

Die Superkompensation, ein Modell aus der Trainingslehre – kritisch betrachtet

Auf einen Blick:

- Eine Erklärung des Modells der Superkompensation
- Eine Diskussion darüber, ob das Modell der Superkompensation als Erklärung für Trainingsanpassungen gesehen werden kann
- Die Vorstellung weiterer Ansätze

Im Sport und in der Medizin werden oft physikalische Erklärungsmuster herangezogen, um biologische oder physiologische Phänomene zu beschreiben. Dabei soll anhand von bestimmten Modellen die Funktionalität von Körpersystemen vereinfacht dargestellt werden. Man versucht so beispielsweise, die biologische Regelung des Wasserkreislaufs anhand einer Toilettenspülung zu erklären. Dieser Vergleich wird noch in vielen Lehrbüchern der Physiologie verwendet.⁽¹⁾ Mit ähnlichen Begriffen aus der Regelung und Steuerung von Maschinen wird oft dann gearbeitet, wenn es sich um die Beschreibung physiologischer Abläufe handelt. In diesen Zusammenhängen geht man davon aus, dass die biologischen „Maschinen“ denselben Prinzipien wie ein Automat folgen. Messfühler und „Effektoren“ sollen die Abweichung von Sollwerten verhindern. Es wird also angenommen, dass die physiologischen Abläufe im Körper ähnlich wie mechanische Regelsysteme organisiert sind. Dieses Grundverständnis findet sich auch in der Sportpraxis und der Sportwissenschaft. Auf dieser Basis wird mit dem Superkompensationsmodell versucht, das Training und die Anpassungen daran zu erklären. **Dennis Sandig** und **Sebastian Mühlenhoff** beschreiben Ihnen die Tücken, die ein solches Verständnis haben kann. Außerdem werden Ihnen Ideen für ein offeneres Trainingsverständnis vorgestellt, auf dessen Basis Sie Ihr Training variabler gestalten können.

Physikalische Modelle zum Trainieren

Die messbaren Regulationsprozesse haben durchweg eine biologische Basis. Dazu gehört das Regeln des Blutdrucks ebenso wie die Regulation des Flüssigkeitshaushalts. Allerdings gibt es zu diesen keinen willentlichen Zugang.⁽²⁾ Man kann Regulationsprozesse allerdings auch mit der Aussage charakterisieren, dass die Formen des Lebendigen nicht sind, sondern dass sie geschehen.⁽³⁾ Demnach gibt es im menschlichen Körper keinen festen oder konstanten Zustand. Aber auch in diesem Kontext werden oft Zusammenhänge mit der **Kybernetik** hergestellt. Dazu gehört beispielsweise auch die Sichtweise von

Fachsprache – leicht gemacht

Hömoostase – beschreibt die Konstanz von Bedingungen wie osmotischen Druck – wird oft auf Trainingsanpassungen übertragen

Glykogen – Speicherform der Glukose, die vorwiegend in der Leber und in der Muskulatur vorkommt

Morphologische Anpassungen – beziehen sich auf Veränderungen der Struktur

Metabolische Anpassungen – beziehen sich auf Anpassungen im Stoffwechsel

Kybernetik und Training

Im Zusammenhang mit dem Training kennen die Trainer vor allem die Aspekte der „Planmäßigkeit“, der „Steuerung“ und der „Zielgerichtetheit“ als wichtige Bestandteile in der Planung. Ein Training wird so häufig als eine „planmäßige Intervention“ verstanden, um die jeweiligen Ziele anzu steuern zu können. Zusammen mit den Modellen der Kybernetik kann auf diese Weise die falsche Vermutung entstehen, dass die Leistung im Sport sehr gezielt ansteuerbar sei. Man darf allerdings nicht vernachlässigen, dass Sie als Sportler individuell reagieren und die Anpassungen variabel sein können: Kybernetische Modelle können zwar vereinfacht Zusammenhänge erklären, sind aber nicht geeignet, um das Training zu steuern.

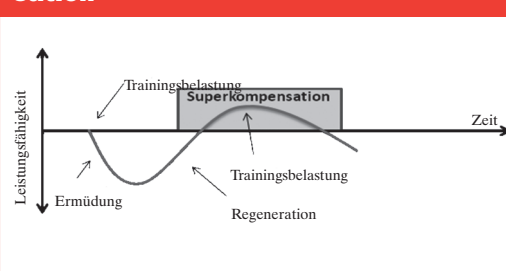
einem dynamischen Gleichgewicht im Zusammenhang mit „Anpassungen“.

Das Modell der Superkompensation

Wesentliche Bestandteile des Modells der Superkompensation beruhen auf Forschungsarbeiten, die sich experimentell allein mit dem Glykogenstoffwechsel bei Ratten beschäftigen. Diese Untersuchungen fanden in den 70er-Jahren statt. Die Ergebnisse wurden auf den Trainingsprozess übertragen, um mit dem theoretischen Modell zur Superkompensation den Zusammenhang zwischen der Beanspruchung und der Trainingswirkung beschreiben und erklären zu können.⁽²⁾ Die Anpassungsvorgänge an die Belastungsreize werden als Entwicklung gesehen, die nach den „Gesetzmäßigkeiten“ der Superkompensation abläuft. Infolge eines Trainingsreizes geht man im Allgemeinen davon aus, dass die Leistungsfähigkeit abnimmt. Im Rahmen der Wiederherstellung und Erholung soll ein im Vergleich zur Ausgangssituation erhöhter Leistungszustand erreicht werden. Die Leistungsfähigkeit hat sich so – bezogen auf den „Urzustand“ – verbessert.

Wenn Sie nun im Bereich der erhöhten Leistungsfähigkeit einen neuen Trainingsreiz setzen, soll zunächst wieder eine Absenkung stattfinden und – im Zusammenhang mit der Wiederherstellung des Gleichgewichts – eine erhöhte Leistungsfähigkeit entstehen. Das Setzen eines Trainingsreizes zum richtigen Zeitpunkt soll mithilfe dieses Modells eine insgesamt ansteigende Leistungsfähigkeit erklären. Auch negative Entwicklungen der Leistungsfähigkeit werden nach diesem Modell erklärt. In dem geschilderten Fall – so führen die Befürworter dieses Modells aus – erfolgt die Reizsetzung in einer ungünstigen Phase. Das liegt daran, dass die Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit noch nicht in ausreichendem Maße gegeben sei. Infolge der summierten Belastung und Beanspruchung im nicht erholteten Zustand der Sportler wird so keine erhöhte Leistungsfähigkeit erreicht. Stattdessen vermindert sich die Leistungsfähigkeit im Anschluss an den Trainingsreiz weiter.⁽²⁾ Darum wird eine ausreichende Pausengestaltung zum Zweck der Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit proklamiert. Experimentell überprüft und als allgemeines Prinzip auf die Trainingslehre übertragen wurde dieses Modell von Nikolai Jakowlew (1977), dessen Werk in diesem Zusammenhang als Urquelle Berücksichtigung und Eingang in die allgemeine Trainingslehre fand.

Abb. 1 Modell der Superkompensation



ist der weltweit einzige Newsletter mit den aktuellen Forschungsberichten zu Ausdauer, Kraft und Fitness

Sie haben Fragen zu Ihrem Abonnement? Dann wenden Sie sich bitte an unseren Abonnenten-Service: Theodor-Heuss-Str. 2-4, 53177 Bonn kundenservice@vnr.de Tel: 0228-9550140, Fax: 0228-3696175

Verlag:
Orgenda Sportfachverlag
• ein Unternehmensbereich der VNR Verlag für die Dt. Wirtschaft AG Bonn, HRB 8165

Vorstand:
Dipl.-Kaufm. Helmut Graf

Chefredakteur:
Dennis Sandig

Herausgeber England:
Jonathan Pye

Herausgeber Deutschland:
Detlef Koenig (v. i. S. d. P.)

Produktmanagement:
Heike Burr

Satz:
Sabine Emrich, Köln

Druck:
ADN Offsetdruck, Battenberg

Herstellungsleitung:
Dipl.-Ing. Monika Graf, Bonn

Herstellung:
Sebastian Gerber, Bonn

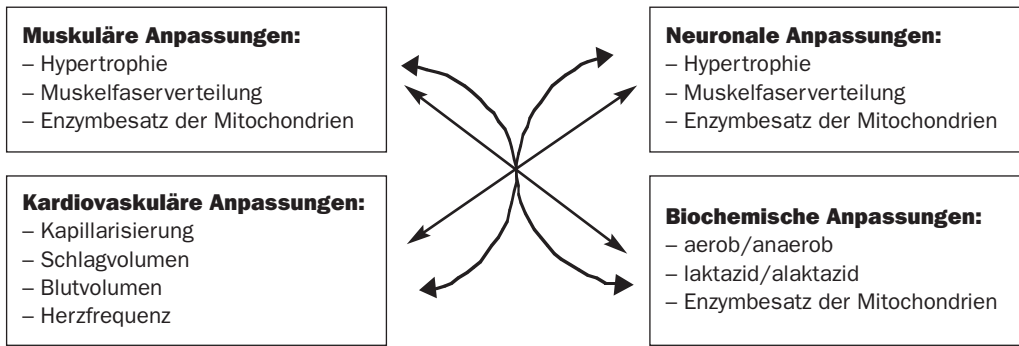
Internet:
www.sport-und-training.de

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Vervielfältigungen, auch auszugsweise, nicht gestattet. Trotz sorgfältiger Recherche aller Angaben und Informationen in Sport und Training aktuell können wir keine Haftung für Folgen von Handlungen übernehmen, die aufgrund von hier abgedruckten Empfehlungen unternommen wurden.

ISSN: 1864-7553

© Orgenda Verlag für persönliche Weiterentwicklung, 2009

Abb. 2 Verschiedene Anpassungsinteraktionen – alles reagiert mit allem



Dem Prinzip der Superkompensation liegt die Vorstellung zugrunde, dass durch einen Trainingsreiz eine Störung im Gleichgewichtszustand (Homöostase) des Organismus erzeugt wird. Begründet wird das Absinken der Leistungsfähigkeit nach einem Trainingsreiz durch ein Ungleichgewicht in den Körpersystemen. Die menschlichen Funktionssysteme seien dann bestrebt, wieder ein neues Gleichgewicht herzustellen. Dieser Erklärungsansatz zum Anpassungsverlauf wird auf metabolische und auf morphologische Effekte und sogar auf die mögliche Adaptation im koordinativen Bereich übertragen. Diese stark idealisierte Vorstellung wird dabei unreflektiert als allgemein gültige Erklärung für die Anpassungsprozesse des Körpers angesehen. Unberücksichtigt bleibt dabei die Tatsache, dass weder die zugrunde liegende Originalquelle noch später durchgeführte empirische Untersuchungen diese Rückschlüsse zulassen. Dem menschlichen Körper wird in diesem Modell eine bewusste Reaktion unterstellt, denn es heißt, dass „die Struktur beim Wiederauftreten der Belastung vor einer neuerlichen übermäßigen Ausschöpfung ihrer Kapazität“ als Schutzprozess eine Erhöhung der Kapazitäten über das vorher bestehende Grundniveau hinaus anstrebe. Also wird die Annahme, dass das Training planbar und zielgerichtet ist, auf die Anpassungsreaktion des Körpers übertragen.

Welchen Nutzen bringt das Modell?

Dieses Modell erscheint wohl insbesondere dank der einfachen Strukturierung und des logischen Zusammenhangs als besonders vertrauenerweckend.⁽²⁾ So zeigt sich, dass es seit seiner Darstellung bei Jakowlew (1977) kontinuierlich auf sämtliche Teilbereiche des sportlichen Trainings übertragen wurde.

Neben physiologischen und morphologischen Effekten werden deren summierte Adaptionsprozesse ebenso mit diesem Modell beschrieben wie Aspekte der Ernährung und des Kohlenhydratstoffwechsels. Grundsätzlich sind die Übertragungen des Modells auf Ihr Training als Sportler eher schwierig, denn empirisch basiert es allein auf Untersuchungen an Ratten.⁽⁴⁾ Dabei wurden Veränderungen des Glykogenstoffwechsels gemessen und im Folgenden zur Modellbildung herangezogen.⁽²⁾ Aussagen zu anderen physiologischen Teilbereichen sowie die Übertragung auf den hochkomplexen Trainingsprozess sollen für diesen wohl vor allem Sicherheit gewährleisten, wofür die Einfachheit des Modells sowie die scheinbare Exaktheit und Gewichtung für die Planung des sportlichen Trainings spricht.⁽⁵⁾

Ist eine exakte Trainingssteuerung möglich?

Die Darstellung der Superkompensation soll Ihnen verdeutlichen, dass der nächste Trainingsreiz möglichst am höchsten Punkt der Superkompensationsphase erfolgen sollte (siehe Abb. 1). Würden Sie allerdings das nächste Training zu früh oder zu spät ansetzen, würde Ihre Leistung stagnieren oder im schlimmsten Fall abnehmen. Diese einfache Modellierung ist auch zeitgleich das Problem: **Die Komplexität der biochemischen Abläufe, bezogen auf die verschiedenen Anpassungsprozesse, ist immens.** Die gegenseitige Beeinflussung der Abläufe kann zu einer Verschiebung der Regenerations- und Anpassungsprozesse führen.

In den grafischen und inhaltlichen Darstellungen zum Superkompensationsmodell wird oft der Eindruck erweckt, dass Sie als Sportler daraus eine exakte Trainingssteuerung, bezogen auf die Zeit, ablesen könnten. Außerdem wird ein linearer Zusammenhang von Training, Erholung und Leistungsentwicklung suggeriert. Die vielen verschiedenen Faktoren, die Ihre körperliche Anpassung beeinflussen, werden auf diese Weise nicht berücksichtigt, ebenso wie die Tatsache, dass innerhalb einer Trainingsgruppe derselbe Trainingsreiz je andere Beanspruchungen zur Folge haben kann. Unterschiede im Trainingsgrad, im Geschlecht, in den konditionellen Voraussetzungen innerhalb einer Sportart oder auch genetische Dispositionen hinsichtlich der Muskelfaserverteilung oder der Sauerstoffaufnahme werden nicht in Betracht gezogen. Grundsätzlich ist deshalb das Modell der Superkompensation nicht geeignet, um differenzierte Überlegungen zur sportlichen Leistung oder Leistungsentwicklung darzustellen – es idealisiert zu stark! Die Variablen, die Ihr Training beeinflussen, schwingen teilweise chaotisch und beeinflussen sich gegenseitig. Dazu kommt, dass die Erholung nach einer Belastung asynchron über verschiedene lange Zeiträume andauert. Zwar sind Ihre Energiespeicher relativ schnell wieder gefüllt, aber Ihre neuronalen Strukturen benötigen oft – beispielsweise nach einem Marathon – eine sehr lange Zeit, um wieder in den Normalzustand zu gelangen.

Auch wenn das Modell der Superkompensation noch immer als allgemein gültiger und grundlegender Erklärungsansatz betrachtet wird, aus dem eine Vielzahl von trainingsmethodischen Maßnahmen abgeleitet wird, werden zunehmend kritische Äußerungen laut.⁽⁵⁾ Das gilt vor allem für die unkritische Übertragung dieser Modellbildung auf das sportliche Training. Dabei müssen Sie vor allem berücksichtigen, dass die dem Modell zugrunde liegenden Regelungsprinzipien nicht erkennbar sind.

Die Tipps für Trainer und Sportler

- Planen Sie Ihr Training individuell.
- Bedenken Sie, dass Modelle und Rahmenvorgaben Sicherheiten vortäuschen können.
- Hören Sie auf Ihren Körper und dessen Signale
- Als Trainer sollten Sie Wert auf eine regelmäßige subjektive Rückmeldung Ihrer Sportler legen.
- Planen Sie Ihr Training anhand physiologischen Wissens und nicht anhand von Modellen.

Dennis Sandig M.A., Doktorand an der Universität des Saarlandes;



XNIP: GC9H

Quellenangaben

1. Zimmermann, M. (1997), Grundlagen physiologischer Regelungsprozesse, in: R.F. Schmidt und G. Thews (Hrsg.), Physiologie des Menschen, Berlin: Springer
2. Lange, H. (2007), Optimales Walking. Der Weg zu einem stimmigen Trainingskonzept und seine Anwendung in der Praxis, Balingen: Spitta Verlag GmbH & Co. KG
3. Condition (2002), Bd. 12, S. 22–25
4. Jakowlew (1977), Sportbiochemie, Barth: Leipzig
5. Leistungssport (2008), Bd. 38 (2), S. 21–26

AKTUELLES AUS DER WISSENSCHAFT

Krafttraining macht Fußballer schneller!

Norwegische Wissenschaftler verglichen in einer Studie die Effektivität eines kombinierten Kraft- und Plyometrietrainings mit der eines ausschließlichen Krafttrainings. Ziel war es, zu überprüfen, welche der beiden Methoden die größeren Effekte auf die Sprint- und Sprungfähigkeiten hat. Neben einer Kontrollgruppe, die 6 Fußballtrainingseinheiten pro Woche absolvierte, gab es eine Versuchsgruppe, die zusätzlich ein Krafttraining durchführte. Eine weitere Gruppe machte ein Krafttraining und ein plyometrisches Training. Zwischen den beiden Experimentalgruppen gab es keinerlei signifikante Unterschiede in der Leistungsentwicklung bei Sprint- oder Sprungtests, und zwar weder im Counter-Movement-Jump noch im Squat-Jump. Auch die Leistung im 30-m-Sprint zeigte keinen Vorteil für die kombinierte Trainingsversion oder das alleinige Krafttraining. Allerdings unterschieden sich beide Interventionsgruppen sehr deutlich von der Kontrollgruppe, die nur Fußball spielte. Das Krafttraining führte bei Fußballspielern zu signifikanten Verbesserungen im Sprintbereich und bei allen Aspekten, die durch eine hohe Leistung beeinflussbar sind. Dazu gehören auch Antritte und Sprünge.

Journal of Strength and Conditioning Research (2008), Bd. 22 (3), S. 773–778 **XNIP: EQ4F**

Die Mischung macht's – steigern Sie Ihre Kohlenhydrataufnahme!

Gerade Ausdauersportler sind bei lang andauernden Belastungen von der zusätzlichen Aufnahme von Kohlenhydraten abhängig. Je länger eine Belastung dauert, umso wichtiger ist die Aufnahme von Kohlenhydraten durch Getränke oder Nahrung. Bislang ging man davon aus, dass je nach Art des Kohlenhydrats pro Stunde maximal 60 g aufgenommen werden können. Aufgrund unterschiedlicher Oxidationsraten kann aber eine verbesserte Aufnahmesituation entstehen, wenn verschiedene Kohlenhydratarten miteinander kombiniert werden. Wallis und Kollegen verglichen in einer Studie die Oxidationsrate verschiedener Kohlenhydratkombinationen. Dabei wurden 8

trainierte Radsportler einem 150-minütigen Dauertest bei einer Belastung von 55 % der Maximalleistung – relativiert an der VO₂max – unterzogen. Während der Belastung wurde den Probanden eine Lösung, bestehend aus Maltodextrin, Maltodextrin mit Fruktose oder dem Placebo Wasser, im Doppelblind-Design verabreicht. Die Kombination aus Maltodextrin und Fruktose erreichte dabei um 40 % höhere Oxidationsraten als Maltodextrin. Verschiedene Hersteller von kohlenhydrathaltigen Getränken bieten bereits Lösungen an, die den Studienergebnissen entsprechend optimiert wurden. So haben Sie die Möglichkeit, Ihre Versorgung mit Kohlenhydraten während einer Belastung zu optimieren.

Medicine and Science in Sport & Exercise (2005), Bd. 37 (3), S. 426–432 **XNIP: 9HHR**

Das Ausdauertraining muss angepasst werden!

Gerade bei untrainierten Sportlern herrscht wenig Klarheit über die zeitlichen Verläufe der Trainingsanpassung. Im Rahmen einer Untersuchung an der Universität des Saarlandes wurden untrainierte Sportler 1 Jahr lang in ein Trainingsprogramm aufgenommen. Dabei wurde ihnen 3-mal pro Woche ein Ausdauertraining vorgegeben. Bei konstant vorgegebener Herzfrequenz sollte ein Joggingprogramm über 1,45 Minuten absolviert werden. Nach 3, 6, 9 und 12 Monaten wurden jeweils Laufbandtests durchgeführt. Alle 4 Wochen gab es zudem Leistungsüberprüfungen auf einer Indoor-Leichtathletikbahn. Bei diesen Tests wurden die Veränderungen der VO₂max und der submaximalen Belastungsherzfrequenz gemessen. Bei der Belastungsherzfrequenz fiel auf, dass bereits nach 3 Monaten 93 % der Veränderung aus dem Abschlusstest erreicht worden waren. Die Schlussfolgerung aus der Studie ist die, dass untrainierte Sportler spätestens nach 6 Monaten regelmäßigen Trainings ihre Trainingsintensität oder den Umfang steigern müssen. Weitere Leistungssteigerungen sind sonst nicht zu erwarten. Für Sie als Sportler gilt, dass Sie Ihre Leistungsfähigkeit regelmäßig überprüfen sollten. Achten Sie darauf, Ihr Training ständig Ihrer zunehmenden Belastbarkeit anzupassen. Nur dann können Sie sicher sein, durch Ihr Training auch weiterhin von einer Leistungsentwicklung zu profitieren.

Medicine & Science in Sports & Exercise (2009), Bd. 41 (5), S. 1130–1137 **XNIP: C3XP**

SPORT UND TRAINING AKTUELL VORSCHAU

Krafttraining: So trainieren Frauen Ihre Kraft am besten

Trainingssteuerung: Leistungsmessung am Fahrrad – Sind Sie schon wattgesteuert?

Sportmedizin: Laufband oder Feldtest – wie testet man Läufer?