ihrer Ausbildung, dass jedes Bindegewebe für den Erhalt oder die Adaption Wachstumsreize benötigt. Dieser Grundgedanke ist im historischen Gesetz „Funktion bildet das Organ“ von Wilhelm Roux (1) abgebildet und stellt ein fundamentales Prinzip in der Nachbehandlung vieler orthopädischer und chirurgischer Krankheitsbilder dar. Nicht spezifiziert werden in diesem Prinzip die tatsächlichen Parameter für die Funktionsausbildung und auch deren Beginn nach einer Schädigung. Diese Entscheidung bleibt häufig dem behandelnden Therapeuten überlassen. In dieser Übersicht soll daher der Nutzen von Bewegungsreizen in der frühen Heilungsphase (akute Entzündung) und deren Rolle in der Kontrolle von chronischen Entzündungsprozessen im Rahmen vieler Systemerkrankungen genauer betrachtet werden.

### Akute und chronische Entzündung

Die akute Entzündung kann als Bindeglied einer Gewebsschädigung und einer darauffolgenden Reparatur des betroffenen Gewebes angesehen werden. In vielen Arbeiten wird dieser Phase eine mehr oder weniger feste Zeiteinheit zugeordnet, meist bis zum siebten Tag (2). Diese zeitliche Zuordnung impliziert einen passiven, immer gleich ablaufenden Prozess. Beiter et al. (3) betonen dagegen ausdrücklich, dass eine Entzündung aktiv beendet werden muss. Mit aktiv ist in diesem Zusammenhang gemeint, dass zum Beispiel ein adäquater Belastungsreiz und >>

**Für Eilige**

Darf ein heilendes Gewebe belastet werden? Ist ein Belastungsreiz vielleicht sogar hilfreich, um die Entzündungsphase zu beenden? Mit dieser und weiteren Fragen setzt sich der Autor auf Basis der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse auseinander. So viel vorab: Alter, Geschlecht, Stress, Übergewicht und Begleiterkrankungen zählen zu den wichtigen Faktoren, die aus einer akuten Entzündung einen chronischen Prozess entstehen lassen können.

AUTORENABDRUCK

Lokale und systemische Faktoren verlängern die Entzündung.

die dadurch resultierende biochemische Reaktion die Entzündungsphase hemmen. Im Gegensatz zu dieser Inhibition wird die Proliferationsphase begünstigt. Guo et al. (4) nennen diesbezüglich die wichtigsten Einflussfaktoren (Tab. 1).

Viele Systemerkrankungen, wie zum Beispiel Diabetes mellitus Typ 2 oder kardiovaskuläre Erkrankungen, sind mit einem chronischen Entzündungsstoffwechsel assoziiert (5, 6). Diese sogenannten „Low-Grade-Entzündungen“ haben einen großen katabolen Einfluss auf alle Körpersysteme. Darüber hinaus reduzieren sie die Heilungskapazität bei akuten Verletzungen. Am deutlichsten wird dies bei der verzögerten Reparatur von Hautwunden beim Diabetes-Patienten.

## Lokale Einflussfaktoren

### Mechanische Belastung

Eine direkte Evaluation des verletzten Bereichs in humanen Studien ist rein aus ethischen Gründen schwierig zu realisieren. Deshalb werden eher allgemeine Belastungsparadigmen diskutiert, wie der Beginn der passiven Mobilisation nach einer Rekonstruktion der Rotatorenmanschette am Schultergelenk (7, 8) oder auch die Gewichtsbelastung nach einem knorpelregenerativen Eingriff (9, 10). Auch die Ermittlung des Ergebnisses erfolgt meistens sehr allgemein (Transplantatversagen ja oder nein). Biopositive oder bionegative Wirkungen auf die betroffene Struktur jenseits dieses „Super-GAUs“ bleiben aber unentdeckt. Die Adaption einer bestimmten Struktur kann daher nur bedingt beurteilt werden. Experimentelle Tierstudien ermöglichen eine initiale Belastung und Evaluation des verletzten Bereichs in der Entzündungsphase. Die Ergebnisse sind inkonsistent, zeigen aber starke Tendenzen für eine schlechtere Heilung bei sofortiger Applikation von aggressiven Zug-, Kompressions- oder Scherkräften,

zum Beispiel bei Rupturen beziehungsweise Rekonstruktionen des vorderen Kreuzbandes oder auch Knorpelläsionen (11–15). Dagegen sind niederintensive Belastungsreize oder auch eine kurze Immobilisation, gefolgt von einer Remobilisation, biopositiv und einer dauerhaften Immobilisation in der Regel überlegen. Dies fordert vom Therapeuten ein ausreichendes Grundlagenwissen über das „biomechanische Profil“ der betroffenen Struktur, um die mechanische Belastung im Einklang mit der klinischen Reaktion progressiv zu steigern (Abb. 1).

### Sauerstoffversorgung

Eine ausreichende Sauerstoffversorgung des Wundbereichs ist eine zwingende Voraussetzung für den weiteren Heilungsverlauf. Erschwert wird dies durch die Beschädigung und initiale Vasokonstriktion der beteiligten Blutgefäße. Die Wunde selbst weist daher keine direkte Gefäßversorgung mehr auf. Gelöst wird dieses Problem durch die Freisetzung von vasoaktiven Substanzen aus aktivierten Abwehrzellen und die daraus resultierende Angiogenese (4). Gerade in diesem Zusammenhang werden auch anaerobe und insbesondere laktazide Trainingsmethoden diskutiert.

### Laktat

Ein Training unter Sauerstoffschuld und zusätzlich mit dem Stoffwechselendprodukt Milchsäure passt auf den ersten Blick nicht ins beschriebene Anforderungsprofil. Allerdings hat sich das Paradigma, Laktat als einfaches Stoffwechselendprodukt anzusehen, in den letzten Jahren stark gewandelt. Nach Sun et al. (16) und Nalbadian et al. (17) kann Laktat eine Vielzahl von wichtigen Funktionen in unterschiedlichsten Organsystemen unterstützen. Die Autoren setzen daher die Milchsäure als „Lactormon“ mit vielen anderen Hormonen im Körper gleich.

Tab. 1 Wichtige Einflussfaktoren für den Verlauf der Entzündungsphase, modifiziert nach (4)

Lokale Faktoren	Systemische Faktoren
mechanische Belastung	Alter und Geschlecht
Sauerstoffversorgung	Trainingsstatus
Fremdkörperbelastung (zum Beispiel Prothesenmaterial)	hormoneller Status
Infektion	Stress
	allgemeine Ischämie
	Übergewicht / Fettleibigkeit
	Begleiterkrankungen (zum Beispiel Diabetes mellitus)
	Medikamente
	Genussmittel (Alkohol und Nikotin)
	Erkrankungen des Immunsystems
	Ernährung

Ausgewählte Funktionen von Laktat, modifiziert nach (16, 17):

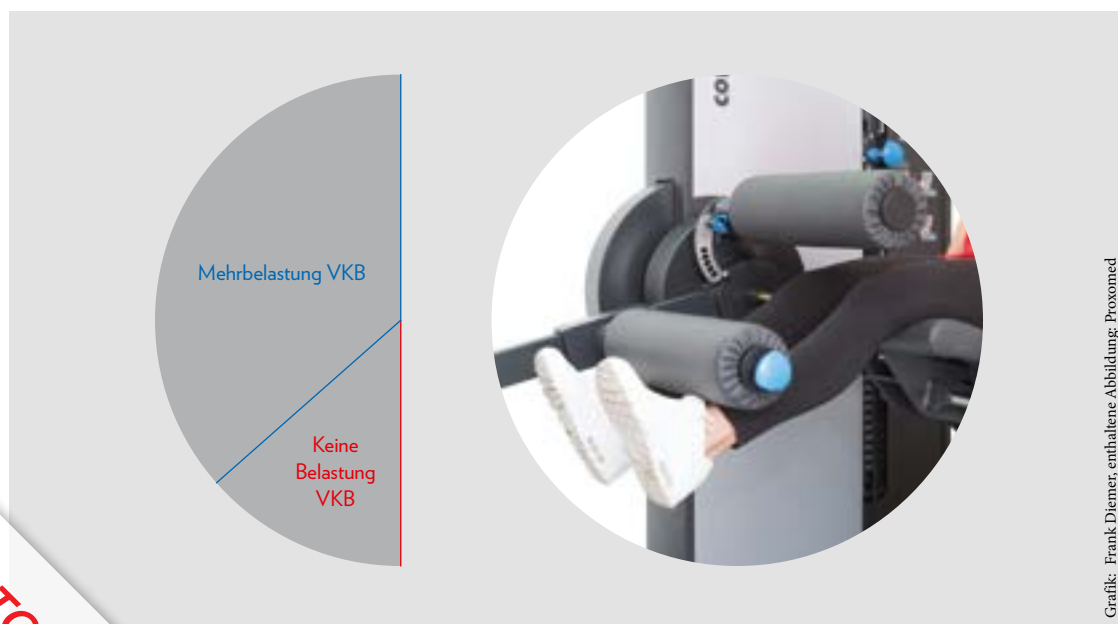
- Induktion der Myogenese und Regulation des Testosteronspiegels
- Induktion der Angiogenese und Neubildung von Mitochondrien
- Anpassung der Umschlagrate von Matrixproteinen
- relevanter Energieträger in Herz, Leber und zentralem Nervensystem
- Induktion der Synapsenbildung beziehungsweise neuroplastischen Anpassung im zentralen Nervensystem (zum Beispiel Gedächtnisbildung)
- modulierender Effekt auf Entzündungsprozesse (Zellteilung von Abwehrzellen, Produktion von Entzündungsstoffen)

Betrachtet man einige der genannten Funktionen (zum Beispiel die Förderung der Angiogenese, die Anpassung der Umschlagrate oder auch den modulierenden Effekt), so kann man für Laktat eine durchaus biopositive Wirkung für den entzündlichen Prozess konstatieren. In der Tat weisen Wunden einen relativ hohen Milchsäurespiegel von circa fünf bis 15 Millimol auf (16). Darüber hinaus bestätigen Studien, die experimentell zugefügten Wunden Laktat beimengen, diese positiven Effekte (18, 19). Eine voreilige Schlussfolgerung ist dennoch gefährlich, denn in allen genannten Studien wird das gemessene Laktat nicht durch Training produziert, sondern exogen hergestellt und kontrolliert in Wunden

eingetragen. Dies bedeutet, dass weder das mechanische noch das biochemische Umfeld ein realistisches Szenario im Vergleich zu einem ermüdenden laktaziden Training darstellen.

Des Weiteren scheint nur eine gewisse Dosis von Laktat biopositiv zu sein: Nach Britland et al. (20) zeigen Werte oberhalb der anaeroben Schwelle eine geringere Vitalität von Bindegewebszellen und auch eine langsamere Reduktion der Wundoberfläche. Dazu passend ist allgemein anerkannt, dass Wundheilungsstörungen und auch tumoröse Veränderungen sich durch einen sehr hohen Laktatspiegel auszeichnen (16, 21). Neben diesem Schwellenwert ist der Zusammenhang zur Sauerstoffversorgung der Wunde essenziell. Der Pionier auf diesem Gebiet, Thomas K. Hunt, betont daher, dass Laktat in nicht optimal versorgten entzündlichen Wunden durchaus negative Effekte auf den weiteren Heilungsverlauf haben kann. Bestätigt wird diese Sichtweise indirekt durch eine Reihe von Trainingsstudien: So zeigten Wolfe (22) und Zogaib et al. (23) in Tierstudien durch niederintensive Ausdauerbelastungen ( $\leq 60 / 70$  Prozent  $VO_2$ ) eine bessere Wundheilung im Vergleich zu höheren Intensitäten ( $> 80 / 90$  Prozent  $VO_2$ ). Dazu passend ermittelten Emery et al. (24) eine schnellere Reparatur von Hautwunden durch ein niederintensives Ausdauertraining (70 Prozent  $VO_2$ ) im Vergleich zu einer nicht trainierenden Kontrollgruppe. Leider werden in diesem Bereich viele Studien am Tier oder mit speziellen Kohorten, wie zum Beispiel älteren Diabetes-Patienten, durchgeführt. Eine Übertragung auf andere Kohorten ist daher immer kritisch zu hinterfragen. >>

Laktat kann eine biopositive Wirkung haben.



Grafik: Frank Diemer, enthaltene Abbildung: Proxomed

Abbildung: Quadrizepsübungen im Kniestreckler produzieren in extensionsnahen Gelenkwinkeln (0–60 Grad Flexion) eine Zugbelastung auf das vordere Kreuzband. Jenseits von 60 Grad Flexion entsteht keine Mehrbelastung durch die nach dorsal gerichtete Scherkraftkomponente. Übungen am Kniestreckler können auf diese Weise im Sinne einer biomechanischen Progression über 60 Grad begonnen und progressiv in extensionsnahe Gelenkwinkel gesteigert werden.

AUTORENABDRUCK



## Fremdkörperbelastung

Die moderne Medizin ermöglicht durch den Einsatz von Transplantaten bei vielen Krankheitsbildern eine Schmerzreduktion und Funktionsverbesserung. Leider kann die Reaktion auf das eingebrachte Material eine Entzündung auslösen oder auch unterhalten. Am besten untersucht ist dieses Phänomen bei Prothesenimplantationen am Hüftgelenk. Die Bezeichnung „Adverse Reaction of Metal Debris“ fasst pathogene Prozesse als Überbegriff zusammen. Eine ausführliche Diskussion findet sich bei Vasconcelos et al. (25) und Matharu et al. (26). Dies bedeutet, dass manche Patienten trotz geringer mechanischer oder auch biochemischer Belastung eine Entzündung produzieren oder erhalten können. Der Schwellenwert für einen bionegativen Reiz wird durch die Fremdkörperbelastung nach unten reguliert.

## Systemische Einflussfaktoren

Globale Faktoren beeinflussen sowohl akute als auch chronische Entzündungsprozesse und sind daher in beiden Fällen von großer Bedeutung. Unter den in Tabelle 1 genannten Einflussfaktoren spielen der Trainingsstatus, Übergewicht (Fettleibigkeit), Ernährung, Stress und Begleiterkrankungen mit die größte Rolle.

### Trainingsstatus

Übersichtsarbeiten ermitteln einen annähernd linearen Zusammenhang zwischen dem systemischen Entzündungsstoffwechsel und dem selbst angegebenen Ausmaß körperlicher Bewegung, also geringere Entzündung bei höherem Bewegungsgrad (27, 28). Dieser höhere Spiegel von Entzündungsmediatoren steht mit der Entwicklung von kardiovaskulären Erkrankungen oder auch Diabetes mellitus Typ 2 in Verbindung und gilt als Prädiktor für eine schlechtere Funktion sowie eine höhere Mortalitätsrate. Die meisten Daten wurden in diesem Zusammenhang jedoch in Beobachtungsstudien evaluiert und ein kausaler Zusammenhang kann dadurch nicht abgeleitet werden. Interessanter sind daher Interventionsstudien, die durch den gezielten Einsatz von Trainingsmethoden auf die Modifikation des Entzündungsstoffwechsels abzielen. Die Ergebnisse sind diesbezüglich nicht einheitlich und können wie folgt zusammengefasst werden (27, 29–31):

- Jeder Trainingsreiz produziert zunächst eine „kontrollierte Entzündung“. Diese ist Teil einer normalen Reaktion und zwingend notwendig für die Adaption.
- Regelmäßige Trainingsreize haben einen antiinflammatorischen Effekt.
- Extrem hohe Trainingsbelastungen (zum Beispiel Ultramarathon) erhöhen den Entzündungsstoffwechsel auch auf lange Sicht.

- Moderate Trainingsbelastungen im Ausdauerbereich reduzieren den Entzündungsstoffwechsel. Die wichtigsten Einflussfaktoren sind die Höhe der Entzündungsmarker und die Funktionskapazität zu Beginn der Intervention. Probanden mit einer schlechten Leistungsfähigkeit und einer großen inflammatorischen Belastung profitieren am meisten von der Intervention.
- Es gibt insgesamt weniger Studien über Krafttraining. Die verfügbaren Ergebnisse sind aber unabhängig von der Intensität positiv.

## Übergewicht / Fettleibigkeit

Übergewicht wurde in der Vergangenheit häufig als biomechanischer Risikofaktor für Skeletterkrankungen angesehen. Erst in den letzten Jahren wurde Fettgewebe auch als wichtiger Treiber für Entzündungsprozesse anerkannt. Allerdings haben nicht alle Fettgewebe im Körper bionegative Wirkungen. Nach Kiefer (32), Cleal et al. (33) und Gomez-Hernandez et al. (34) haben insbesondere weiße, viszerale Adipozyten ein proinflammatorisches Potenzial. Braune Fettzellen, im zervikalen, supraklavikulären oder interskapulären Bereich lokalisiert, können dagegen einen hemmenden Effekt auf Entzündungen haben. Unabhängig von ihrer Lokalisation haben Adipozyten ein großes biochemisches Potenzial und produzieren sogenannte Adipokine. Diese können entweder antiinflammatorisch (Adiponektin) oder proinflammatorisch (Leptin, Resistin) wirken. Geht das Gleichgewicht zwischen den gegensätzlich wirkenden Adipokinen verloren, so kann durch einen systemisch erhöhten Entzündungsstoffwechsel die Entwicklung von Erkrankungen begünstigt werden (6, 34). Deutlich wird dies unter anderem bei der Osteoarthritis. Es besteht ein annähernd linearer Zusammenhang von der Gelenkdestruktion zu den Leptinserumwerten (35, 36). Auch beim chronischen Rückenschmerz wird diesem Prozess mittlerweile mehr Bedeutung beigemessen. Hashem et al. (37) sehen chronisch erhöhte Entzündungswerte als einen Mediator von physischer Inaktivität und Fettleibigkeit in der Pathogenese des chronischen unspezifischen Rückenschmerzes.

## Ernährung

Bestimmte Nährstoffe haben einen modulierenden Einfluss auf den Entzündungsstoffwechsel. In diesem Kontext wird besonders häufig das Verhältnis von ungesättigten Fettsäuren diskutiert. Arachidonsäure, eine Omega-6-Fettsäure und Derivat von essenzieller Linolsäure, besitzt die Fähigkeit, durch den sogenannten Arachidonsäurezyklus eine proinflammatorische Wirkung zu entfalten. Eine antiinflammatorische Wirkung haben dagegen die Omega-3-Fettsäure Alpha-Linolensäure und deren Derivate (38). Übersichtsarbeiten ermitteln dementsprechend überwiegend positive Ergebnisse

Trainingsstatus, Übergewicht, Stress und Begleiterkrankungen sind relevant.

(Reduktion des Entzündungsstoffwechsels, geringere Schmerzintensität) bei einer zielgerichteten Zuführung von Omega-3-Fettsäuren (39, 40). Selbstverständlich sollte ein Eingriff in das komplexe Thema Ernährung von einem Fachmann und nie unreflektiert erfolgen.

### Stress

Negativer Stress hat einen signifikanten Einfluss auf den Verlauf der Entzündungsphase. Durch einen höheren Cortisolspiegel wird gerade die Akutphase durch die Reduktion von proinflammatorischen Transmittern auf ein zu geringes Niveau abgesenkt (4, 41). Des Weiteren neigen gestresste Menschen dazu, ihren Aktivitätsstatus zu reduzieren sowie den Konsum von Genussmitteln (Alkohol, Nikotin) zu erhöhen.

### Mechanismen

Die genannten Daten zeigen, dass einer der wichtigsten Einflussfaktoren (lokal und systemisch) die körperliche Belastung ist. Diese kann bei angepasster Intensität die Wundheilung optimieren, bei übermäßiger Applikation aber auch bionegativen Charakter annehmen. Verständlich wird dieses Paradoxon durch die Tatsache, dass Trainingsreize

ähnliche biochemische Reaktionen hervorrufen wie akute Gewebsschädigungen. Die Muskelzelle hat in diesem Kontext ein beachtliches biochemisches Potenzial und steuert über die Freisetzung von anabolen und katabolen Substanzen (Myokine) den Wundheilungsprozess. Interessant ist, dass Muskelzellen teilweise identische Botenstoffe wie Abwehrzellen produzieren, allerdings mit gegensätzlichen Wirkungen. So verursacht Interleukin-6, aus Muskelzellen freigesetzt, eine Hemmung des entzündlichen Prozesses. Wenn der gleiche Botenstoff dagegen von Makrophagen produziert wird, verstärkt er Entzündungen (42, 43). Von mindestens ebenso großer Bedeutung ist der Einfluss von Myokinen auf das Fettgewebe. In vielen Arbeiten wird dabei Irisin besonders intensiv diskutiert. Dieses Myokin führt eventuell zur Aktivierung einer speziellen Unterform der weißen Adipozyten. Einmal aktiviert, nehmen diese den braunen Phänotyp an und entfalten die gesundheitsfördernden und entzündungshemmenden Wirkungen des braunen Fettgewebes. Allerdings ermitteln hier Trainingsstudien noch sehr unterschiedliche Ergebnisse und werden dementsprechend kontrovers diskutiert (32, 42, 44, 45). Alles in allem entsteht ein komplexes biochemisches System, das sowohl anti- als auch proinflammatorisch wirken kann. Die einzelnen Komponenten sind in Abbildung 2 zusammengefasst. ●

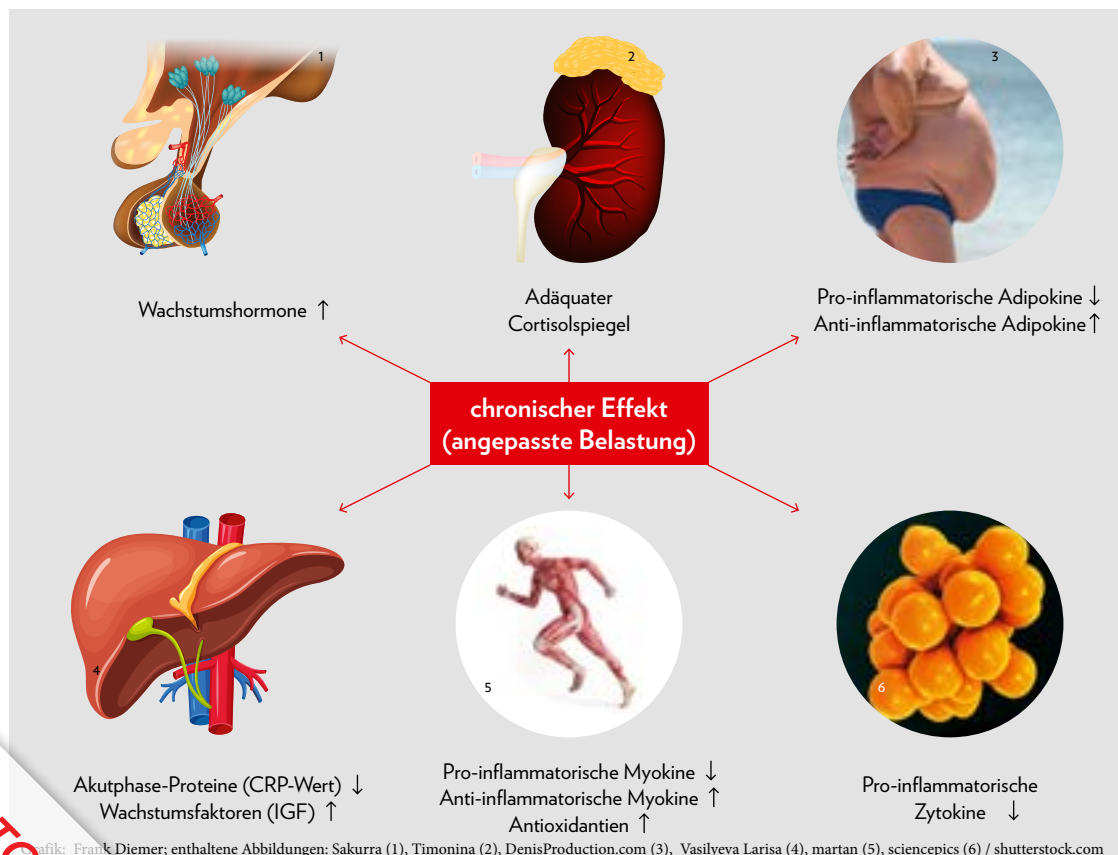


Abb. 2 Positive Wirkungen eines angepassten Trainings auf den systemischen Entzündungsstoffwechsel: Körperliches Training hat anabole Wirkungen (Produktion von Wachstumshormonen in der Hypophyse und Wachstumsfaktoren in der Leber), antiinflammatorisches Potenzial (Freisetzung von entzündungshemmenden Myokinen, Adipokinen und Antioxidanzien) sowie eine Reduktion des proinflammatorischen Stoffwechsels in der Leber (CRP), den Makrophagen, den Muskel- und Fettzellen.

**AUTORENABDRUCK**

## Literatur

1. Rouw W. 1881. *Der Kampf der Teile im Organismus*. Leipzig: Wilhelm Engelmann
2. Van Wingerden B. 1998. *Bindegewebe in der Rehabilitation*. Schaan: Scipio
3. Beiter T, Hoene M, Prenzler F, Mooren FC, Steinacker JM, et al. 2015. Exercise, skeletal muscle and inflammation: ARE-binding proteins as key regulators in inflammatory and adaptive networks. *Exerc. Immunol. Rev.* 21:42–57
4. Guo S, DiPietro LA. 2010. Factors affecting wound healing. *J. Dent. Res.* 89:219–29
5. Argiles JM, Campos N, Lopez-Pedrosa JM, Ruedea R, Rodriguez-Manas L. 2016. Skeletal muscle regulates metabolism via interorgan crosstalk: roles in health and disease. *JAMDA* 17:789
6. Nimmo MA, Leggate M, Viana JL, King JA. 2013. The effect of physical activity on mediators of inflammation. *Diabetes Obes. Metab.* 15, Suppl. 3:51–60
7. Mazuquin BF, Wright AC, Russell S, Monga P, Selfe J, et al. 2018. Effectiveness of early compared with conservative rehabilitation for patients having rotator cuff repair surgery: an overview of systematic reviews. *Br. J. Sports Med.* 52:111–21
8. Houck DA, Kraeutler MJ, Schuette HB, McCarthy EC, Bravman JT. 2017. Early versus delayed motion after rotator cuff repair. *Am. J. Sports Med.* 45:2911–5
9. Kane MS, Lau K, Crawford DC. 2017. *Sports Health* 9:555–63
10. Vogt S, Angele P, Arnold M, Brehme K, Cotic M, et al. 2013. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 133:311–20
11. Ma R, Schär M, Chen T, Sisto M, Nguyen J, et al. 2018. Effect of dynamic changes in anterior cruciate ligament in situ graft force on the biological healing response of the graft-tunnel interface. *Am. J. Sports Med.* 46, 4:915–23
12. Chang NJ, Shie MY, Lee KW, Chou PH, Lin CC, et al. 2017. Can early rehabilitation prevent posttraumatic osteoarthritis in the patellofemoral joint after anterior cruciate ligament rupture? Understanding the pathological features. *Int. J. Mol. Sci.* 18, 4:829
13. Chang NJ, Lin CC, Shie MY, Yeh ML, Li CF, et al. 2015. Positive effects of cell-free porous PLGA implants and early loading exercise on hyaline cartilage regeneration in rabbits. *Acta Biomater.* 28:128–37
14. Packer JD, Bedi A, Fox AJ, Gasinu S, Imhauser CW, et al. 2014. Effect of immediate and delayed high-strain loading on tendon-to-bone healing after anterior cruciate ligament reconstruction. *J. Bone Joint Surg. Am.* 96:770–7
15. Song J, Dong F, Li X, Xu CP, Cui Z, et al. 2014. Effect of treadmill exercise timing on repair of full-thickness defects of articular cartilage by bone-derived mesenchymal stem cells: an experimental investigation in rats. *PLoS One* 9:e90858
16. Sun S, Li H, Chen J, Qian Q. 2017. Lactic acid: no longer an inert and end-product of glycolysis. *Physiology* 32:453–63
17. Nalbandian M, Takeda M. 2016. Lactate as a signaling molecule that regulates exercise-induced adaptations. *Biology* 5, 4:38
18. Porporato PE, Payen VL, De Saedeleer CJ, Preat V, Thissen JP, et al. 2012. Lactate stimulates angiogenesis and accelerates the healing of superficial and ischemic wounds in mice. *Angiogenesis* 15:581–92
19. Hunt TK, Aslam RS, Beckert S, Wagner S, Ghani QP, et al. 2007. Aerobically-derived lactate stimulates revascularization and tissue repair via redox mechanisms. *Antioxid. Redox. Signal.* 9:1115–24
20. Britland S, Ross-Smith O, Jamil H, Smith AG, Vowden K, et al. 2012. The lactate conundrum in wound healing: clinical and experimental findings indicate the requirement for a rapid point-of-care diagnostic. *Biotechnol. Progr.* 28:917–24
21. Löffler M, Zieker D, Weinreich J, Löb S, Königsrainer A, et al. 2011. Wound fluid lactate concentration: a helpful marker for diagnosing soft-tissue infection in diabetic foot ulcers? Preliminary findings. *Diabet. Med.* 28, 2:175–8
22. Wolfe A. 2013. *Exercise intensity and wound healing in diabetic mice*. Honors Projects 11, Bowling Green State University
23. Zogaib FG, Monte-Alto-Costa A. 2011. Moderate intensity physical training accelerates healing of full-thickness wounds in mice. *Brazil. J. Med. Biol. Res.* 44:1025–35
24. Emery CF, Kiesolt-Glaser JK, Glaser R, Malarkey WB, Frid DJ. 2005. Exercise accelerates wound healing among healthy older adults: a preliminary investigation. *J. Gerontol.* 60:1432–6
25. Vasconcelos DM, Santos SG, Lamghari M, Barbosa MA. 2016. The two faces of metal ions: from implants rejection to tissue repair / regeneration. *Biomaterials* 84:262–75
26. Matharu GS, Pandit HG, Murray DW, Judge A. 2016. Adverse reactions to metal debris occur with all types of hip replacement not just metal-on-metal hips: a retrospective observational study of 3340 revisions for adverse reactions to metal debris from the National Joint Registry for England, Wales, Northern Ireland and the Isle of Man. *BMC Musculoskelet. Disord.* 17:495
27. Beavers KM, Brinkles TE, Nicklas BJ. 2010. Effect of exercise training on chronic inflammation. *Clin. Chim. Acta* 411:785–93
28. Nicklas BJ, Brinkley TE. 2009. Exercise training as a treatment for chronic inflammation in the elderly. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 37:165–70
29. Arros ES, Nascimento DC, Prestes J, Nobrega OT, Cordova C, et al. 2017. Acute and chronic effects of endurance running on inflammatory markers: a systematic review. *Front. Physiol.* 8:779
30. Cavalcante PAM, Gregnani MF, Henrique JS, Ornellas FH, Araujo RC. 2017. Aerobic but not resistance exercise can induce inflammatory pathways via toll-like 2 and 4: a systematic review. *Sports Med. Open* 3:42
31. Costamagna D, Costelli P, Sampaolesi M, Penna F. 2015. Role of inflammation in muscle homeostasis and myogenesis. *Mediators Inflamm.* 2015:805172
32. Kiefer FW. 2017. The significance of beige and brown fat in humans. *Endocr. Connect.* 6:R70–9
33. Cleal L, Aldea T, Chau YY. 2017. Fifty shades of white: understanding heterogeneity in white adipose stem cells. *Adipozyte* 6:205–16
34. Gomez-Hernandez A, Beneit N, Diaz-Castroverde S, Escribano O. 2016. Differential role of adipose tissues in obesity and related metabolic and vascular complications. *Int. J. Endocrinol.* 2016:1216783
35. Wang X, Hunter D, Xu J, Ding C. 2015. Metabolic triggered inflammation in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 23:22–30
36. Karvonen Gutierrez CA, Harlow SD, Jacobson J, Mancuso P, Jiang Y, et al. 2014. The relationship between longitudinal serum leptin measures of magnetic resonance imaging-assessed knee joint damage in a population of mid-life women. *Ann. Rheum. Dis.* 73:883
37. Hashem LE, Roffey DM, Alfasi AM, Papineau GD, Wai DC, et al. 2018. Exploration of the inter-relationships between obesity, physical inactivity, inflammation, and low back pain. *Spine*. Feb 6. [Epub ahead of print]
38. Oliviero F, Spinella P, Fiocco U, Ramonda R, Sfriso P, et al. 2015. How the Mediterranean diet and some of its components modulate inflammatory pathways in arthritis. *Swiss Med. Wkly.* 145:w14190
39. Calder PC. 2017. Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: from molecules to man. *Biochem. Soc. Trans.* 45:1105–15

40. Abdulrazag M, Innes JK, Calder PC. 2017. Effect of  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids on arthritic pain: a systematic review. *Nutrition* 39:57–66

41. Vileikyte L. 2007. Stress and wound healing. *Clin. Dermatol.* 25:49–55

42. Aldiss P, Betts J, Sale C, Pope M, Symonds ME. 2017. Exercise-induced "browning" of adipose tissue. *Metabolism* 81:63–70

43. Benatti FB, Pedersen BK. 2015. Exercise as an anti-inflammatory therapy for rheumatic diseases – myokine regulation. *Nat. Rev. Rheumatol.* 11:86–97

44. Lehnig AC, Stanford KI. 2018. Exercise-induced adaptations to white and brown adipose tissue. *J. Exp. Biol.* 221:jeb161570

45. Stanford KI, Goodyear LJ. 2016. Exercise regulation of adipose tissue. *Adipozyte* 5:153–62

## Frank Diemer

Physiotherapeut, Sport- und Gymnastiklehrer; 2011 M. Sc. Muskuloskeletale Physiotherapie; Weiterbildungen in Manueller Therapie (IAOM, DGMM, McKenzie, Mulligan), Osteopathischer Medizin (DFO), Sportphysiotherapie (IAS); seit 15 Jahren eigene Praxis; betreibt mit Kollegen die Weiterbildungsakademie DIGOTOR; als Dozent und Honorarlehrkraft im In- und Ausland tätig; zahlreiche Publikationen. Kontakt: frank\_diemer@web.de



Neue Generation  
Mit Kugellager!  
Bei den Serien 5500 / 5700

AUTORENABDRUCK



LEADER IN INNOVATIONEN  
NEUE ZUKUNFT GESTALTEN  
[www.ecopostural.com](http://www.ecopostural.com)

# DIE TOPTHEMEN IM JULI

## Physiotherapie und Training bei Patienten mit COPD

Ein Beitrag von Sebastian Teschler

## Sport- und Bewegungstherapie bei Patientinnen mit Brustkrebs

Ein Beitrag von Martin Halle

## App statt Papier

Im Gespräch mit Rodrigo Ribeiro de Oliveira

Erscheint am  
**10.7.2018**

**COPD:  
ATEM FREI**



Foto: Cameris / Shutterstock.com

## Impressum

www.physiotherapeuten.de  
ISSN 1614-0397

**Verlag**  
Richard Pflaum Verlag GmbH & Co. KG  
Postanschrift: Postfach 190737, 80607 München  
Paketanschrift: Lazarettstraße 4, 80636 München

**Komplementär**  
PFB Verwaltungs-GmbH

**Kommanditistin**  
Edith Laubner, Verlegerin

**Geschäftsführerinnen**  
Agnes Hey, Edith Laubner

**Chefredakteurin (V.i.S.d.P.)**  
Dr. Tanja Boßmann  
tanja.boßmann@pflaum.de

**Redaktion**  
Sabrina Harper, Doreen Richter, Jörg Stanko  
Daniela Horas, Anna Palisi  
pt.redaktion@pflaum.de



**Leiterin Mediavertrieb**  
Christine Seiler  
christine.seiler@pflaum.de

**Kundenerlebnis**  
kundenservice@pflaum.de  
T +49 89 126 07 - 0

**Druck**  
pva, Druck und Medien Dienstleistungen GmbH  
Industriestraße 15  
76829 Landau in der Pfalz

**Titelfoto:** KG Design / shutterstock.com

Die Rubrik „Marktplatz“ enthält Beiträge, die auf Unternehmensinformationen basieren.

## Bezugspreise 2018

Einzelheft Inland 11,10 €, Ausland 12,10 €  
Profisabo Inland 121,20 €, Ausland 133,20 €

Versand jeweils inklusive  
12 Ausgaben pro Jahr

Weitere Publikationen des Pflaum Verlags



**AUTORENABDRUCK**