

# Anatomische, physiologische und biochemische Grundlagen der Muskelkontraktion

Autor(en): **Howald, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jugend und Sport : Fachzeitschrift für Leibesübungen der Eidgenössischen Turn- und Sportschule Magglingen**

Band (Jahr): **29 (1972)**

Heft 1

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-994724>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Anatomische, physiologische und biochemische Grundlagen der Muskelkontraktion

Von Dr. med. H. Howald

### 1. Mikroskopische Anatomie

(Abbildung 1)

Bei mikroskopischer Betrachtung lässt sich jeder Muskel in sehr viele Muskelfasern unterteilen. Die einzelne Muskelfaser ist identisch mit der Muskelzelle, welche mehrere Zentimeter lang sein kann und viele, am Rande angeordnete Zellkerne enthält. Im Lichtmikroskop weist die Skelettmuskulatur eine charakteristische Querstreifung auf, deren Natur sich erst bei der Betrachtung mit noch stärkerer Vergrößerung, das heisst im Elektronenmikroskop, aufklären lässt. Bei etwa zwanzigtausendfacher Vergrößerung lassen sich im Innern der Muskelzelle fadenförmige Gebilde, sogenannte Fibrillen, erkennen, welche ihrerseits aus den beiden nur in der Muskulatur vorkommenden Eiweissmolekülen Aktin und Myosin zusammengesetzt sind. Die feineren Aktinmolekülfäden ragen zwischen die etwas dickeren Myosinfäden hinein, wie dies in den Abbildungen 1 und 2 schematisch dargestellt ist. Bei der Muskelkontraktion, das heisst wenn sich ein Muskel aktiv zusammenzieht, kommt es zwischen den Aktin- und Myosinmolekülen zu einer Art chemischer Brückenbildung, wodurch die Aktinfäden stärker zwischen die Myosinmoleküle geschoben werden und sich die Gesamtmuskelfaser verkürzt (Abbildung 2).

### 2. Physiologie

Damit es zu der beschriebenen chemischen Reaktion zwischen Aktin- und Myosinmolekülen kommt, müssen zwei Voraussetzungen erfüllt sein:

- In unmittelbarer Nähe der Muskelfibrillen muss eine ganz bestimmte Konzentration an Calciumionen herrschen, und
- es muss Adenosintriphosphat (ATP) als Energiespender vorhanden sein.

Jede Muskelkontraktion wird durch einen Nervenreiz in Form eines elektrischen Impulses ausgelöst. Der vom Nerv kommende elektrische Impuls pflanzt sich über die Membran der Muskelzelle fort und dringt durch ein

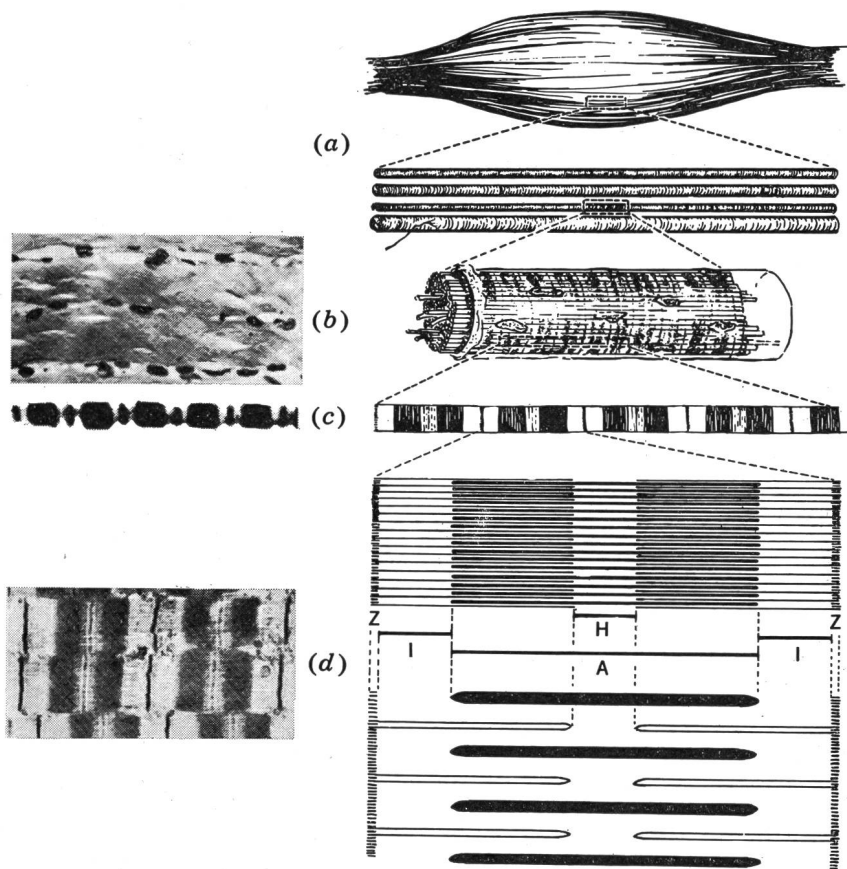


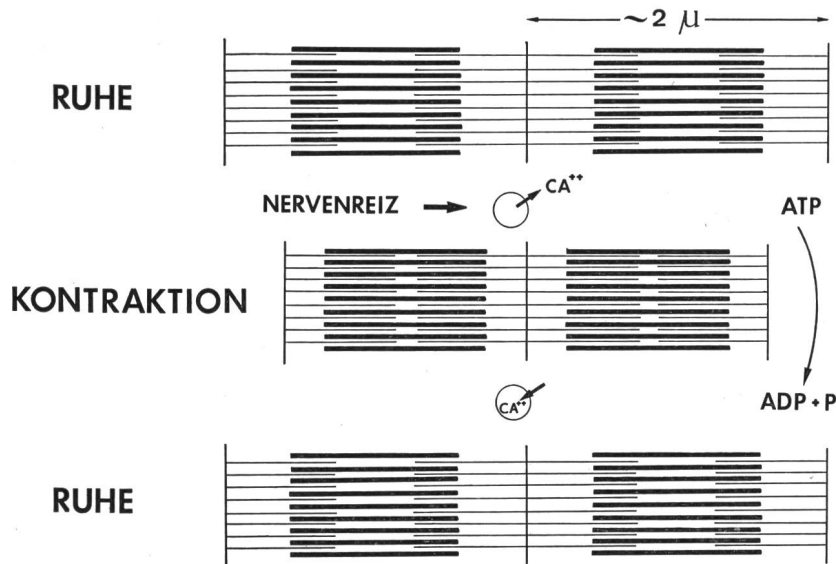
Abbildung 1: Anatomischer Aufbau der Skelettmuskulatur:

- a) ganzer Muskel
- b) Muskelfaserbündel
- c) einzelne Muskelfaser
- d) Muskelfibrillen in elektronenmikroskopischer Vergrößerung.

Im linken Teil der Abbildung mikroskopisches (b, c) und elektronenmikroskopisches (d) Bild, im rechten Teil schematische Darstellung. (aus Astrand und Rodahl)

feinstes Röhrensystem auch in das Innere der Muskelzelle ein. Unter dem Einfluss des elektrischen Impulses werden aus dem Röhrensystem Calciumionen in die freie Zellflüssigkeit abgegeben, und es kommt zur Kontraktion. Sofort nach Beendigung des Nervenreizes werden die Calciumionen wieder in das Röhrensystem zurückgepumpt, und der Muskel kann wieder erschlaffen (Abbildung 2). Adenosintriphosphat (ATP) ist eine chemische Verbindung, die sehr viel

Energie abgeben kann und die als Energiespender eine sehr wichtige Rolle bei den meisten Lebensvorgängen spielt. ATP kann mit einer geladenen Batterie verglichen werden: Durch Abspaltung eines Phosphatmoleküls (P) gibt die Batterie die für die Reaktion zwischen Aktin und Myosin benötigte chemische Energie frei, geht aber gleichzeitig in den ungeladenen Zustand oder, chemisch ausgedrückt, in das Adenosindiphosphat (ADP) über.



**Abbildung 2:** Schematische Darstellung der Vorgänge bei der Muskelkontraktion.  $1\mu = 1/1000$  mm, übrige Hinweise im Text.

### 3. Biochemische Prozesse

#### 3.1. Anaerobe Energiebereitstellung

ATP als Energiespender kann in der Muskelzelle anaerob, das heisst ohne Sauerstoffzufuhr von aussen, bereitgestellt werden:

##### 3.1.1. ATP-Vorrat

In jeder Muskelzelle ist ein kleiner Vorrat von ATP vorhanden, welcher sicherstellt, dass der Muskel jederzeit und sofort reagieren kann. Der ATP-Vorrat ist jedoch sehr klein und reicht höchstens für 2 bis 3 Sekunden Muskelarbeit aus.

##### 3.1.2. Creatinphosphat-(CP)-Vorrat

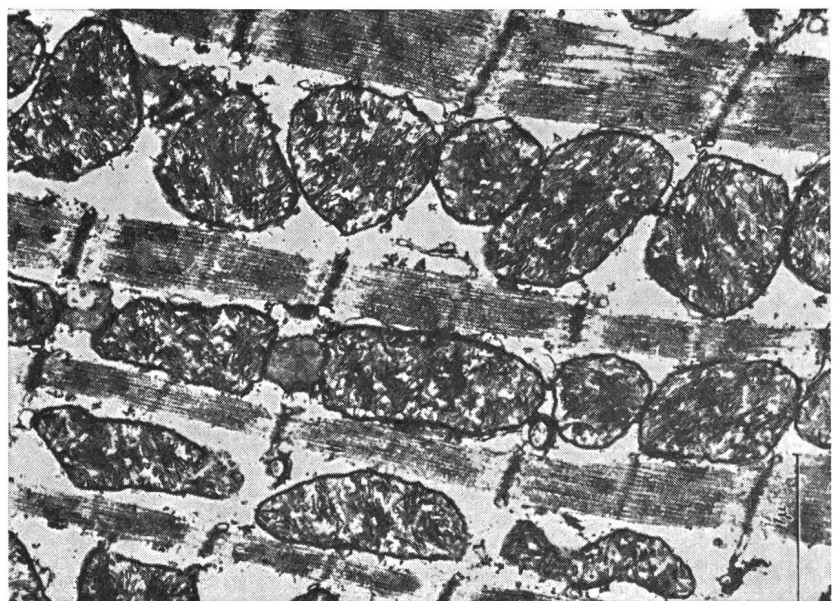
Jede Muskelzelle enthält einen Vorrat an Creatinphosphat, einer chemischen Verbindung, die ein Phosphatmolekül an ADP abgeben kann, womit dieses wiederum zu ATP «aufgeladen» wird. Mit Hilfe des Creatinphosphats kann der Energiebedarf der Muskelzelle während etwa 30 Sekunden sichergestellt werden; dann ist auch dieses Reservoir erschöpft.

##### 3.1.3. Anaerobe Glykolyse

Als weiteren Energievorrat enthält jede Muskelzelle eine gewisse Menge Glykogen (tierische Stärke), die zu-

nächst zu Glukose (Traubenzucker) abgebaut wird. In mehreren chemischen Reaktionen wird Glukose gespalten zu Brenztraubensäure (Pyruvat). Als letzter Schritt folgt schliesslich der Umbau von Brenztraubensäure zu Milchsäure (Lactat), und bei dieser Reaktion wird chemische Energie frei,

die zum Wiederaufbau von ATP aus ADP und P benützt werden kann. Der Abbau von Glukose zu Milchsäure kann also Energie für die Muskelkontraktion liefern, doch ist diese Art der Energiebereitstellung relativ unökonomisch, indem aus einem Molekül Glukose nur zwei Moleküle ATP gewonnen werden können (Abbildung 4). Dank der anaeroben Glykolyse kann die Muskelzelle aber noch immer ohne Sauerstoffzufuhr und ohne Nährstoffzufuhr von aussen Arbeit leisten. Das Maximum der Energiegewinnung auf diesem Stoffwechselweg ist nach etwa 50 bis 60 Sekunden erreicht, und nach maximal 2 Minuten Belastung muss diese Art der ATP-Produktion eingestellt werden. Die Energiegewinnung durch Glukoseabbau zu Milchsäure hat nämlich den grossen Nachteil, dass die gebildete Milchsäure schliesslich eine Übersäuerung der arbeitenden Muskelzelle einerseits und des Gesamtorganismus andererseits zur Folge hat, wenn nämlich die Milchsäure aus sämtlichen arbeitenden Muskelzellen ans Blut abgegeben wird. Im Muskel führt die Übersäuerung zu Muskelschmerzen und Kraftverlust, im Gesamtorganismus führt sie zu unangenehmen Empfindungen wie Kopfschmerzen, Atemnot und anderem.



**Abbildung 3:** Muskelfibrillen und dazwischengelagerte Mitochondrien. Massstab rechts unten:  $1\mu = 1/1000$  mm.

### 3.2. Aerobe Energiebereitstellung (Oxydation)

Neben den eingangs erwähnten Fibrillen und dem Zellkern enthält die Muskelzelle als weitere wichtige Struktur die sogenannten Mitochondrien (Abbildung 3). Es sind dies kleinste, stäbchenförmige Gebilde, die man aufgrund ihrer Leistung am besten mit einem chemischen Kraftwerk vergleicht. In einer ganzen Reihe von chemischen Reaktionen, die man den Zitronensäure- oder, nach seinem Entdecker, den Krebs-Zyklus nennt, verarbeiten die Mitochondrien die ihnen angebotene Grundsubstanz aktivierte Essigsäure zunächst einmal zu Kohlensäure (CO<sub>2</sub>) und Wasserstoffatomen (H). Die aktivierte Essigsäure als Grundsubstanz kann dabei entweder aus dem Abbau von Glukose oder aus dem Abbau von freien Fettsäuren (FFA = free fatty acids) stammen. Beide Nährstoffe werden der Muskelzelle durch das Blut zugeführt, wobei die Glukose aus dem Glykogenvorrat der Leber und die freien Fettsäuren aus den Fettdepots unter der Haut und im übrigen Organismus stammen.

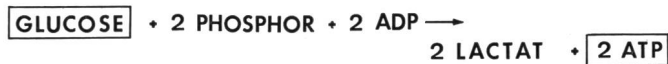
In den Mitochondrien befindet sich auch die sogenannte Atemkette, in der die vorher im Zitronensäurezyklus gebildeten H-Atome mit dem durch das Blut zugeführten Sauerstoff (O) gekoppelt werden. Dieser Schritt ist nichts anderes als die bekannte Knallgasreaktion, das heisst bei der Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser (H<sub>2</sub>O) wird sehr viel Energie frei. Diese Energie kann dazu verwendet werden, aus ADP und P wieder die energiereiche Verbindung ATP aufzubauen, welche ihrerseits für die Muskelkontraktion benötigt wird.

Die Energiebilanz sieht für diese aerobe oder oxydative Energiebereitstellung wesentlich besser aus als für die anaerobe Glykolyse, indem aus 1 Molekül Glukose unter Verwendung von Sauerstoff 38 Moleküle ATP und bei der Verbrennung von 1 Molekül einer freien Fettsäure sogar 130 Moleküle ATP gewonnen werden können (Abbildung 4).

Auf dem oxydativen Wege kann Energie gewonnen werden, solange einerseits Sauerstoff und andererseits Glukose und freie Fettsäuren als Nährstoffe zur Verfügung stehen.

## ENERGIEBILANZ

### ANAEROBE GLYKOLYSE:



### OXYDATION:

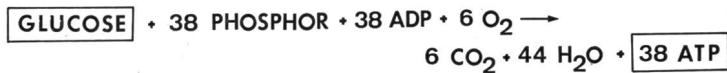


Abbildung 4: Bilanz der anaeroben und aeroben Energiebereitstellung. Erklärungen im Text.

### 4. Konsequenzen für die Trainingsgestaltung

Der Anteil der besprochenen biochemischen Prozesse an der Energiebereitstellung ist abhängig von der Dauer einer körperlichen Belastung und zeitlich begrenzt (Abbildung 5). Je nach Dauer einer wiederholten, intensiven Belastung (= Training) lassen sich die verschiedenen biochemischen Systeme getrennt voneinander entwickeln (= trainieren).

#### 4.1. Belastungen von 3 bis 4 Sekunden Dauer

Die Muskelzelle passt sich an kurz dauernde intensive Belastungen durch

Vermehrung der spezifischen Eiweisse Aktin und Myosin an (*Kraftzuwachs*). Der ATP-Vorrat dagegen bleibt wahrscheinlich unbeeinflusst.

#### 4.2. Belastungen von 20 bis 30 Sekunden Dauer

Die Anpassungsreaktion der Muskelzellen besteht vor allem in einer Vermehrung der Creatinphosphatvorräte und in einer Erhöhung der Aktivität des zur Spaltung des Creatinphosphats benötigten Enzyms Creatinphosphokinase (CPK).

ANTEIL AN DER ENERGIEBEREITSTELLUNG (%)

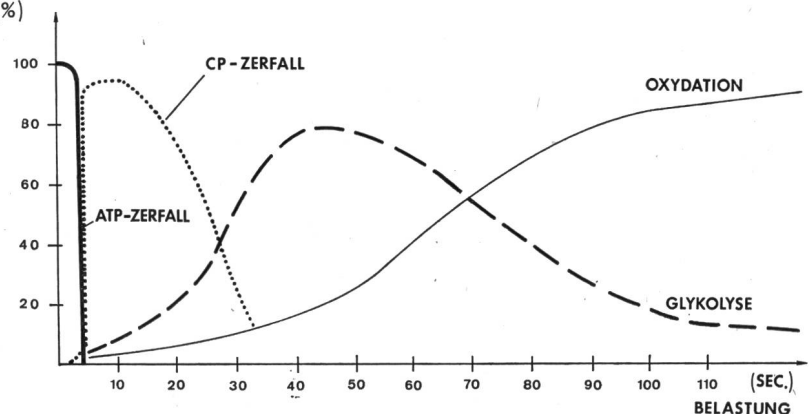


Abbildung 5: Anteil der energieliefernden Prozesse an der Energiebereitstellung bei starker körperlicher Belastung (nach Keul)

# Rauchen fördert Herzinfarkt

## 4.3. Belastungen von 40 bis 60 Sekunden Dauer

Diese Belastungsform führt zu einer Vermehrung der Glykogenvorräte in der Muskelzelle und zu einer Steigerung der Aktivität der an der anaeroben Glykolyse beteiligten Enzymsysteme. Muskelzellen und Gesamtorganismus gewöhnen sich mit der Zeit an die bei dieser Art der Energiegewinnung entstehenden hohen Milchsäurekonzentrationen (*lokales und allgemeines Stehvermögen*).

## 4.4. Belastungen von mehr als 1 Minute Dauer

Bei Belastungen von 1 Minute Dauer beträgt der Anteil der oxydativen Energiebereitstellung etwa 50 Prozent, ab 2 Minuten Belastungsdauer wird fast der gesamte Energiebedarf auf dem oxydativen Wege bereitgestellt. Dauerbelastungen führen zu einer Vermehrung und Vergrößerung der Mitochondrien und zu einer erhöhten Aktivität der in diesen enthaltenen Enzymsysteme von Zitronensäurezyklus und Atemkette. Eine derart trainierte Muskelzelle kann schliesslich doppelt soviel Sauerstoff, Glukose und freie Fettsäuren umsetzen wie eine nichttrainierte Muskelzelle (*lokales Dauerleistungsvermögen*).

Durch die verbesserte Oxydationskapazität der Mitochondrien werden auch grössere Anforderungen an die Sauerstoff-Nachschubachse gestellt: verbesserte Muskeldurchblutung, vergrössertes Herzvolumen, grössere Gesamthämoglobinmenge und damit grössere Sauerstoff-Transportkapazität. Im Labor kann die Summe aller dieser Anpassungsmechanismen erfasst werden in Form der maximal möglichen Sauerstoffaufnahme unter körperlicher Belastung (*allgemeines Dauerleistungsvermögen*). Männer im Alter von 20 bis 30 Jahren können im Durchschnitt maximal 3 Liter reinen Sauerstoff pro Minute oder etwa 40 ml Sauerstoff pro Minute und kg Körpergewicht aufnehmen; Skilangläufer und Radrennfahrer dagegen erreichen bis maximal 6 l/min oder 80 ml/min und kg Körpergewicht.

**W**as ist die Ursache des immer häufiger werdenden Herzinfarktes? Besonders beunruhigend sind die Todesfälle bei Personen unter 50 Jahren, die sonst noch viele aktive Jahre vor sich gehabt hätten. Ist es die Unrast unserer Zeit, das hektische Leben? Handelt es sich um eine «Manager-Krankheit»? Prof. Dr. Otto Gsell, früher Direktor der Medizinischen Universitätspoliklinik Basel, heute mit der Planung der Hochschule für klinische Medizin St. Gallen betraut, hat in verschiedenen Untersuchungen festgestellt, dass ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Tabakrauchen und Herzinfarkt in jüngeren Jahren besteht.

### Ein Verdacht wird erhärtet

Auffällig war, dass unter ganz jungen Herzinfarktpatienten nur Raucher zu finden waren, dass auch unter älteren Patienten die starken Raucher stärker vertreten waren als in der Durchschnittsbevölkerung. Wissenschaftlich muss eine solche Beobachtung aber genau untermauert werden. Es stehen drei Wege zur Verfügung:

1. In klinischen Beobachtungen beim Menschen und beim Tier soll nachgewiesen werden, ob Stoffe, die im Tabakrauch vorhanden sind, Veränderungen bei den Herzkranzgefässen verursachen können.
2. Es wird rückblickend untersucht, wieviele Herzinfarktpatienten vor ihrer Erkrankung längere Zeit stärkere Raucher waren. (Retrospektive Untersuchungen.)
3. Noch gesunde Personen werden auf ihre Rauchgewohnheiten untersucht. Später wird festgestellt, wieviele Raucher und wieviele Nicht-

### Literatur

Astrand, P.O. and K. Rodahl; Textbook of Work Physiology. McGraw-Hill Book Company, New York 1970.

Keul, J., E. Doll und D. Keppler; Muskelstoffwechsel; die Energiebereitstellung im Skelettmuskel als Grundlage seiner Funktion. Johann Ambrosius Barth, München 1969.

Lehninger, A.L.; Bioenergetik; molekulare Grundlagen der biologischen Energieumwandlungen. Georg Thieme, Stuttgart 1970.

Schönholzer, G. und U. Weiss; Begriffe aus dem Gebiet der Leistungsbiologie und der Trainingslehre. Jugend und Sport 27, 295 bis 297 (1970).

raucher an Herzkrankheiten zu leiden haben. (Prospektive Untersuchungen.)

Solche Forschungen sind in grosser Zahl durchgeführt worden; wir zitieren nur einige wenige.

### Wie wirkt Nikotin?

Früher war das Nikotin vor allem bekannt wegen seiner Wirkung auf die Durchblutung der peripheren Blutgefässe, die zur Bürgerschen Krankheit, dem Absterben des Beins, führen konnte. In den letzten 20 Jahren hat der Teer als Verursacher des Lungenkrebses eine traurige Berühmtheit erlangt. Erst seit etwa 10 Jahren ist durch die Veröffentlichungen von Prof. Gsell das Nikotin auch als Ursache der Koronarsklerose (Verhärtung der Herzkranzgefässe, die das Herz mit Blut versorgen) bzw. des Herzinfarktes bekannt geworden.

2,5 bis 3 mg Nikotin werden beim Einatmen des Rauches einer Zigarette in der Lunge absorbiert. Es wirkt sich direkt ungünstig aus auf die Sauerstoffversorgung des Herzmuskels. Einflüsse gehen auch über das vegetative Nervensystem auf die Muskulatur der Herzgefässe. Ferner wird der Vorgang der Blutgerinnung gestört.

Anatomische Untersuchungen an Männern, die an einer anderen Krankheit als Herzinfarkt gestorben waren, zeigten, dass der Grad der Verhärtung der Herzkranzgefässe bei Rauchern wesentlich stärker fortgeschritten war als bei Nichtrauchern. Beunruhigend ist ferner, dass bei vielen starken Rauchern eine kurz vor ihrem Herzinfarkt durchgeführte fachärztliche Untersuchung noch keine Herzleiden feststellen konnte.

### Wieviele Patienten waren Raucher?

75 frische Herzinfarktpatienten unter 70 Jahren wurden in der Medizinischen Universitätspoliklinik Basel von Prof. O. Gsell auf ihre Rauchgewohnheiten untersucht. Es zeigte sich, dass die Patienten unter 50 Jahren ausnahmslos Raucher waren, ein Grossteil davon sogar «starke Raucher» von mehr als 10 Zigaretten pro Tag. Die anderen Faktoren, welche Herzinfarkte begünstigen (wie zu hoher Blutdruck, Zuckerkrankheit, usw.) fanden sich in jüngerem Alter sehr selten.



## Herzinfarkt bei Männern

Alter	24-50	51-60	61-70
Fälle	20	28	27
Raucher	100%	95%	75%
starke Raucher	95%	71%	40%

Herzinfarkt bei Frauen trat wesentlich seltener auf als bei Männern, was darauf zurückzuführen ist, dass die Frauen noch nicht in dem Masse und vor allem noch nicht so lange rauchen wie die Männer.

## Nichtrauchende Bevölkerungsgruppen

Erhebungen bei Gruppen, die sich zum Nichtrauchen verpflichten oder die aus besonderen Gründen noch nicht Gewohnheitsraucher werden konnten (Entwicklungsländer) sind besonders interessant.

Bei den Adventisten, die weder rauchen noch trinken, wurden in Südkalifornien um 40 Prozent weniger Herzleiden festgestellt als bei der übrigen Bevölkerung. Die Infarktfälle traten auch erst in höherem Alter auf. Die Adventisten sind also nicht immun gegen Herzinfarkt, sie vermeiden durch Verzicht aufs Rauchen nur eine wichtige Ursache dieser Erkrankung. Übrigens erkrankten bei ihnen Männer und Frauen gleich häufig, da beide Geschlechter gleich wenig rauchten.

## Wieviele Raucher werden an Herzinfarkt sterben?

Bei 3478 Schweizer Ärzten wurden die Rauchgewohnheiten erhoben. Neun Jahre später waren 489 verstorben, davon 117 an Herzinfarkt. Deutlich liess sich ein Zusammenhang zwischen Rauchern und Herzinfarkt feststellen. Wird die Zahl der Infarkt-todesfälle von Nichtrauchern mit 1 gesetzt, so war sie bei starken Rauchern der Altersstufe 35-54 2,27, bei der Altersstufe 55-64 2,16 bei den 65-74jährigen 1,94 und bei den über 75jährigen 0,99. Also auch hier wieder zeigt sich die Bedeutung des Rauchens als Ursache bei jüngeren Personen. Das Risiko ist bei Zigarettenrauchern höher als bei Pfeifen- und Zigarrenrauchern. Ebenso nahm die Gefährdung mit der Zahl der gerauchten Zigaretten zu.

## Was ist zu tun?

Die Ergebnisse der bisher bekannten Untersuchungen sind eindeutig: Der Herzinfarkt bei jüngeren Erwachsenen unter 50 Jahren ereignet sich ganz überwiegend bei starken Rauchern. Auch für die Jahre 50 bis 70 sind Herzinfarkte immer noch wesentlich häufiger bei Rauchern als bei Nichtrauchern zu finden. Erst in den Jahren über 70, wo Kreislaufkrankheiten als Alterserscheinung normalerweise zu erwarten sind, lässt sich kein eindeutiger Zusammenhang mehr finden.

Die Erkennung dieser Zusammenhänge ermöglicht es, die Verhütung der Herzinfarkte und der vorzeitigen Todesfälle an Herzleiden wirkungsvoll an die Hand zu nehmen. Gewiss ist das Zigarettenrauchen nicht als einzige Ursache zu betrachten, aber es macht bereits bestehende Schwächen der Herzkranzgefässe lebensgefährlich.

Sozialmedizinisch gesehen ist dauerndes starkes Rauchen als Hauptfaktor für den Herzinfarkt im jüngeren und mittleren Lebensalter zu betrachten. Es erklärt auch das starke Überwiegen des männlichen Geschlechts. Nicht eine Managerkrankheit ist der Herzinfarkt also, sondern eine Raucherkrankheit. Auch wer nicht Manager ist, kann sein Risiko, diese Krankheit zu erleiden, vergrössern, indem er raucht. Von der Gesundheit des einzelnen aus gesehen, kann ein Verzicht auf das Rauchen andererseits das Risiko wesentlich mildern.

Wer sich aber um die Gesundheit des ganzen Volkes Sorgen macht, muss Massnahmen vorsehen, die sich auf die gesamte Gesellschaft auswirken. In diesem Zusammenhang möchten wir auf die von der Weltgesundheitsorganisation vorgeschlagenen Massnahmen hinweisen. Mr

## Quellen

O. Gsell, Herzinfarkt und Tabakrauchen, Münch. med. Wschr. 108, 1966

O. Gsell, Tabakrauchen und Herzerkrankungen, in «Nikotin», 1968, Verlag Thieme, Stuttgart.

Gesundheitsschäden durch Tabakgenuss, Prof. Dr. med. Meinrad Schär, Pharmakologie und Toxikologie des Rauchverhaltens - Lungenkrebs-Risiko - Aufklärungs- und Erziehungsaktionen - Tabakentwöhnungskuren, Goldmann, München 1971, DM 16.-.

## Zitat

Otto Hosse legte zu Beginn der Sitzung die Auswertung einer Repräsentativumfrage vor, die unter 3100 Stammtteilnehmern an Volksläufen vorgenommen worden ist. 99,21 Prozent bejahten die Frage, ob der Volkslauf ihnen ein Gefühl der besonderen Lebensfreude vermittele, sogar 99,84 Prozent hielten ihn für gesundheitsfördernd. 64,6 Prozent gaben die Mitgliedschaft in einem Sportverein an, die anderen waren vereinslos. Im Interesse stand bei Volkswettbewerben der Lauf knapp an der Spitze vor dem Wandern und Gehen. Mit Abstand folgten Ski-Volkslauf knapp vor Volksschwimmen und Volksradfahren. 86,1 Prozent wünschten sich das jetzige Zeitzahmesystem und eine Ergebnisliste, volle 100 Prozent der Läufer erklärten sich mit den jetzigen Sollzeiten einverstanden, 98,5 Prozent der Geher und 96,8 Prozent der Skiläufer. Mit der jetzigen Medaillenverteilung (Sieger Gold, 20 Prozent Goldrand, Rest Silber) waren 85,3 Prozent zufrieden. Die übrigen wünschten sich zwischen 30- und 50- Prozent Goldrand-Medaillen. Eine hundertprozentige Zustimmung fand auch die Regelung der Vergabe des Volkslaufabzeichens in drei Stufen (für 5-, 10- und 15malige Teilnahme). Interessant war, dass 73 Prozent eine kleinere Silbermedaille gegenüber einer grösseren nur versilberten vorzogen. Stellung nahmen die Befragten auch zu den Streckenverhältnissen, wobei jeweils mehrere Möglichkeiten angekreuzt werden konnten, so dass sich ein Wert über 100 Prozent ergab: Waldwege wünschten 89,2 Prozent, landschaftliche Schönheit 61,2 Prozent, Schatten 37,9 Prozent, bequeme Flachstrecken 27,3 Prozent und Asphaltwege 17,5 Prozent. Als Schnitt der Befragten ergab sich eine Teilnahme an 11,3 Volksläufen, so dass man bei diesem Kreis vom «harten Kern der Volksläufer» sprechen kann.