

Zeitschrift: Physiotherapeut : Zeitschrift des Schweizerischen Physiotherapeutenverbandes = Physiothérapeute : bulletin de la Fédération Suisse des Physiothérapeutes = Fisioterapista : bollettino della Federazione Svizzera dei Fisioterapisti

Herausgeber: Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband

Band: 25 (1989)

Heft: 4

Artikel: Die funktionell bedeutsamen Eigenschaften der Skelettmuskulatur und ihre Physiologie

Autor: Geiger, Urs

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-930001>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die funktionell bedeutsamen Eigenschaften der Skelettmuskulatur und ihre Physiologie

Urs Geiger, Hebelstrasse 46, 4056 Basel

Einleitung.

Entsprechend der grossen Beliebtheit, der sich sowohl Kraft- als auch Ausdauertraining heute erfreuen, gehen die Meinungen über Trainingsmethoden, Trainingsaufbau und Trainingsmittel oft weit auseinander, was zu einer unausgesprochenen Verunsicherung beitragen kann. Daneben besteht seitens der Trainingswissenschaftler eine Tendenz, immer neue Begriffe einzuführen, über deren praktischen Nutzen aber diskutiert werden kann. Man sollte vielmehr davon abkommen, die Begriffe der Trainingslehre nur im Umfeld des Leistungssportes zu sehen; es sind bekanntlich genau definierte physische Eigenschaften, deren physiologische Wirkungsmechanismen im gleichen Masse auch für den Nichtsportler bzw. den Patienten Gültigkeit haben.

Um das Verständnis, und damit die Einsicht in die Notwendigkeit trainingsmethodischer Überlegungen zu mehren, muss das Ziel dahin gehen, Begriffe der Trainingslehre auf ein sinnvolles und verständliches Mass zu reduzieren. Nur so wird einerseits die Formulierung eines Trainings- bzw. Therapiezieles erleichtert, während andererseits dessen Überprüfbarkeit objektivierbar wird.

Introduction

Correspondant au grand engouement qui s'étend aussi bien à l'entraînement en force qu'en endurance, la confrontation des conceptions sur les méthodes, les programmes et les moyens d'entraînement peut contribuer à créer une désécurité implicite.

Parallèlement, les scientifiques de l'entraînement ont tendance à toujours introduire de nouveaux concepts, bien que leur utilité pratique puisse à peine être discutée. On devrait arrêter de ne voir les concepts d'entraînement que dans le cadre du sport de compétition; il y a des propriétés physiques clairement connues et définies, dont les mécanismes physiologiques d'action sont également valables pour des non-sportifs et, respectivement, des patients.

Pour élargir la compréhension et donc partager la nécessité de réfléchir sur les méthodes d'entraînement, il faut se fixer le but de réduire les principes d'entraînement à des éléments simples et compréhensibles. C'est ainsi qu'il sera plus facile de formuler le but d'un entraînement, respectivement d'une thérapie, d'une part, et, de l'autre, de le suivre d'une manière plus objective.

Fitness und körperliche Leistungsfaktoren.

Der hohe Gewichtsanteil der Skelettmuskulatur an der Gesamtkörpermasse bringt die vitale Bedeutung dieses Organs zum Ausdruck. So mannigfaltig die täglichen Anforderungen an die Arbeitsmuskulatur sind, so vielfältig und differenziert muss diese funktionieren können. Dies macht die Gliederung der

Motorischen Erscheinungsformen in *Koordinative* und *Konditionelle* Fähigkeiten mit ihren Untergruppen notwendig.

Ich möchte an dieser Stelle betonen, dass im folgenden nicht von sportlicher Leistungsfähigkeit gesprochen wird. Zuviel wurde und wird darüber berichtet, und was als Nebenprodukt dieser vielgepriesenen sportlichen Leistung anfällt, kann selten genug bedenkenlos

akzeptiert werden. Es soll vielmehr interessieren, wie die funktionellphysiologische Leistungsfähigkeit strukturiert sein muss, und welche Bedeutung dieser im Rahmen der *Gesamtfitness* zukommt. Körperliche Leistungsfähigkeit ist in unserer modernen Leistungsgesellschaft ein «Muss» geworden und wird als Fitness schlechthin bezeichnet. Fitness ist ein Zustand und soll als solcher Ausdruck für Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit sein (*Abb. 1*).

Im Rahmen der Gesamtfitness stellt die körperliche Leistungsfähigkeit oder Motorische Fitness einen wichtigen Bestandteil dar (*Abb. 2*).

Das Beziehungsgefüge der Konditionellen Fähigkeit Kraft, Ausdauer und Schnelligkeit zeigt dabei eine genetisch und trainingsbedingte Dominanz mit individueller Ausprägung.

Im Gegensatz zur Gesamtfitness ist die Motorische Fitness kein Zustand, sondern eine Erscheinungsform körperlicher Aktivität. Als Leistungsvoraussetzung sind die motorischen Fähigkeiten nicht direkt beobachtbar oder messbar; sie lassen sich aber aus dem gezeigten Bewegungsverhalten zuverlässig erahnen.

Zum Begriff «Kraft».

Eine Definition der «Muskelkraft» ist mit physikalischen Parametern nicht möglich. Der Grund liegt darin, dass Muskelkraft – im Gegensatz zu physikalischen Kräften – nicht direkt messbar ist.

Was gemessen und beobachtet wird, ist die mechanische Auswirkung einer entsprechenden Muskelkontraktion.

Physikalisch ist Kraft als das Produkt einer Masse und deren Beschleunigung definiert, was aber einer «Gewichtskraft» im Wirkungsfeld der Gravitation entspricht und nicht mit der aufgetragenen «Muskelkraft» identisch ist. Die funktionell entscheidende Muskelkraft hingegen ist das Resultat einer energetisch determinierten neuromuskulären Reaktion im kontraktiven Fibrillenapparat eines Skelettmuskels. Dabei ist die Muskelkraft mit dem Inneren Drehmoment (Drehmoment

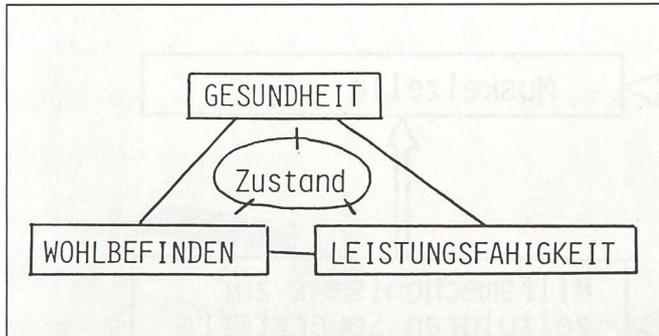


Abbildung 1:
Die Gesamtfitness.

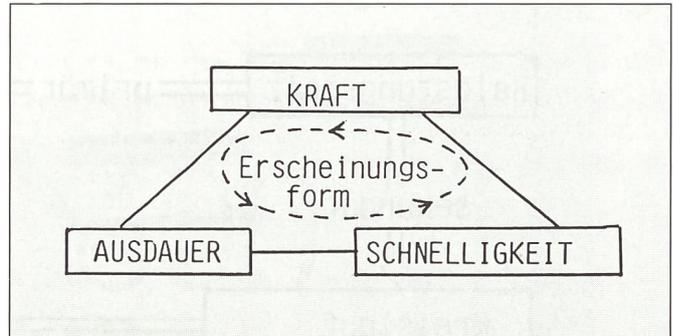


Abbildung 2:
Die Motorische Fitness.

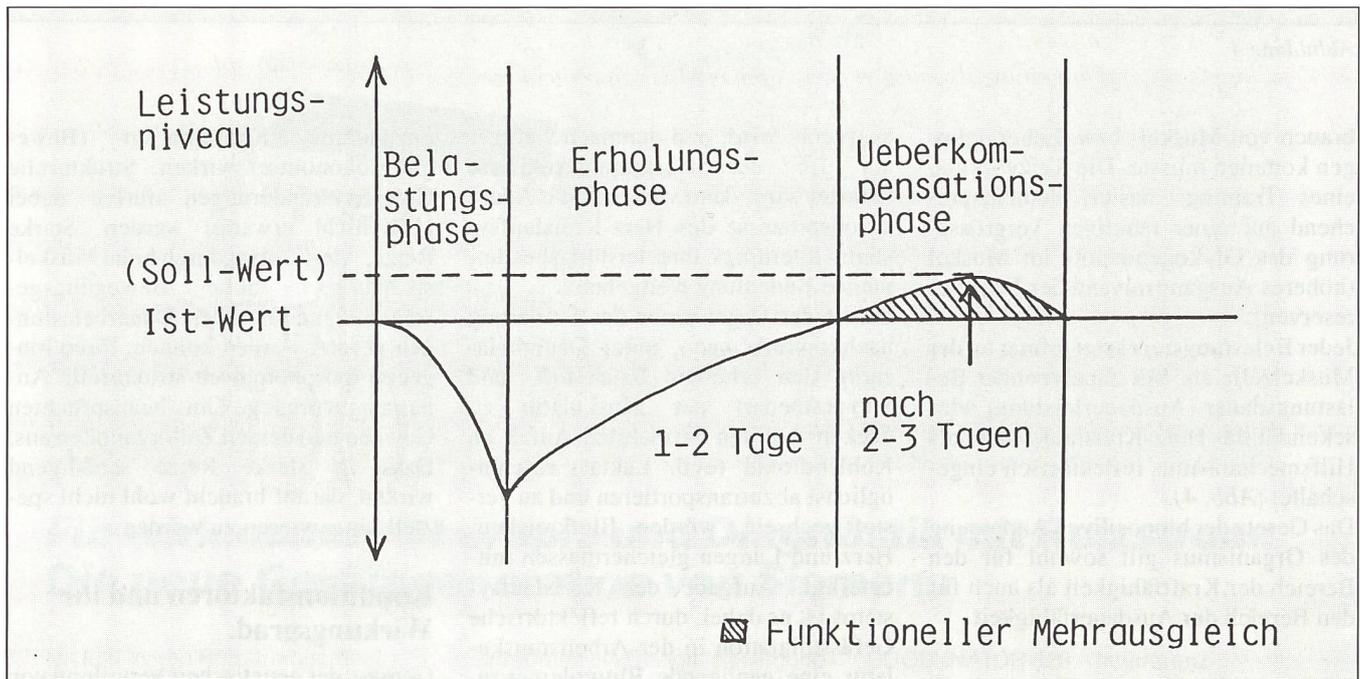


Abbildung 3:
Die Superkompensation

der Kraft) identisch, welches wiederum an ein Äusseres Drehmoment (Drehmoment der Last) bzw. eine entsprechende Last gebunden ist. Dabei übertrifft die Muskelkraft gemäss Hebelgesetz die Gewichtskraft stets um ein vielfaches.

Unter dieser Betrachtungsweise wird auch verständlich, dass die Konditionellen Fähigkeiten physiologisch nicht als völlig unterschiedliche motorische Erscheinungsformen betrachtet werden können und dürfen. Sowohl Schnelligkeit als auch Kraft und Ausdauer stehen in einer gewissen Abhängigkeit zuein-

ander. Weil es sich letztlich bei allen Fähigkeiten um die mechanische Auswirkung von Muskelkontraktionen handelt, liegt der Unterschied in der zeitlichen Begrenzung der entsprechenden Muskelarbeit (Dauer), ihrer Arbeitsleistung (Intensität) und Bewegungsschnelligkeit (Winkelgeschwindigkeit oder Bewegungsfrequenz).

Beim körperlichen Training gilt es allgemein, die Differenz zwischen einem angestrebten Trainingsziel (Soll-Wert) und dem aktuellen Trainingszustand (Ist-Wert) zu verringern. Der gewünschte Trainingseffekt basiert dabei auf der

Fähigkeit des Organismus, sich Belastungsreizen anzupassen. Dabei ist eine Störung der Homöostase (biologisches Gleichgewicht) – subjektiv als Ermüdung empfunden und objektiv als Abnahme der Leistungsfähigkeit zu erkennen – notwendig, um einen regenerativ-adaptativen Mehrausgleich im Sinne der *Superkompensation* zu erreichen (Abb. 3).

Gemäss Kurvenverlauf ist der gewünschte Trainingseffekt nur dann zu erwarten, wenn der Belastungsreiz so gross war, dass es zu einem erheblichen Abfall der Energiereserven durch Ver-

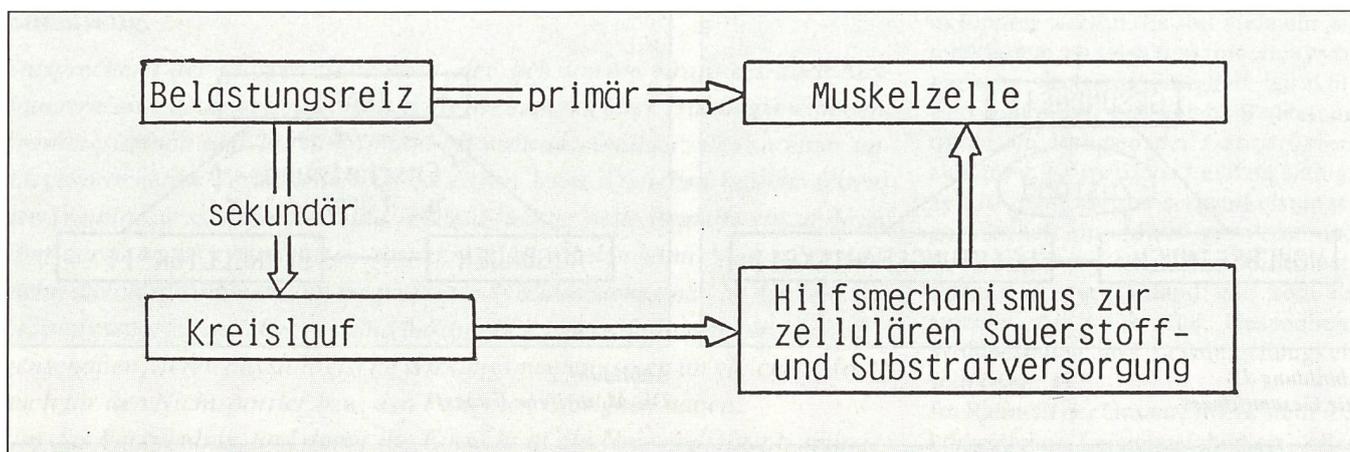


Abbildung 4

brauch von Muskel- bzw. Leberglykogen kommen musste. Die Reizwirkung eines Trainings basiert dementsprechend auf einer reaktiven Vergrößerung des Glykogendepots im Muskel (höheres Ausgangsniveau der Energiereserven).

Jeder Belastungsreiz setzt primär an der Muskelzelle an. Mit zunehmender Belastungsdauer (Ausdauerleistung) wird sekundär das Herz-Kreislaufsystem als Hilfsmechanismus reflektorisch eingeschaltet (Abb. 4).

Das Gesetz der biopositiven Anpassung des Organismus gilt sowohl für den Bereich der Kraftfähigkeit als auch für den Bereich der Ausdauerfähigkeit.

Zum Begriff «Ausdauer».

Wenn Ausdauer allgemein als die psychomotorische Ermüdungswiderstandsfähigkeit des Körpers bezeichnet wird, dann muss die Leistungssteigerung primär über eine funktionelle Anpassung des Herz-Kreislaufsystems erfolgen.

Von *Allgemeiner Muskelausdauer* wird dann gesprochen, wenn mehr als 1/6 der Gesamtmuskelmasse beansprucht wird. Im Gegensatz zum Krafttraining setzt der Belastungsreiz beim Training der Allgemeinen Ausdauer oder Grundlagenausdauer nicht nur Adaptationsprozesse im Muskelgewebe, sondern in erster Linie im Herz-Kreislaufsystem. Wenn die *Lokale Muskelausdauer* be-

anspruch wird, und demnach weniger als 1/6 der Gesamtmuskelmasse belastet wird, dann verlieren die Adaptationsprozesse des Herz-Kreislaufsystems allerdings ihre leistungsbestimmende Bedeutung weitgehend.

Damit der Organismus der Forderung nachkommen kann, unter Dauerbelastung den erhöhten Sauerstoff- und Substratbedarf der Muskulatur zu decken und den vermehrten Anfall an Kohlendioxid (evtl. Laktat) raschmöglichst abzutransportieren und zu verstoffwechseln, werden Blutkreislauf, Herz und Lungen gleichermassen mitbeteiligt. Aufgabe des Kreislaufsystems ist es dabei, durch reflektorische Gefässdilataion in der Arbeitsmuskulatur eine genügende Blutvolumenzufuhr zu garantieren, während die Lunge ihre Funktion zur optimalen Ausnutzung der Atemgase durch Beschleunigung der Atemfrequenz, Erhöhung der Atemmittellage und damit Veränderung der Atemvolumina nachzukommen hat. Den funktionellen Anpassungen des Kreislaufs und der Lunge steht, neben einer Vergrößerung des Herzminutenvolumens durch Erhöhung der Herzfrequenz und des Schlagvolumens eine strukturelle Anpassungsmöglichkeit des Herzens im Sinne einer Myocardhypertrophie («Sportherz») gegenüber.

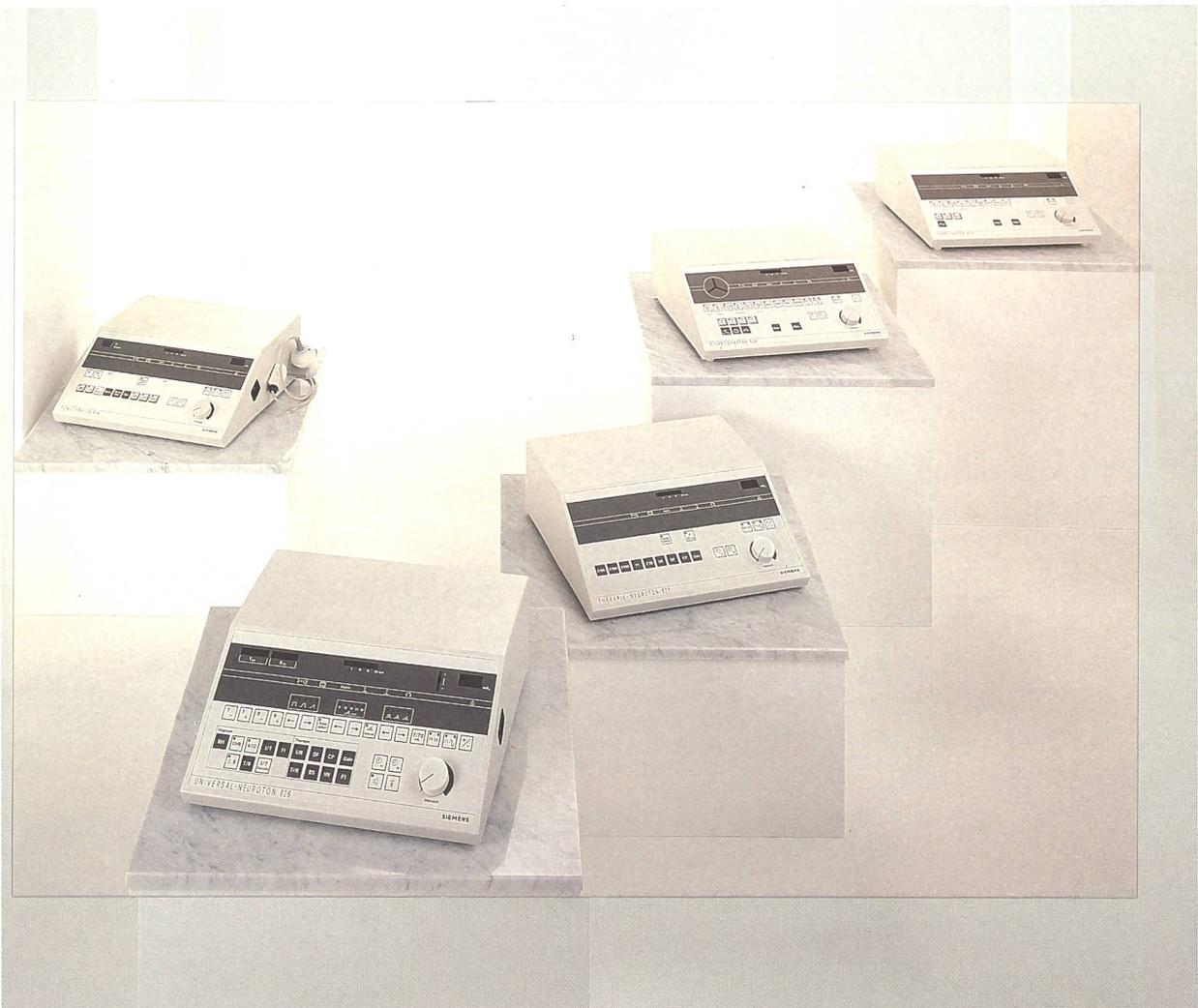
Ein morphologisches Grundgesetz besagt, dass schwache Reize anregend im Sinne einer Verbesserung der inter-

muskulären Koordination (Bewegungsökonomie) wirken. Strukturelle Gewebsveränderungen dürfen dabei aber nicht erwartet werden. Starke Reize, wie sie etwa durch hohe Muskelspannungen, hohe Bewegungsgeschwindigkeiten oder Dauerbelastungen gesetzt werden können, lösen hingegen morphologisch-strukturelle Anpassungsvorgänge im beanspruchten Gewebe und dessen Zellorganellen aus. Dass zu starke Reize schädigend wirken, darauf braucht wohl nicht speziell hingewiesen zu werden.

Konditionsfaktoren und ihr Wirkungsgrad.

Gemäss der genetischen Verteilung von Fast-twitch und Slow-twitch Fasern besteht eine individuelle Leistungsprädisposition für Ausdauerfähigkeit oder Kraft- bzw. Schnelligkeitsfähigkeit. Wenn Maximalkraft die Fähigkeit des Muskels ist, höchstmögliche Spannung gegen einen äusseren Widerstand zu dessen dynamischer Überwindung aufzubauen, dann ist dies weitgehend der physischen Muskulatur (Fasertyp II) vorbehalten, während die tonische Muskulatur (Fasertyp I) vorzugsweise bei längerdauernder aber weniger intensiver Kraftleistung beansprucht wird.

Es darf davon ausgegangen werden, dass alle konditionellen Faktoren eine dynamische Manifestationsform des



Für wirksamere Therapie und Diagnostik mit Reizstrom: Die neue Gerätegeneration von Siemens

Mit fünf neuen Reizstromgeräten und einer Applikationshilfe. Geräten mit breiteren Einsatzmöglichkeiten, patientenfreundlicherer Anwendung und mehr Komfort. Vor allem aber mit moderner Technik: Zum Beispiel mit Mikroprozessorsteuerung und -überwachung, symbolgeführter Bedienung, Automatik-Funktionen zur Arbeitserleichterung, hoher Zuverlässigkeit, Wahlmöglichkeiten von monophasischen und biphasischen Stromformen, von konstantem Strom (CC) und konstanter Spannung (CV).

Dazu kommt ein Design, das ergonomisch und hygienisch vorbildlich ist.

Und ein äußerst attraktives Preis-Leistungs-Verhältnis.

Universal-NEUROTON 826 für professionelle Reizstromdiagnostik und -therapie.

Therapie-NEUROTON 827 für Schmerz- und Lähmungstherapie.

SONODYNATOR 834 – Kombinations-Gerät für Schmerztherapie mit diadynamischen Strömen und Ultraschall, Ultraschalltherapie sowie Reizstromtherapie.

DUODYNATOR 829 – Interferenzstrom-Therapiegerät.

STEREODYNATOR 828 – Komfort-Schmerztherapie-Gerät mit dreidimensionalem Interferenzstrom.



Polymed GmbH
Industriestrasse 59, CH-8152 Glattbrugg
Telefon 01 810 03 62

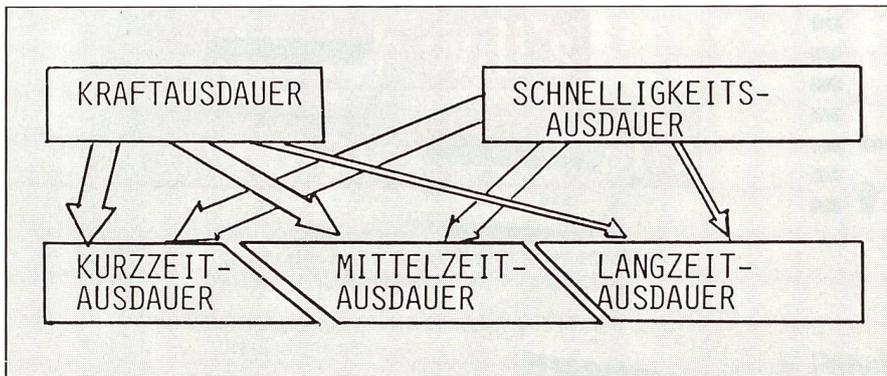


Abbildung 5:
Ausprägungsgrad und Abhängigkeitsverhältnis der Ausdauer-Konditionsfaktoren.

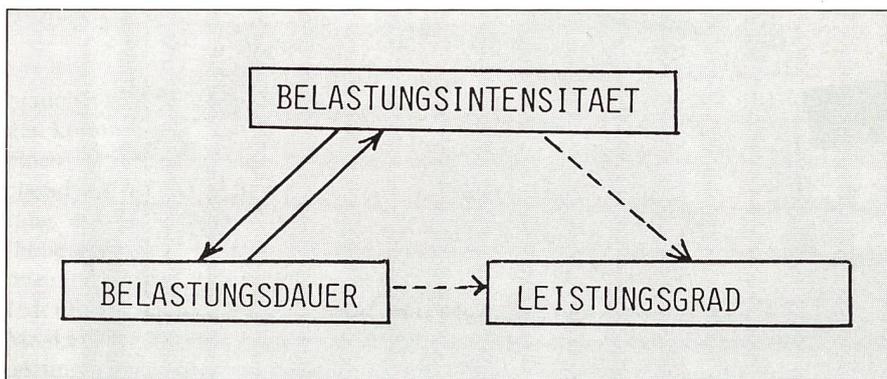


Abbildung 6

neuromuskulären Gesamtsystems auf einen bestimmten Belastungsreiz darstellen. Durch die praktische Notwendigkeit einer weiteren Unterteilung der Konditionsfaktoren in Schnellkraft, Kraftausdauer und Schnelligkeitsdauer wird die funktionelle Abhängigkeit noch deutlicher (Abb. 5).

Erst mit einer Systematisierung der Reize in bezug auf Intensität, Dauer und Dichte kann eine spezifische Ausprägung einer bestimmten Fähigkeit erzwungen werden.

Der physiologische Zusammenhang zwischen qualitativer Belastungsintensität (äussere/innere Widerstandsgrösse) bzw. Reizdichte (Verhältnis zwischen Belastung und Erholung) und quantitativer Belastungsdauer (Reizsetzungsdauer/Satzlänge) entscheidet letztlich darüber, welche Konditionelle Grösse speziell gefordert wird (Abb. 6). Die obige Darstellung des Leistungsgrades besagt, dass mit zunehmender Belastungsintensität und Reizdichte die Belastungsdauer abnimmt, oder anders ausgedrückt, dass sich mit Erhöhung der Belastungsdauer Belastungsintensität und Reizdichte vermindern müssen. ▷

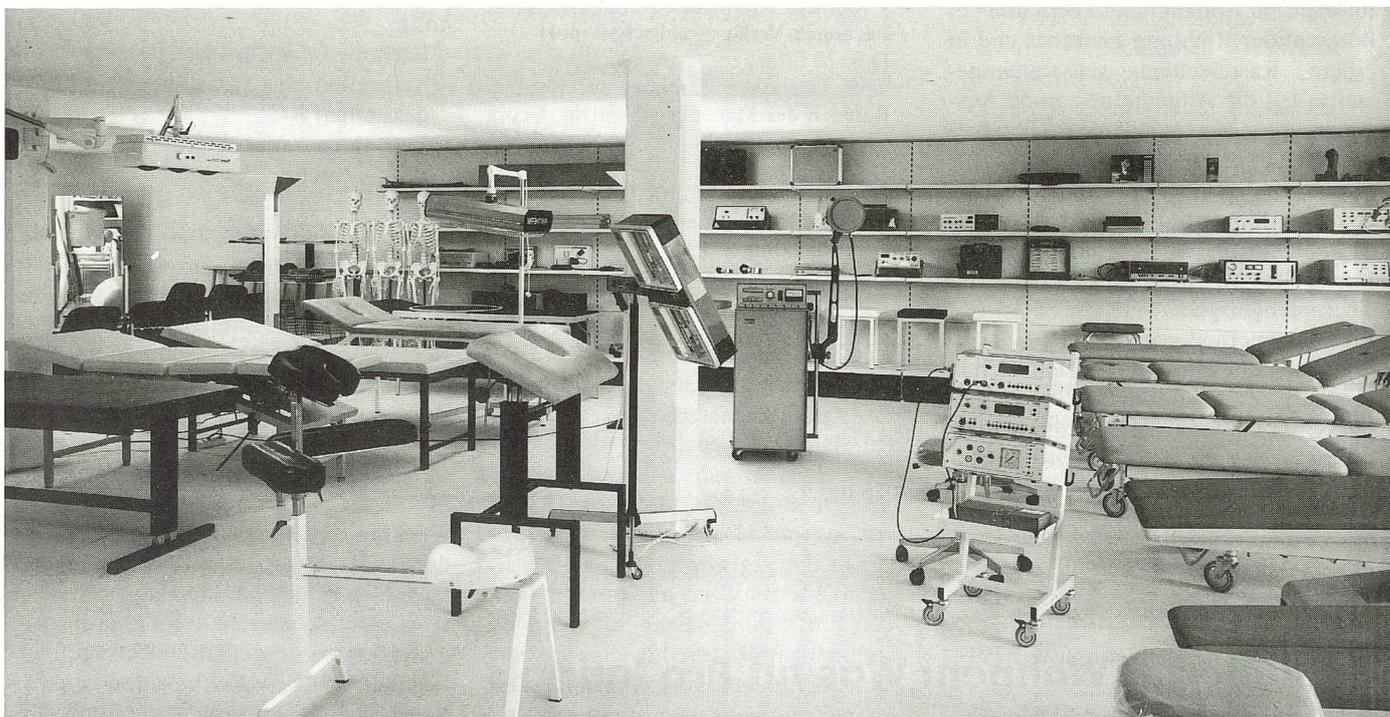
Konditions Faktoren / Trainingsreize	Lokale aerobe Ausdauer	Lokale anaerobe Ausdauer («Stehvermögen»)	Kraftausdauer	Maximalkraft	
				Querschnittstraining	Intramuskuläre Koordination
Belastungsintensität (Widerstandsgrösse)	20 – 40%	30 – 50%	40% bis 60%	60% bis 80%	80 – 100% > 100
Belastungsdauer (Anzahl Wiederholungen)	50 (> 2 Min.)	60/70 (bis 40 Sek.)	10 – 20 20 – 60	8 – 12 6 – 12	1 – 5 1 (–3)
Reizdichte (Verhältnis-Sätze/Pausen)	gleichbleibende Belastung relativ vollst. Erholung	wenig wechselnde Belastung unvollständige Erholung	4–10 / 1' 4–10 / 1'	3–5 / 1–2' 3–5 / 1–2'	5–8 / 2' 5–10 / 2'
Trainingsmethode	dynamisch langsam-mittelschnell	«Intervallmethode» dynamisch mittel-schnell/schnell	dynamisch langsam dynamisch schnell	dynamisch langsam dynamisch schnell	dynamisch langsam dynam. langsam-bremsend
energetisch determiniert			informationsorientiert		

Abbildung 7

Kölla ag
MEDIZINTECHNIK



.... von Mund
zu Mund
bekannter!



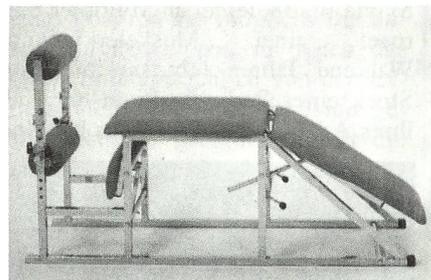
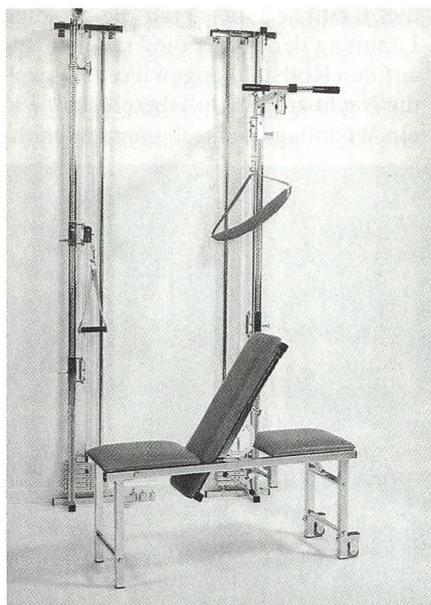
Unser Jubiläums- angebot:

Fangoparaffin K

(gültig bis 31. Mai 1989)
pro Kilo (ab 100 kg) Fr. **5.20**

Kölla ag
MEDIZINTECHNIK

Reppischtalstrasse
CH-8920 Aeugstertal a. A.
Telefon 01 - 761 68 60
Telefax 01 - 761 82 43



SABA Medical

Praktisch-schematische Zusammenfassung.

In der *Abbildung* sind die vorgängig beschriebenen Konditionsfaktoren gemäss ihrem Abhängigkeitsverhältnis in horizontaler Richtung geordnet und in einem Rasterschema zusammengestellt. Auf die Allgemeine aerobe Ausdauer wurde aus Gründen der Therapiehäufigkeit verzichtet.

In vertikaler Richtung sind die qualitativen und quantitativen Aspekte der Trainingsreize und -methoden aufgeführt. Auch hier wurde aus Gründen der Therapiehäufigkeit auf die Statische Trainingsmethode verzichtet.

Die Belastungsintensität bezieht sich in prozentualer Abstufung auf die einmalige Überwindung des Maximalwiderstandes, gemessen an einem Einzelmuskel oder an einer Muskelgruppe.

Literaturverzeichnis:

- Johanna Koch, Horst Günter Koch, Hart trainiert und doch verloren?: Sportphysiologie. München TR-Verlagsunion, 1985.
- J. Weineck, Optimales Training. perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH D-8520 Erlangen.
- Rolf Gustavsen, Trainingstherapie im Rahmen der Manuellen Medizin. Georg Thieme Verlag Stuttgart: New York, 1984.
- Hansruedi Kunz, Edith Unold, Zielgerichtetes Krafttraining. Trainer-Information, Magglingen 1986.
- Urs Geiger, Die Bedeutung der neuromuskulären Koordination auf eine optimale Muskelfunktion. Physiotherapeut 4/87 23. Jahrgang.

Adresse des Autors:

Urs Geiger
Hebelstrasse 4
4056 Basel

Nach mehrmonatiger vergeblicher Suche findet Sylvia B. über die örtliche Pro Infirmis-Beratungsstelle eine kleine Dreizimmerwohnung, die sie mit ihrer IV-Rente bezahlen könnte. Allerdings sind einige teure Anpassungen nötig:

- Entfernen der Türschwelle
- Verbreitern des Türrahmens zum Badezimmer/WC
- Einrichten einer Schwelle bei den Balkontüren
- Bodenbelag
- zweiter Telefonapparat neben dem Bett

Pro Infirmis vermittelt einen Baufachmann und übernimmt einen Teil der Kosten für die Anpassungen. In der neuen Wohnung kann Sylvia B. auch in Zukunft weitgehend selbständig wohnen.

- Markus A., 58, erkrankte im Alter von 7 Jahren an Kinderlähmung. Er ist an den Rollstuhl gebunden. An den Schultern, Handgelenken und Fingern leidet er an einer schmerzhaften Poliarthrit. Zudem muss er wegen Diabetesgefahr Diät halten. Nach 26 Ehejahren kommt es zur Scheidung von seiner Frau. In dieser schweren Zeit nimmt Markus A. Kontakt auf mit einem persönlichen Sozialarbeiter der Pro Infirmis. Mit ihm kann er persönliche Probleme und praktische Fragen zu seiner neuen Lebenssituation besprechen. Die Beratung ist sehr intensiv und dauert auch heute noch an.

Herr A. möchte weiterhin unabhängig leben. Bauliche Hindernisse stehen für einmal keine im Weg. Doch wie die Wohnung besorgen, wie einkaufen, kochen? Und der Kontakt mit andern Menschen? Der Sozialarbeiter organisiert eine Hilfe für Pflege und Haushalt sowie einen Elektro-Rollstuhl, mit dem sich Markus auch ausserhalb der Wohnung allein fortbewegen kann. Zudem berät er den Klienten bei finanziellen und administrativen Fragen zur Invaliden-Versicherung, Krankenkasse usw.

So kann Markus B. weiterhin in seiner gewohnten Umgebung leben; der anfangs befürchtete Umzug in ein Heim ist nicht nötig. ●

Pro Infirmis-Sammlung 1989

Behindertes Wohnen: Was tut Pro Infirmis

Beispiele aus dem Alltag

Sylvia B., 38, leidet an Multipler Sklerose, einer Muskelerkrankung. Während Jahren lebt sie im dritten Stock eines Wohnblocks in der Nähe ihres Arbeitsortes. Das Haus hat einen

Lift, doch ist dieser nur über eine Treppe erreichbar. Eines Tages führt die Krankheit bei Frau B. zu einer Lähmung der Beine; die Frau ist fortan auf den Rollstuhl angewiesen. Obwohl die Nachbarn sehr hilfsbereit sind, wird ein Wohnungswechsel unumgänglich.

