

**Städtisches Gymnasium Wülfrath**

Abschlussarbeit

Biologie Pilotkurs

Schuljahr 2009/2010

Thema:

**Quantifizierung von Trainingseffekten unter Berücksichtigung von  
molekularbiologischem Vorwissen auf die Rumpfmuskulatur**

Fach:

Biologie

Fachlehrer:

Herr Steen

**Quantifizierung von Trainingseffekten unter Berücksichtigung von  
molekularbiologischem Vorwissen auf die Rumpfmuskulatur**

## **Kurze Zusammenfassung**

*In dem Zeitraum von Februar 2009 bis Februar 2010 haben wir, der Projektkurs des Gymnasium Wülfraths, für den Fachbereich Biologie, uns mit der Thematik des Muskelaufbaus befasst.*

## **Einleitung mit Formulierung der These**

*Im Rahmen eines Pilotkurses für den Fachbereich Biologie haben uns unsere Lehrkräfte zwei Themen zur Auswahl vorgestellt.*

*1. Muskulatur*

*2. Verhaltensbiologie*

*Unsere Gruppe hat sich für den Bereich "der Muskulatur" entschieden, demnach werden wir uns im Folgenden mit diesem Themenbereich befassen.*

*Wir haben uns die Fragen gestellt:*

*1. Wie ist Muskulatur aufgebaut, bzw. was für Arten von Muskulatur gibt es?*

*2. Wie kann man am besten einen Zuwachs der Maximalkraft hervorrufen, und diesen Zustand dann beibehalten?*

*3. Welche Rolle spielt die Ernährung im Zusammenhang mit dem Muskulaturaubau?*

*Aufgrund des folgenden theoretischen Hintergrundwissens, welches wir uns für Frage 1. Angeeignet haben, ergibt sich für uns folgende These zur Beantwortung der Fragen 2. Und 3.*

## **Hypothese**

*Bei dem Aufbau von Muskulatur spielt Training, insbesondere der Trainingsrhythmus, eine Rolle.*

*Zum Trainingsrhythmus :*

*Für die beste Superkompensation sollte der Trainingsrhythmus abwechselnd aus einem Tag Training und einem Tag Pause bestehen. An den Trainingstagen sollte jeweils die gleiche Muskelgruppe trainiert werden.*

## Theoretisches Hintergrundwissen

### Einordnung in Arten von Muskulatur und Aufbau:

#### Einordnung:

<u>Eigenschaft</u>	<u>Glatte Muskulatur</u>	<u>Quergestreifte Muskulatur</u>
<i>Lage</i>	<i>Magen- und Darmtrakt, Gallenblase, Harnblase, etc. (Hohlorgane)</i>	<i>Skelett(-muskulatur) , Herz(-muskulatur)</i>
<i>Beeinflussbarkeit</i>	<i>Nicht willentlich beeinflussbar, kontrolliert vom vegetativen Nervensystem</i>	<i>Willentlich Beeinflussbar (Ausnahme Herzmuskulatur), kontrolliert vom Gehirn</i>

#### Aufbau der Muskulatur:

*Betrachtet man einen Muskel der Rumpfmuskulatur, genauer die quergestreifte Muskulatur, enthält er Blutgefäße, Nerven und besteht aus vielen Muskelfasern. Eine Muskelfaser kann eine Länge von mehr als 30 cm und ungefähr 0,1 Millimeter Dicke haben. Sie haben viele Kerne, daher nennt man dieses Gebilde Syncytium. Muskelfasern bestehen aus einigen hundert Myofibrillen. Sie sind aus zwei unterschiedlichen Myofilamenten aufgebaut. Da sind dicke Filamente, die aus dem Protein Myosin bestehen, genauso wie dünne Filamente, die aus den Proteinen Aktin und Tropomyosin bestehen. Die Myofibrillen sind weiter aufgebaut aus Sarkomeren, welche mit Zellplasma (Sarkoplasma) gefüllt sind und parallel gelagerte Proteinfäden enthalten. Diese lassen sich einteilen in Aktin- und Myosinfilamenten. Die Aktinfilamente sind durch Z-Linien miteinander verbunden, hingegen sind die Myosinfilamente unverbunden und liegen zwischen den Aktinfilamenten. Betrachtet man die Muskelfasern mit einem Lichtmikroskop zeigen sich helle und dunkle Stellen. In der hellen I-Bande besteht das Sarkomer nur aus Aktinfilamenten, in der dunklen A-Bande konvergieren Aktin- und Myosinfilamente und in der H-Zone liegen nur Myosinfilamente.*

#### Funktionsmechanismus der Muskulatur:

*Ein Kraftaufbau wird hervorgerufen durch eine Verkürzung des Muskels. Diese Verkürzung wird Muskelkontraktion genannt.*

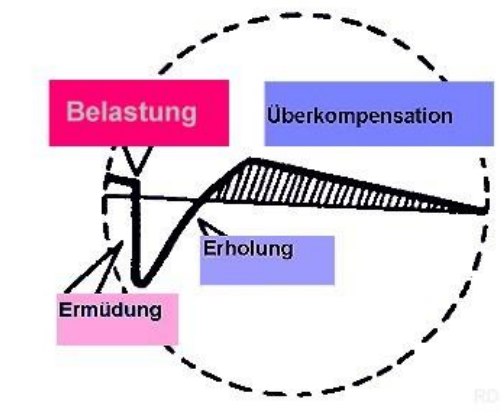
*Während des entspannten Zustands der Muskulatur sind die Myosin- und Actin- Filamente parallel angeordnet. Erreicht nun ein Nervenimpuls den Muskel werden Calciumionen aus dem sarkoplasmatische Reticulum freigesetzt. Die  $Ca^{2+}$ -Ionen diffundieren an das Aktinfilament und werden an dieses gebunden. Durch die Konformationsänderung des Troponins bilden sich „Querbrücken“ zwischen den Filamenten aus. Aufgrund der Anlagerung von ATP am Myosinköpfchen lösen sich diese vom Aktinfilament. Dabei wird*

**Energie freigesetzt - ATP wird in ADP und Phosphat gespalten - und das Köpfchen klappt weg. Das Myosinköpfchen geht wieder in die energieärmere Konformation über. Das Aktinfilament wird mit sich gezogen. Anschließend richtet sich das abgeknickte Myosinköpfchen auf und bindet sich erneut an das Aktinfilament. ADP und Phosphat werden freigesetzt. Das Zurückpumpen der Calciumionen in das sarkoplasmatische Reticulum beendet die Kontraktion.**

**Soll die Muskelspannung steigen muss sich die Frequenz der  $\alpha$ -Motoneuron erhöhen. So werden mehrere motorische Einheiten aktiv.**

**Eine motorische Einheit sind mehrere Muskelfasern, die von einem Nervenimpuls aktiviert werden. Dabei gilt je größer die Muskelspannung ist, desto mehr motorische Einheiten werden aktiv und eine erhöhte Leistungsfähigkeit ist festzustellen.**

**Nur durch körperliches Training kann diese Leistungsfähigkeit der Muskulatur hervorgerufen werden. Körperliches Training bewirkt die Vergrößerung des Muskels und Bildung zusätzlicher Kapillaren, durch welche die Sauerstoffversorgung erhöht wird.**



## Ernährung und Aufbau(Zunahme) der Muskulaturmasse

*Die Ernährung spielt neben dem Training des Muskels selbst eine große Rolle beim Aufbau der Muskulaturmasse. Zum einen wird die notwendige Energie aus der Nahrung gewonnen, die benötigt wird, um die Muskelkontraktion stattfinden zu lassen, zum anderen wird Eiweiß aufgenommen, was zum Baustoffwechsel benötigt wird.*

### **Kohlenhydrate:**

*Kohlenhydrate aus der Nahrung, z.B. aus Nudeln, werden zur ATP-Synthese benötigt.*

*Das ATP wird bei der Kontraktion benötigt (siehe Funktionsmechanismus).*

*ATP entsteht aus Glycose, einer Art von Kohlenhydraten, durch die Glycolyse.*

*Bei der Glycolyse wird die Glycose in zehn Schritten gespalten, dabei entstehen unterschiedliche Produkte, unter anderem entsteht ATP als Nebenprodukt. Dies geschieht, indem ADP durch die Glycolyse energiereicher wird.*

*Wie oben genannt spielt die Sauerstoffversorgung eine wichtige Rolle bei der Gewinnung von ATP. Neben der anaeroben Energiegewinnung durch die Glykolyse wird am meisten ATP durch die Atmungskette erzeugt. Erst wird Glukose anaerob zu Brenztraubensäure abgebaut. Diese wird zu Kohlenstoffdioxid und AcetylCoA umgewandelt und zum Citratzyklus gegeben. Über die Atmungskette wird in den Mitochondrien ATP gebildet.*

*Die Summe von Edukten und Produkten der aeroben Energiegewinnung lautet:*



*Hier werden 38 Moleküle ATP aus einem Molekül Glukose gewonnen, im Gegensatz zur anaeroben Energiegewinnung. Bei der anaeroben Energiegewinnung werden aus einem Molekül Glukose nur 2 Moleküle ATP gewonnen. Die anaerobe Energiegewinnung läuft jedoch viel schneller ab als die aerobe und kann so schneller das benötigte ATP bilden. Bei jedoch erhöhter Muskelbelastung wird Brenztraubensäure zu Laktat abgebaut und der Muskel übersäuert.*

## **EiweiÙe:**

*EiweiÙe sind Proteine, die folgenden Formen vorkommen, und dementsprechende Aufgaben haben:*

- *Transportproteine, z.B. Hämoglobin transportiert Sauerstoff.*
- *Speicherproteine, z.B. Ferritin speichert Eisen.*
- *Bewegungsproteine, z.B. Myosine in den Skelettmuskeln sorgen für das Zusammenziehen der Muskeln.*
- *Strukturproteine, z.B. Kollagen in Sehnen und Muskeln gibt dem Körper Festigkeit und Formbeständigkeit.*
- *Enzyme und Hormone bewirken und steuern vielfältige Prozesse.*
- *Antikörper in der Immunabwehr*
- *Übertragung von Nervenimpulsen*

*Der Normalverbrauch eines Menschen beträgt ca. 1Gramm/Kg Körpergewicht/Tag.*

*Für den Muskelaufbau, steigt der Verbrauch, auf ca. 2-3Gramm/Kg Körpergewicht/Tag.*

*Neben der Menge der EiweiÙe spielt vor allem auch die Qualität des EiweiÙes eine Rolle,*

*da EiweiÙ, welches ähnlich dem EiweiÙ der Menschen ist, besser und in größeren Mengen verwertet, umgesetzt, werden kann.*

*Somit ist Nahrung, deren EiweiÙe mit denen des Menschen mehr Übereinstimmungen haben, geeigneter, als solche, die nur geringe Übereinstimmungen haben.*

## **Vorstellung unserer Methoden und des Materials**

### **Methoden**

#### **1. Messung**

*Wir waren bei einer Physiotherapiepraxis in Mettmann, um unsere Muskelkraft vor und nach der Trainingsphase zu messen.*

*Zum Messen der Muskelkraft benutzten wir den MTS – Pegasus C, ein Gerät welches die Maximalkraft der Rumpfmuskulatur misst und wie folgt funktioniert.*

#### **2. Funktionsweise:**

*Das Gerät misst Bewegungen des Oberkörpers in sitzender Position des Körpers*

*1. Sagittal nach vorne und hinten*

*2. Frontal nach rechts und links*

*3. Transversal mit einer Rechtsdrehung und einer Linksdrehung*

*Dazu wird mit jeweils 2 Wiederholungen (14 Sekunden Pause zwischen den Wiederholungen) Messungen über 6 Sekunden pro Ebene durchgeführt.*

*Die Messwerte liest der MTS – Pegasus C automatisch ein, und erstellt einen Durchschnittswert aus den beiden Ergebnissen.*

*Unter Berücksichtigung des Alters, der Körpergröße, des Körpergewichts und des Geschlechts vergleicht der MTS – Pegasus C in einem Balkendiagramm (siehe Graphik 1) die erreichten Werte, mit einem Sollwert.*

*Dieser Sollwert sollte bis auf +/- 10% mindestens eingehalten, wenn nicht sogar falls möglich überschritten werden.*

## 2. Trainingsvarianten für Rumpfmuskulatur

### 2.1. Regelmäßigkeit

**Es gibt unterschiedliche Varianten zur Regelmäßigkeit in Hinsicht zur Ausbildung von Muskulatur.**

#### **1. Täglich (pro Tag 1Std. Training)**

**-Wiederholung der gleichen Übung**

->Bsp. Training der Rückenmuskulatur : Liegestütze 3 \* 30 mit 3min Pause

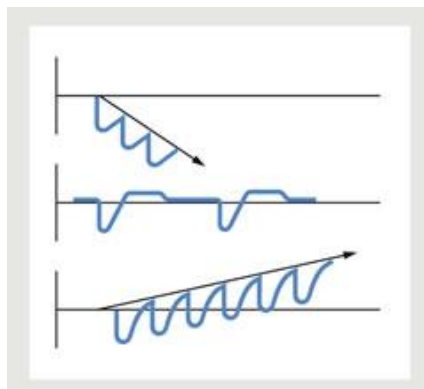
**-Wechselnde Übungen**

->Bsp. Training der Bauch- und Rückenmuskulatur : Liegestütze 5\*15 mit 2min Pause (1.Tag)

Sit-ups 3\*60 mit 3 min Pause (2.Tag)

->Bsp. Training der Bauch- und Rückenmuskulatur : Liegestütze 5\*15 mit 2min Pause & Sit-ups 3\*60 mit 3 min Pause (1.Tag)

Pause (2.Tag)





## 2.2. Wöchentlich

**-Wiederholung der gleichen Übung für eine Woche (Idee: Super...)**

->Bsp. Training der Bauch- und Rückenmuskulatur :

Liegestütze 3 \* 30 mit 10min Pause (1.Woche täglich)

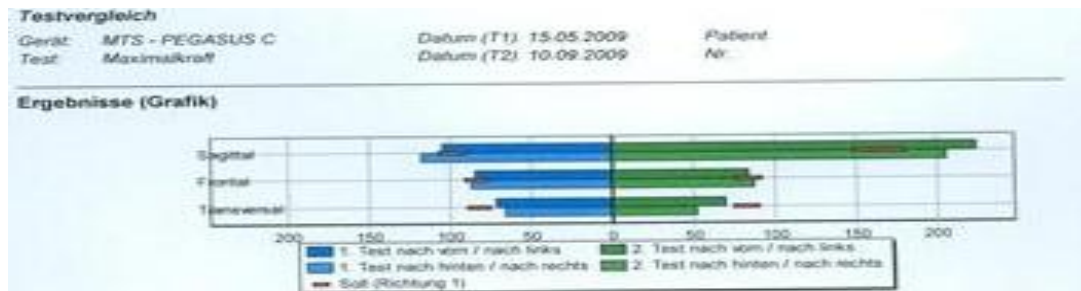
Sit-ups 3\*60 mit 3 min Pause (2.Woche täglich)

## Ergebnisse des MTS – Pegasus C - Tests

**Die Graphiken zeigen ein Balkendiagramm an.**

**Auf der x-Achse befinden sich relative Messwerte, welche die maximale Muskelkraft anzeigen.**

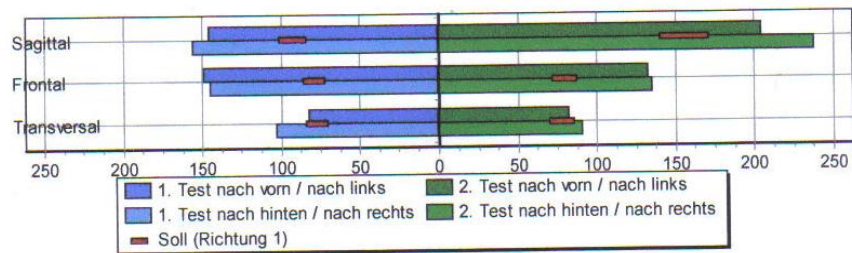
**Auf der y-Achse befinden sich die Bewegungsebenen.**



Graphik 1

**Diese Graphik stellt den Testbefund einer Schülerin dar, die mit dem in der Hypothese genannten Rhythmus trainiert, nämlich abwechselnd mit einem Tag Pause und einem Tag Training.**

### Ergebnisse (Grafik)



### Ergebnisse (Tabelle)

Ebene	Bewegung	Soll	Wert T1	Wert T2	Bewegung	Soll	Wert T1	Wert T2
Sagittal	nach vorn	93 +/-10%	145,8	156,6	nach hinten	156 +/-10%	205,1	238,3
	nach links	79 +/-10%	149,6	145,5	nach rechts	79 +/-10%	133,5	135,6
Transversal	Linksdrehung	78 +/-10%	82,5	103,6	Rechtsdrehung	78 +/-10%	82,9	91,5

Gemessene Größe: Moment [Nm]

Graphik 2

**Diese Graphik stellt den Testbefund eines Schülers dar, der mit dem in der Hypothese genannten Rhythmus trainiert, nämlich abwechselnd mit einem Tag Pause und einem Tag Training. Das Training des Schülers war mit speziellem Blick auf Bauch-/ Rückenmuskulatur(Sagittal) ausgelegt. Zusätzlich nahm er besondere Rücksicht auf eine Ernährung mit besonders viel Eiweiß.**

### **Diskussion, bezogen auf die Hypothese**

*Aufgrund unserer Versuche, Recherchen und deren Ergebnisse können wir auf unsere Hypothesen, die besagen, dass Muskelaufbau bei einem Training mit einem abwechselndem Rhythmus mit einem Tag Training und einem Tag Pause am besten funktioniert, zurückschließen.*

*Da eine starke Zunahme im sagittalen Bereich nach hinten zu verzeichnen ist können wir den ersten Teil unserer Hypothese bestätigen. Die Stärke der Rückenmuskulatur nahm nach einem 4 monatigem Training um 33Nm zu. Betrachtet man die Bauchmuskulatur, also die Sagittalbewegung nach vorne, fällt eine Zunahme um 11Nm auf.*

*Die Muskulatur im sagittalen Bereich nahm in der Leistungsfähigkeit und in der Masse zu.*

*Der Massezuwachs ist auch darin zu begründen, dass eine vermehrte Eiweißaufnahme vorgelegen hat.*

### **Schlussfolgerung und Fazit**

*Durch die Feststellung, dass durch regelmäßiges Training mit Erholungsphasen und eine ausgewogene Ernährung mit besonders viel Eiweiß eine Superkompensation stattfindet, können wir unsere Hypothese als richtig festlegen und daher empfehlen wir für den Aufbau quergestreifter Muskulatur ein Training mit abwechslungsreichem Rhythmus, inklusive Erholungsphasen und eine ausgeglichene Ernährung mit vielen Proteinen.*

## **Bewertung des Pilotkurses**

***Im Rahmen eines Pilotkurses für den Fachbereich Biologie haben wir uns mit dem Thema Muskulatur näher beschäftigt.***

***Vorteile dieses Kurses sehen wir in:***

- eigenständigem Arbeiten***
- wissenschaftlichem Arbeiten***
- der Planung und Ausführung eigener Ideen***
- der Unterstützung der Lehrkräfte im Zweifelsfall***

***Dieser Pilotkurs findet statt, als Versuch für das kommende G8-System.***

***Die zukünftigen Kurse sollen die Möglichkeit haben, sich expliziter mit gewissen unterrichtsnahen Themen wissenschaftlicher auseinander zu setzen.***

***Nach Abschluss dieser Arbeit können wir über die Arbeitsweise, die Vielfalt der Versuche und die Lehrerunterstützung nur positiv äußern.***

***Wir haben uns während der selbstständigen Arbeitsphasen einen guten Einblick ins wissenschaftspropädeutisches Arbeiten verschaffen können.***

## **Quellen:**

<http://www.feel-fit.com/index.php4?thema=krafttraining&unterthema=031027>

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/e/e8/Ueberkomp6.jpg>

<http://rueckentraining.kieser-training.com/33/oesterreich/training.html>

<http://www.muscle-workout.de/%C3%BCbungskatalog/bilder/muskulatur-rudern-vorgebeugt.gif>

[http://www.3bscientific.com/imagelibrary/V2005\\_L/grosse-lehrtafeln/V2005\\_L\\_lehrtafel-die-muskulatur-des-menschen-rckseite.jpg](http://www.3bscientific.com/imagelibrary/V2005_L/grosse-lehrtafeln/V2005_L_lehrtafel-die-muskulatur-des-menschen-rckseite.jpg)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Glykolyse>

[http://www.dr-gumpert.de/html/muskelaufbau\\_und\\_ernaehrung.html](http://www.dr-gumpert.de/html/muskelaufbau_und_ernaehrung.html)

<http://www.novafeel.de/ernaehrung/eiweiss/eiweiss.htm>

## **Bücher**

*Linder Biologie (Metzler Verlag) S.257ff.*

*Biologie Oberstufe (Gesamtband) S.110ff.*