

Abschlussarbeit Biologiezusatzkurs (12.2-13.1)

**Quantifizierung von Trainingseffekten auf die  
Rumpfmuskulatur unter Einbeziehung  
molekularbiologischer Hintergründe**

Städtisches Gymnasium Wülfrath

31.1.2010

## Inhaltsangabe

### **Quantifizierung von Trainingseffekten auf die Rumpfmuskulatur unter Einbeziehung molekularbiologischer Hintergründe**

#### Meine Hypothese

#### Projektrahmen

Wie läuft das Projekt ab?

Was ist das Ziel des Projektes?

Wie lautet das von mir vermutete Ergebnis im Hinblick auf die Fragestellung?

#### Anatomie und Physiologie der Rumpfmuskulatur

Was sind Muskeln, welche bilden die Rumpfmuskulatur

Funktion von Muskeln/ der Rumpfmuskulatur

Arten von Muskeln (glatte, gestreifte Muskulatur)

Chemische Prozesse beim Benutzen der Muskeln

#### Ergebnisse des Projektes

Vorstellung der Werte aller Mitglieder

#### Auswertung der gewonnenen Ergebnisse

In wie weit wurde die Vermutung bestätigt?

In wie weit ist es von ihr abgewichen?

Was ist also das Ergebnis des Projektes im Hinblick auf die Fragestellung?

#### Quellen

## **Quantifizierung von Trainingseffekten auf die Rumpfmuskulatur unter Einbeziehung molekularbiologischer Hintergründe**

### Meine Hypothese

Meine Hypothese lautet, dass die Maximalkraft der Muskeln durch gezielte Übungen erhöht wird. Häufigkeit, zeitlichen Abständen zwischen den Übungen und auch die Ernährung können zu schnellerer oder langsamerer Steigerung der Muskelmasse führen.

### Projektrahmen

Das Ziel des Projektes war herauszufinden, wie bestimmte Muskeln auf Trainingseffekte reagieren und wie dies molekularbiologisch funktioniert. Dazu haben wir zu Beginn des Kurses, nachdem die wichtigsten organisatorischen Fragen geklärt waren und Fragen zur Recherche gesammelt worden waren, zunächst Material gesammelt indem wir in den Büchern des Silentiums, in unseren Biologiebüchern und im Internet nach dem Aufbau, der Funktion, den Arten und den Vorgängen beim Kontrahieren von Muskeln gesucht haben. Außerdem haben wir Muskeln selber mikroskopiert, einen Vortrag eines Professor der Heinrich-Heine Universität mit Informationen über den Aufbau von Muskeln und die in ihnen ablaufenden Prozesse angehört und mit Hilfe von einem Dipl. Sportlehrer/Sporttherapeuten und einem MTS-Pegasus C, ein Experiment zum Thema Trainingseffekte auf bestimmte Muskeln durchgeführt.

Anschließend haben wir die zu Beginn der Recherche gestellten Fragen überarbeitet, entschieden welche wichtig für unsere zu erstellende Arbeit sind und den Titel und die Hypothese unserer Arbeit festgelegt.

Um unsere Hypothese zu verifizieren oder falsifizieren, haben wir in Kooperation mit einer Physiotherapiepraxis in Mettmann das oben angesprochene Experiment durchgeführt. Nach einem Besuch bei einem der Geschäftsführer der Praxis am 15.05.2009, der uns die Praxis und die in ihr vorhandenen Geräte gezeigt, und gemessen hat wie stark unsere sagittalen, frontalen und transversalen Muskeln sind, haben wir uns jeder einen Trainingsplan aufgestellt um am 10.09.2009 noch einmal zu messen wie stark sich unsere Muskulatur entwickelt hat. Jeder hat also vorzugsweise die Muskelgruppen trainiert, die bei dem Test nicht gut abgeschnitten haben. Um zu erkennen welche dies waren haben wir einen Bogen wie Quelle 1 erhalten. Um diesen Bogen zu bekommen haben wir mit dem MTS-Pegasus C unsere Muskelkraft messen lassen, da dieses Gerät isometrisch messen kann, wie stark die frontalen, sagittalen und transversalen Muskelgruppen sind und eine Graphik ausdrückt, auf der man die Ergebnisse der Untersuchung erkennen kann.

### Anatomie und Physiologie der Rumpfmuskulatur

Es gibt zwei verschiedene Arten von Muskulatur: glatte und gestreifte, die sich in Funktion und Aufbau unterscheiden. Die glatten sind beispielsweise im Magen- und Darmtrakt und anderen Hohlorganen vorhanden. Sie werden vom vegetativen Nervensystem gesteuert, können also nicht vom Menschen willentlich kontrahiert und relaxiert werden. Im Gegensatz dazu können die gestreiften Muskeln, also z. B. die Skelettmuskeln, mit Ausnahme des Herzmuskels, vom Menschen aktiv beeinflusst werden.

Aufgrund des von uns gewählten Projektrahmens, beschränke ich mich bei meinen Ausführungen zum Aufbau und der Funktion der Muskeln auf die quergestreifte Muskulatur, da die Rumpfmuskulatur lediglich aus Skelettmuskeln, also quergestreiften Muskeln besteht.

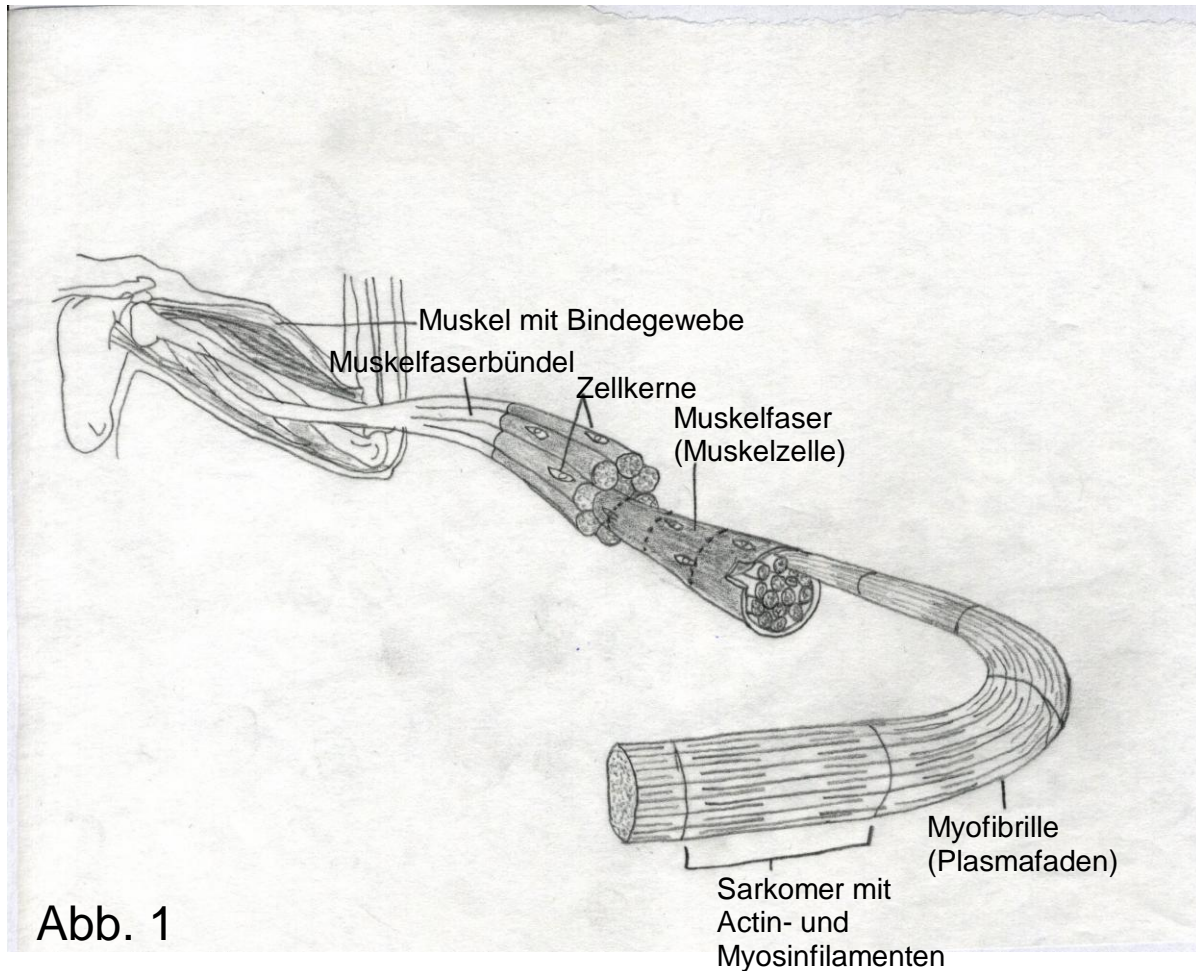


Abb. 1

Wie man in Abb. 1 erkennen kann, besteht ein quergestreifter Muskel aus einem kontraktilem Mittelteil, dem so genannten Bauch, und den, die Kontraktionskraft auf die Knochen übertragenden, Sehnen. Der "Bauch" besteht aus Bündeln einzelner Muskelfasern, also Muskelzellen in denen sich jeweils mehrere Zellkerne, Sarkoplasma und darin enthaltene Myofibrillen, Mitochondrien, das sarkoplasmatische Reticulum, T-Tubuli, Myoglobin, Glykogen und Fetttropfchen befinden. In den Myofibrillen befinden sich sowohl Actin- als auch Myosinfilamente.

Beim Kontrahieren eines quergestreiften Muskels, werden die durch ATP aktivierten, hakenförmigen Myosinendköpfchen mit den Actinfilamenten verbunden. Nachdem der Muskel innerviert wurde, werden  $Ca^{2+}$ -Ionen von dem sarkoplasmatischen Reticulum freigesetzt. Damit die Myosinendköpfchen an die Actinfilamente gelangen, muss das Tropomyosin, welches das Actin helixähnlich umschließt, verschoben werden. Durch die Calciumionen wird das Troponin, das an das Tropomyosin gelagert ist, strukturell verändert. Dadurch verschiebt sich das Tropomyosin, sodass das Actinfilament freigelegt wird, damit sich das Myosinendköpfchen daranlagern kann.

Dann wird das ATP im Myosinkopf zu ADP und Phosphat gespalten und danach werden ADP und Phosphat abgegeben. Dabei klappt der Myosinkopf um. Dann wird wieder ATP am Myosinkopf gebunden, wodurch sich der Myosinkopf wieder aufrichtet und sich vom Actin löst. Außerdem gibt das Troponin die Calciumionen wieder ab, sodass sich das Tropomyosin wieder vor das Actin schiebt. Jetzt kann die Kontraktion von Neuem beginnen.

Als Rumpfmuskulatur bezeichnet man Bauch- und Rückenmuskulatur, also die Muskeln die zum einen die Körperhaltung und die Gelenkstellung beeinflussen und zum anderen den aktiven Teil des Bewegungsapparates bilden.

Zu der Bauchmuskulatur gehören die geraden Bauchmuskeln (M. rectus abdominis), die äußeren schrägen Bauchmuskeln (M. obliquus externus abdominis), die inneren schrägen Bauchmuskeln (M. obliquus internus abdominis) und die queren Bauchmuskeln (M. transversus abdominis). Die Bauchmuskeln verlaufen wie in Abb. 2 gezeigt und somit bilden die geraden und die queren Bauchmuskeln eine senkrecht stehende und die beiden schrägen Bauchmuskeln eine schräg liegende so genannte Kreuzgürtung. Eine solche Anordnung ermöglicht Drehung, Beugung und Seitwärtsneigung des Rumpfes.

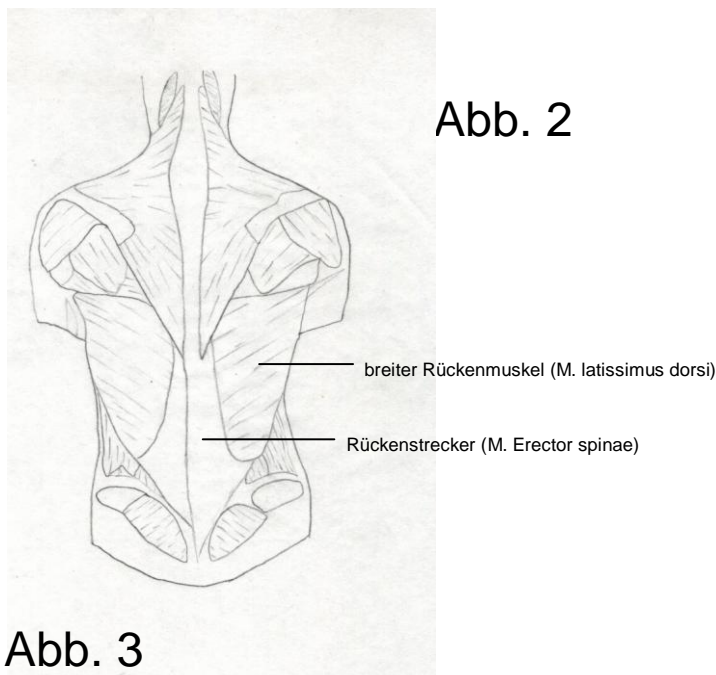
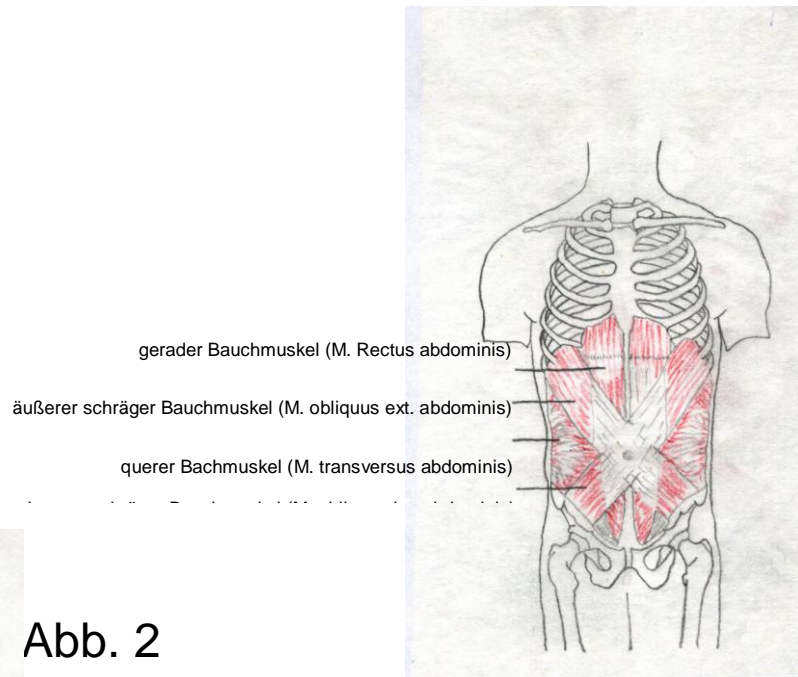


Abb. 3

Zu der Rückenmuskulatur gehören der Rückenstrecker (M. erector spinae) und der breite Rückenmuskel (M. latissimus dorsi). Aus dem aus Abb. 3 erkenntlichen Verlauf dieser Muskeln lässt sich erkennen, dass die Rückenmuskulatur wichtig für eine aufrechte Körperhaltung und ferner auch für Drehung, Rückwärts- und Seitwärtsneigung der Wirbelsäule ist.

## Ergebnisse des Projekts

Nachdem unsere Muskelkraft mit dem MTS-Pegasus C gemessen wurde, bekamen wir jeweils einen persönlichen Ausdruck, der unsere persönliche Muskelkraft graphisch darstellte, wie für drei Testpersonen in Abb. 5 abgebildet. Anhand dieser Informationen kann man entnehmen inwieweit die zu erkennende Muskelkraft dem Soll-Wert entspricht. Der Soll-Wert richtet sich nach Größe, Gewicht und Alter der betreffenden Person, d. h. er ist bei jedem unserer Ausdrücke verschieden. Da wir 2 Messungen durchgeführt haben, stellt der obere Balken jeweils die 1. Messung und der untere die 2. Messung dar.

Aus der obersten Graphik lässt sich entnehmen, dass die Bauchmuskeln stärker geworden sind, die Rückenmuskeln aber in etwa gleich viel Kraft verloren haben. Die Bauchmuskulatur hat an Kraft gewonnen, während die transversale an Kraft verloren hat. Die rücken- und bei der 2. Messung auch die Bauchmuskulatur liegen über dem Soll-Wert, die frontale und bei der 1. Messung die Bauchmuskulatur liegen im Bereich des Soll-Werts und die transversale Muskulatur liegt unterhalb des Soll-Werts.

Auf der mittleren Graphik kann man sehen, dass sowohl die Bauchmuskulatur als auch die frontale und transversale Muskulatur unter dem Soll-Wert liegen und die Rückenmuskulatur knapp im Bereich des Soll-Werts. Bei der 2. Messung liegt die Bauch- und Rückenmuskulatur und die frontale Muskulatur über dem Soll-Wert und die transversale Muskulatur im Bereich des Soll-Werts.

In der untersten Graphik erkennt man, dass bei der ersten Messung die Bauchmuskulatur über, die transversale Muskulatur im Soll-Wert und die frontale und Rückenmuskulatur unterhalb des Soll-Werts liegt. Bei der 2. Messung liegt die Bauch-, Rücken- und transversale Muskulatur über dem Soll-Wert, während die Kraft der frontalen Muskulatur weiter zurückgegangen ist und noch weiter unter dem Soll-Wert liegt.

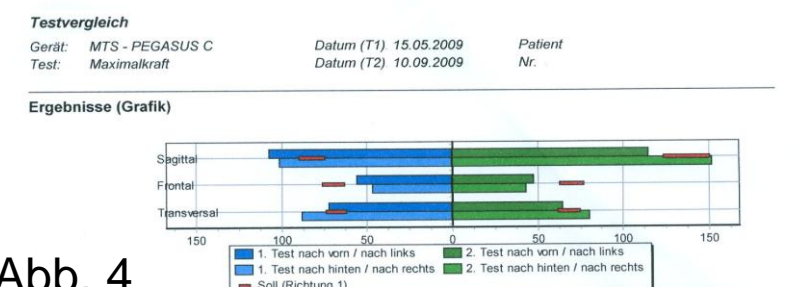
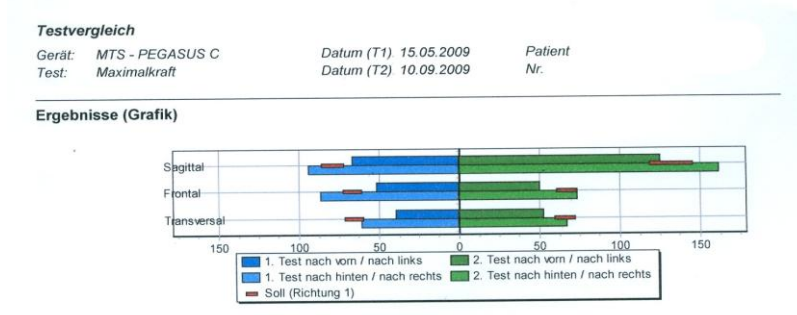
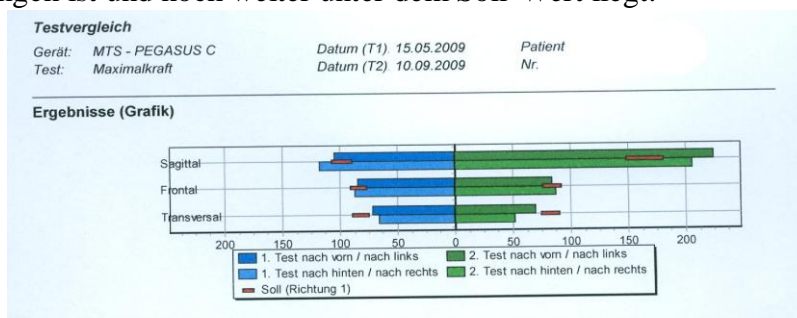


Abb. 4

## Fazit

Inwieweit meine Hypothese bestätigt wurde ist schwer zu sagen, da das Experiment mit so wenigen Personen durchgeführt wurde, dass man kein repräsentatives Ergebnis erhält. Außerdem machen viele in den Sommerferien keinen Sport, da die Vereine selten Training in den Ferien anbieten. Da sich Muskeln in etwa so schnell ab- wie aufbauen ist also bei denjenigen, die zwar ihre Übungen gemacht haben der Muskelabbau nicht so schnell gewesen, wie ohne die Übungen des Experiments, ein Aufbau hat jedoch nicht stattgefunden, da das Training im Verein nicht stattgefunden hat. Man kann jedoch an der mittleren Graphik sehr gut sehen, dass Testpersonen, die vorher wenig Sport gemacht haben, der dem Aufbau der Rumpfmuskulatur dient und somit keine hohe Muskelkraft in diesem Bereich aufweisen, durch das gezielte Training dieser Bereiche jetzt eine deutlich höhere Kraft aufweisen. Geht man davon aus, dass diese mittlere Graphik repräsentativ ist, kann man also sagen, dass vorher kaum trainierte Muskeln durch regelmäßiges Training einen deutlichen Kraftzuwachs erlangen können. Dies sieht man auch an den im Vergleich zur ersten Messung gestiegenen Graphen der 2. Messung. Bei den Graphen, die zeigen, dass die Kraft zurückgegangen ist, kann es sich um Messungenauigkeiten oder Fehler des Gerätes handeln, dies ist aber bei einem Gerät, das von einer Spezialpraxis genutzt wird sehr unwahrscheinlich. Eher möglich ist, dass die Kraftabnahme mit Ausfällen des regelmäßig stattfindenden Trainings im Verein oder ähnlichen Einrichtungen oder mit der Wahl der falschen Übungen oder nicht genug Übungen zusammenhängt, da man nicht genau erkennen konnte, welche Übungen welche Muskelgruppen trainieren und die Anzahl der Übungen am Anfang zwar vielleicht schwer war, man aber gegen Ende immer mehr hätte trainieren müssen um es für die Muskeln immer noch schwer zu machen, damit tatsächlich ein weiterer Kraftzuwachs erfolgen kann.

Meine Hypothese kann also aufgrund der Rahmenbedingungen des Experimentes nur zum Teil beantwortet werden. Aufgrund der kleinen Anzahl von Testpersonen haben wir keine verschiedenen Zeitabstände getestet und auch die Einbeziehung von Ernährungsfaktoren hat nicht stattgefunden. Da wir nur zwei Messungen durchgeführt haben, kann man auch über schnelle oder langsame Steigerungen der Muskelmasse keine Verifizierung oder Falsifizierung vornehmen.

Es ist jedoch, gesetzt den Fall man kann die drei Ergebnisse als repräsentativ bezeichnen, klar geworden, dass die Kraft von vor allem ungeübten Muskeln, aber auch trainierten Muskeln durch gezieltes Training deutlich steigerbar ist.

## Quellen

Mutschler, Ernst. *Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie des Menschen*. 6. Stuttgart: Stuttgart : Wiss. Verl.-Ges. , 2007. 632-638. Print.

<http://www.dr-zuber.de/leistungsspektrum/muskeltrainingsystem.php>

<http://www.sportunterricht.de/lksport/muskel5.html>

<http://www.rueckeninformation.de/rueckenschule/die-10-regeln-der-rueckenschule/die-10-regeln-der-rueckenschule.html>

Quellen Herrn Steen: Der Erfolg hängt an der Faser

Seiten 1-9

2007-05-10 muskel

Blätter S. 160-165

Messergebnisse unseres Experiments