



# Wie regenerieren Fußballspieler richtig?

Prof. Dr. med. Tim Meyer,  
Lehrstuhlinhaber für Sportmedizin an der  
Universität des Saarlandes, seit 2003 Mann-  
schaftsarzt der deutschen Nationalmannschaft

**Das Thema „Regeneration“ (= Erholung) spielt im heutigen Leistungssport eine große Rolle. Dabei steht nicht nur die kurzfristige Erholung im Vordergrund, die etwa in einer Phase zwischen zwei anstrengenden Abschnitten einer Trainingseinheit oder im Wettkampf nach mehreren Sprints stattfindet. Es geht auch um die Regeneration zwischen zwei Wettkämpfen oder zwischen beanspruchenden Trainingseinheiten. Prof. Dr. Tim Meyer beleuchtet die gängigen Regenerationsmethoden aus wissenschaftlich-sportmedizinischem Blickwinkel. Obwohl die Zahl aussagekräftiger Untersuchungen zu diesem Thema geringer ist, als es die Häufigkeit der Erwähnung in den Medien glauben macht, versucht er, konkrete Empfehlungen zur Erholung nach Training und Wettkampf abzuleiten.**

Auch weil es so wenige gesicherte Erkenntnisse gibt, erhalten zweifelhafte Angebote von Regenerationsverfahren oder -präparaten mehr Interesse, als ihnen zukommt. Es existieren sehr handfeste kommerzielle Interessen, denn mit keinem Präparat verdient man so viel wie mit einem vorbeugend verordneten. Und Regeneration ist in gewissem Sinne Vorbeugung (von Verletzungen, von Erschöpfung, von Formverlust etc.). Der Markt mit Millionen von ambitionierten Breitensportlern ist groß und lockt auch unseriöse Anbieter. Daher ist gewiss Vorsicht geboten, wenn Verfahren angeboten werden, deren Wirkweise unklar

bleibt. Noch vorsichtiger sollte man bei Nahrungsergänzungsmitteln oder gar pharmazeutischen Produkten sein. Denn die geringe Wirkung und die kaum abwägbaren Nebenwirkungen rechtfertigen im Normalfall keine Verabreichung. Die Verabreichung von Infusionen zum Zweck der Regeneration ist nicht vereinbar mit den aktuellen Anti-dopingbestimmungen.

## Vorbemerkungen zum Thema

Wegen des problematischen Stands der Forschung sind einige Vorbemerkungen erforderlich.

## Skalierung der Aussagen

Die Sicherheit von Aussagen wird in der Wissenschaft nach so genannten Evidenzlevels vorgenommen. Die Qualität des verfügbaren Wissens wird dabei in mehrere Stufen eingeteilt.

Aufgrund der oben erläuterten, schwachen Datenlage soll ein modifiziertes Schema verwendet werden, das einen schnellen Überblick über die Sicherheit der getroffenen Aussagen ermöglicht:

- Stufe A: Durch verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen gesicherte Erkenntnis.
- Stufe B: Es gibt einzelne Untersuchungen mit entsprechenden Hinweisen.
- Stufe C: Experten sind sich einig, aber einschlägige Studien existieren nicht.
- Stufe D: Es existieren Argumente, die die Annahme plausibel erscheinen lassen.
- Stufe E: Zu diesem Verfahren existieren widersprüchliche Befunde und Aussagen.

## Ebenen der Erschöpfung

Erschöpfung unterschiedlichen Grades ist der Grund, dass Regeneration erforderlich ist. Allerdings existieren verschiedene Organsysteme, die separat oder gemeinsam erschöpft sein können.

- Muskulatur: Diese Erschöpfung wird meist unmittelbar wahrgenommen. Glykogenspeicher eines erschöpften Muskels können leer sein, aber auch die Ansteuerung durch die Nerven (neuromuskuläres Zusammenspiel) kann der Ermüdung unterliegen.
- Herz-Kreislauf-System: Ob es eine längerfristige Ermüdung des Herzens gibt ist umstritten. Aber in jedem Fall kann eine Auslastung des Herz-Kreislauf-Systems zum Abbruch der Belastung führen (zum Beispiel bei der Laufbandergometrie).
- Nervensystem: Das Nervensystem kann ebenfalls ermüden, optimale Koordination und Spritzigkeit gehen verloren. Verschiedene Wissenschaftler sehen die „zentrale Ermüdung“ (gemeint ist das Zentrale Nervensystem = Gehirn und Rückenmark) als wichtige Komponente, die bei Ausdauerleistungen zum Abbruch führt.
- Auch der Stützapparat (Skelett, Bänder) kann beeinträchtigt sein. Dies ist vermutlich eher längerfristig der Fall (z. B.: Ermüdungsbruch) und nicht Gegenstand dieses Beitrages.
- Psyche: Unter Belastung leidet die Konzentrationsfähigkeit, die Motivation sinkt. Auch diese Ebene ist nicht Gegenstand dieses Beitrages.

### Messung von Erholtheit

Man kann aufgrund dieser Ausführungen das erste Problem der Regenerationsforschung bereits erahnen, denn es gibt bis dato keine etablierten Parameter zur einfachen Messung von „Erholtheit“. Wenn man diesen Zielpunkt jedoch nicht exakt bestimmen kann, sind Aussagen über Methoden der Regeneration und deren Effizienz schwer zu treffen. Es gibt allerdings einige Parameter, die mit Erholtheit in Zusammenhang gebracht werden:

- **Der CK-Wert:** Ein vor allem in der Muskulatur vorkommendes Enzym, die Creatinkinase (CK), ist für die Energiebereitstellung der Zellen wichtig. Man bestimmt die CK im Blut um Muskelschäden zu erkennen. Bei mechanischen Belastungen der Muskulatur (z. B. Krafttraining, aber auch wiederholte Sprints) erfolgt ein CK-Anstieg, so dass der CK-Wert einen Marker für den Grad der mechanischen Beanspruchung darstellt.
- **Harnstoff:** Bei umfangreichen Belastungen des Energiestoffwechsels (z. B. Trainingslager in der Vorbereitung mit großen Anteilen Ausdauertraining) wird Energie nicht nur über Kohlenhydrate und Fette, sondern auch über einen Abbau der Eiweißvorräte zur Verfügung gestellt. Das Ausscheidungsprodukt der Aminosäuren (Bestandteile der Eiweiße) ist der Harnstoff, der dann in seiner Konzentration ansteigt. Insofern ist Harnstoff ein Maß für die Beanspruchung des Energiestoffwechsels in den Tagen vor einer Blutentnahme.
- **Entzündungsparameter:** Man geht davon aus, dass ein Wettkampf oder ein hartes Training in der Muskulatur kleine Schädigungen hervorruft. Der Körper reagiert darauf mit einer lokalen Entzündung, die sich möglicherweise im Blut nachweisen lässt, wenn sie ausgeprägt genug ist. Nach der Belastung erhöhte Entzündungswerte (CRP, ggf. Interleukine) könnten daher einen Hinweis auf den Grad der muskulären Erholtheit geben.
- **Laktat:** Die Laktatmessung kann nur einen Hinweis auf die kurz-

fristige Erholtheit geben. Denn Erhöhungen dieses Blutwertes sind nur in den ersten Minuten nach einer Belastung zu finden. Auch die Schnelligkeit dieses Laktatabfalls als Maß für die Erholungsfähigkeit des Energiestoffwechsels zu verwenden ist zwar populär, aber umstritten.

- **Herzfrequenz:** Auch für die Herzfrequenz sind ähnliche Aussagen wie für das Laktat zu treffen. Weder ist die langfristige Verwendung sinnvoll, noch ist die Bedeutung als Maß der Erholungsfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems eindeutig.
- **Fragebögen:** Die strukturierte Abfrage der Befindlichkeit ist prinzipiell gut brauchbar, allerdings ist sie durch die Spieler selbst manipulierbar. Ein Spieler wird u. U. nicht zugeben, dass er noch nicht erholt ist, wenn er dann im anstehenden Spiel den Verlust des Stammsplatzes annehmen muss.
- **Dauer und Schweregrad des Muskelkaters (DOMS = delayed onset muscle soreness):** Dieser verzögert einsetzende Muskelschmerz ist auf belastungsbedingte Mikroschädigungen der Muskulatur zurückzuführen (vgl. Entzündungserscheinungen). Verkürzt eine Maßnahme den Muskelkater, so wird sie als regenerationsfördernd angesehen. Allerdings wirkt dies nur für die Muskulatur, nicht für die anderen Ebenen der Erschöpftheit und ist daher nur bedingt brauchbar. Zudem hängt die Erfassung von der Mitarbeit der Sportler ab und ist daher nicht objektiv.
- **Durchführung von Leistungstests:** Der Goldstandard der Erholtheit ist eigentlich die Leistungsfähigkeit. Allerdings sollten Leistungstests möglichst sportartspezifisch sein. Dies ist für das sehr komplexe Fußballspiel kaum möglich. Zudem sind anstrengende Tests, zumal wenn sie wiederholt durchgeführt werden müssen, im Trainingsprozess oft nicht willkommen.

Erholung messen zu wollen ist also nicht einfach. Manche Methoden sind in bestimmten Situationen, aber nicht generell anwendbar. Die viel-

schichtige Belastung im komplexen Fußballsport macht es noch schwieriger, universal gültige und für den einzelnen Spieler individuell einsetzbare Methoden zu entwickeln.

### Maßnahmen zur Unterstützung der Regeneration

Es gibt gewiss Möglichkeiten, die Erholung zu unterstützen. Einige sind wissenschaftlich untermauert, andere in ihrer Wirkung nicht fundiert nachgewiesen. Die nachfolgende Übersicht über die Maßnahmen zur Regeneration ist gemäß der oben dargestellten Skalierung der Aussagen bewertet und in der Methodenauswahl angelehnt an eine Publikation von Barnett (Sports Med 2006).

#### Optimierte Ernährung

Über sportgerechte Ernährung könnte man eine eigene Abhandlung verfassen, die FIFA hat das gemacht: Bei den Internet-Tipps auf Seite 4 finden Sie einen Link zur FIFA-Seite, in der solche Richtlinien dargestellt und eine Möglichkeit zum Download der PDF-Broschüre eingerichtet sind. Diese Richtlinien helfen auch zur Unterstützung der Regeneration. Im Wesentlichen ist die Zeit unmittelbar um Training oder Wettkampf herum eine sensible Phase, in der Sportler die Erholung durch die richtige Ernährung positiv beeinflussen kann. Relativ einfache Mittel helfen, z. B.:

- **Ausreichendes Trinken:** ein ausgeglichener Flüssigkeitshaushalt fördert die Erholung.
- **Verzicht auf Alkohol** in den Stunden nach der Belastung: Alkohol hemmt verschiedene physiologische Aspekte der Erholung.
- **Kohlenhydratzufuhr:** schnelles Auffüllen der Glykogenspeicher. Solche Ernährungsmaßnahmen sind relativ einfach umzusetzen und sehr effektiv. Diese Erkenntnis ist gut wissenschaftlich abgesichert (Sicherheit der Aussage: Stufe A).

#### Auslaufen und Stretching

Diese beiden oft kombinierten Maßnahmen sind weit verbreitet. Dennoch ist der Nutzen des Auslaufens und Stretchens nicht experimentell nachgewiesen. Die Experten sind

sich über den Nutzen einig, aber es gibt keine wissenschaftlich fundierte Argumentation (Stufe C).

Beim Auslaufen ist durchaus fraglich, welche Belastungsreize gesetzt werden sollten. Die Wirkung des betont langsamen Laufens um den Platz als einziger Inhalt einer Regenerationseinheit ist anzuzweifeln. Ein etwas höherer Reiz (höhere Intensität, realitätsnähere Bewegungsausführung) ist meines Erachtens vorzuziehen, muss allerdings dosiert bleiben. Zudem ist zu überlegen, ob man alternative Bewegungsformen einbeziehen sollte, wie das bezüglich der Intensität gut steuerbare und gelenkschonende Radfahren. Diese Überlegungen gelten insbesondere für eine Trainingseinheit am Tag nach einem Spiel. Höhere Intensitäten sowie alternative Belastungsformen werden unmittelbar nach einem Spiel auch an logistischen Problemen scheitern.

Zumindest statisches Stretching setzt bekanntermaßen den Muskeltonus herab, was – für sich genommen – regenerationsfördernd sein dürfte (auf der Muskelebene). Allerdings wird die Muskelspannung nach einer Belastung auch ohne Dehnen in einer natürlichen Reaktion herabgesetzt. Stretching regt die Durchblutung an und wirkt auf diese Weise vermutlich indirekt erholungs-fördernd.

### Massagen

Der Einsatz von Massagen in ihren diversen Durchführungsformen nach Training oder Wettkampf ist im Leistungssport weit verbreitet. Auch der Nutzen dieser Maßnahme ist nicht wissenschaftlich nachgewiesen, es gibt jedoch Argumente, die Massagen als regenerationsfördernd plausibel erscheinen lassen (Stufe D). Die individuelle Wahrnehmung, das „angenehme Gefühl“ nach der Massage, ist oft besser als der nachweisbare Effekt. Die Studienlage ist in dieser Hinsicht sehr heterogen. So untersuchten verschiedene Autoren den Effekt von Massagen und stellten fest, dass der Unterschied verschiedener Leistungsparameter der massierten Sportler zur Vergleichsgruppe ohne Massagen zu vernachlässigen ist.

Der CK-Wert weist gelegentlich eine schnellere Normalisierung auf, wenn Massagen angewendet werden. Die Bedeutung dieses Befundes ist aber zweifelhaft. Zumindest eines ist sicher: Massagen mit ihrer direkten Gewebswirkung und der Folge des subjektiven Wohlbefindens schaden nicht. Sie sollten vermutlich nicht unterschiedslos für alle Sportler angewendet werden, sondern eine individuelle Einschätzung unter Einbezug der Wahrnehmung des Sportlers ist empfehlenswert.

### Wasserimmersion/Kälteanwendung

Das Eintauchen in Wasser ist offenbar nur effektiv, wenn diese Anwendung mindestens etwa 10 Minuten und in kaltem Wasser bis zur Beckenhöhe durchgeführt wird. Das (kalte) Wasser verengt die Hautgefäße, so dass im eingetauchten Bereich mehr Blut für den muskulären Stoffwechsel zur Verfügung steht. Zudem wirkt Kühlung entzündungshemmend (Anmerkung: Manche Autoren halten eine geringe Entzündung für eine Voraussetzung von Trainingseffekten). Warmes Wasser ist im Regenerationssinn eher kontraproduktiv. Nicht nur logistisch ist die Methode der Kaltwasserimmersion jedoch problematisch:

- Um den ganzen Kader zu behandeln, müssen mehrere Wasserbottiche zur Verfügung stehen, was gerade bei Auswärtsspielen nicht leicht zu bewerkstelligen ist.
- Es ist eine große Menge kalten Wassers und Eises nötig.
- Die Alternative sind Kältekammern, die jedoch nur stationär zur Verfügung stehen können und deren Effektivität aus wissenschaftlicher Sicht ungeklärt ist.
- Kaum ein Spieler hält die erforderlichen 10 Minuten in sehr kaltem Wasser aus.

Immerhin sind jedoch in einzelnen Studien Hinweise für die Effektivität der Kaltwasserimmersion nachgewiesen worden (Stufe B).

### Sauerstoffanwendung

Zu keinem Zeitpunkt nach Belastungsende besteht ein regelrechtes „Sauerstoffdefizit“. Sauerstoffanwendungen sind daher in ihrer Effektivität für die Regeneration schon aus

physiologischen Erwägungen anzuzweifeln, zumal die Grundlage der Erschöpfung kein Mangel an Sauerstoff ist. Zur schnelleren Heilung lokaler Verletzungen kann sich eine Behandlung mit Sauerstoff eignen, aber im Zusammenhang mit Regeneration ist dieses physiologische Konzept sehr unklar und aufgrund seiner Nähe zur Dopingliste (Methoden zur Verbesserung des Sauerstofftransports oder zur Anreicherung von Blut mit Sauerstoff sind verboten) nicht unproblematisch. Im wissenschaftlichen Sinn sind derartige Methoden nicht untermauert (Stufe E).

### Entzündungshemmende Mittel

Weil die Muskulatur unter Belastungen Mikroverletzungen erfährt und diese Verletzungen Entzündungsmerkmale aufweisen, wurde die Einnahme entzündungshemmender Mittel zur Unterstützung der Regeneration, also zur schnelleren Abheilung dieser Verletzungen, in Betracht gezogen. Von dieser Maßnahme ist nicht nur aufgrund der fehlenden wissenschaftlichen Untermauerung (Stufe E) abzuraten, sondern auch aus folgenden Gründen:

- Die möglichen Nebenwirkungen rechtfertigen keinen Einsatz einer in seiner beabsichtigten Wirkung zweifelhaften Methode.
- Es gibt Anzeichen, wonach die Entzündungsreaktion Teil des Trainingsprozesses ist. Sie zu unterbinden könnte daher sogar bedeuten, den Trainingseffekt zu schmälern.
- Die Mentalität, routineartig Arzneimittel einzunehmen, sollte nicht gefördert werden.

### Kompressionsstrümpfe

Kompressionsstrümpfe sollen verhindern, dass Flüssigkeit aus dem Blut ins Gewebe übertritt und auf diese Weise Gewebeschwellungen reduzieren. Es sind allerdings nur kurzfristige Effekte untersucht. Dieses mechanische Prinzip könnte theoretisch den ganzen Tag angewendet werden, es sollte zumindest bei gefäßgesunden Sportlern keine Nebenwirkungen haben. Es ist denkbar, dass das „Muskelgefühl“ positiv beeinflusst wird. Eine wissen-

schaftliche Bestätigung für den Nutzen von Kompressionsstrümpfen gibt es nicht (Stufe D).

**Elektromyostimulation**

Die Stimulation der Muskulatur mit niedriger elektrischer Spannung ist nicht nachweisbar effektiv (Stufe E). Es ist überdies nicht eindeutig, mit welcher Frequenz die Stimulation durchgeführt werden soll. Unter Umständen kann eine Anwendung unangenehm sein. Die Methode ist apparativ relativ aufwändig, vor allem wenn die Anwendung für eine gesamte Mannschaft erfolgen soll.

**Wie kann man also die Regeneration unterstützen?**

Barnett resümierte die Auflistung der obigen Maßnahmen zur Regeneration in seiner Publikation (2006): „Massage, active recovery, contrast temperature water immersion (= Wechselbäder), HBOT (= Sauerstoffverfahren), stretching and EMS (=Elektromyostimulation) do not appear to be advantageous.“ Die genannten Verfahren versprechen

demnach keine Erfolge in der Unterstützung der Regeneration. Aus der Palette der aktuell in der Forschung diskutierten Möglichkeiten zur Regeneration kann ein Trainer aus der Sicht des Autors folgende sinnvolle Methoden im langfristigen Trainingsprozess für sich herausgreifen:

- Erkrankungen behandeln. Prinzipiell müssen Erkrankungen eines Spielers zügig und konsequent behandelt werden, denn sie stören die Regeneration. Dies sollte ohnehin eine übliche Vorgehensweise sein, wenn man an die Risiken denkt, die ein nicht gesunder Spieler eingeht, wenn er sich maximal belastet.
- Ebenso wichtig ist die Einhaltung von Erholungszeiten. So benötigt der Körper ausreichenden Schlaf, in Turniersituationen helfen auch nicht anstrengende, ablenkende Aktivitäten wie Bogenschießen.
- Die Optimierung der Grundlagenausdauer – aber nicht die Maximierung wie z. B. bei Marathonläufern! – steigert die Rege-

nerationsfähigkeit des Sportlers. Direkt im Umfeld der Wettkampf- oder Trainingsbelastung wirken potenziell folgende kurzfristige Maßnahmen:

- Cool Down direkt nach der Belastung leitet die Regeneration aktiv ein, es muss aber kein Auslaufen sein (s. Fahrradergometer).
- Nach intensiven Belastungen, nicht jedoch nach jeder Trainingseinheit, kühlen, z. B. mit einer Kaltwasserimmersion.
- Ernährung: Auffüllen der Kohlehydratspeicher schnell nach Ende der Belastung (Zusatz von Eiweiß u. U. vorteilhaft), ausreichendes Trinken schon während des Trainings bzw. Spiels.
- Individualisierung des Regenerationstrainings am Folgetag. Belastung und Erholung sind vom Trainingsstand jedes einzelnen Spielers sowie der Intensität seiner Spiel- bzw. Trainingsbelastung abhängig. Daher sollte die Mannschaft auch das Regenerationstraining in verschiedenen Leistungsgruppen absolvieren. •



**tvPAINT2Go**  
Analysen nahe am Spielgeschehen.

www.tvpaint2go.com



zeitnah • real • interaktiv •  
illustrieren • visualisieren • diskutieren

**tvPAINT2Go**

mobiles Analyseschnittsystem • interaktive Videoanalyse  
komfortable Cliperstellung • elektronische Taktiktafel  
Clipverwaltung und -archivierung • Snapshotfunktionalität  
Angriffs-/Abwehrformationen, Viererkette, Abseitsfalle,  
Mannschaftsaufstellung, Flügelspiel, Raumaufteilung und  
Deckungsarbeit anschaulich in der Halbzeit visualisieren

**tvPAINT2Go CLIPVIEW**

Schneller und übersichtlicher Zugriff auf Ihre Analyse-,  
Motivations- und Lehrvideos an interaktiven Infoterminals.  
Durch tvPAINT2Go CLIPVIEW wird den Spielern jederzeit  
ein Zugriff auf das von Ihnen gestaltete Videoarchiv  
ermöglicht.



ST INNOVATION GmbH Phone +49 89 960 589 221  
Münchener Straße 101 Fax +49 89 960 589 359  
D - 85737 Ismaning tvpaint2go@st-innovation.com