

**Bachelorarbeit**

# **Kraft zum Atmen**

## **Effekte von Kraft- und Ausdauertraining bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit cystischer Fibrose**

---

**Egger Lea**  
Tierparkweg 3  
5622 Waltenschwil  
S08-256-398

**Feusi Martina**  
Brunnenweid 66  
5643 Sins  
S08-256-455

<b>Departement:</b>	<b>Gesundheit</b>
<b>Institut:</b>	<b>Institut für Physiotherapie</b>
<b>Studienjahr:</b>	<b>6. Semester</b>
<b>Eingereicht am:</b>	<b>26. Juni 2011</b>
<b>Betreuende Lehrperson:</b>	<b>Fiechter Lienert Brigitte</b>

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>1 KRAFT ZUM ATMEN</b> .....	<b>6</b>
1.1 Themenfindung.....	6
1.2 Problemstellung.....	7
1.3 Abgrenzung.....	7
1.4 Fragestellung .....	7
1.5 Zielsetzung und Relevanz für die Praxis.....	7
<b>2 METHODIK</b> .....	<b>9</b>
2.1 Art und Aufbau der Bachelorarbeit.....	9
2.2 Vorgehen bei der Literaturrecherche .....	9
<b>3 THEORIE: CYSTISCHE FIBROSE UND TRAINING</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1 Cystische Fibrose</b> .....	<b>11</b>
3.1.1 Einführung .....	11
3.1.2 Diagnostik.....	13
3.1.3 Symptome .....	14
3.1.4 Therapie .....	15
3.1.5 Physiotherapie.....	16
3.1.5.1 Das erste Lebensjahr.....	16
3.1.5.2 Kleinkind und Kindergartenkind .....	16
3.1.5.3 Schulkind .....	17
3.1.5.4 Erwachsene .....	17
3.1.6 Grundlagen der Atemphysiologie bei CF .....	18
<b>3.2 Krafttraining</b> .....	<b>19</b>
3.2.1 Definition Kraft .....	19
3.2.2 Kraft im Alltag .....	20
3.2.3 Arten der Kraft .....	21
3.2.3.1 Maximalkraft.....	21
3.2.3.2 Schnellkraft .....	21
3.2.3.3 Kraftausdauer .....	22
3.2.4 Muskelfasertypen .....	22
3.2.4.1 Typ-I-Fasern: „slow twitch“ .....	22

3.2.4.2	Typ-II-Fasern: „fast twitch“ .....	22
3.2.5	Krafttraining im Kinder- und Jugendalter.....	24
3.2.6	Bedeutung der Kraft bei CF-Patienten .....	25
<b>3.3</b>	<b>Ausdauertraining</b> .....	<b>25</b>
3.3.1	Definition.....	25
3.3.2	Ausdauerarten .....	26
3.3.2.1	Arbeitsweise der Skelettmuskulatur .....	27
3.3.2.2	Vorrangige Energiebereitstellung .....	27
3.3.2.3	Anteil der beanspruchten Muskulatur .....	28
3.3.2.4	Zeitdauer der Belastung .....	28
3.3.3	Physiologische Grundlagen der Ausdauer.....	28
3.3.3.1	Herz-Kreislauf-System:.....	28
3.3.3.2	Skelettmuskulatur .....	29
3.3.3.3	Atmungssystem .....	29
3.3.3.4	Immunsystem.....	29
3.3.4	Ausdauertraining im Kinder- und Jugendalter .....	30
3.3.5	Ausdauer und CF .....	30
<b>3.4</b>	<b>Sport allgemein und CF</b> .....	<b>31</b>
<b>3.5</b>	<b>Leistungsfähigkeit</b> .....	<b>31</b>
<b>3.6</b>	<b>Lungenfunktion</b> .....	<b>31</b>
<b>3.7</b>	<b>Lebensqualität</b> .....	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>STAND DER FORSCHUNG</b> .....	<b>35</b>
4.1	Zusammenfassungen der Studien.....	35
4.2	Studienübersicht .....	49
<b>5</b>	<b>DISKUSSION</b> .....	<b>52</b>
5.1	Einfluss auf die Lungenfunktion.....	52
5.2	Einfluss auf die Kraft.....	53
5.3	Einfluss auf die Leistungsfähigkeit .....	54
5.4	Einfluss auf die Lebensqualität.....	55
5.5	Trainingsakzeptanz .....	56
5.6	Kritische Hinterfragung der Studienauswahl .....	56
5.7	Theorie-Praxis-Transfer .....	57
<b>6</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNG</b> .....	<b>59</b>

6.1	Beantwortung der Fragestellung .....	60
6.2	Trainingsempfehlungen .....	60
6.3	Offene Fragen / Zukunftsaussicht .....	61
	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>62</b>
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>65</b>
	<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>65</b>
	<b>DIAGRAMME .....</b>	<b>65</b>
	<b>GLOSSAR.....</b>	<b>66</b>
	<b>WORTZAHL .....</b>	<b>70</b>
	<b>EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG .....</b>	<b>71</b>
	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>72</b>
	<b>ANHANG.....</b>	<b>73</b>
	Studienanalyseblätter .....	73
	Trainingsplan der Studie von Klijn et al. (2004) .....	105

## Abstract

**Hintergrund:** Physiotherapeuten sind im Berufsalltag mit Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen konfrontiert, die an cystischer Fibrose (CF) leiden. Aufgrund mangelnder Aussagekraft bisheriger Studien zu den Effekten von Kraft- und Ausdauertraining besteht eine Unsicherheit bezüglich dem Einbezug dieser Trainingsformen in das Therapieprogramm. Dies führt zu einer ungenügenden Aufklärung der Patienten. Verzichten Betroffene auf Kraft- und Ausdauertraining, kann sich ihre Verfassung zunehmend verschlechtern.

**Ziel:** Das Ziel ist aufzuzeigen, welche Effekte Kraft- und Ausdauertraining auf die Verbesserung der Leistungsfähigkeit haben. Dadurch sollen Unsicherheiten verschwinden und evidenzbasierte Empfehlungen abgegeben werden können.

**Design:** Nach der Theorie über CF, Kraft- und Ausdauertraining erfolgt eine kritische Auseinandersetzung mit sechs Studien, welche die Auswirkungen von Kraft- und Ausdauertraining bei CF-Betroffenen untersucht haben.

**Ergebnisse:** Die Analyse der Studien zeigt positive und teilweise signifikante Effekte von Krafttraining auf die Lungenfunktionswerte und die Muskelkraft. Ausdauertraining hingegen hat vermehrt signifikante, positive Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit. Die subjektiv empfundene Lebensqualität steigert sich mehr durch Ausdauer- als Krafttraining, da Lebensqualität vermehrt mit Leistungsfähigkeits- und nicht mit Lungenfunktionswertverbesserungen korreliert.

**Schlussfolgerung:** Körperliches Training, insbesondere Kraft- und Ausdauertraining ist für CF-Patienten notwendig und sinnvoll. Beide Trainingsformen bewirken eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit und die damit einhergehende grössere Aktivität der Patienten zeigt sich in einer Verbesserung der Lebensqualität. Deshalb müssen beide Trainingsformen kombiniert und in den Rehabilitationsplan integriert werden.

## 1 Kraft zum Atmen

### 1.1 Themenfindung

Gemäss der schweizerischen Gesellschaft für Cystische Fibrose (2010) gilt cystische Fibrose (CF) als eine der häufigsten Erbkrankheiten der weissen Bevölkerung. Bei 2'000 Geburten muss mit einem CF-kranken Kind gerechnet werden, wobei Mädchen und Knaben zu gleichen Teilen betroffen sind. Die Schweiz zählt rund 1'000 Personen, die an CF erkrankt sind. Bei der Arbeit mit CF-Betroffenen zeigt sich, dass die Leistungsfähigkeit und damit auch die Lebensqualität beeinträchtigt ist. Die Physiotherapie kennt viele Interventionsmöglichkeiten, die zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit beitragen, wie zum Beispiel Atemtherapie, Kraft- und Ausdauertraining. Dadurch erhält die Physiotherapie im Leben eines CF-Patienten einen beträchtlichen Stellenwert. Aus diesem Grund haben die Autorinnen beschlossen, sich mit diesem Thema auseinander zu setzen. Zudem ist das Interesse sehr persönlich, da beide Autorinnen Kolleginnen haben, die an CF erkrankt sind und somit miterleben, was eine gute Therapie bewirken kann.

Laut Hegner (2006) steigert Kraft die Leistungsfähigkeit und die Belastbarkeit des Individuums und erhält die Lebensqualität. Die Ausdauer ist eine der wichtigsten Grundlagen um im Alltag zu bestehen und Aktivitäten längerfristig auszuführen. Bekannt ist, dass Kraft- und Ausdauertraining bei Gesunden und/oder Sportlern viel zur Leistungssteigerung beitragen. Zudem ist Kraft- und Ausdauertraining in der Physiotherapie weit verbreitet. Infolgedessen ist es von grosser Bedeutung zu überprüfen, welchen Einfluss diese Trainingsformen auf die Leistungssteigerung und somit auf die Lebensqualität bei CF-Patienten haben.

Für den späteren Berufsalltag erachten es die Autorinnen als wichtig zu wissen, welche Trainingsform im Umgang mit CF-Patienten am effektivsten ist, damit eine dem Patienten angepasste Therapie geboten und somit seine Leistungsfähigkeit und Lebensqualität entscheidend beeinflusst werden kann.

## **1.2 Problemstellung**

Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene, die an CF erkrankt sind, weisen einen Funktionsdefekt in den Atemwegen auf. Dies hat die Bildung eines zähflüssigen Sekrets zur Folge, welches nur schlecht abtransportiert werden kann. Dadurch werden die Bronchien verstopft und die Lunge wird nicht ausreichend mit Sauerstoff versorgt. Aufgrund dieses Sauerstoffmangels ist die Leistungsfähigkeit bei CF-Betroffenen eingeschränkt. Zur Verbesserung der Lungenfunktion ist die Atemtherapie in der Physiotherapie von grosser Bedeutung. Da jedoch Kraft- und Ausdauertraining bei Gesunden und Sportlern weit verbreitet ist, möchten die Autorinnen untersuchen, wie sich diese Trainingsmethoden auf die Leistungsfähigkeit bei CF-Patienten auswirken.

## **1.3 Abgrenzung**

Die Autorinnen konzentrieren sich in dieser Arbeit auf CF-Betroffene im Kindes-, Jugend- und Erwachsenenalter bis 30 Jahre. Es wird nur auf die Effekte des Kraft- und Ausdauertrainings und nicht auf die Atemtherapie eingegangen. Sicherlich wäre es interessant, diese Trainingsformen mit der Atemtherapie zu vergleichen, doch würde dies den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

## **1.4 Fragestellung**

Aufgrund der oben genannten Relevanz und der Tatsache, dass bis jetzt noch keine evidenzbasierten Empfehlungen bezüglich der Effekte von Kraft- und Ausdauertraining auf die Verbesserung der Leistungsfähigkeit bei CF-Patienten gemacht werden können, soll diese Arbeit folgende Fragestellung beantworten:

- Welche Effekte haben Kraft- und Ausdauertraining auf die Verbesserung der Leistungsfähigkeit bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit cystischer Fibrose?

## **1.5 Zielsetzung und Relevanz für die Praxis**

Da im Berufsalltag die Behandlung von CF-Patienten relativ oft gefordert wird, möchten die Autorinnen in Form dieser Arbeit verschiedene Trainingsformen nach

ihrer Effektivität untersuchen. Ziel ist es eine Trainingsform zu eruieren, welche die Leistungsfähigkeit eines CF-Patienten zu maximieren vermag und ihm damit zu einer bestmöglichen Lebensqualität verhilft. Den Autorinnen ist es ein Anliegen, nach der intensiven Auseinandersetzung mit der Thematik evidenzbasierte Empfehlungen abgeben zu können und somit einen optimalen Therapieaufbau zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit und der Lebensqualität aufzeigen zu können.

Zur besseren Lesbarkeit wird in der folgenden Arbeit jeweils nur die männliche Form verwendet. Die weibliche Form ist dabei selbstverständlich immer miteinbezogen.

## 2 Methodik

### 2.1 Art und Aufbau der Bachelorarbeit

Diese Bachelorarbeit ist eine Literaturrecherchearbeit, welche mit bestem Wissen und Gewissen der Autorinnen verfasst wurde und erhebt nicht den Anspruch, eine neue Thematik zu erschliessen. Die Arbeit ist an die Richtlinien und Vorgaben der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW), Departement Gesundheit und an die Richtlinien des 6th Edition Manual der „American Psychological Association“ (APA) gebunden.

Die Bachelorarbeit ist folgendermassen aufgebaut: In der Einleitung wird das Themengebiet und der Rahmen beschrieben. Danach folgt ein theoretischer Hintergrund mit den Themen CF, Kraft- und Ausdauertraining, Leistungsfähigkeit sowie Lungenfunktion und Lebensqualität. Bei den Resultaten werden die wichtigsten Fakten der Studien zusammengefasst und in der Diskussion setzen sich die Autorinnen kritisch mit den Ergebnissen auseinander. Im Theorie-Praxis-Transfer werden evidenzbasierte Empfehlungen abgegeben, welche einen optimalen Therapieaufbau zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit bei der gewählten Altersgruppe mit CF beinhaltet.

### 2.2 Vorgehen bei der Literaturrecherche

Die Literaturrecherche wurde im Zeitraum vom September 2010 bis zum Februar 2011 durchgeführt. Um geeignete Studien für diese Arbeit zu finden, wurde in den relevanten Gesundheitsdatenbanken Medline, Pubmed, PEDro und Cinhal unter Verwendung von folgenden Schlagwörtern gesucht: „cystic fibrosis“, „mucoviscidosis“, „exercise training (programs)“, „rehabilitation“, „endurance training“, „resistance training“, „aerobic training“, „weight training“, „productivity“, „muscle strength“ und „quality of life“. Da alle Schlagwörter auch in anderen Zusammenhängen genutzt wurden, haben die Autorinnen jedes Schlagwort mit AND „cystic fibrosis“ oder „mucoviscidosis“ verknüpft, um die Suche einzugrenzen. Aufgrund dieser Suchweise kam eine sehr grosse Datenmenge zusammen, weshalb die Suche zusätzlich noch auf Kinder („children“) eingeschränkt wurde. Da mit der

Einschränkung „children“ auch Studien mit guten Resultaten angezeigt wurden, welche zusätzlich junge Erwachsene untersuchten, entschieden die Autorinnen, das Alter der zu vergleichenden Patientengruppen auf 30 Jahre auszuweiten. Ausgeschlossen wurden Studien, welche vor dem Jahre 1999 publiziert wurden und wo die Studienteilnehmer älter als 30 Jahre alt waren. Studien, welche sich hauptsächlich auf die Atemphysiotherapie konzentrierten, wurden ebenfalls ausgeschlossen, da diese Thematik den Rahmen dieser Bachelorarbeit sprengen würde. Zudem wurden nur Studien verwendet, welche in englischer oder deutscher Sprache verfasst wurden. Nachdem alle Ausschlusskriterien definiert und angewendet wurden, blieb ein Total von zehn Studien zur Analyse übrig. Jede einzelne Studie wurde anhand eines von den Autorinnen zusammengestellten Analyseblattes (siehe Anhang) analysiert. Die Analyse enthielt die zehn PEDro-Kriterien und gewisse für die Autorinnen wichtige Punkte aus dem Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien der McMaster-Universität. Beim Analyseblatt konnten insgesamt 30.5 Punkte erzielt werden. Die Studie wurde als gut bezeichnet und für die Arbeit verwendet, wenn ein Total von 25 Punkten (entspricht 80 Prozent) erreicht wurde. Die PEDro-Kriterien vier, fünf und sechs (Verblindung der Messungen, Patienten und Therapeuten) wurden jeweils nur mit einem halben Punkt bewertet, um die Resultate der Analyse nicht zu verfälschen. Dies weil es praktisch unmöglich ist, den Beteiligten zu verbergen, ob sie nun ein Kraft- oder Ausdauertraining zu absolvieren beziehungsweise zu überwachen haben. Insgesamt erfüllten sechs Studien die Kriterien und wurden für die Auseinandersetzung mit der Thematik verwendet. Studien oder Reviews, welche zusätzlich gefunden, jedoch nicht für die Auseinandersetzung mit der Thematik verwendet wurden, wurden teilweise in den aktuellen Stand der Forschung oder in die Theorie miteinbezogen. Ergänzend suchten die Autorinnen in verschiedenen Bibliotheken und in der Bibliotheken-Datenbank NEBIS nach Fachbüchern.

### 3 Theorie: Cystische Fibrose und Training

#### 3.1 Cystische Fibrose

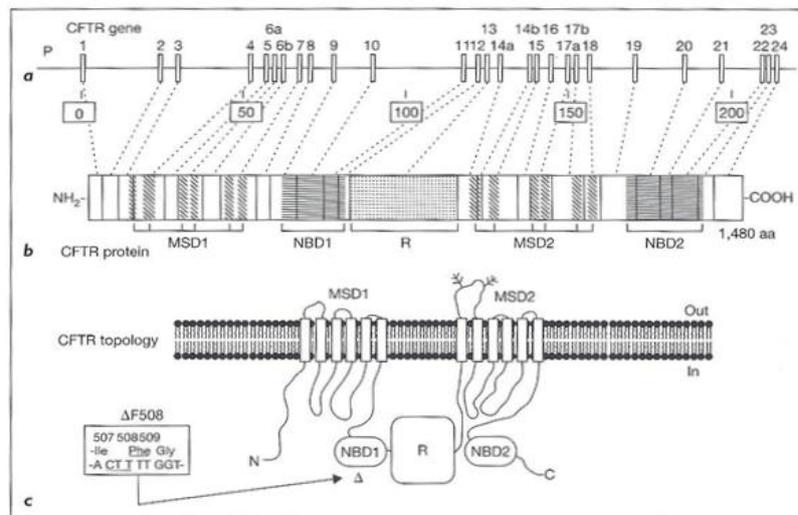
Lindemann, Tümmler und Dockter (2004) definieren Mukoviszidose (von gr.: mukos = Schleim; lat.: viscidus = klebrig; Synonym: cystische Fibrose) folgendermassen:

„Die Mukoviszidose ist eine Erkrankung durch Fehlfunktion des sekretorischen Epithels aller exkretorischen Drüsen. Sie wird autosomal rezessiv vererbt und ist die häufigste angeborene und frühletale Stoffwechselerkrankung der weissen Rasse. Folge des genetischen Defektes ist eine Elektrolyttransportstörung. Ein für die zelluläre Chloridpermeabilität verantwortliches Protein wird nicht oder nur funktionsuntüchtig gebildet beziehungsweise erreicht nicht die Zellwand. Die exokrinen Drüsen sezernieren ein wasserarmes, meist hochvisköses Sekret, das aus den Drüsen nicht abfliessen kann, sie verstopft und Entzündungen hervorruft. Daraus resultiert ein syndromales Krankheitsbild mit den dominierenden klinischen Manifestationen der chronischen obstruktiven Lungenerkrankung und der exokrinen Pankreasinsuffizienz.“ (S. 1)

##### 3.1.1 Einführung

Laut Lindemann et al. (2004) ist CF eine angeborene Stoffwechselerkrankung, die zurzeit noch nicht heilbar ist und autosomal-rezessiv vererbt wird. Bei CF handelt es sich um eine fehlerhafte Produktion eines Eiweisskomplexes als Folge eines Gendefekts. Bekannt ist, dass der Gendefekt eine Elektrolyttransportstörung verursacht. Was jedoch diesen Defekt auslöst oder hervorruft, ist noch nicht geklärt. Der Gendefekt liegt in einer Mutation im „Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator-Gen“ (CFTR-Gen). Dieses CFTR-Gen ist auf dem Chromosom sieben lokalisiert, besteht aus 27 Exons und ist für dessen Eiweissproduktion verantwortlich (siehe Abbildung 1).

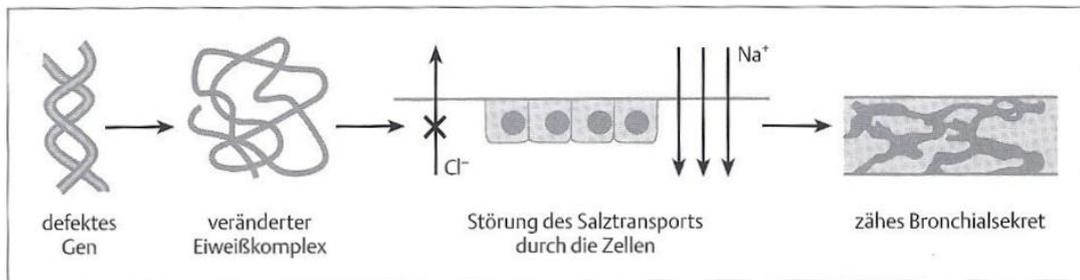
Abbildung 1. Schematische Darstellung des CFTR-Gens



Nach Reinhardt, Götz, Kraemer und Schöni (2001) gibt es mehr als 900 verschiedene Mutationen des CFTR-Gens. Die häufigste Mutation ist die sogenannte  $\Delta F508$ , welche den Verlust der 508. Aminosäure (Phenylalanin) verursacht. CFTR ist ein Chlorid-Kanal, welcher durch einen Konzentrationsanstieg von cAMP aktiviert wird. Ausserdem reguliert CFTR auch die Aktivität von anderen Kanälen wie zum Beispiel Natrium-Kanälen, Sekretion von  $\text{HCO}_3$ , Kalium-Transport sowie die Sekretion von Muzinen (Glykoproteine) und Proteinen.

Gemäss Lindemann et al. (2004) fehlt bei der Genmutation an Position 508 die Kodierung für Phenylalanin (F508del), da die CFTR-mRNA aus einer Population voller Länge und einer verkürzten Isoform besteht, der ein oder mehrere Exone fehlen. Durch das fehlende Phenylalanin ist die Transportfunktion gestört und es kommt gemäss Dautzenroth und Saemann (2002) zu einer Hemmung der Chlorionensekretion und zu einem gesteigerten Natriumionen- und Wassertransport (= Salztransportstörung). Diese Salztransportstörung hat nach Lindemann et al. (2004) zur Folge, dass die exokrinen Drüsen ein wasserarmes und zähflüssiges Sekret absondern. Dieses Sekret kann nicht genügend abfließen, verstopft die Drüsen und es kommt zu Entzündungen. Schlussendlich führt dies zu einer chronischen Obstruktion der Bronchien und zu rezidivierenden Infektionen. Die Auswirkung des Gendefekts ist in Abbildung 2 ersichtlich.

Abbildung 2. Auswirkungen des Gendefekts bei CF am Beispiel der Bronchien



Reinhardt et al. (2001) zeigen zudem auf, dass das Fehlen von Phenylalanin 508 eine korrekte Proteinfaltung verhindert, was zum vorzeitigen Abbau von  $\Delta\text{F508}$  CFTR führt. Die eingeschränkte Funktion oder das Fehlen des CFTR-Proteins führt zu einem abnormen Elektrolytgehalt des Schweißes (erhöhte Natrium- und Chloridkonzentration), womit der Schweiß eine zwei bis fünf Mal höhere Salzkonzentration erreicht.

Die Lebensqualität und Lebenserwartung von CF-Patienten ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen und liegt zurzeit bei 45 - 50 Jahren. Dies aufgrund verbesserter medikamentöser und physiotherapeutischer Behandlungen (Lindemann et al., 2004).

### 3.1.2 Diagnostik

Im folgenden Abschnitt werden nur die wichtigsten Diagnostik-Tests erwähnt, da sonst der Rahmen dieser Bachelorarbeit gesprengt würde. Bush, Alton, Davies, Griesenbach und Jaffe (2006) wie auch Peebles, Connett, Maddison und Gavin (2005) betonen, dass die klassische CF-Diagnose auf einer Kombination von klinischen Eigenschaften und dem Beweis von mindestens zwei CFTR-Gen-Mutationen basiert. Der CFTR-Gendefekt kann mittels eines Schweißtests dokumentiert werden, welcher als Gold-Standard zählt. Lindemann et al. (2004) sind der Meinung, dass der Schweißtest nach Gibson und Cooke der wichtigste Test zum Nachweis einer CF ist. Mit diesem Test wird ein erhöhter Natrium- und Chloridgehalt im Schweiß nachgewiesen (genauer Testbeschreibung siehe Anhang). Bei gesunden Personen beträgt die Konzentration von Natrium- und Chloriden im

Schweiss unter 30 mmol/l, bei CF-Patienten kann oft ein Wert von über 60 mmol/l nachgewiesen werden. Gemäss Reinhardt et al. (2001) wird nebst dem Schweisstest auch die Nasalpotenzialdifferenz gemessen, welche ebenfalls die Veränderung des Natrium- und Chloridionentransports aufzeigt. Zudem sind sie der Meinung, dass 4.5 Prozent der CF-Diagnosen aufgrund des Neugeborenen-Screenings erfolgen. Bei Eltern, die ein erhöhtes genetisches Risiko besitzen ein CF-Kind zu bekommen, wurde die Pränatal-Diagnostik (Entnahme von Chorionzotten) eingeführt. Der Test gilt als positiv, wenn zwei pathogene Mutationen nachgewiesen werden. Ergänzend dazu gibt es die Ussing-Kammer-Messung (Messung der Ionenströme am Kolonepithel). Zudem sollte gemäss Dautzenroth et al. (2002) auch der Nachweis einer Funktionsstörung der Bauchspeicheldrüse oder eine Gendiagnostik aus Blutzellen erfolgen.

Nach Reinhardt et al. (2001) werden verschiedene bildgebende Verfahren verwendet, um den klinischen Verlauf der CF zu erfassen. Zu diesen Verfahren zählen unter anderem Thoraxübersichtsaufnahmen zur Beurteilung der Lungenveränderung, Computertomographien (CT) sowie magnetische Resonanztomographien (MRT). Zusätzlich werden allgemeine klinische Scores, wie zum Beispiel der Shwachmann-Score, zur Verlaufsdokumentation verwendet.

### **3.1.3 Symptome**

Nach Dautzenroth et al. (2002) leiden Kinder, die an CF erkrankt sind unter Verdauungsstörungen, Gedeih-Störungen, haben einen übelriechenden, fettglänzenden Stuhl, einen vorgewölbten Bauch und rezidivierende Bronchitiden beziehungsweise Lungenentzündungen. Zudem können als Folge eines Lungengewebeverlusts sowie Überbeanspruchung der Atemmuskulatur Atemnot und Sauerstoffmangel hinzukommen. Häufig sind auch die Leber, die Nasennebenhöhlen sowie bei den Männern die Geschlechtsorgane mitbetroffen. Ab dem zweiten Lebensjahr kann es zusätzlich zu Bluthusten, Diabetes mellitus, allergischen Erkrankungen der Lunge gegen Schimmelpilze sowie zu einem Pneumothorax kommen. Laut

Lindemann et al. (2004) und Reinhardt et al. (2001) leiden die Betroffenen zudem unter einem chronischen produktiven Husten, Ruhetachypnoe, exokriner Pankreasinsuffizienz, einer Ernährungsstörung (Ungleichgewicht von Aufnahme und Verwertung von Nährstoffen sowie die Energiebilanz), Steathorrhö (pathologische Erhöhung des Fettgehalts im Stuhl), chronischer Diarrhö, Rektumprolaps sowie Leber- und Gallenwegsveränderungen. Des Weiteren zeigen die Patienten Zyanose-Erscheinungen, Trommelschlegelfinger, Uhrglasnägel, einen Fassthorax durch eine permanente Überblähung der Lunge und aufgrund der Elektrolytstörungen Salzkristalle auf der Haut.

Die Liste der Symptome ist bei jedem CF-Betroffenen unterschiedlich und jedes Individuum weist andere Symptom-Kombinationen auf. Da es eine Vielzahl von Symptomen gibt und das Auflisten all dieser Symptome nicht hilfreich ist, wurden in diesem Abschnitt nur die wichtigsten und am häufigsten vorkommenden Symptome beschrieben.

### **3.1.4 Therapie**

Mit der Therapie sollte unmittelbar nach der Diagnosestellung begonnen werden. Die Therapie bei CF-Patienten setzt sich laut Lindemann et al. (2004), Reinhardt et al. (2001) und Dautzenroth et al. (2002) aus folgenden Schwerpunkten zusammen:

- Physiotherapie (siehe unten)
- Mukolyse
- Antiobstruktive Therapie
- Antibiotische Behandlung (oral, intravenös oder inhalativ): verringert Exazerbationen und die Keimzahl im Sputum
- Ernährungstherapie: Kalorienzufuhr sowie Enzym-, Vitamin- und Spurenelementen-Zufuhr
- Sauerstoff-Langzeit-Therapie bei Sauerstoffmangel beziehungsweise Kohlendioxidanstieg
- Impfungen wie zum Beispiel Grippe, Pneumokokken oder Pseudomonas

- Sonstige Präventionen wie zum Beispiel Wohnungssanierung bezüglich Allergien-Neigung und Pseudomonas
- Lungentransplantation bei weit fortgeschrittener Krankheit

### **3.1.5 Physiotherapie**

Die Physiotherapie ist für CF-Betroffene ein sehr wichtiger Bestandteil, um die Lebensqualität aufrechtzuerhalten. Laut Dautzenroth et al. (2002) hängt dabei der Aufbau der Therapie sehr stark vom Alter des Patienten ab, welche im Folgenden beschrieben werden.

#### *3.1.5.1 Das erste Lebensjahr*

Damit keine dauerhafte Schädigung der Lunge auftritt, ist es von grosser Bedeutung, bereits im Säuglingsalter mit der Physiotherapie zu beginnen. Das Hauptziel der Behandlung ist die Entfernung des Sekrets aus der Lunge, damit keine Entzündungen hervorgerufen werden. Weitere Ziele sind das Verbessern der Ventilation und Perfusion, der Erhalt der Thoraxmobilität, die Förderung der motorischen Entwicklung, das Vermitteln der Bewegungsfreude sowie das Fördern der Entspannungsfähigkeit. Ein weiterer wichtiger Punkt ist das Anleiten und Miteinbeziehen der Eltern. Zu diesem Zeitpunkt erfolgt die Behandlung auf dem Schooss des Therapeuten. Techniken, welche zum Erreichen der obengenannten Ziele angewendet werden, sind unter anderem: Kontaktatmung, Drainage- und Drehdehnlagerungen, Vibrationen in die Expiration, Schüttelungen, verschiedene Körperstellungen sowie Inhalation und Babymassage.

#### *3.1.5.2 Kleinkind und Kindergartenkind*

Die Therapie wird mit dem Erlernen des freien Laufens und dem starken Bewegungsdrang vermehrt aktiv und es erfolgt der Übergang von der Therapie auf dem Schooss des Therapeuten zur Therapie auf der Matte. Auf die passiven Techniken sollte dabei keinesfalls verzichtet werden, da die Ausdauerleistung des Kindes noch nicht vollständig ausgeprägt ist. Die Ziele welche in diesem Alter verfolgt werden, bleiben die gleichen wie im

Säuglingsalter. Zusätzlich hinzukommen das Vermitteln verschiedener Atemtechniken und das Fördern der Koordination. Die angewandten Techniken bleiben ebenfalls die Gleichen. So können zum Beispiel die Kontaktatmung und die Vibrationen mit dem Nachahmen von Geräuschen oder Tierlauten während der Expiration kombiniert werden. In diesem Alter kommt zudem vermehrt der Einsatz von Oszillationstechniken wie zum Beispiel der Flutter, das RC-Cornet, das Acapella oder je nachdem sogar die PEP-Atmung zum Zuge. Hüpfen, Springen und Bewegungen bekommen einen immer grösseren Stellenwert in der Therapie. Später kann auch mit dem Trampolin und Pusten begonnen werden und das Kind sollte bereits Bestandteile der Autogenen Drainage kennen und anwenden. Des Weiteren werden wichtige Ein- und Ausatemtechniken wie zum Beispiel Schnüffeln, die Lippenbremse oder atemerleichternde Stellungen beigebracht. Es sollte von den Eltern wie auch dem Therapeuten darauf geachtet werden, dass das Kind viel geht und treppensteigt, um die Ausdauer zu trainieren und zu fördern.

#### *3.1.5.3 Schulkind*

Die Obstruktion der Atemwege nimmt mit zunehmendem Alter zu und das zähe Sekret wie auch die bronchiale Instabilität führen zu unproduktivem Husten, Belastungsdyspnoe und Atemnot. Der Schwerpunkt der Therapie liegt nun in der Sekretmobilisation und –elimination. Zu den bereits erlernten Techniken muss das Kind eine gute Hustentechnik antrainieren und die Ausdauerleistung erhalten oder wenn möglich weiter verbessern. Durch die Wachstumsschübe im Schulalter spielt das Erhalten und Verbessern der Thoraxbeweglichkeit eine sehr wichtige Rolle und muss in die Therapie miteinbezogen werden. Dazu zählt auch die Haltungsschulung, die mittels eines Rückenschulprogramms erarbeitet werden kann.

#### *3.1.5.4 Erwachsene*

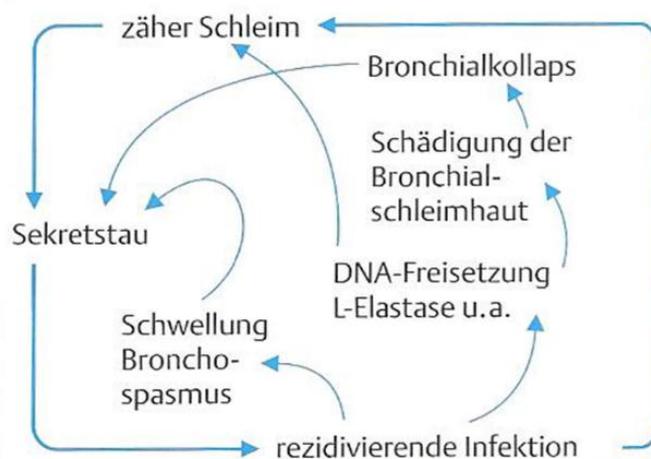
Sobald die Betroffenen erwachsen werden, stehen in der Therapie die aktiven Techniken und Selbsthilfemassnahmen im Vordergrund. Die Ziele, welche die Therapie und auch der Patient verfolgen, bleiben jedoch weiterhin dieselben.

Was sich ändert, sind die Techniken, die vermehrt in die funktionelle Bewegungslehre (FBL) übergehen. Was bei den Erwachsenen einen noch wichtigeren Stellenwert einnehmen soll, ist die Verbesserung der Ausdauerleistung entsprechend der kardiopulmonalen Belastbarkeit beziehungsweise die Sporttherapie. Auf die Sporttherapie wird in den Kapiteln 2.2.6 des Krafttrainings und 2.3.5 des Ausdauertrainings näher eingegangen.

### **3.1.6 Grundlagen der Atemphysiologie bei CF**

Bei Patienten mit CF stehen Ventilations- und Perfusionsstörungen im Vordergrund. Reinhardt et al. (2001) zeigen auf, dass die Mutation des CFTR-Gen eine Sekretveränderung an allen exokrinen Drüsen und Schleimhäuten verursacht. Durch diese Veränderung wird der Wassergehalt des Sekrets reduziert, was zu einer Viskoelastizitätserhöhung des Sekrets und somit zu einer Ventilationsstörung führt. Lindemann et al. (2004) und Dautzenroth et al. (2002) sind zudem der Meinung, dass die Ventilationsstörung bei CF-Patienten auf die bronchiale Obstruktion zurückzuführen ist, welche durch ein Ödem, einen Bronchospasmus oder wie bereits erwähnt (Kapitel 3.1.1) durch zähes Sekret verursacht werden kann. Aufgrund dieser Obstruktion können die Patienten nicht vollständig ausatmen, da der Atemwegswiderstand zu hoch ist. Das Sekret wird somit nicht abtransportiert, was zu einer Überblähung der Lunge führt. Langfristig entsteht eine Inspirationsstellung und somit eine Thoraxdeformierung. Da bei einer Thoraxdeformierung die Kaliberschwankungen vermindert sind, sind der Reinigungsprozess der Lunge, die Mukoziliare Clearance und die Hustenclearance, beeinträchtigt. Der Partikeltransport zum Mund hin wie auch die Kompression der Atemwege sind nicht genügend vorhanden und es kommt zu Keimansammlungen und somit zu rezidivierenden Infekten. Ziel der Therapie ist es, diesen sogenannten *circulus vitiosus* zu durchbrechen oder zumindest abzuschwächen. In der Abbildung 3 ist der *circulus vitiosus* übersichtlich dargestellt.

Abbildung 3. Circulus vitiosus



CF-Patienten leiden an einer respiratorischen Insuffizienz, welche sich in einem Sauerstoffmangel äußert. Dadurch wird die Atmung beschleunigt (Tachypnoe) und vertieft. Aufgrund der Tachypnoe wird das Kohlendioxid verstärkt abgeatmet und die Atemmuskulatur vermehrt beansprucht. Klinische Zeichen einer respiratorischen Insuffizienz sind Zyanosekomplex-Zeichen wie zum Beispiel Uhrglasnägel, Trommelschlegelfinger und -zehen. Um die krankheitsbedingten Störungen der Ventilation und Perfusion sowie die Beanspruchung der Atemmuskulatur zu erfassen, ist die Lungenfunktionsuntersuchung sehr wichtig. Die Untersuchung besteht aus mehreren Tests wie zum Beispiel Spirometrie oder Blutgasanalyse.

## 3.2 Krafttraining

### 3.2.1 Definition Kraft

Radlinger, Bachmann, Homburg, Leuenberger und Thaddey (1998) definieren Kraft aus physikalischer Sicht als „Ursache von Bewegungsänderung oder bleibende wie auch vorübergehende Formveränderung an Körpern“ (S.7). Da aber eine Vielzahl von Faktoren Einfluss auf die Kraft nehmen, kann sie nicht nur physikalisch bestimmt werden. Die verschiedenen Faktoren sind in Abbildung 4 dargestellt.

Abbildung 4. Faktoren, welche die Kraft beeinflussen



Es gibt unterschiedliche Kraftarten und Formen von Muskelarbeit, die eine so präzise Formulierung wie die physikalische Definition schwierig machen. Physiologisch ist Kraft laut Jonath (1988) und Spring, Kunz, Schneider, Tritschler und Unold (1990) die neuromuskuläre Fähigkeit physikalische Kräfte entwickeln und damit Widerstände überwinden oder ihnen entgegenwirken zu können. Damit beschreiben Jonath (1988) und Spring et al. (1990) die exzentrische und konzentrische Muskelkontraktion. Fehlt die isometrische Kontraktion, welche laut Radlinger et al. (1998) bedeutet Widerstände durch Muskeltätigkeit halten zu können. Van Duijn (2008) beschreibt, dass der statische Zustand „durch eine dosierte Rekrutierung der Motorunits und die konstante Frequenz der Aktionspotentiale (AP)“ (Folie 27) generiert wird.

### 3.2.2 Kraft im Alltag

Die Kraft ermöglicht dem Menschen die Kontrolle der Körperhaltung und wirkt auf die Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit des gesamten menschlichen Organismus ein (Hegner 2006). Im Alltag benötigt der Mensch die anaerobe Kraft beziehungsweise die Maximalkraft nur für einzelne hochintensive Abläufe. Ansonsten dominiert laut Radlinger et al. (1998) die aerobe Ausdauerleistung, wobei es sich anders ausgedrückt um die Kraftausdauer handelt. So erfordert zum Beispiel die Rumpfstabilisation während dem Sitzen in der Schule vor allem Kraftausdauer. Beim Zusammenstellen eines Therapieplans für CF-Patienten und speziell bei einem Plan für Kinder muss diese Anforderung an die Kraft mitberücksichtigt werden. Im Kapitel 3.2.3.1 gehen die Autorinnen noch genauer auf die Maximalkraft und im Kapitel 3.2.3.3. auf die so oft benötigte Kraftausdauer ein.

### **3.2.3 Arten der Kraft**

Es werden drei Hauptformen der Kraft unterschieden, welche nachfolgend für das weitere Verständnis kurz erläutert werden.

#### **3.2.3.1 Maximalkraft**

Die Maximalkraft ist die grösstmögliche Kraft, die das System von Nerv und Muskel bei maximaler willkürlicher Kontraktion ausüben kann (Weineck 2004). Verschiedene Faktoren beeinflussen die Maximalkraft und tragen damit auch zu ihrer Verbesserung oder Verminderung bei. Zum einen hängt die Maximalkraft vom physiologischen Muskelquerschnitt, zum andern von der inter- und intramuskulären Koordination ab. Will die Maximalkraft trainiert werden, müssen neuronale und/oder myogene Adaptationen vonstattengehen. Um solche neuronalen Veränderungen zu erreichen, muss durch Training die inter- und intramuskuläre Koordination optimiert werden. Durch Hypertrophietraining wird eine Vergrösserung der Muskelfaser-Querschnittsfläche und der Muskelmasse angestrebt, was dann zu den myogenen Adaptionen gezählt wird (Hegner 2006). Über die Maximalkraft hinaus geht nur die Absolutkraft, welche sich aus der Maximalkraft und den Kraftreserven, die willkürlich nicht erfassbar sind, zusammensetzt (Radlinger et al., 1998). Sie ist nur unter speziellen Bedingungen wie zum Beispiel Todesangst oder Hypnose rekrutierbar. Die Differenz zwischen Absolutkraft und Maximalkraft nennt Weineck (2004) „Kraftdefizit“. Wie gross dieses Defizit ist, hängt vom Trainingszustand jedes einzelnen Individuums ab und liegt zwischen 30 Prozent bei Untrainierten und zehn Prozent bei Trainierten.

#### **3.2.3.2 Schnellkraft**

Schnellkraft ist für Rost (2005) die Fähigkeit des Nerv-Muskel-Systems Widerstände mit hoher Kontraktionsgeschwindigkeit überwinden zu können. Er kommt zum Schluss, dass sich die Schnellkraft aus dem Quotient der Maximalkraft und der Zeit, bis diese erreicht wurde, zusammensetzt. Neben dem Muskelquerschnitt und der Zusammensetzung der Fasern (siehe Kapitel

3.2.4) ist die inter- und intramuskuläre Koordination für die Schnellkraft von entscheidender Bedeutung, wie Spring, Dvořák J., Dvořák V., Schneider, Tritschler und Villiger (2005) betonen. Da, wie bereits erwähnt, die Schnellkraft massgeblich durch die Maximalkraft bestimmt wird, ist auch für das Training der Schnellkraft Hypertrophietraining notwendig (Hegner 2006).

### 3.2.3.3 *Kraftausdauer*

Laut Spring et al. (2005) bezeichnet Kraftausdauer die Ermüdungsresistenz der Muskulatur bei lang anhaltenden oder repetitiven Kraftleistungen. Der physiologische Muskelquerschnitt und die Maximalkraft sind Komponenten der Kraftausdauer und beeinflussen diese. Zudem wird die Kraftausdauer durch die Leistungsfähigkeit des Energiestoffwechsels bestimmt (Rost 2005).

Im Bereich des Leistungssports wird von Kraftausdauer gesprochen, „wenn Krafteinsätze realisiert werden, die über 30 Prozent der Maximalkraft liegen und wenn der Energiebedarf überwiegend durch den anaeroben Stoffwechsel gedeckt wird“ (Hegner 2006, S. 131).

## 3.2.4 **Muskelfasertypen**

Hauptsächlich werden zwei Muskelfasertypen unterschieden: die Typ-I-Fasern und die Typ-II-Fasern (Klinke, Pape & Silbernagel, 2005).

### 3.2.4.1 *Typ-I-Fasern: „slow twitch“*

Diese Fasern kontrahieren im Gegensatz zu den Typ-II-Fasern eher langsam. Sie zeichnen sich durch einen mehrheitlichen aeroben Stoffwechsel und eine hohe Ermüdungsresistenz aus (Klinke et al., 2005). Die Kraftentwicklung ist niedrig und generell haben guttrainierte Ausdauersportler wie zum Beispiel Radfahrer oder Marathonläufer mehr Fasern vom Typ I.

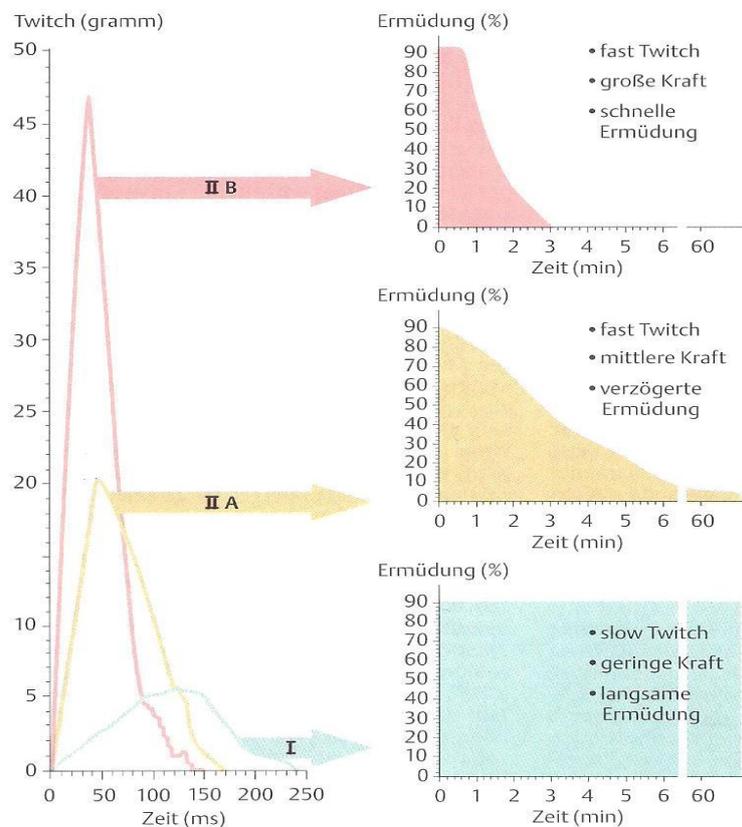
### 3.2.4.2 *Typ-II-Fasern: „fast twitch“*

Die roten „fast-twitch-Fasern“ haben eine hohe Kontraktions- und Erschlaffungsgeschwindigkeit und sind daher besonders für die Schnellkraft

geeignet. Das Ausdauervermögen hingegen ist eher gering (Klinke et al., 2005). Die „fast-twitch-Fasern“ werden nochmals in zwei Gruppen, IIa und IIb, unterteilt. So erzeugen laut van den Berg (2003) die IIa-Fasern mittlere Kraft und ermüden verzögert, wohingegen die Fasern vom Typ IIb sehr grosse Kraft entwickeln können, aber auch schnell ermüden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es verschiedene Muskelzusammensetzungen gibt und dass die Belastungsintensität entscheidend ist, welcher Muskelfasertyp den höheren Aktivierungsgrad erreicht. Zur Veranschaulichung der Muskelfaserarten wird auf die Abbildung 5 verwiesen. Es wird im Folgenden nicht näher auf die chemische Zusammensetzung oder die Kraftentwicklung im Muskel eingegangen, da dies den Rahmen dieser Bachelorarbeit sprengen würde.

Abbildung 5. Charakteristiken einer motorischen Einheit



### 3.2.5 Krafttraining im Kinder- und Jugendalter

Theoretisch kann Krafttraining in allen Altersstufen durchgeführt werden. Bei Kindern und Jugendlichen ist jedoch der passive Bewegungsapparat der limitierende Faktor (Spring et al., 2005). Er kann durch übertriebenes Krafttraining geschädigt werden, da während des Wachstums die Belastbarkeit von Knochen, Knorpel, Sehnen und Bänder herabgesetzt ist. Zum Verständnis hilfreich ist folgende Tabelle, welche sich an die Aufzählung von Spring et al. (2005) anlehnt.

Tabelle 1. Grundsätze für das Krafttraining in verschiedenen Altersgruppen

<b>Alter</b>	<b>Grundsätze zum Training</b>
Vorschulalter	Gezieltes Krafttraining ist nicht sinnvoll  Bewegungsdrang der Kinder reicht zur Entwicklung der Muskulatur und des passiven Bewegungsapparates
Frühes Schulalter	Bewegungsdrang der Kinder sollte so gelenkt werden, dass die gesamte Muskulatur und speziell die Bewegungsmuskulatur dynamisch gekräftigt wird  Gefordert sind hier auch Kindergärtner und Primarlehrer
Spätes Schulalter	Übungen vor allem mit dem eigenen Körpergewicht  Eventuell kleine Zusatzgewichte
Pubertät	Vor allem Übungen mit dem eigenen Körpergewicht  Wirbelsäule sollte möglichst entlastet werden, da durch das Längenwachstum die Belastbarkeit des passiven Bewegungsapparates vermindert ist → obwohl Trainierbarkeit der Muskulatur jetzt verbessert ist
Adoleszenz	In dieser Phase gleicht sich das Training dem der Erwachsenen an  Zuerst sollte der Trainingsumfang gesteigert und erst später die Intensität erhöht werden

---

### **3.2.6 Bedeutung der Kraft bei CF-Patienten**

Die Skelettmuskulatur ist beinahe immer aktiv und wie bereits erwähnt im Alltag sehr wichtig. Durch das Fortschreiten der Krankheit, das ständige Husten und die starke Sekretproduktion kommen Kinder mit CF bereits bei alltäglichen Aktivitäten viel früher an ihre Grenzen als gesunde Kinder im gleichen Alter. Deshalb ist es wichtig, die Kinder immer wieder zu Bewegung und Sport zu animieren, da durch Immobilisation die Muskulatur atrophiert und die Kinder als Folge noch früher an ihre Grenzen stossen. Da unser Körper ein ganzheitliches System ist, hat dies nachfolgend auch Auswirkungen auf die Atmung und die CF-Kinder befinden sich in einem *circulus vitiosus*. Aus den genannten Gründen ist es wichtig, bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen das Augenmerk auf die Kraftausdauer zu legen und die Atmung beziehungsweise die verschiedenen Atemtechniken gleich miteinzubeziehen.

## **3.3 Ausdauertraining**

### **3.3.1 Definition**

„Die Ausdauer ist eine konditionelle Fähigkeit, die eine belastungsadäquate Energieversorgung des Organismus sichert, ermüdungsbedingte Leistungs- oder Geschwindigkeitsabnahmen bei sportlichen Belastungen verzögert und Einfluss auf die Erholungsfähigkeit nimmt“ (Hottenrott & Neumann, 2008, S. 22).

Nach Spring et al. (2005) ist Ausdauer die Fähigkeit, über einen möglichst langen Zeitraum eine vorgegebene Leistung durchzuhalten, was bedeutet, der Ermüdung zu widerstehen. Etwas weiter gehen Zintl und Eisenhut (2009), indem sie sagen, dass sich die Ausdauer aus der Ermüdungswiderstandsfähigkeit und der raschen Wiederherstellungsfähigkeit zusammensetzt. Es geht demzufolge nicht nur um die Intensität und Dauer einer Belastung, sondern auch darum, sich nach einer physischen Aktivität wieder regenerieren zu können. Weineck (2004) beschreibt die Ausdauer als psycho-physische Ermüdungswiderstandsfähigkeit eines Sportlers. Unter der physischen Ausdauer versteht er die Ermüdungswiderstandsfähigkeit des

ganzen Organismus oder einzelner Teilsysteme. Im Gegensatz dazu die psychische Ausdauer, welche die Fähigkeit des Sportlers ist, einem Reiz, der zum Abbruch einer Belastung auffordert, möglichst lange widerstehen zu können.

### 3.3.2 Ausdauerarten

Ausdauer einzuteilen ist nicht einfach, da verschiedene Komponenten notwendig und viele Kombinationen möglich sind. Wie eine Einteilung der Ausdauerarten aussieht, hängt davon ab, nach welchen Gesichtspunkten unterschieden wird. Sei dies nach dem Umfang der eingesetzten Muskelmasse, nach der Energiebereitstellung (Spring et al. 2005), unter dem Aspekt der Sportartspezifität oder nach der Zeitdauer (Weineck 2004). In Tabelle 2 sind die am häufigsten verwendeten Ausdauerarten zusammengestellt (anhand Aufzählung von Hottenrott et al., 2008, S. 23).

Tabelle 2. Differenzierte Einteilung der Ausdauerarten

Einteilung nach Gesichtspunkten	Ausdauerarten
Arbeitsweise der Skelettmuskulatur	Statische Ausdauer
	Dynamische Ausdauer
Vorrangige Energiebereitstellung	Aerobe Ausdauer
	Anaerobe Ausdauer
Anteil der beanspruchten Muskulatur	Allgemeine Ausdauer
	Lokale Ausdauer
Zeitdauer der Belastung	Kurzzeitausdauer
	Mittelzeitausdauer
	Langzeitausdauer
Wechselbezüge zu den konditionellen Fähigkeiten	Kraftausdauer
	Schnellkraftausdauer
	Schnelligkeitsausdauer
	Sprintausdauer

### Fortsetzung Tabelle 2

<b>Einteilung nach Gesichtspunkten</b>	<b>Ausdauerarten</b>
Bedeutung für die sportartspezifische Leistungsfähigkeit	Allgemeine Ausdauer Spezielle Ausdauer
Einteilung der Belastungsbereiche	Grundlagenausdauer Wettkampfausdauer

Nachfolgend wird kurz auf die relevantesten Punkte der Tabelle 2 eingegangen.

#### *3.3.2.1 Arbeitsweise der Skelettmuskulatur*

Die statische Ausdauer wird vorwiegend durch isometrische (Halte-) Arbeit gekennzeichnet.

#### *3.3.2.2 Vorrangige Energiebereitstellung*

Hottenrott et al. (2008) unterscheiden drei Phasen der Energiebereitstellung und eine Startphase bei hochintensiver Kurzzeitbelastung:

Phase 0 = alaktazid-anaerobe Startphase

Phase I = aerobe Phase

Um Energie aus freien Fettsäuren und Glukose gewinnen zu können wird Sauerstoff benötigt. Die Intensität der Belastung ist dabei eher niedrig.

Phase II = aerob-anaerobe Phase

Energie wird zu bestimmten Teilen aus Glukose mit sehr begrenzter Sauerstoffanwesenheit gewonnen. Die Belastungsintensität ist mittel bis hoch.

Phase III = anaerobe Phase

Bei dieser Phase ist kein Sauerstoff involviert. Energie wird aus Kreatinphosphat und Glukose gewonnen. Dies findet nur bei höchster Intensität und sehr kurzer Dauer der Belastung statt.

### 3.3.2.3 Anteil der beanspruchten Muskulatur

Wird weniger als 15 Prozent der Gesamtmuskulatur beansprucht, wird von lokaler Ausdauer gesprochen, bei mehr als 15 Prozent von allgemeiner Ausdauer.

### 3.3.2.4 Zeitdauer der Belastung

Die Längen für Kurzeit-, Mittelzeit- und Langzeitausdauer sind sehr unterschiedlich definiert und schwierig einzuteilen. So reicht zum Beispiel die Kurzeitausdauer laut einer Literaturzusammenstellung von Hottenrott et al. (2008) von zehn Sekunden bis zu zehn Minuten, die Mittelzeitausdauer von einer bis zu dreissig Minuten und die Langzeitausdauer von mindestens acht Minuten bis 360 Minuten.

Dieser kurze Exkurs zeigt auf, dass es **die** Ausdauer nicht gibt, sondern dass Ausdauer ein Gesamtkomplex ist, der nur durch verschiedene und mehrere Ausdauerfähigkeiten erfasst werden kann (Zintl et al., 2009).

## 3.3.3 Physiologische Grundlagen der Ausdauer

Laut Radlinger et al. (1998) sind verschiedene Organsysteme für die Ausdauerleistungsfähigkeit von Bedeutung. Beansprucht werden das Herz-Kreislauf-System, das Atmungssystem, die Skelettmuskulatur, das Hormon-, Immun- und Nervensystem, der passive Bewegungsapparat sowie der Wasser- und Elektrolythaushalt (Hottenrott et al., 2008; Zintl et al., 2009). Die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit wird nach Rost (2005) durch die maximale Sauerstoffaufnahme ( $VO_2\text{max}$ ) bestimmt. Die Wirkung des Ausdauertrainings auf bereits erwähnte Systeme im Organismus wird nachfolgend kurz erläutert.

### 3.3.3.1 Herz-Kreislauf-System:

Durch die Belastung nehmen das Herzminutenvolumen, die Herzschlagfrequenz und das Herzschlagvolumen zu. Physiologisch erkennen lässt sich eine „Vergrößerung der Herzkammern und Vorhöfe sowie eine Zunahme der Herzwanddicke“ (Hottenrott et al. 2008, S. 186).

### 3.3.3.2 *Skelettmuskulatur*

Das Ausdauertraining hat auch positive Auswirkungen auf die Muskulatur und hilft durch regelmässige Belastungen einer Muskelatrophie vorzubeugen. Wie in Kapitel 3.2.4.1 aufgezeigt, weisen Ausdauersportler einen höheren Anteil an „slow-twitch-Fasern“ auf und fördern diese mit ihrem Training.

### 3.3.3.3 *Atmungssystem*

Laut Hottenrott et al. (2008) stärkt Ausdauertraining die Atemmuskulatur und steigert die ventilatorische Kapazität. Zudem hilft das Training der Atemökonomisierung und das maximale Atemminutenvolumen kann im Optimalfall sogar verdoppelt werden.

### 3.3.3.4 *Immunsystem*

Hottenrott et al. (2008) beschreiben, dass hohe sportliche Belastung Stress auslösen kann und dieser dann das „immunologische Abwehrpotenzial“ (S. 228) für einige Tage vermindern kann. Um dieses Potential wieder zu steigern, sind regelmässige und genügende Erholungsphasen für die Regeneration einzulegen.

Bei einer Trainingsplanung stellt sich folglich die Frage, was für Ressourcen der Patient oder Sportler mitbringt und welche Systeme beansprucht werden sollen/dürfen und bei welchen Komponenten aufgepasst werden muss, um Überbeanspruchung zu vermeiden. Werden genügend trainingswirksame Reize gesetzt, reagiert der Körper mit Adaptation und die Ausdauer, beziehungsweise ein Teilaspekt davon, kann verbessert werden. Für Patienten mit CF sind unter anderem die Adaptionen im Bereich der Lunge von Bedeutung. Zintl et al. (2009) betonen dabei die „Vergrösserung der Respirationsfläche und die Verbesserung der alveolokapillaren Diffusionskapazität für Sauerstoff“ (S. 68).

### **3.3.4 Ausdauertraining im Kinder- und Jugendalter**

Wie auch beim Krafttraining ist beim Ausdauertraining zu beachten, dass Kinder und Jugendliche nicht einfach kleine Erwachsene sind und somit ihre besonderen Bedürfnisse berücksichtigt werden müssen. Dank einem natürlichen Schutzmechanismus ermüdet der Skelettmuskel zuerst, das heisst vor dem Herzmuskel, was dazu veranlasst, die Belastung vor einer Überanstrengung abubrechen (van Duijn, 2008). Im frühen Kindesalter reicht der natürliche Bewegungsdrang der Kinder vollkommen aus und die Ausdauer muss nicht besonders trainiert werden (Spring et al., 2005). Ebenso wie beim Krafttraining ist vor allem die geringere Belastbarkeit des passiven Bewegungsapparates im Wachstum der limitierende Faktor der Leistungsfähigkeit. Speziell der Wachstumsschub in der Pubertät muss bei einer Trainingsplanung mitberücksichtigt werden, um die Gefahr von Überbelastungsschäden zu minimieren. Generell kann festgehalten werden, dass beim Ausdauertraining im Kindes- und Jugendalter vor allem die aerobe Grundlagenausdauer im Vordergrund stehen soll (Hottenrott et al., 2008). Um Bewegungstereotypen zu vermeiden empfehlen die Autorinnen, die Ausdauer in verschiedenen Sportarten zu fördern.

### **3.3.5 Ausdauer und CF**

Die körperliche Leistungsfähigkeit hängt sehr stark mit der körperlichen Aktivität zusammen und ist daher bei Patienten mit CF bedeutsam. Mögliche Gründe, welche zu einer eingeschränkten Leistungsfähigkeit führen können, sind laut Dautzenroth et al. (2002) eine verminderte Vitalkapazität (VC), ein erhöhter Atemwegswiderstand, eine belastungsinduzierte Bronchokonstriktion, pulmonale Hypertonie, Mangelernährung, aufgrund des Wasser- und Elektrolytenverlusts eine fehlende Warnung vor Dehydration sowie mangelndes körperliches Training. Gemäss Bush et al. (2006) hat aerobes und anaerobes Training einen positiven Effekt auf die Leistungsfähigkeit, die Kraft, die Lungenfunktion sowie die Lebensqualität. Aus diesen Gründen ist CF-Patienten ein angepasstes Ausdauertraining zu empfehlen.

### **3.4 Sport allgemein und CF**

Reinhardt et al. (2001) bestätigen, dass Sport einen positiven Einfluss auf die Lungenfunktion, die aerobe und anaerobe Ausdauer, die körperliche und kardiovaskuläre Leistungsfähigkeit, die Sputumexpektoration sowie die Funktion der Atemmuskulatur hat. Die Verbesserung der Leistungsfähigkeit korreliert mit der Lebensqualität, welche durch regelmässigen Sport eine Zunahme erfährt. Um negative Folgen der sportlichen Belastung zu verhindern ist es notwendig, mögliche Risiken vor Beginn der Trainings abzuklären, wie das bei Gesunden aber sportlich lang inaktiven auch gemacht wird.

### **3.5 Leistungsfähigkeit**

„Als körperliche Leistung oder Leistungsfähigkeit wird die Fähigkeit des Menschen bezeichnet, mit seinen Muskeln physikalisch eine Arbeit und somit auch eine Leistung durchzuführen“ (Knechtle, 2002, S. 18).

Nach Knechtle (2002) besteht die Leistungsfähigkeit aus den Komponenten Ausdauer, Kraft, Beweglichkeit und Koordination. Zur Energiebereitstellung braucht es aerobe und anaerobe Prozesse, Kraft und Technik sowie Motivation und Taktik. Die Leistungsfähigkeit eines Menschen kann durch verschiedenen Faktoren wie das Herz, die Lunge, das Blut, die Muskulatur, die Transportsysteme aber auch durch den muskulären Energiespeicher limitiert werden. Körperliches Training führt zu einer Verbesserung der kardiovaskulären Leistungsfähigkeit und der maximalen Sauerstoffaufnahme sowie zu einer verbesserten Sauerstoffaufnahme in die Muskulatur. Weil auch der Koronardurchfluss verbessert wird, erhöht sich die Pumpfähigkeit des Herzens, die Muskulatur wird besser durchblutet und somit kann mehr geleistet werden. In der Sportmedizin erfolgt die Kontrolle der Leistungsfähigkeit meistens durch ergometrische Tests, wie zum Beispiel der Fahrradergometer-Test.

### **3.6 Lungenfunktion**

Nach van Gestel (2009) wird die Leistungsfähigkeit der Lunge mittels Lungenfunktionsdiagnostik gemessen. Die Diagnostik umfasst Untersuchungen zur

Messung des Lungenvolumens, der Lungenkapazität sowie des Atemwegwiderstands und dient der Einschätzung der Leistungsfähigkeit des Patienten. Statische und dynamische Lungenvolumen sowie Ventilationsgrössen können mit dem Spirometer gemessen werden. Damit die durchgeführten Messungen vergleichbar sind, muss laut Haber (2007) darauf geachtet werden, dass alle Messungen immer unter Standardbedingungen durchgeführt werden. Für die Atemluft handelt sich um den Standard Body Temperature-Pressure-Saturated (BTPS). Beim BTPS wird die Temperatur auf 37°C, der Druck auf 760 mmHg und die Wasserdampfsättigung auf 100 Prozent festgelegt.

In Tabelle 3 werden jene Lungenfunktionswerte erläutert, welche für diese Arbeit relevant sind. Die Tabelle setzt sich aus den Erläuterungen von Oczenski, Andel und Werba, 2006 (S. 84 - 108) und Knechtle, 2002 (S.18 - 25) zusammen.

Tabelle 3. Lungenfunktionswerte

<b>Kenngrosse</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Normwerte</b>
FEV <sub>1</sub> forciertes Expirationsvolumen der ersten Sekunde	Volumen, welches nach einer maximalen Inspiration unter maximaler Anstrengung innerhalb 1 Sekunde ausgeatmet werden kann	70-80% der VC bzw. FVC
FVC forcierte Vitalkapazität	Volumen, welches nach maximaler Inspiration unter maximaler Anstrengung ausgeatmet werden kann	< VC
TLC totale Lungenkapazität	Maximales Luftfassungsvermögen der Lunge	6-6.5 Liter
RV Residualvolumen	Volumen, das nach maximaler Expiration in der Lunge verbleibt (= nicht-mobilisierbares Lungenvolumen)	≤ 35% (1.5-2 Liter)
VC Vitalkapazität	Volumen, das nach maximaler Inspiration ausgeatmet werden kann	4.5-5 Liter

## Fortsetzung Tabelle 3

Kenngrösse	Beschreibung	Normwerte
VO <sub>2</sub> Sauerstoffverbrauch (= Peak aerobic capacity)	Pro Minute vom Gewebe aufgenommene Sauerstoffmenge	120-160 ml/min/m <sup>2</sup>
VO <sub>2</sub> max	Bezeichnet die maximale Menge an Sauerstoff, die bei körperlicher Arbeit aufgenommen werden kann	Untrainiert: 30 bis 50 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>
SpO <sub>2</sub> Sauerstoffsättigung	Sagt aus, zu wie viel Prozent das vorhandene Hämoglobin aktuell mit Sauerstoff gesättigt ist	≥97%
W Leistung	Leistung wird definiert als Arbeit pro Zeit	

### 3.7 Lebensqualität

Die World Health Organisation (WHO) definierte 1997 Lebensqualität folgendermassen:

„Lebensqualität ist die subjektive Wahrnehmung einer Person über ihre Stellung im Leben in Relation zur Kultur und den Wertesystemen, in denen sie lebt und ein Bezug auf ihre Ziele, Erwartungen, Massstäbe und Anliegen. Es handelt sich um ein breites Konzept, das in komplexer Weise beeinflusst wird durch die körperliche Gesundheit einer Person, den psychischen Zustand, die sozialen Beziehungen, die persönlichen Überzeugungen und ihre Stellung zu den hervorstechenden Eigenschaften der Umwelt“ (Renneberg & Hammelstein, 2006, S. 29).

Renneberg et al. (2006) verdeutlichen, dass Lebensqualität (QoL) physische, psychische, soziale und ökonomische Aspekte zusammenfasst. Die Einschätzung der Lebensqualität bezieht sich also nur auf eine Person und kann nicht übertragen werden. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität setzt sich aus dem physischen, psychischen und sozialen Befinden sowie der Funktionsfähigkeit eines Patienten zusammen und kann durch die subjektive Selbsteinschätzung ermittelt oder mittels Fremdratingskalen eingeschätzt werden. Fremdratingskalen kommen vor allem bei Patienten vor, die sich nicht selber einschätzen können wie zum Beispiel bei Kindern

oder Patienten mit sehr schweren und weit fortgeschrittenen Krankheiten. Ein Beispiel einer Fremdratingskala ist der CFQ-Fragebogen, der in zwei Versionen existiert. Ein CFQ-Fragebogen ist für Kinder im Alter von 8 – 13 Jahren, der andere für Patienten ab 14 Jahren und beide ermitteln die Lebensqualität von Patienten mit CF. Bei diesem Fragebogen müssen Fragen bezüglich den letzten zwei Wochen beantwortet werden. Es geht dabei um die körperliche Anstrengung, die Mahlzeiten, die Therapien, den Gesundheitszustand, den Auswurf, die Atmung, aber auch um die Schulteilnahme oder die Ausübung der beruflichen Tätigkeit.

## 4 Stand der Forschung

Obwohl die Lebenserwartung von CF-Betroffenen kontinuierlich gestiegen ist, gehört CF noch immer zu den lebensbeendenden Krankheiten. Die Lebenserwartung reicht von 37 Jahren (Shoemaker, Hurt & Arndt, 2008) bis zu 50 Jahren. 50 Jahre bei Betroffenen, die erst nach 1990 geboren wurden, da durch die Entdeckung des CFTR-Gens grosse Fortschritte in der Diagnostik und der Therapie erzielt wurden (van Doorn, 2010). Verschiedene Publikationen zeigen auf, dass neben medikamentöser Einstellung, Nahrungsergänzung, Physio- und Atemtherapie körperliche Aktivität von grosser Bedeutung für die Lebenserwartung bei Kindern mit CF ist (Nixon, Orenstein & Kesley, 2001). Nixon et al. (2001) betonen jedoch, dass die normale alltägliche sportliche Aktivität, wie zum Beispiel der Schulweg oder das Spielen mit anderen Kindern, nicht zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit ausreicht. Es ist zwingend notwendig, strukturierte Übungsprogramme in den Alltag der Betroffenen zu integrieren. Durch die geringe Anzahl an qualitativ guten und aussagekräftigen Studien betreffend körperlicher Aktivität und CF-Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen sind Aussagen schwierig zu machen und weitere Forschung ist vonnöten. Van Doorn (2010) empfiehlt jedoch, den Fokus auf Studien die die Ausdauer verbessern zu legen, da bei CF-Patienten der  $VO_2$  peak stark mit der Mortalität korreliert.

### 4.1 Zusammenfassungen der Studien

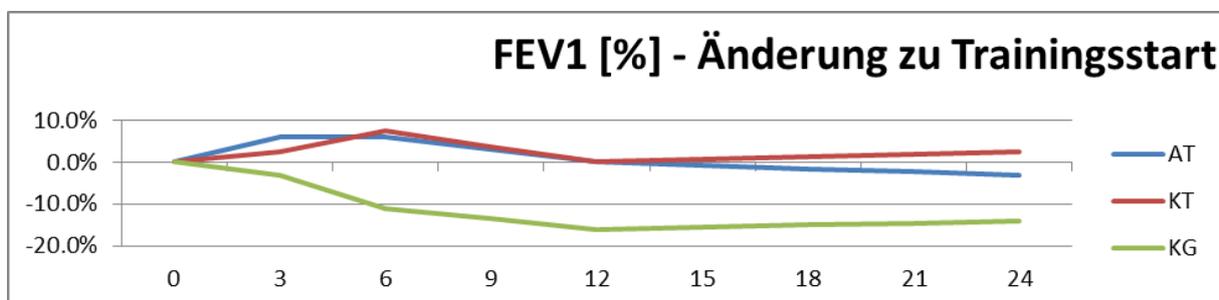
**Effekt eines 6-monatigen Trainingsprogramms auf die Gesundheit und körperliche Aktivität von Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit zystischer Fibrose „CF-Train“** (Kriemler, Hebstreit H., Hebestreit A. & Bachmann, 2003).

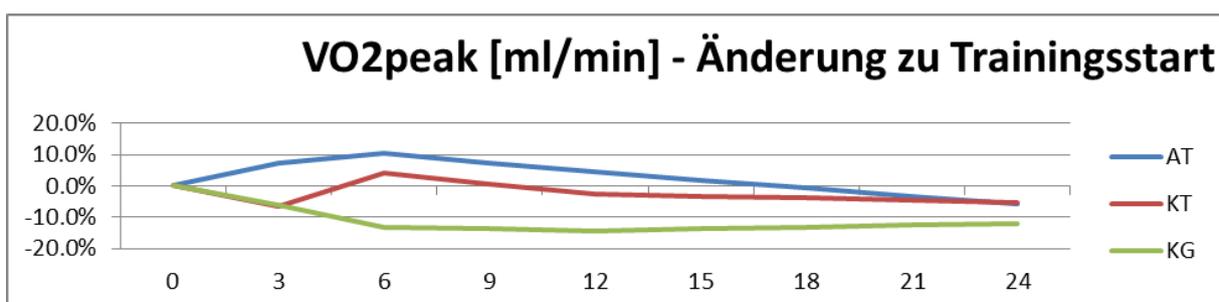
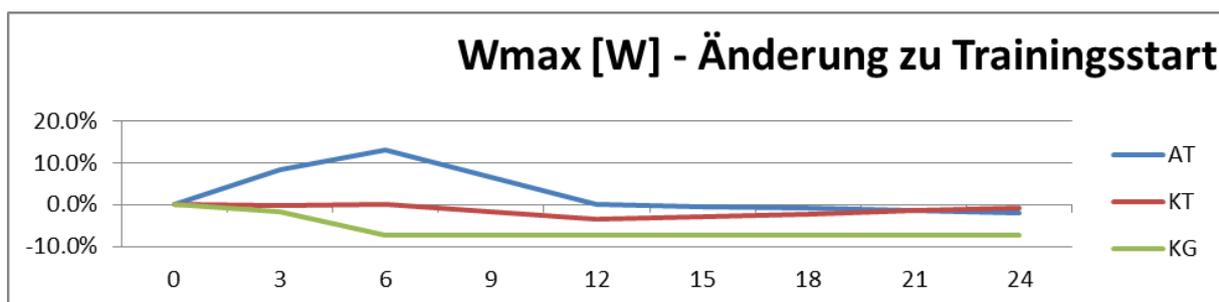
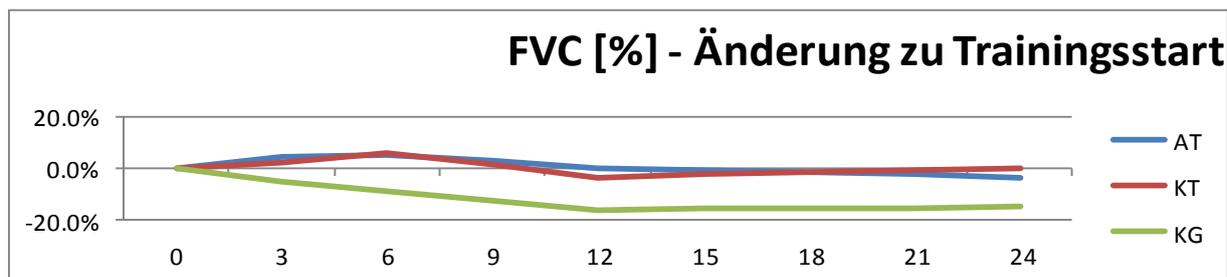
Kriemler et al. (2003) untersuchten an 39 Patienten die Wirkung eines wohnortnahen und überwachten Ausdauer- (AT) oder Krafttraining (KT). Die Interventionsgruppen sollten über sechs Monate wenigstens drei Mal wöchentlich je 30 Minuten an dem ihnen zugeteilten Training teilnehmen. Zudem sollten sie ihre bisherigen körperlichen Aktivitäten normal weiterführen, was auch die Aufgabe der Kontrollgruppe (KG) war. Die Interventionsgruppen unterschieden sich zu Beginn der Untersuchung nicht signifikant voneinander. 31 Patienten beendeten die Studie (12

AT, 11 KT und 8 KG) und wurden nach zwei Jahren nochmals untersucht. Zur Untersuchung dieser Studie wurden nur die Schweizer Teilnehmer berücksichtigt.

**Resultate:** Die AT zeigte in den sechs Trainingsmonaten eine Verbesserung der Lungenfunktion ( $FEV_1$  und FVC), was jedoch keine Signifikanz erreichte. Nach zwölf Monaten war die AT wieder bei ihren Ausgangswerten und die Werte nach 24 Monaten waren um fünf Prozent gesunken. Die KT verbesserte ihre Lungenfunktion in den sechs Monaten des Trainings ebenfalls, jedoch nicht signifikant. Nach der Trainingsperiode fielen die Werte leicht und erreichten nach 24 Monaten wieder die Ausgangswerte. Die KG wies nach 24 Monaten eine signifikante Verschlechterung der Lungenfunktion auf. Das  $\Delta W_{max}$  verbesserte sich bei der AT in den sechs Trainingsmonaten signifikant ( $p < 0.05$ ) und war nach zwölf Monaten wieder auf dem Ausgangswert. Am Ende der 24 Monate war das  $\Delta W_{max}$  unter dem Ausgangswert. Bei der KT blieb das  $\Delta W_{max}$  während des Trainings gleich und verschlechterte sich bis zur Schlussmessung auf minus 0.25 Prozent. Die KG zeigte eine leichte stetige Verschlechterung des  $\Delta W_{max}$ . In Bezug auf das  $\Delta VO_2$  peak zeigte sich in den beiden Trainingsgruppen kein Unterschied. Beide wiesen nach den Trainingsmonaten einen signifikant ( $p < 0.05$ ) höheren Wert als die KG auf. Bis zur Schlussmessung sank das  $\Delta VO_2$  peak bei der AT wie auch bei der KT unter den Ausgangswert.

**Schlussfolgerung:** Ein überwacht, körperliches Training, sei das Kraft oder Ausdauer, kann die Lungenfunktion und die Leistungsfähigkeit von CF Patienten positiv beeinflussen.





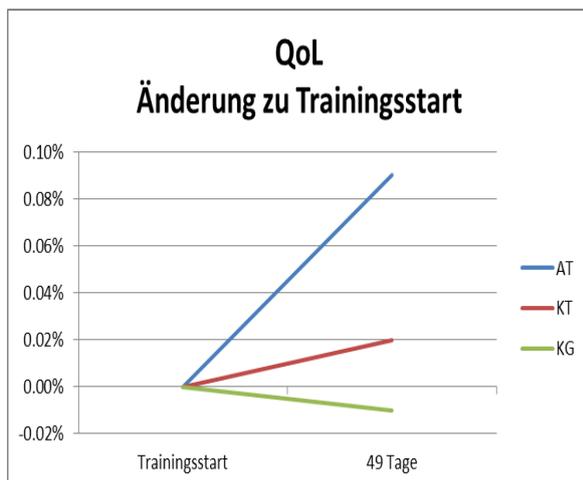
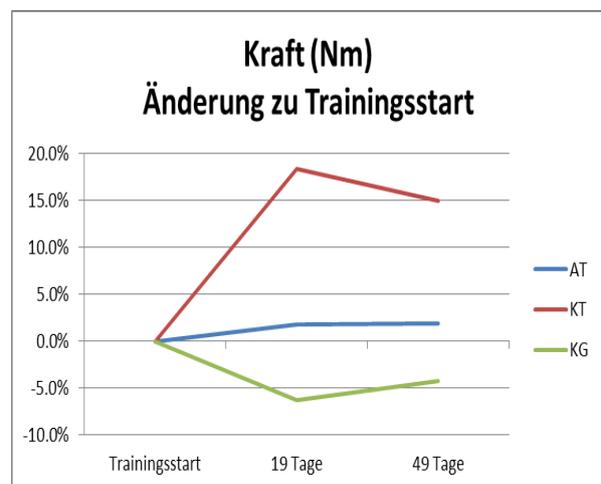
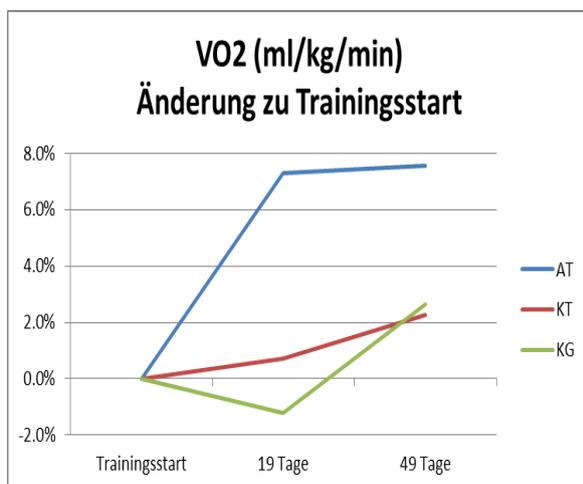
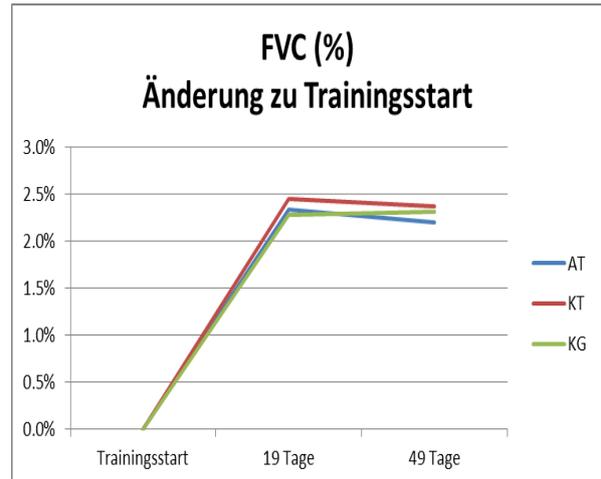
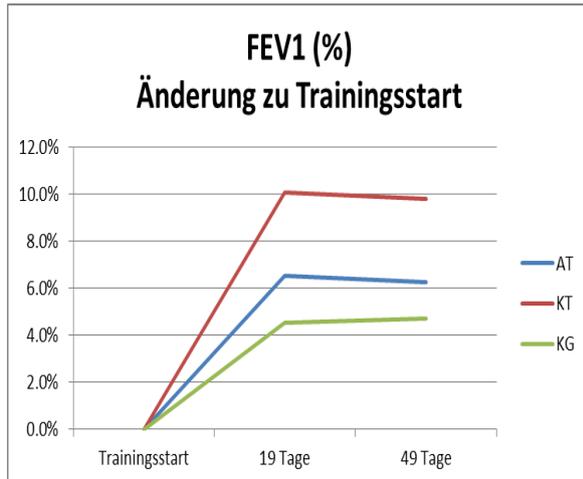
**Randomized controlled study of in-hospital exercise training programmes in children with cystic fibrosis** (Selvadurai, Blimkie, Meyers, Mellis, Cooper & Van Asperen, 2002).

Selvadurai et al. (2002) verglichen eine Ausdauer- (AT) und eine Krafttrainingsgruppe (KT) mit einer Kontrollgruppe (KG). 66 Kinder zwischen acht und 16 Jahren, die aufgrund einer Lungenexazerbation ins Spital eingeliefert wurden, nahmen während ihrem Spitalaufenthalt (durchschnittliche Dauer 18.6 Tage) an dem ihnen zugeteilten Training teil. Die AT trainierte fünf Mal wöchentlich für 30 Minuten auf einem Laufband oder Veloergometer. Die KT trainierte ebenfalls fünf Mal wöchentlich mit Kraftübungen (je 5 x 10 Wiederholungen) für beide Arme und Beine. Die KG erhielt normale Physiotherapie. Die drei Interventionsgruppen unterschieden

sich zu Beginn nicht signifikant. 62 Kinder beendeten die Studie und wurden beim Austritt und einen Monat danach nochmals untersucht.

**Resultate:** Die AT zeigte signifikante Verbesserungen in den Werten „peak aerobic capacity“ ( $p < 0.01$ ) und  $FEV_1$  ( $p < 0.05$ ) sowie Verbesserungen der Lebensqualität und „activity levels“. Die KT hatte einen signifikant besseren  $FEV_1$ -Wert ( $p < 0.01$ ) sowie signifikant bessere Beinkraft ( $p < 0.01$ ) und eine verbesserte Lungenfunktion. Die KG zeigte eine signifikante Verbesserung des  $FEV_1$  sowie Verschlechterungen der Beinkraft und der „peak aerobic capacity“, welche jedoch keine statistische Signifikanz erreichten. In Bezug auf das FVC gab es in allen drei Gruppen keine signifikanten Veränderungen während der ganzen Messperiode. Ebenfalls keine signifikanten Veränderungen gab es bei der Sauerstoffsättigung während dem maximalen Übungstest. Vom Zeitraum des Austrittes bis einen Monat danach gab es keine signifikanten Veränderungen in den gemessenen Parametern. Die KT verlor leicht an Muskelmasse, was aber nicht signifikant war. Die AT verbesserte ihre Ausdauerfähigkeit, obwohl kein überwacht Training mehr stattfand. Da auch die KG das  $FEV_1$  während des Spitalaufenthaltes verbessern konnte, gehen Selvadurai et al. (2002) davon aus, dass die Lungenfunktion eher durch die Antibiotika-Therapie und die normale Physiotherapie besser wird als durch ein Kraft- oder Ausdauertraining.

**Schlussfolgerung:** Eine Kombination von Kraft- und Ausdauertraining ist das beste Trainingsprogramm für Kinder mit CF. AT ist das beste Trainingsprogramm zur Verbesserung der „peak aerobic capacity“ und der Lebensqualität. KT ist die effizienteste Trainingsform zur Verbesserung des  $FEV_1$  sowie der Beinkraft.



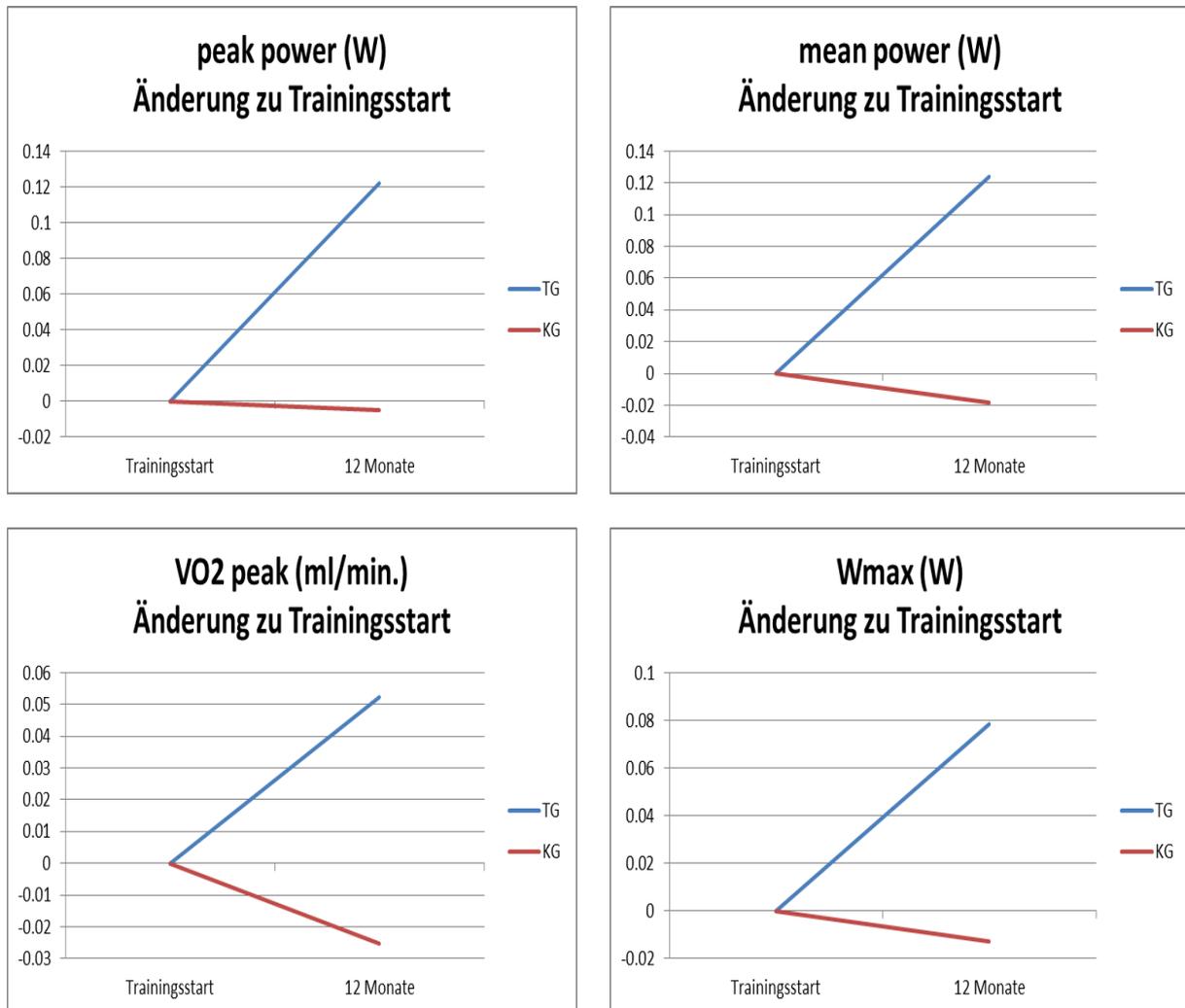
**Effects of anaerobic training in children with cystic fibrosis: a randomized controlled study** (Klijn, Oudshoorn, van der Ent, van der Net, Kimpen & Helders, 2004).

Klijn et al. (2004) untersuchten an 23 Kindern mit CF (9 – 18 Jahren), welchen Effekt anaerobes Training auf die aerobe und anaerobe Leistungsfähigkeit, auf die Lungenfunktion, die Körperzusammensetzung, die periphere Muskelkraft sowie die Lebensqualität hat. Es gab eine Trainingsgruppe (TG) und eine Kontrollgruppe (KG), welche sich zu Beginn nicht signifikant unterschieden. Die TG trainierte während 12 Wochen zwei Mal wöchentlich für 30 - 45 Minuten mit dem eigenen Physiotherapeuten ein standardisiertes, vorgegebenes Programm (siehe Anhang). Die KG sollte ihre täglichen Aktivitäten beibehalten und erhielten weiterhin Physiotherapie. 20 Teilnehmer beendeten die Studie und wurden eine Woche und drei Monate nach Abschluss des Trainings nochmals untersucht.

**Resultate:** Die TG wie auch die KG zeigten nach der Trainingsperiode keine signifikanten Veränderungen der Lungenfunktion, der Muskelkraft und der allgemeinen körperlichen Aktivitäten. Die TG zeigte jedoch signifikante Verbesserungen in der absoluten Höchstleistung (PP) sowie in der mittleren Leistung (MP). Zudem zeigte die TG signifikante Veränderungen bezüglich des  $VO_2$  peak. Am Ende der zwölf Wochen konnte bei der TG eine signifikante Verbesserung der Lebensqualität bezüglich der körperlichen Funktionen festgestellt werden. Die KG zeigte nur eine signifikante Verschlechterung des  $VO_2$  peak. Nach der Trainingsperiode wurden bei beiden Gruppen keine signifikanten Veränderungen der körperlichen Aktivität, der Lungenfunktion sowie der peripheren Muskelkraft festgestellt. Die TG zeigt einen signifikant höheren Wert in der Höchstleistung sowohl auch in der mittleren Leistung. Diese Werte erreichten bei der KG keine signifikanten Verbesserungen. Die aerobe Leistungsfähigkeit zeigte keine signifikanten Veränderungen bei der TG. Die KG wies ein signifikant tieferes  $VO_2$  peak auf.

**Schlussfolgerung:** Kinder mit CF verbessern mit einem anaeroben Training ihre aerobe und anaerobe Leistungsfähigkeit sowie ihre Lebensqualität. Anaerobes

Training könnte demzufolge ein wichtiger Bestandteil im Rehabilitationsprogramm von Kindern mit CF sein.



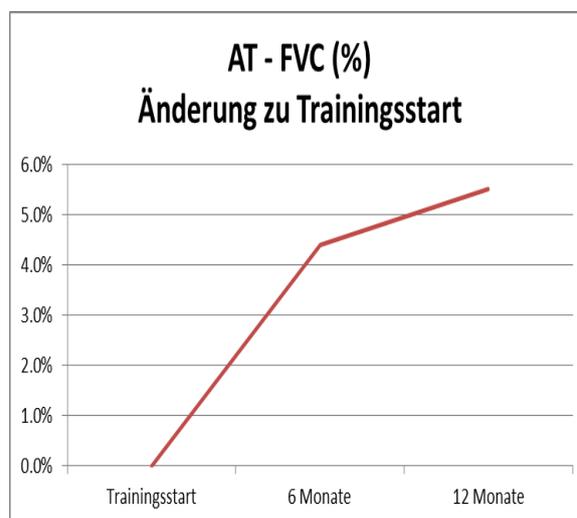
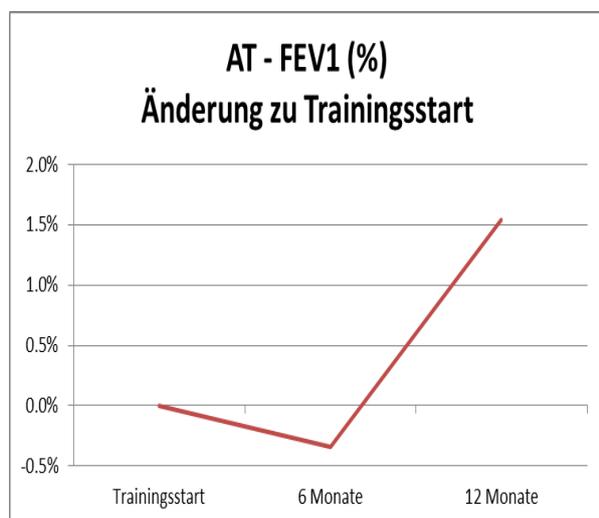
**Outpatient exercise training in children with cystic fibrosis: physiological effects, perceived competence and acceptability** (Gulmans, de Meer, Brackel, Faber, Berger & Helders, 1999).

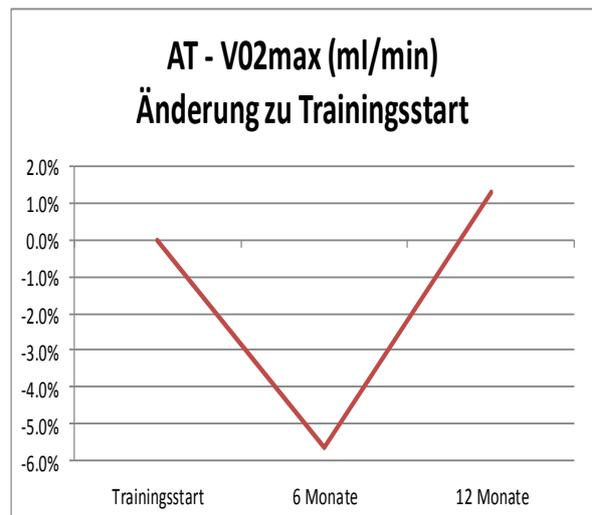
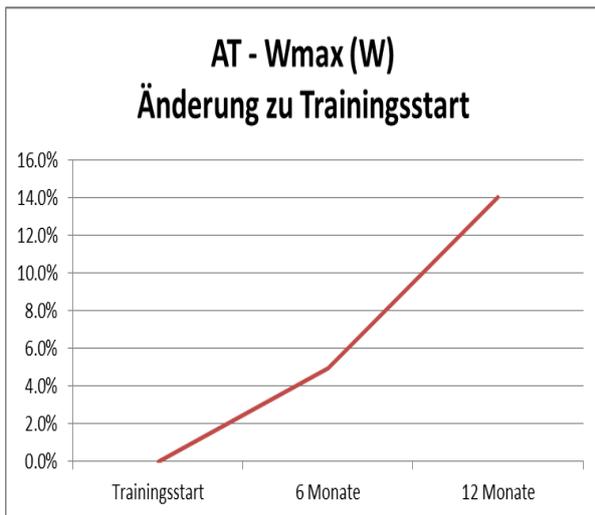
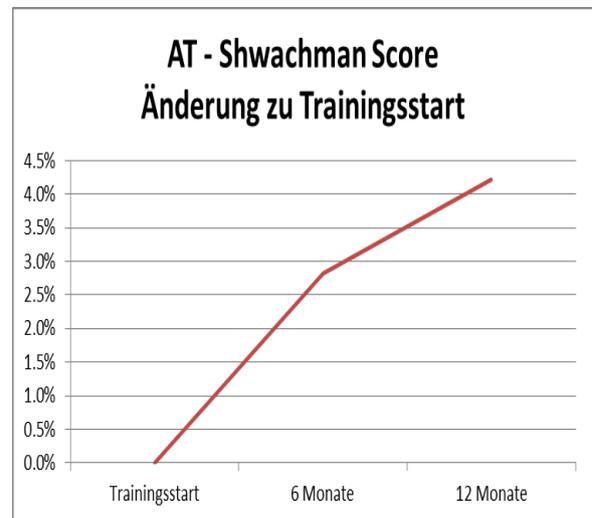
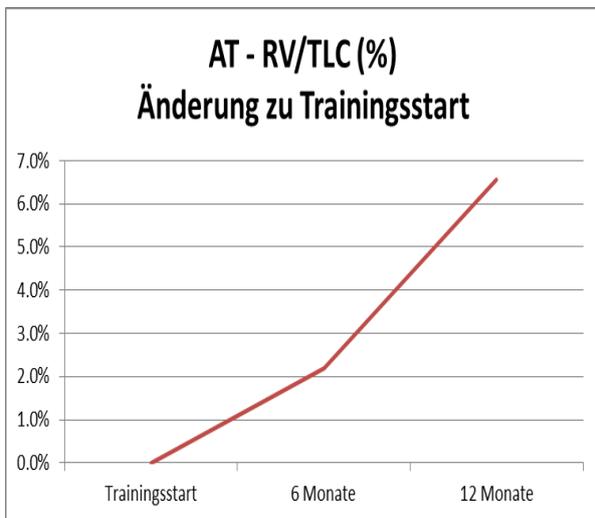
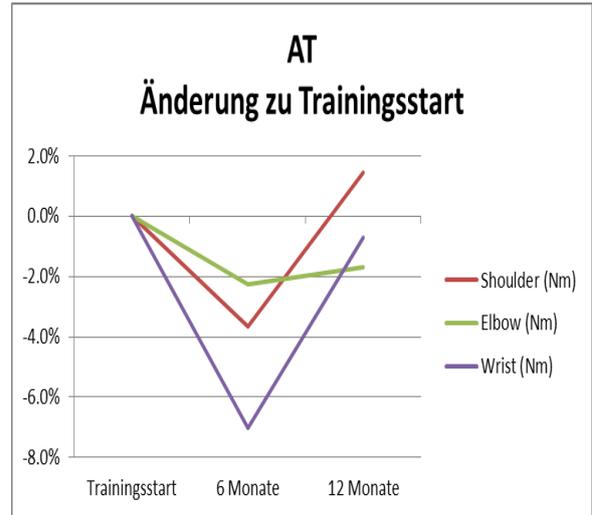
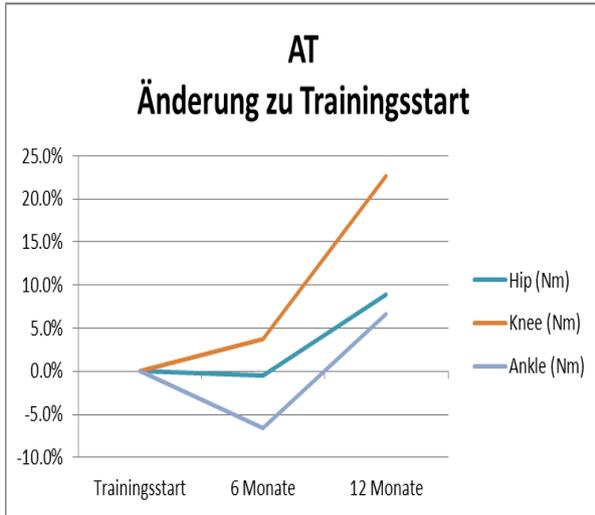
Gulmans et al. (1999) untersuchten den Effekt eines Langzeittrainings auf die Lungenfunktion, die Ernährung, die Grösse, die Muskelkraft und die Lebensqualität von 15 Kindern mit CF (durchschnittlich 14.1 Jahre alt), einschliesslich deren Haltung und Akzeptanz gegenüber der Therapie. Die Studie arbeitete nur mit einer Interventionsgruppe (IG), die ein Jahr lang überwacht wurde. Im ersten Halbjahr wurden Messungen durchgeführt und die Patienten sollten so weiterleben wie bisher.

Im zweiten Halbjahr nahmen die Kinder an einem Trainingsprogramm teil. Die IG trainierte fünf Mal wöchentlich für 20 Minuten auf dem Fahrradergometer. Das Training bestand aus zwei Minuten warming up, 16 Minuten Training und zwei Minuten cooling down. Wöchentlich wurde das Training von einem Physiotherapeuten überwacht. 14 Teilnehmer beendeten die Studie und wurden nach 12 Monaten nochmals untersucht.

**Resultate:** Die Lungenfunktion (FEV<sub>1</sub>, FVC und RV / TLC) sowie der Shwachmann Score verbesserten sich in der Trainingsperiode, jedoch nicht signifikant. Die Knie- und Dorsalextensoren des Fusses verbesserten sich während der Trainingsperiode signifikant ( $p < 0.05$ ). Die Hüftextensoren und die Armmuskulatur verbesserten sich während der Trainingsperiode, erreichten jedoch keine Signifikanz. Alle anderen Parameter wie SpO<sub>2</sub> max., Borg Skala, physische Aktivität oder VO<sub>2</sub> erreichten keine signifikanten Veränderungen. Die gemessenen Parameter welche eine Aussage über die Lebensqualität machen, zeigen, dass durch ein Training eine signifikante Verbesserung der wahrgenommenen Kompetenzen erreicht werden kann. Dies zeigt sich anschliessend auch in einem gesteigerten Selbstwertgefühl ( $p < 0.05$ ).

**Schlussfolgerung:** Das Trainingsprogramm zeigt Verbesserungen in der Beinmuskulatur, der „exercise tolerance“ und führt dazu, dass die CF-Patienten ihre Kompetenzen und ihr Selbstwertgefühl besser und bewusster wahrnehmen.





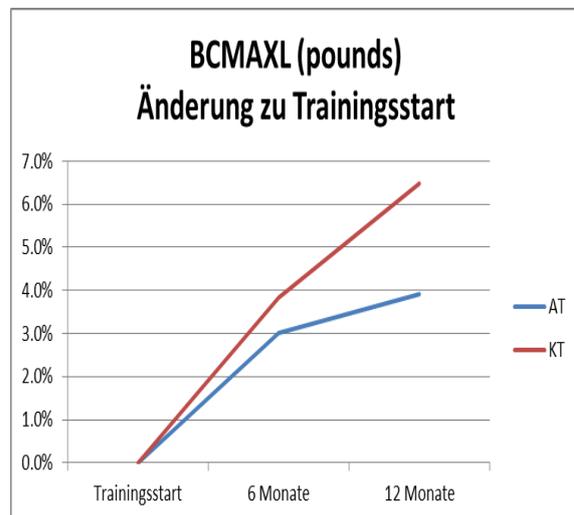
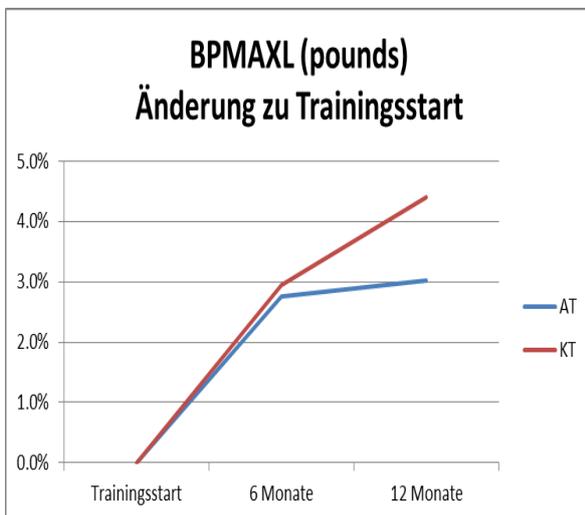
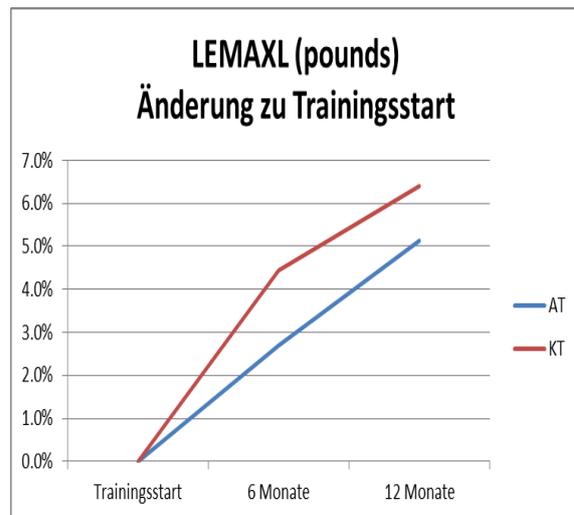
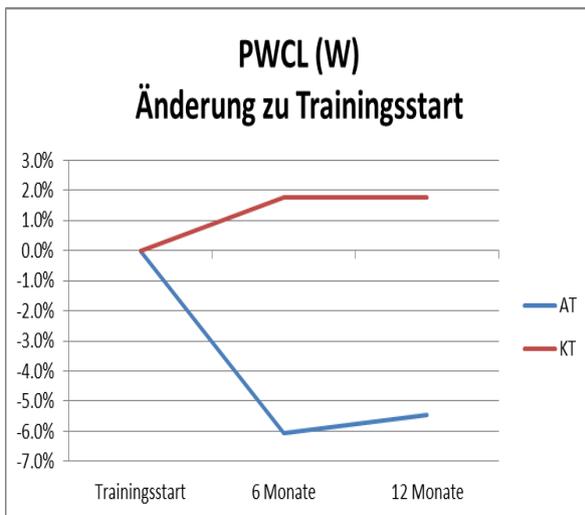
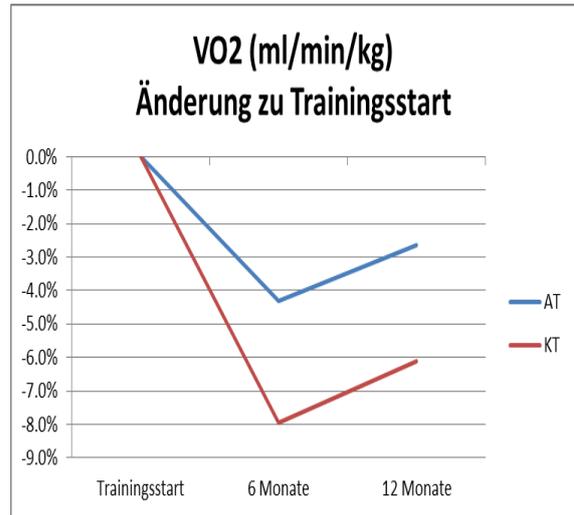
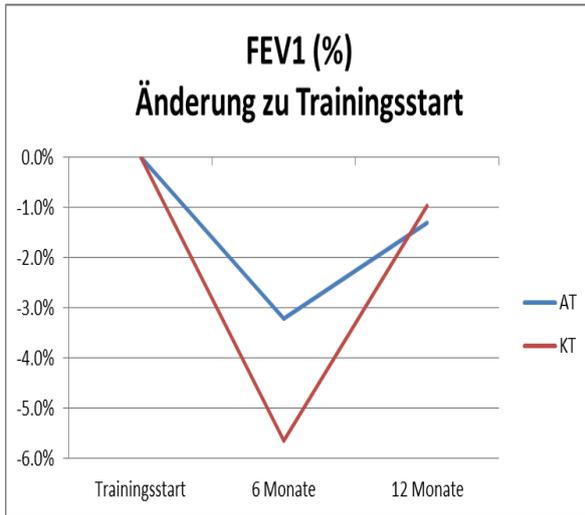
**Strength vs. aerobic training in children with cystic fibrosis: a randomized controlled trial** (Orenstein, Hovell, Mulvihill, Keating, Hofstetter, Kelsey, Morris & Nixon, 2004).

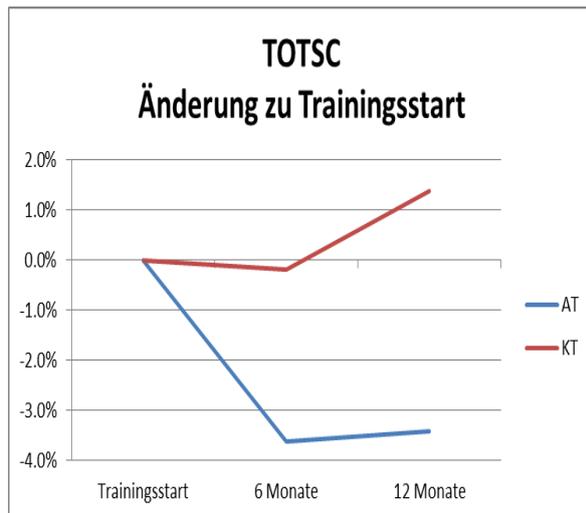
Orenstein et al. (2004) verglichen an 62 Kindern im Alter von 8 - 18 Jahren die Effekte eines Krafttrainings für die oberen Extremitäten und eines Ausdauertrainings. Die Teilnehmer wurden in eine Ausdauergruppe (AT) oder in eine Kraftgruppe (KT) eingeteilt und trainierten ein Jahr zu Hause, teilweise überwacht. Die AT trainierte drei Mal wöchentlich auf dem Stepper, anfangs fünf Minuten und steigerte diese im Verlauf der Studie bis auf 30 Minuten. Die KT führte drei Mal wöchentlich Kraftübungen für die obere Extremität aus (Biceps Curls, Lateral Pulldowns, Military und Bench Presses). Es gab keine Kontrollgruppe. Die Teilnehmer wurden nach sechs und zwölf Monaten nochmals untersucht.

**Resultate:** Alle Kraftmessungen zeigten eine signifikante Verbesserung. Beim maximalen Gewicht für die Biceps Curls konnte sich die AT in den ersten sechs Monaten signifikant verbessern. Beim maximalen Gewicht der Bench Press verbesserte sie sich ebenfalls in den ersten sechs Monaten signifikant. Bei der Leg Extension konnte sich die AT in den zwölf Monaten konstant verbessern, was eine Signifikanz erreichte. Bezüglich des  $VO_2$  peak zeigten sie keine signifikanten Veränderungen. Die „physical work capacity“ (PWC) verbesserte sich in den zwölf Monaten signifikant. Bezüglich des  $FEV_1$  wies die AT eine Verschlechterung in den ersten sechs Monaten und eine Verbesserung in den Monaten sechs bis zwölf auf, was jedoch nicht signifikant war. Die KT zeigte während den ganzen zwölf Monaten signifikante positive Veränderungen bezüglich des maximalen Biceps Curls Gewichts, ebenso im Bench Press Gewicht. Im maximalen Gewicht der Leg Extension zeigte sie in den ersten sechs Monaten eine signifikante positive Veränderung, in den Monaten sechs bis zwölf nur noch eine kleine Verbesserung. Beide erreichten jedoch einen signifikanten Wert. Das  $VO_2$  peak verschlechterte sich bei der KT in den zwölf Monaten signifikant. Das PWC verbesserte sich in den Monaten sechs bis zwölf signifikant. Bezüglich des  $FEV_1$  verschlechterte sich die KT in den ersten sechs Monaten und verbesserte sich in den nächsten sechs Monaten

signifikant. Die Lebensqualität (TOTSC) verbesserte sich bei beiden Gruppen nicht signifikant.

**Schlussfolgerung:** Kraft- und Ausdauertraining verbessern bei Kinder mit CF die Kraft der unteren und oberen Extremität. Jedoch ist es schwierig zu wissen, wie gross der Effekt wirklich ist, da keine Kontrollgruppe geführt wurde.





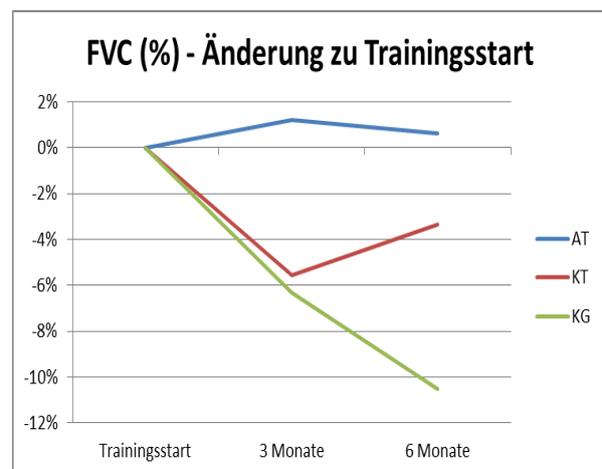
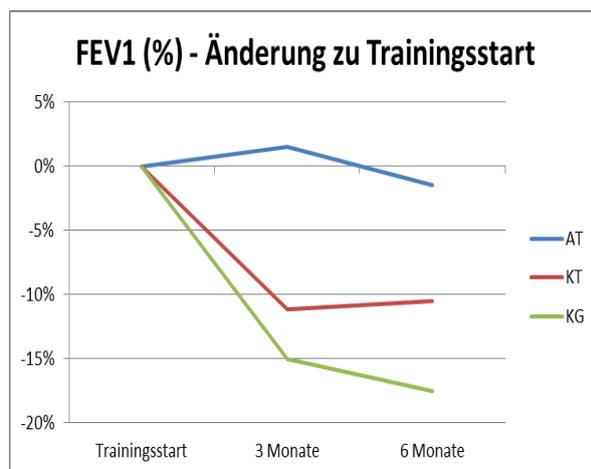
### **Auswirkungen eines 6-monatigen Kraft- und Ausdauertrainings auf junge Patienten mit cystischer Fibrose (Jørgensen & Turnes-Heuberger, 2000).**

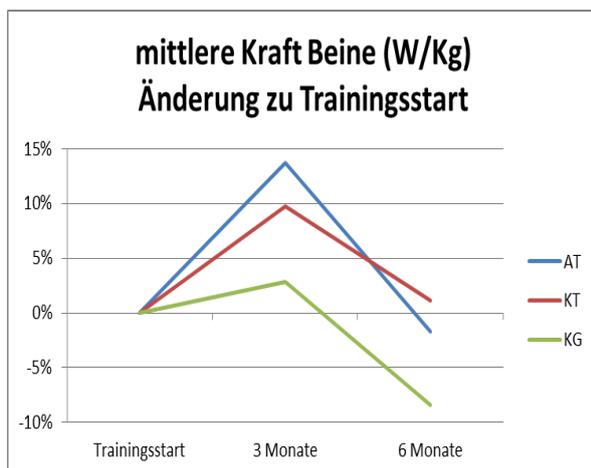
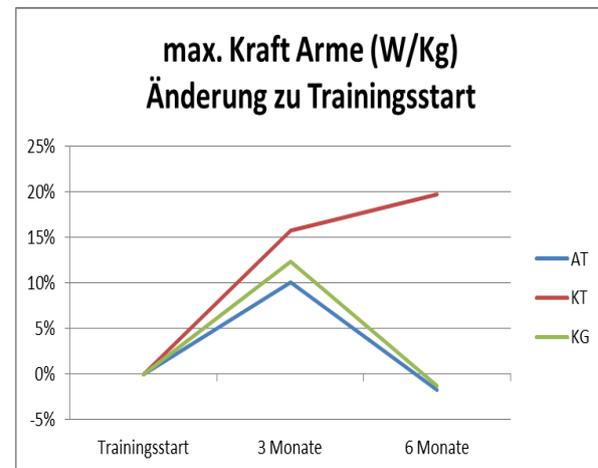
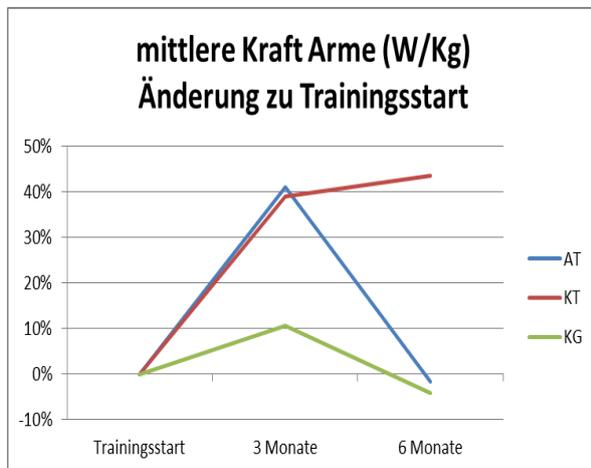
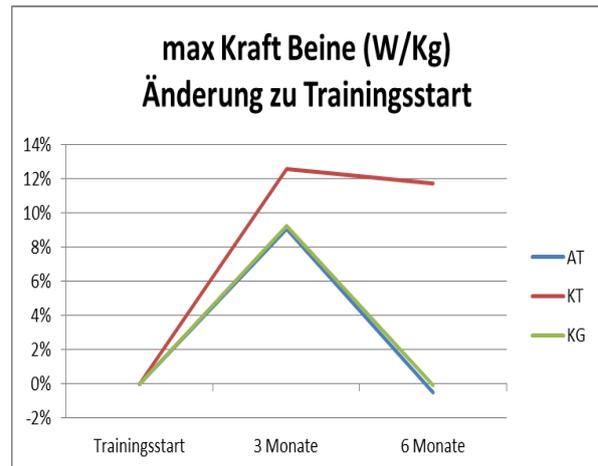
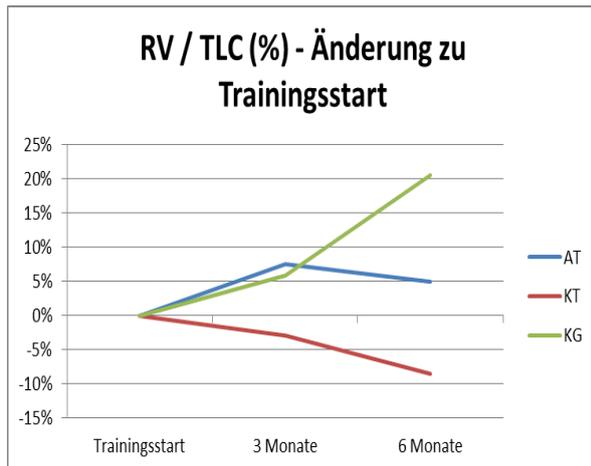
Jørgensen et al. (2000) untersuchten an 28 Patienten zwischen 15 und 29 Jahren den Effekt eines 6-monatigen Kraft- und Ausdauertrainingprogramms auf den Krankheitsverlauf, mit speziellem Augenmerk auf die Körperzusammensetzung, Lungenfunktion und anaerobe Leistungsfähigkeit. Die Patienten wurden in eine Krafttrainingsgruppe (KT), in eine Ausdauertrainingsgruppe (AT) und in eine Kontrollgruppe (KG) eingeteilt. Die KT absolvierte mindestens dreimal wöchentlich für 30 - 45 Minuten ein isokinetisches Ganzkörpertraining mit acht bis zehn Wiederholungen. Die AT trainierte ebenfalls dreimal wöchentlich für 30 - 45 Minuten auf dem Fahrradergometer. Die KG erhielt kein spezielles Trainingsprogramm und sollte ihre normalen täglichen Aktivitäten beibehalten. 27 Patienten beendeten die Studie und wurden nach sechs Monaten nochmals untersucht.

**Resultate:** Bezüglich des FVC zeigte der Interventionseffekt keine signifikanten Veränderungen ( $p = 0.083$ ). Bei der AT zeigte sich während der Trainingsperiode keine signifikante Abnahme ( $p = 0.07$ ). Die KT und die KG zeigten eine Abnahme, welche bei der KG deutlicher ausfiel als bei der Trainingsgruppe. Der Interventionseffekt bezüglich des  $FEV_1$  zeigte keine Signifikanz ( $p = 0.016$ ). Das  $FEV_1$  verschlechterte sich bei allen drei Gruppen signifikant während der Trainingsperiode ( $p = 0.002$ ). Der Abfall bei der AT fiel dabei am kleinsten aus. Das

RV und TLC zeigte im Interventionseffekt eine Signifikanz ( $p = 0.03$ ). Die KT wies am Ende eine Abnahme der Überblähung auf und die KG zeigte eine Zunahme der Lungenüberblähung. Die Maximalkraft sowie die mittlere Kraft der Arme und Beine nahmen in den ersten drei Trainingsmonaten zu, fielen jedoch in der zweiten Trainingsperiode wieder ab. Im gesamten Verlauf liegt keine statistische Signifikanz bezüglich der Kraftzunahme vor, jedoch besteht ein Trend dazu.

**Schlussfolgerung:** Ein überwachtes mehrmonatiges Ausdauer- oder Krafttraining trägt zu einer gebremsten Lungenfunktionsverschlechterung und zu einem konstanten Körpergewicht bei. Eine positive Auswirkung auf die Lungenüberblähung (RV / TLC) zeigt das Krafttraining, wohingegen das Ausdauertraining die Verschlechterung der Einsekundenkapazität bei forcierter Expiration abbremsen kann. Der grösste Effekt würde jedoch durch ein kombiniertes Ausdauer- und Krafttraining erzielt werden.





## 4.2 Studienübersicht

Tabelle 4. Studienübersicht

Autor / Studientitel	Jahr	Design	Sample	Intervention	Outcomes	Bewertung (max. 30.5)
Kriemler et. al.  Effekt eines 6-monatigen Trainingsprogramms auf die Gesundheit und körperliche Aktivität von Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit Cystischer Fibrose „CF-TRAIN“	2003	Randomisierte, kontrollierte  Multicenterstudie	Beginn: n=39  Ende: n=31	AT (zu Hause):  mind. 3x/Wo à 30 Min  KT (im Fitness Studio):  3x/Wo à 30 Min  KG: behält ihre normale körperliche Aktivität bei  Dauer: 6 Monate	<ul style="list-style-type: none"> <li>•KG signifikant niedrigere Lungenfunktion (<math>\Delta FEV_1</math> und <math>\Delta FVC</math>) als AT und KT</li> <li>•AT und KT kein Unterschied im Verlauf der Lungenfunktion</li> <li>•<math>\Delta W_{max}</math> ist bei AT signifikant höher als bei KT und KG</li> <li>•<math>VO_2</math> peak kein Unterschied zwischen AT und KT, jedoch signifikant höher als KG</li> </ul>	25.5 Punkte
Selvadurai et al.  Randomized controlled study of in-hospital exercise training programs in children with cystic fibrosis	2002	Randomisierte, kontrollierte  Studie	Beginn: n=66  Ende: n=62	AT: Laufband oder Veloergometer  5x/Wo à 30 Min  KT: Arm- und Beinübungen  5x/Wo, 5x10 Whd.  KG: Physiotherapie  Dauer: 18.6 Tage	<ul style="list-style-type: none"> <li>•AT verbesserte signifikant peak aerobic capacity, <math>FEV_1</math>, quality of life und activity levels</li> <li>•KT verbesserte signifikant <math>FEV_1</math> Beinkraft und die Lungenfunktion</li> <li>•KG verbesserte signifikant <math>FEV_1</math></li> <li>•keine Veränderung des FVC sowie der Sauerstoffsättigung während des Trainings bei allen 3 Gruppen</li> </ul>	27 Punkte

## Fortsetzung Tabelle 4.

<b>Autor / Studientitel</b>	<b>Jahr</b>	<b>Design</b>	<b>Sample</b>	<b>Intervention</b>	<b>Outcomes</b>	<b>Bewertung (max. 30.5)</b>
Klijn et. al.  Effects of anaerobic training in children with cystic fibrosis: A randomized controlled study	2004	Randomisierte, kontrollierte Studie	Beginn: n=23 Ende: n=20	TG: anaerobes Trainingsprogramm  2x/Wo à 30-45 Min  KG: Physiotherapie  Dauer: 3 Monate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Körperzusammensetzung, Lungenfunktion, periphere Muskelkraft sowie körperliche Aktivität änderten sich nicht signifikant</li> <li>• anaerobe und aerobe Leistungsfähigkeit bei der TG: signifikante Veränderungen in PP, MP sowie in VO<sub>2</sub> peak und Serum Laktat Level</li> <li>• KG: signifikante Verschlechterung im VO<sub>2</sub> peak</li> <li>• Lebensqualität: TG hatte signifikant höhere Scores, KG hatte keine Veränderungen</li> </ul>	25 Punkte
Gulmans et.al.  Outpatient exercise training in children with cystic fibrosis: physiological effects, perceived competence and acceptability	1999	Randomisierte, kontrollierte Studie	Beginn: n=15 Ende: n=14	IG: Fahrradergometer  5x/Wo à 20 Min  Dauer: 1 Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lungenfunktion (FEV<sub>1</sub>, FVC und RV/TLC) und Shwachmann Score verbesserten sich, jedoch nicht signifikant.</li> <li>• Knie- und Dorsalextensoren des Fusses verbesserten sich signifikant (p &lt; 0.05).</li> <li>• Die Hüftextensoren und die Armmuskulatur verbesserten sich, jedoch nicht signifikant.</li> <li>• SpO<sub>2</sub> max, Borg Skala, physische Aktivität und O<sub>2</sub> erreichten keine signifikanten Veränderungen</li> <li>• Selbstwertgefühl und wahrgenommene Kompetenzen zeigten signifikante Verbesserungen (p &lt; 0.05)</li> </ul>	26 Punkte

## Fortsetzung Tabelle 4.

<b>Autor / Studientitel</b>	<b>Jahr</b>	<b>Design</b>	<b>Sample</b>	<b>Intervention</b>	<b>Outcomes</b>	<b>Bewertung (max. 30.5)</b>
Orenstein et. al.  Strength vs. aerobic training in children with cystic fibrosis: a randomized controlled trial	2004	Randomisierte, kontrollierte Studie	Beginn: n=62 Ende: n= 53	AT: Stepper 3x/Wo à 5 Min bis 30 Min  KT: Kraftübungen (Biceps Curls, lateral pulldowns, military und bench presses) 3x/Wo, steigende Anzahl Wiederholungen und Serien  Dauer: 1 Jahr	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Kraftmessungen zeigten eine signifikante Verbesserung</li> <li>• VO<sub>2</sub> peak: AT hatte keine signifikanten Veränderungen, KT verschlechterte sich in den 12 Monaten signifikant</li> <li>• PWC: AT zeigte signifikante Verbesserung in den 12 Monaten, KT von den Monaten 6-12</li> <li>• FEV<sub>1</sub>: AT wie auch KT nahm in den ersten 6 Monaten ab und stieg in den Monaten 6-12, für die AT jedoch nicht signifikant</li> <li>• QWB: keine signifikanten Veränderungen</li> </ul>	26.5 Punkte
Jørgensen et. al.  Auswirkung eines 6-monatigen Kraft- und Ausdauertrainings auf junge Patienten mit cystischer Fibrose	2000	Forschungsstudie	Beginn: n= 28 Ende: n= 27	AT: Fahrradergometer mit 85 % der VAT mind. 3x/Wo à 30-45 Min  KT: Kraftübungen 8-10 Whd mind. 3x/Wo à 30-45 Min  KG: normale Aktivitäten beibehalten  Dauer: 6 Monate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FVC zeigte signifikante Abnahme bei der KT (p=0.07), AT keine Abnahme → KG hatte deutlichere Abnahme</li> <li>• FEV<sub>1</sub> zeigte bei allen drei Gruppen eine signifikante Abnahme</li> <li>• KT zeigte im Interventionseffekt eine Signifikante Abnahme der Lungenüberblähung (p=0.03), KG zeigte eine Erhöhung der Überblähung</li> <li>• Wingate-Test Arme und Beine zeigte über die ganze Zeit keine signifikante Kraftzunahme, jedoch besteht ein Trend dazu</li> </ul>	27.5 Punkte

## 5 Diskussion

Die sechs ausgewählten Studien verglichen ein Kraft- mit einem Ausdauertraining oder untersuchten die Effekte nur einer der beiden Trainingsmethoden. Im Folgenden gehen die Autorinnen nur auf die Lungenfunktionswerte ( $FEV_1$ , FVC, RV / TLC), die Leistungsfähigkeit ( $VO_2$ ,  $W_{max}$ ), die Kraft, wie auch auf die Lebensqualität ein, da diese Parameter zur Beantwortung der Fragestellung von grosser Bedeutung sind. Alle sechs untersuchten Studien zeigen, dass Kinder wirklich Kinder und nicht einfach nur kleine Erwachsene sind. Der Umstand, dass die Kinder und Jugendlichen noch im Wachstum sind, erschwert es, signifikant gültige Aussagen über den Effekt oder die Wirkung von Kraft- und/oder Ausdauertraining zu machen. Trainingseffekte sollten immer in Bezug zu Körpergrösse und -gewicht beurteilt werden, da diese auch Änderungen der Lungenfunktion und somit der Leistungsfähigkeit mit sich ziehen.

In allen Studien, ausser bei der von Selvadurai et al. (2002), waren die Kinder in einer stabilen Krankheitssituation und hatten eine leichte bis mittlere Krankheitsschwere. Selvadurai et al. (2002) waren die einzigen, die Kinder im Akutstadium, welche mit einer Lungenexazerbation ins Spital eingeliefert wurden, im Spital untersuchten. Dies muss bei der Beurteilung der verschiedenen Resultate berücksichtigt werden, da diese Studie viel kürzer (im Durchschnitt rund 18-tägiger Spitalaufenthalt) dauerte und andere Voraussetzungen bezüglich der Krankheit vorlagen.

### 5.1 Einfluss auf die Lungenfunktion

Klijn et al. (2004), Kriemler et al. (2003) und Gulmans et al. (1999) zeigten auf, dass Ausdauertraining keine signifikante Verbesserung der Lungenfunktion nach sich zieht. Bei der Studie von Jørgensen et al. (2000) zeigte sich sogar eine Abnahme der Lungenfunktion, wobei sich nur der  $FEV_1$ -Wert signifikant verschlechterte. Im Vergleich zur Kontrollgruppe wies die Ausdauergruppe eine deutlich weniger starke Verschlechterung der Lungenfunktion auf. Bei Selvadurai et al. (2002) konnte eine signifikante Verbesserung der Lungenfunktion festgestellt werden, wobei der FVC als einziger Parameter keine Signifikanz aufwies. Im Endeffekt etwa gleich blieben die

Parameter der Lungenfunktion bei der Ausdauergruppe von Orenstein et al. (2004), während sie bei der Krafttrainingsgruppe schlechter wurde ( $\text{VO}_2$  signifikant).

Selvadurai et al. (2002) zeigten auf, dass Krafttraining zu einem signifikant gesteigerten  $\text{FEV}_1$  führt. Die weiteren Parameter der Lungenfunktion verbesserten sich, wenn auch ohne Signifikanz. Einen positiven Trend zur Verbesserung haben zudem Kriemler et al. (2003) und Gulmans et al. (1999) beobachtet. Bei Jørgensen et al. (2000) verschlechterte sich die Lungenfunktion, wobei das  $\text{FEV}_1$  signifikant abnahm. Ein positiver Effekt des Krafttrainings wird in Bezug auf die Lungenüberblähung ersichtlich, welche signifikant abnahm. Gründe dafür können sein, dass durch den erhöhten intrathorakalen Druck des Krafttrainings, eine gesteigerte Thoraxbeweglichkeit und die daraus resultierende Bronchialdrainage das Sekret besser abgehustet werden kann. Es ist anzunehmen, dass Krafttraining zur Verbesserung der expiratorischen Atemmuskulatur führt und die Lungenüberblähung somit vermindert (Jørgensen et al., 2000).

Bei den vier Studien mit einer Kontrollgruppe (Klijn et al. (2004), Kriemler et al. (2003), Selvadurai et al. (2002) & Jørgensen et al. (2000)) wird ersichtlich, dass die Patienten in der Kontrollgruppe im Gegensatz zu den Interventionsgruppen immer deutlich schlechtere Werte aufwiesen. Zudem besteht bei allen Studien die Tendenz, dass sich die Lungenfunktion nach Beendigung der Trainingsperiode wieder verschlechterte.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein gezieltes Kraft-/Ausdauertraining oder die Kombination von beiden Trainingsmethoden einen positiven Effekt auf die Verbesserung der Lungenfunktion hat. Auch wenn nicht bei allen Studien (signifikante) Verbesserungen erzielt wurden, konnte festgestellt werden, dass zumindest die Verschlechterung der Lungenfunktion verlangsamt wird und sich somit die Lebensqualität der CF-Patienten verbessern kann.

## **5.2 Einfluss auf die Kraft**

Vier Studien (Orenstein et al. (2004), Selvadurai et al. (2002), Jørgensen et al. (2000) & Gulmans et al. (1999)) untersuchten die Auswirkungen von Kraft- und

Ausdauertraining bezüglich der Arm- und/oder Beinkraft. Orenstein et al. (2004) und Jørgensen et al. (2000) weisen durch Ausdauertraining signifikante Verbesserungen der Armkraft nach, wobei nach Trainingshälfte die Tendenz besteht, dass die Kraftwerte stagnieren. Dies führen die Autorinnen auf den unspezifischen Trainingseffekt, welcher ein Ausdauertraining auf die Kraft hat, zurück. Durch die vermehrte körperliche Aktivität erreichten die Probanden anfangs auch ohne spezielles Armkrafttraining eine Verbesserung. Nachdem dieses Potential ausgeschöpft wurde, könnte nur noch mit einem gezielten Krafttraining eine Verbesserung erzielt werden. Bezüglich der Beinkraft konnte eine signifikante Verbesserung festgestellt werden, wobei der Effekt in der Studie von Jørgensen et al. (2000) in der zweiten Trainingsperiode wieder verloren ging.

Eine Verbesserung der Armkraft mittels Krafttraining konnte bei Orenstein et al. (2004), Jørgensen et al. (2000) und Gulmans et al. (1999) festgestellt werden. Orenstein et al. (2004) wiesen als einzige eine signifikante Veränderung nach. Was die Beinkraft betrifft, konnten bei allen drei Studien grösstenteils signifikante Verbesserungen aufgezeigt werden.

Selvadurai et al. (2002) untersuchten die Kraft im Allgemeinen und stellten fest, dass sowohl Ausdauer- als auch Krafttraining eine Verbesserung herbeiführten, wobei das Krafttraining eine Signifikanz aufwies. Die Kontrollgruppe zeigte im Vergleich mit den Interventionsgruppen eine Verminderung der Kraft. Aus diesen Ergebnissen schliessen die Autorinnen, dass die normale Dekonditionierung eines Spitalaufenthalts durch gezieltes Training aufgehalten werden kann. Die Verbesserung der Kontrollgruppe nach Spitalaustritt ist darauf zurückzuführen, dass diese Patienten motiviert waren sich ebenfalls zu verbessern und mit dem Training anzufangen.

### **5.3 Einfluss auf die Leistungsfähigkeit**

Laut Klijn et al. (2004), Orenstein et al. (2004), Kriemler et al. (2003) und Selvadurai et al. (2002) verbesserte sich mittels Ausdauertraining die Leistungsfähigkeit der Probanden signifikant. Bei Kriemler et al. (2003) zeigt sich nach Beendigung des Trainings eine Abnahme der Leistungsfähigkeit. Durch

Krafttraining verbesserte sich die Leistungsfähigkeit bei den Studien von Orenstein et al. (2004), Kriemler et al. (2003), Selvadurai et al. (2002) und Gulmans et al. (1999). Orenstein et al. (2004) wiesen als einzige signifikante Verbesserungen auf. Nach Beendigung des Trainings zeigte sich bei Kriemler et al. (2003) wieder eine Abnahme der Leistungsfähigkeit. Der positive Effekt von Kraft- und Ausdauertraining auf die Leistungsfähigkeit wird anhand der Kontrollgruppen bei Klijn et al. (2004), Kriemler et al. (2003) und Selvadurai et al. (2002) ersichtlich, welche zum Teil signifikante Verschlechterungen aufwiesen. Bei Kriemler et al. (2003) verbesserte das Ausdauertraining die Leistungsfähigkeit signifikant mehr als das Krafttraining. Ein Grund dafür könnte sein, dass die Leistungsfähigkeit bei den zwei Gruppen bereits vor Beginn des Trainings signifikant unterschiedlich war und die Ausdauergruppe von Anfang an niedrigere Werte aufwies und sich dadurch mehr verbessern konnte.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein gezieltes Kraft-/Ausdauertraining oder die Kombination von beiden Trainingsmethoden eine Verbesserung der Kraft wie auch der Leistungsfähigkeit mit sich bringen. Dank der höheren Leistungsfähigkeit und der damit einhergehenden grösseren Aktivität der Patienten verbesserte sich deren Lebensqualität.

#### **5.4 Einfluss auf die Lebensqualität**

Vier der ausgewählten Studien (Klijn et al. (2004), Orenstein et al. (2004), Selvadurai et al. (2002) & Gulmans et al. (1999)) untersuchten explizit die Lebensqualität. Gulmans et al. (1999) haben die Lebensqualität mit den Parametern Selbstwahrnehmung und Selbstwertgefühl ausgedrückt. Sie stellten fest, dass sich diese während der Trainingszeit signifikant erhöhten, jedoch in der Zeit nach Abschluss des Trainings wieder sanken. Dies zeigt, dass die Teilnahme an einem Programm mit körperlicher Aktivität zu einem höheren Selbstwertgefühl und somit auch zu einer als höher empfundenen Lebensqualität beiträgt. Den Zusammenhang zwischen verbesserter Lebensqualität und positiven Veränderungen der Leistungsfähigkeit bestätigen auch Klijn et al. (2004). Für Selvadurai et al. (2002) ist der Parameter Lebensqualität einfacher mit Ausdauer- wie mit Krafttraining zu verbessern. Änderungen der Lebensqualität korrelieren eher mit Veränderungen der „peak aerobic capacity“ als mit Lungenfunktionsveränderungen. Die Studie von

Orenstein et al. (2004) zeigte keine signifikanten Veränderungen der Lebensqualität. Da sich diese in der Studie aber nicht verschlechterte, hat das Kraft- und Ausdauertraining trotzdem einen positiven Effekt für CF-Patienten, indem es eine Abnahme der Lebensqualität verlangsamt.

## **5.5 Trainingsakzeptanz**

Besonders bei Gulmans et al. (1999) kommt zum Ausdruck, wie wichtig die Art des Trainings für die Teilnahme der Kinder ist. Damit Kinder über einen längeren Zeitraum zu körperlicher Aktivität motiviert werden können, darf die Intensität des Trainings nicht zu hoch sein. Zudem muss das Training Spass machen und einen abwechslungsreichen Aufbau haben. Diese Tatsache unterstützen auch Klijn et al. (2004), die betonen, dass ihr vielfältiges Trainingsprogramm Grund für die 98-prozentige Anwesenheit der Kinder im Training ist.

## **5.6 Kritische Hinterfragung der Studienauswahl**

Die Aktualität der untersuchten Studien wurde durch das Kriterium „Alter“ gewährleistet. Jedoch ist es sehr schwierig, die sechs ausgewählten Studien miteinander zu vergleichen, da alle Studien andere Untersuchungswerte kombinieren. Kritisch zu bewerten sind die Studien von Orenstein et al. (2004) und Gulmans et al. (1999) da diese keine Kontrollgruppen zum Vergleich aufweisen. Ohne eine Kontrollgruppe ist es sehr schwierig, eine relevante Aussage bezüglich des Interventionseffekts zu machen. Ein weiterer Punkt, welcher bei allen Studien nachteilig bewertet werden kann, ist die zum Teil sehr kleine Anzahl an Probanden. Die Autorinnen führen dies darauf zurück, dass es schwierig ist ausreichend CF-Patienten im Alter bis 30 Jahre zu finden, welche einerseits genügend motiviert sind und bei denen andererseits die Krankheit noch nicht zu weit fortgeschritten ist. Des Weiteren variiert die Dauer der Studie mit wenigen Tagen bis zu einem Jahr sehr stark, weshalb es schwierig ist, die Interventionseffekte miteinander zu vergleichen. Ebenfalls kann gesagt werden, dass die Anzahl Messungen sowie die Zeitpunkte der Messungen stark variieren und sich somit unterschiedliche Resultate zeigen, was wiederum den Vergleich erschwert. Ein weiterer Punkt, welcher die Resultate verfälschen kann, ist, dass einige Studien wie die von Selvadurai et al. (2002) noch

zusätzliche Interventionen, zum Beispiel eine IV-Therapie, enthielten. Dies könnte sich ebenfalls positiv auf die Verbesserung der Lungenfunktion/Leistungsfähigkeit ausgewirkt haben. Hinzu kommt, dass die Patienten gewisse Tests, wie zum Beispiel den Wingate-Test bei Jørgensen et al. (2000), nicht kannten. Dies hatte zur Folge, dass sich die Patienten zu Beginn der Messungen etwas zurückhielten. Nachdem sie merkten, dass der Test nicht schwierig war, gaben sie sich bei der Drei-Monate-Untersuchung vollständig aus, was negative Folgen wie Schwindel oder Übelkeit mit sich trug. Durch diese Erfahrung hielten sich die Teilnehmer bei der Sechs-Monate-Untersuchung wieder vermehrt zurück und wiesen deshalb schlechtere Werte auf. Die Autorinnen sind der Meinung, dass dies zu einem Bias führt und bei der Bewertung nicht vernachlässigt werden darf.

Alle oben genannten Gründe können somit Ursachen für die fehlende Signifikanz sein. Um bessere Aussagen betreffend Effektivität der Trainings machen zu können, wären weitere Studien mit mehr Probanden vonnöten. Ebenfalls wäre es optimal, Langzeitstudien durchzuführen, damit die Effekte über einen längeren Zeitraum beobachtet werden können.

## **5.7 Theorie-Praxis-Transfer**

Die Theorie zeigt die wichtigen Effekte von Kraft- und Ausdauertraining auf die Leistungsfähigkeit und die Lebensqualität bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit CF auf. Ein überwacht Ausdauertraining verbessert laut Kriemler et al. (2003) die Lungenfunktion nicht, verlangsamt jedoch deren Progredienz. Jørgensen et al. (2000) konnten feststellen, dass ein gezieltes Krafttraining die Funktion der expiratorischen Atemmuskulatur und die Thoraxbeweglichkeit steigert, was zu einer besseren Haltung und infolgedessen zu einer vergrößerten totalen Lungenkapazität führt. Demzufolge muss im Praxisalltag bei Patienten mit einer Lungenüberblähung an angepasstes Krafttraining gedacht werden. Mit Kraftübungen im Sitzen kann auch bei Patienten mit etwas schlechterer Verfassung trainiert und die Überblähung vermindert werden. Auch die Studie von Selvadurai et al. (2002) zeigt, dass ein gezieltes Kraft- und Ausdauertraining die Dekonditionierung im Spital aufhalten kann. Der verbesserte intrathorakale Druck führt zu vermehrtem Sekretauswurf, was eine Verbesserung der Lungenfunktion zur Folge hat. In der

Studie von Gulmans et al. (1999) führt das Training dazu, dass die CF-Patienten ihre Kompetenzen und ihr Selbstwertgefühl besser und bewusster wahrgenommen haben. Dadurch waren sie motiviert auch weiterhin an einem Training teilzunehmen und somit ihre Lebensqualität zu verbessern.

Die einzelnen guten Effekte der Trainings lassen den Schluss zu, dass durch eine Kombination von Kraft- und Ausdauertraining ein maximaler Effekt erreicht werden könnte. Selbstverständlich ist dabei zu beachten, die Kinder, Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit zwei Trainingsformen nicht zu überfordern und genügend Zeit für die Atemtherapie und die Erholungsphasen einzuplanen.

Wichtige Argumente für Kraft- und Ausdauertraining bei CF-Patienten:

- Kraft- und Ausdauertraining fördern die Leistungsfähigkeit im Alltag und steigern somit die Lebensqualität
- Verzögertes Fortschreiten der Progredienz
- Trainingsbeginn bereits im Kindesalter und bei noch nicht allzu stark ausgeprägter Krankheitsschwere kann die Lebenserwartung verlängern
- Dekonditionierung eines Spitalaufenthalts kann aufgehoben werden
- Studien zeigen keine negativen Auswirkungen der Trainingsformen auf

Wichtige Punkte bei der Umsetzung des Trainingsaufbaus:

- Spielerisch und abwechslungsreich
- Motivation wecken
- Vermitteln, dass Bewegung Spass macht
- Kombination mit Atemtherapie
- Praktikabilität → zeitlicher Aspekt, Trainingsaufwand, Material, etc.
- Wichtigkeit des Trainings aufzeigen → Patient Education
- Gruppentherapie → „gemeinsam sind wir stark“
- Vorsichtsmassnahmen beachten → Borg-Skala, SpO<sub>2</sub>, Dyspnoe, etc.
- Regelmässige Kontrolle des Trainings durch eine Fachperson → Physiotherapeut, Arzt
- Kontinuierliche Überprüfung und Anpassung des Trainings
- Regelmässigkeit des Trainings

- Möglichkeit zur Übertragung einzelner Übungen in Alltagsaktivitäten
- Eltern miteinbinden

## 6 Schlussfolgerung

Nach der intensiven Auseinandersetzung mit der Fachliteratur wird klar ersichtlich, dass ein körperliches Training, insbesondere Kraft- oder Ausdauertraining, die körperliche Leistungsfähigkeit bei CF-Patienten verbessert. Da sich keine Trainingsart favorisieren lässt, empfehlen die Autorinnen bei der Therapieplanung Aspekte aus beiden Trainingsformen miteinzubeziehen. Eine ausgewogene Kombination führt zu einer verbesserten Lungenfunktion, erhöhter Leistungsfähigkeit, mehr Kraft und einer höher empfundenen Lebensqualität. Die Autorinnen sind sich bewusst, dass den Folgen von CF nur mit Kraft- und Ausdauertraining nicht gerecht werden kann. Somit ist eine ausgewogene Kombination von Physiotherapie, Atemtherapie, medikamentöser Einstellung und körperlichem Training vonnöten, um den grösstmöglichen Nutzen für die Betroffenen zu erreichen.

Obwohl CF nicht heilbar ist und durch die Physiotherapie nur Symptombekämpfung betrieben werden kann, sind Kraft- und Ausdauertraining von grosser Bedeutung. Ohne Kraft- und/oder Ausdauertraining zeigte sich in einigen Studien eine signifikante Abnahme von Kraft, Lungenfunktion und/oder Leistungsfähigkeit. Dies konnte anhand der Kontrollgruppen bestätigt werden, die stets viel schlechtere Werte als die Trainingsgruppen aufwiesen. Dies verdeutlicht, wie viel Einfluss Physiotherapeuten durch ihre Arbeit mit den Patienten auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität der Betroffenen nehmen können. Es muss jedoch immer ins Bewusstsein gerufen werden, wie wichtig die Motivation und das Verständnis des Patienten für ein erfolgreiches Training sind. Nur wenn die Patienten ihre Erkrankung, die Folgen und die Wichtigkeit der Therapie und des Trainings nachvollziehen und verstehen können, ist an eine grosse Eigeninitiative zu denken. Daher ist es sehr wichtig, die beiden Trainingsformen in der Praxis umzusetzen und bei der Rehabilitation von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit CF anzuwenden.

## **6.1 Beantwortung der Fragestellung**

Welche Effekte haben Kraft- und Ausdauertraining auf die Verbesserung der Leistungsfähigkeit bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit cystischer Fibrose?

Kraft- und Ausdauertraining können die Lungenfunktion und die körperliche Leistungsfähigkeit verbessern oder zumindest die Progredienz verlangsamen. Dabei konnte festgestellt werden, dass Ausdauertraining eher eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Lebensqualität mit sich zieht. Krafttraining korreliert eher mit einer Verbesserung der Kraft- und Lungenfunktionswerten. Durch eine verbesserte Leistungsfähigkeit steigert sich jeweils auch die subjektiv empfundene Lebensqualität der Betroffenen, da sie wieder vermehrt aktiv an ihrem Leben teilhaben können und somit ein besseres Selbstwertgefühl aufweisen. Ein Vernachlässigen des Trainings und eine damit abnehmende Leistungsfähigkeit führen unweigerlich zu einer tieferen Lebensqualität.

## **6.2 Trainingsempfehlungen**

Wie bereits erläutert, empfehlen die Autorinnen nach intensiver Auseinandersetzung mit der Thematik eine Kombination von Kraft- und Ausdauertraining in den Therapieplan von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit CF zu integrieren. Die Intensität des Trainings hängt vom Gesundheitszustand der Betroffenen ab, muss aber wie üblich in der Trainingslehre, eine bestimmte Reizschwelle überschreiten, um einen Trainingseffekt zu erzielen. Zur Bestimmung der Trainingsintensität ist der Parameter Herzfrequenz von Bedeutung, welcher altersgerecht und individuell festgelegt wird. Die Trainingshäufigkeit muss so gewählt werden, dass neben der Belastung genügend Zeit für Regeneration bleibt. Die Autorinnen empfehlen daher drei Mal pro Woche ein kraft- und ausdauerbetontes Training mit einer Trainingsdauer von 30 bis 45 Minuten durchzuführen. Trotz allem sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass die CF-Patienten an den trainingslosen Tagen körperlich aktiv sind. Im Rahmen des Ausdauertrainings würden die Autorinnen Sportarten, die eine grosse Anzahl an Muskelgruppen einbeziehen (mehr als 1/6 der gesamten Skelettmuskulatur), den Vorrang geben. Gut denkbar wären somit Sportarten wie zum Beispiel Walking, Wandern, Joggen, Skilanglauf, Schwimmen, Radfahren, Aerobic oder auch Inline-

Skating. Die Autorinnen empfehlen jedoch, dies anfangs mit dem Patienten persönlich und dem involvierten Arzt zu besprechen und somit eine für alle Parteien passende Sportart zu finden. Krafttraining in einem angepassten Rahmen und bei Kindern zu Beginn nur mit dem eigenen Körpergewicht, befürworten die Autorinnen vor allem zur Verbesserung der Lungenfunktion. Die Atemtherapie wäre dann in das Krafttraining zu integrieren, um den positiven Effekt zu verstärken.

### **6.3 Offene Fragen / Zukunftsaussicht**

Da noch keine Langzeitstudien durchgeführt wurden, ist offen, wie die längerfristigen Erfolge in Bezug auf die Verbesserung der Leistungsfähigkeit aussehen. Auch ungeklärt ist die Frage, welches die optimalste Ausdauersportart für CF-Betroffene ist. Wie auf der Homepage Clinicaltrials ersichtlich ist, sind zukünftig Studien zur Verbesserung der aeroben Leistungsfähigkeit geplant. In dieser Studie werden die Teilnehmer über ein Jahr trainieren. Die Autorinnen sind der Meinung, dass nach Abschluss dieser Studie bessere Aussagen über den Langzeiteffekt gemacht werden können. Ebenfalls wichtig finden die Autorinnen, dass in Zukunft Studien geplant werden, die nebst Kraft- und Ausdauertraining auch andere Trainingsarten untersuchen. Eine geplante Studie untersucht zum Beispiel den Effekt eines Yogatrainings auf CF-Patienten. Die Autorinnen finden diesen Ansatz sinnvoll, da Yoga gelenkschonend ist, die Atmung miteinbezieht und eine positive Auswirkung auf die Haltung hat. Nur durch den Untersuch von verschiedenen Trainingsarten kann herausgefunden werden, welche Trainingsform den besten Effekt auf die Leistungssteigerung und somit Verbesserung der Lebensqualität bei CF-Patienten hat.

## Literaturverzeichnis

- Bush, A., Alton, E.W.F.W., Davies, J.C., Griesenbach, U. & Jaffe, A. (2006). *Cystic Fibrosis in the 21st Century*. Basel: S. Karger AG.
- ClinicalTrials.gov (k.D.). *ClinicalTrials.gov – A service of the U.S. National Institutes of Health*. Heruntergeladen von <http://clinicaltrials.gov/ct2/results?term=cystic+fibrosis+AND+children+AND+training> (30.05.2011).
- Dautzenroth, A. & Saemann, H. (2002). *Cystische Fibrose. Altersgerechte Physiotherapie bei Mukoviszidose*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Gulmans, V. A. M., de Meer, K., Brackel, H. J. L., Faber, J. A. J., Berger, R. & Helden, P. J. M. (1999). Outpatient Exercise Training in Children With Cystic Fibrosis: Physiological Effects, Perceived Competence and Acceptability. *Pediatric Pulmonology*, 28, 39-46.
- Hegner, J. (2006). *Training fundiert erklärt. Handbuch der Trainingslehre*. Magglingen : INGOLDVerlag / BASPO (Bundesamt für Sport Magglingen).
- Hottenrott, K. & Neumann, G. (2008). *Methodik des Ausdauertrainings*. Schorndorf: Hofmann–Verlag.
- Jørgensen, L. B. & Turnes-Heuberger, C. (2000). *Auswirkungen eines 6-monatigen Kraft- und Ausdauertrainings auf junge Patienten mit Cystischer Fibrose. Diplomarbeit zur Erlangung des Eidg. Turn- und Sportlehrerdiplooms II*. Zürich: Eidg. Technische Hochschule Zürich, Institut für Sport- und Bewegungswissenschaften, Abteilung für Turn- und Sportlehrer.
- Klijn, P. H. C., Oudshoorn, A., van der Ent, C. K., van der Net, J., Kimpen, J. N. & Helden, P. J. M. (2004). Effects of Anaerobic Training in Children With Cystic Fibrosis: A Randomized Controlled Study. *Chest* 2004, 125, 1299-1305.
- Klinke, R., Pape, H. & Silbernagl S. (2005). *Physiologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Knechtle B. (2002). *Aktuelle Sportphysiologie. Leistung und Ernährung im Sport*. Basel: Karger AG.
- Kriemler, S., Hebestreit, A., Hebestreit, H. & Bachmann, M. (2003). *Effekt eines 6-monatigen Trainingsprogramms auf die Gesundheit und körperliche Aktivität von Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit Cystischer Fibrose „CF-Train“*. Zürich: Klinik für Kinder und Jugendliche, Stadtspital Triemli.

- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Bosch, J. & Westmorland, M. (1998). *Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien*. Kanada: McMaster-Universität.
- Lindemann, H., Tümmler, B. & Dockter, G. (2004). *Mukoviszidose – Zystische Fibrose*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Muster, M. & Zielinski, R. (2006). *Bewegung und Gesundheit. Gesicherte Effekte von körperlicher Aktivität und Ausdauertraining*. Darmstadt: Steinkopff Verlag.
- Nixon, P. A., Orenstein, D. M. & Kelsey, S. F. (2001). Habitual physical activity in children and adolescents with cystic fibrosis. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 33, 30-35.
- Oczenski, W., Andel, H. & Werba, A. (2006). *Atmen – Atemhilfen. Atemphysiologie und Beatmungstechnik*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Orenstein, D. M., Hovell, M. F., Mulvihill, M., Keating, K. K., Hofstetter, C. R., Kelsey, S., Morris, K. & Nixon, P. A. (2004). Strength vs. Aerobic Training in Children with Cystic Fibrosis: A Randomized Controlled Trial. *Chest* 2004, 126, 1204-1214.
- Peebles, A., Connett, G., Maddison, J. & Gavin, J. (2005). *Cystic Fibrosis Care. A practical guide*. Edinburgh: Elsevier.
- Pschyrembel Online Premium (2011). Heruntergeladen von <http://www.wdg.pschyrembel.de/Xaver/start.xav?col=Pschyrembel> (19.04.2011).
- Radlinger, L., Bachmann, W., Homburg, J., Leuenberger, U. & Thaddey, G. (1998). *Rehabilitatives Krafttraining*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Radlinger, L., Bachmann, W., Homburg, J., Leuenberger, U. & Thaddey, G. (1998). *Rehabilitative Trainingslehre*. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Reinhardt, D., Götz, M., Kraemer, R. & Schöni, M.H. (2001). *Cystische Fibrose*. Berlin: Springer Verlag.
- Renneberg, B. & Hammelstein, P. (2006). *Gesundheitspsychologie*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Rost, R. (2005). *Sport und Bewegungstherapie bei Inneren Krankheiten. Lehrbuch für Sportlehrer, Übungsleiter, Physiotherapeuten und Sportmediziner*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag GmbH.
- Schweizerische Gesellschaft für Cystische Fibrose. (2010). *Das Krankheitsbild der Cystischen Fibrose* [PDF Dokument]. Heruntergeladen von

- [http://www.cfch.ch/fileadmin/user\\_upload/dokumente/cystische\\_fibrose/krankheit\\_d.pdf](http://www.cfch.ch/fileadmin/user_upload/dokumente/cystische_fibrose/krankheit_d.pdf) (20.05.2011).
- Selvadurai, H. C., Blimkie, C. J., Meyers, N., Mellis, C. M., Cooper, P. J. & Van Asperen, P. P. (2002). Randomized Controlled Study of In-Hospital Exercise Training Programs in Children With Cystic Fibrosis. *Pediatric Pulmonology*, 33, 194, 200.
- Shoemaker, M. J., Hurt, H. & Arndt, L. (2008). The Evidence Regarding Exercise Training in the Management of Cystic Fibrosis: A Systematic Review. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*, 19, 3.
- Spring, H., Dvořák, J., Dvořák, V., Schneider, W., Tritschler, T. & Villiger, B. (2005). *Theorie und Praxis der Trainingstherapie. Beweglichkeit – Kraft – Ausdauer – Koordination*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Van den Berg, F. (2003). *Angewandte Physiologie 1. Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Van Doorn, N. (2010). Exercise programs for children with cystic fibrosis: A systematic review of randomized controlled trials. *Disability and Rehabilitation*, 32(1),41-49.
- Van Duijn, A. (2008). *Skript Physiologie*. Winterthur: ZHAW.
- Van Gestel, A. J. R. (2009). *Die Lunge. Biomedizinische Grundlagen II*. Winterthur: ZHAW.
- Weineck, J. (2004). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings*. Balingen: Spitta Verlag GmbH & Co.
- Zimmermann, K. (2000). *Gesundheitsorientiertes Muskelkrafttraining. Theorie – Empirie – Praxisorientierung. Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport*. Schorndorf: Verlag Hofmann.
- Zintl, F. & Eisenhut, A. (2009). *Ausdauertraining. Grundlagen, Methoden, Trainingssteuerung*. München: BLV Buchverlag GmbH & Co. KG.

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1. Schematische Darstellung des CFTR-Gens (Bush et al., 2006, S.3)

Abbildung 2. Auswirkungen des Gendefekts bei CF am Beispiel der Bronchien (Dautzenroth, 2002, S.1)

Abbildung 3. Circulus vitiosus (Lindemann et al., 2004, S.36)

Abbildung 4. Faktoren, welche die Kraft beeinflussen (Hegner, 2006, S.126)

Abbildung 5. Charakteristiken einer motorischen Einheit (van der Berg, 2003, S.193)

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1. Grundsätze für das Krafttraining in verschiedenen Altersgruppen

Tabelle 2. Differenzierte Einteilung der Ausdauerarten

Tabelle 3. Lungenfunktionswerte

Tabelle 4. Studienübersicht

## **Diagramme**

Die Diagramme in den Studienzusammenfassungen haben die Autorinnen anhand der schriftlichen Resultate selbständig erstellt.

## Glossar

### **Adaptation**

Trainingsinduzierte Anpassung bestimmter Gewebe, Organe und Organsysteme. Funktionelle Modifikation des Organismus auf verschiedene Anforderungen (van Duijn, 2008).

### **Aerobe Ausdauer**

„Ist die Summe aller Arbeitsbeträge, die durch den aeroben Abbau der chemisch gespeicherten Energie gewonnen werden kann“ (Hegner, 2006, S. 242). Ist auch die Fähigkeit, über längere Zeit im maximalen Laktat-Steadystate zu arbeiten. Die aerobe Ausdauer ist von der Grösse der durch den Stoffwechsel nutzbaren Energiespeicher abhängig (Hegner, 2006).

### **Aerobe Energiebereitstellung**

Aerobe Phosphorylierung: Energiefreisetzung (= ATP-Resynthese aus ADP und freien Phosphatgruppen) durch Oxidation von Glukose und/oder freien Fettsäuren. Dieser Prozess findet in den Mitochondrien statt und ist sauerstoffabhängig (Hegner, 2006).

### **Aerobe Leistungsfähigkeit**

Die Fähigkeit, im Rahmen des maximalen Laktat-Steadystates eine bestimmte Leistung zu erbringen. Diese ist abhängig von der Aktivität der Enzyme des aeroben Stoffwechsels in den Mitochondrien und der Leistungsfähigkeit des Sauerstoff-Aufnahme- und –Transportsystems (Hegner, 2006).

### **Anaerobe Glykolyse**

Energiefreisetzung durch sauerstoffunabhängige Stoffwechselprozesse (Pschyrembel Online Premium, 12.03.11).

### **Anaerobe Kapazität**

„Mass für den Umfang einer Arbeit, welche unter anaeroben Stoffwechselbedingungen [...] geleistet werden kann“ (Hegner, 2006, S.244)

### **Anaerobe Leistungsfähigkeit**

„Fähigkeit, eine bestimmte Leistung zu realisieren, indem alle Energiequellen submaximal oder maximal ausgeschöpft werden. Sie ist von den Kreatinphosphat- und Glykogenreserven und von der Aktivität der Enzyme des anaeroben Stoffwechsels abhängig“ (Hegner, 2006, S.244).

### **Antiobstruktive Therapie**

Medikamentöse Behandlung der Obstruktion (Lindemann et al. (2004), Reinhardt et al. (2001) und Dautzenroth et al. (2002)).

### **cAMP**

Abkürzung für Cyclo-Adenosinmonophosphat. Second messenger bei der Signaltransduktion vor allem hydrophiler Hormone (Pschyrembel Online Premium, 19.04.11).

### **Circulus vitiosus**

Ist lateinisch und steht für „Teufelskreis“ (van den Berg, 2003).

### **Exokrine Drüsen**

Exokrin: nach aussen absondernd

Exokrine Drüsen mit Absonderung an innere und äussere Körperoberflächen (Pschyrembel Online Premium, 19.04.11).

### **Exon**

Bezeichnung für den Bereich der DNA eines Eukaryoten, der in mRNA transkribiert wird. Verschiedene Exone sind durch sogenannte Introns unterbrochen, die nach der Transkription durch das Spleissen entfernt werden. Als Ergebnis des Spleissens werden die verschiedenen Exons eines Gens durch Ligasen fusioniert. Gene können aus einem oder einer Vielzahl von Exonen (mehr als 60) bestehen (Pschyrembel Online Premium, 19.04.11).

### **Exzentrisch**

„Dynamisch negative, nachgebende, bremsende Muskelarbeit. Der Muskel verlängert sich“ (Hegner, 2006, S. 249).

### **Hypertrophie**

„Vergrößerung von Zellen. Der Einbau von kontraktilen Proteinen/Myofibrillen in der Muskulatur führt zu einer grösseren Muskelmasse und zu einer Zunahme der Querschnittfläche. Im Krafttraining sind vor allem die Typ-II-Fasern davon betroffen“ (Hegner 2006, S. 251).

### **Isometrisch**

„Kontraktionsform eines Muskels bei statischer Arbeitsweise. Die kontraktilen Elemente des Muskels verkürzen sich und die elastischen Komponenten werden gedehnt; der Muskel entwickelt Kraft, ohne seine Länge zu ändern“ (Hegner, 2006, S. 252).

### **Kaliberschwankungen**

Engstellung der Bronchien bei der Expiration und Weitstellung bei der Inspiration, um das Sekret zum Mund zu transportieren (Lindemann et al. (2004) und Dautzenroth et al. (2002)).

### **Konzentrisch**

„Dynamisch, positive, überwindende Muskelarbeit, bei welcher sich der Muskel verkürzt“ (Hegner, 2006, S. 254).

### **Mukoziliare Clearance**

Reinigungsfunktion der Zilien (Lindemann et al. (2004) und Dautzenroth et al. (2002)).

### **Mukolyse**

Orale oder inhalative Verflüssigung des Sekrets (Lindemann et al. (2004), Reinhardt et al. (2001) und Dautzenroth et al. (2002)).

## **Respiratorische Insuffizienz**

Gasaustauschstörung (Lindemann et al. (2004) und Dautzenroth et al. (2002)).

## **Schweisstest nach Gibson und Cooke**

Bei diesem Test wird die Schweißproduktion an der Innenseite des Unterarms mittels einer Gleichstromelektrode stimuliert und der austretende Schweiß wird mit Kapillarkollektoren abgefangen. Im Schweiß werden Natrium und/oder Chlorid bestimmt. Damit der Test eine sichere Diagnose aufweist, ist eine dreifache Bestimmung einer der beiden oben genannten Elektrolyten aus unterschiedlichen Schweißsimulationen erforderlich (Lindemann et. al., 2004).

## **Shwachmann Score**

Der Shwachman Score teilt den klinischen Status von Patienten mit CF ein. Es werden Punkte für folgende Parameter vergeben: allgemeine Aktivität, körperliche Untersuchung, Nahrung und Röntgenbildaufnahmen. Möglich ist ein Total von 100 Punkten. Umso höher das Punktetotal, umso besser ist die körperliche klinische Verfassung (Dr. med. Möller, A., Mail vom 10.02.2011).

## Wortzahl

Abstract: 210 Wörter  
Arbeit: 10'806 Wörter  
Total: 11'016 Wörter

## **Eigenständigkeitserklärung**

„Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benützung der angegebenen Quellen verfasst haben.“

Ort, Datum:

Ort, Datum:

---

Egger Lea

---

Feusi Martina

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchten sich die Autorinnen herzlich bei allen Personen bedanken, die uns im Verlauf der Bachelorarbeit unterstützt haben. Allen voran bedanken wir uns bei Frau Brigitte Fiechter Lienert für ihre kompetente Betreuung. Sie unterstützte uns stets durch konstruktive Treffen oder regen E-Mail-Austausch und war mit ihren Hinweisen und ihrer Kritik sehr hilfreich. Des Weiteren möchten die Autorinnen Herrn Dr. med. Alexander Möller der Universitäts-Kinderklinik Zürich danken. Er hat uns freundlicherweise bei Fragen mit seinem Fachwissen weitergeholfen und die CFQ-Fragebögen zur Verfügung gestellt. Ein weiterer Dank geht an all jene Personen, die Zeit investiert haben um die Arbeit Korrektur zu lesen. Schlussendlich möchten wir uns noch bei unseren Familien, Freunden und Mitstudierenden bedanken, die uns stets Mut zugesprochen, uns motiviert und mit ihren konstruktiven Feedbacks unterstützt haben.

**Anhang**

**Studienanalyseblätter**

**Studienanalyse**

Fragen / Unterfragen	Punkte	Kommentar
<b>Auswirkungen eines 6-monatigen Kraft- und Ausdauertrainings auf junge Patienten mit Cystischer Fibrose, Jørgensen et al. (2000)</b>	NV/V/G	NV = nicht vorhanden (0) V = vorhanden (1) G = gut (2)
Ziel/Zweck der Studie		
Ist das Ziel/der Zweck genau angegeben?	o x	Die Studie hat das Ziel, den Effekt eines überwachten 6-monatigen Kraft- und Ausdauertrainings auf den Krankheitsverlauf bei jungen Patienten mit CF mit spezieller Berücksichtigung der Körperzusammensetzung, Lungenfunktion und anaeroben Leistungsfähigkeit zu untersuchen.
Inwiefern bezieht sich die Studie auf unsere Fragestellung?	o o x	Da die Autorinnen dieser BA herausfinden möchten, welchen Effekt Kraft- und Ausdauertraining auf die Verbesserung der Leistungsfähigkeit bei jungen Patienten mit CF hat und ob das eine oder andere Training effektiver ist, ist diese Studie sehr gut geeignet, da sie sich genau auf unsere Fragestellungen bezieht.
Stichprobe		
Anzahl (n=?)	o x o	n=28 → 15- bis 30-jährige Patienten (15 männliche, 13 weibliche)
Ist die Stichprobe detailliert beschrieben? Sind die Ein- und Ausschlusskriterien erwähnt?	o o x	<b>Einschluss:</b> Patienten, die an CF erkrankt sind. Erkrankt gilt für die Durchführenden ein Proband, wenn 2x ein pathologisches Ergebnis im Schweißstest mittels Pilocarpin Iontophorese gemessen wurde, ein bis mehrere typische klinische Zeichen einer CF vorlagen und eine genetische Untersuchung die Mutation des CFTR Gens bestätigte. <b>Ausschluss:</b> Aus Sicherheitsgründen wurden Patienten mit fortgeschrittenem Krankheitsbild ausgeschlossen: FEV <sub>1</sub> <40 %, signifikante Rechtsherzinsuffizienz und Sauerstoffsättigungsabfall beim Ergometer unter 75 %.

Wurden die Fälle, die während der Studie oder vor den Schlussmessungen ausschieden angegeben?	o x	Ein Patient der Ausdauertrainingsgruppe gab nach der Basisuntersuchung auf, weil er nicht genügend Zeit für das Training aufbringen konnte.
Messungen		
Wie oft und wann wurde gemessen?	o x o	Gemessen wurde zu den Zeitpunkten 0, 3 und 6 Monate.
Sind die outcome Messungen zuverlässig (reliabel) und gültig (valide)?	o x	Folgendes wurde bei jeder Untersuchung gemessen: Lungenfunktion in Ruhe (FVC, FEV <sub>1</sub> , RV, TLV), anthropometrische Charakteristiken (Grösse, Gewicht, Körperzusammensetzung), submaximaler Belastungstest, Wingate Anaerobic Test der Beine (Bein-Wingate-Test), Wingate Anaerobic Test der Arme (Arm-Wingate-Test), Stufentest zur Bestimmung der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO <sub>2</sub> max) und der ventilatorischen anaeroben Schwelle (VAT)
Massnahmen		
Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben? (was, wie)	o o x	Alle Teilnehmer erhielten Inhalation, Physiotherapie, Pankreasenzyme und Vitamin-Supplemente <b>KT:</b> Im Fitnessstudio Abduktion des HG, Flexion des HG, Extension des KG, Beinpresse, Überzug mit den Armen, Brustpresse, Armzug von oben, Brustdrücken, über den Kopf drücken, Rumpfdrehung, Bauchflexion und Rückenstreckung → 8 - 10 Wiederholungen (4 sek. Kontraktion, 2 sek. Halten und 4 sek. zurück in ASTE) <b>AT:</b> Fahrradergometer mit einer Belastung entsprechend 85 % ihrer VAT im Fitnessstudio oder zu Hause
Anzahl Trainings pro Woche und Dauer der Trainingseinheit?	o o x	<b>KT:</b> mind. 3x pro Woche, Dauer 30 - 45 min <b>AT:</b> mind. 3x pro Woche, Dauer 30 - 45 min <b>KG:</b> kein spezielles Training (fahren mit dem normalen Lebensstil fort)
Zeitraum der Studie (wie lange)?	o o x	6 Monate

Ergebnisse / Schlussfolgerungen		
Sind die für unsere Fragestellung wichtigen Ergebnisse signifikant?	o x	<p><b>FEV<sub>1</sub></b>: hat über die Trainingszeit signifikant abgenommen (innerhalb einer Gruppe; zwischen den Gruppen / Interventionen zeigte sich keine Signifikanz)</p> <p><b>FVC</b>: signifikante Abnahme bei der KT, AT keine Abnahme, KG hat deutlichere Abnahme als KT und AT</p> <p><b>RV/TLC</b>: signifikanter Unterschied von der KT zur KG durch eine Abnahme der Überblähung</p> <p><b>Wingate-Test</b>: keine Signifikanz bei den Interventionen; jedoch signifikante Änderungen über die Trainingszeit betrachtet</p>
Können nachvollziehbare Empfehlungen abgegeben werden?	o x	<p>Durch Ausdauertraining kann die Verschlechterung von FEV<sub>1</sub> am ehesten verlangsamt werden.</p> <p>Krafttraining hilft der Verbesserung der expiratorischen Atemmuskulatur und führt somit zu einer verminderten Lungenüberblähung.</p> <p>Weder Ausdauer- noch Krafttraining führten zu einer Verbesserung der anaeroben Kraft, da deren prognostischer Faktor noch unklar ist.</p> <p>Ein kombiniertes Training erzielt wahrscheinlich die grössten Effekte.</p>
Allgemeine Angaben		
Ist eine Kontrollgruppe vorhanden?	o o x	Eine Kontrollgruppe ist vorhanden: sie sollten mit ihrem normalen Lebensstil fortfahren und ihre körperliche Aktivität in einem Trainingstagebuch protokollieren
Ist eine Ethikkommission involviert?	o x	Ethikkommission des Stadtspitals Triemli hat die Studie ohne Einschränkungen gutgeheissen
PEDRO - Kriterien		
Randomisierung	o x	Randomisierung in die drei Gruppen Kraft-, Ausdauertraining und Kontrollgruppe

Unabhängige (verblindete) Randomisierung	o x	Die Randomisierung war unabhängig, da die Probanden mittels Los in drei Gruppen eingeteilt wurden
Gruppen vor Behandlung vergleichbar	o x	Die verschiedenen gemessenen Parameter sind gut dargestellt und es ist ersichtlich, dass die Gruppen vor der Behandlung vergleichbar waren in Bezug auf Grösse, Kraft, Lungenfunktion, etc.
Verblindete Messungen	x o (1/2 Pkt)	Die Messungen wurden nicht verblindet durchgeführt.
Verblindete Patienten	x o (1/2 Pkt)	Die Patienten konnten nicht verblindet werden, da sie wissen mussten, ob sie Kraft, Ausdauer oder gar nicht trainieren mussten.
Verblindete Therapeuten	o x (1/2 Pkt)	Die Untersucher, die die Messungen durchgeführt hatten, waren nicht informiert, in welcher Gruppe sich der Proband befand.
Nachkontrolle bei 85% der Patienten	o x	Erfüllt. Patienten, die während den 6 Monaten über 20 % der Trainingszeit nicht trainieren konnten, wurden von der Auswertung ausgeschlossen; es erfüllten jedoch alle diese Vorgabe.
Intention-to-treat Analyse	o x	Die Patienten wurden dort analysiert, wo sie auch randomisiert wurden (Stadtspital Triemli Zürich).
Analyse: Vergleich zwischen den Gruppen	o x	Es wurde zwischen dem Interventionseffekt (Vergleich der Gruppen!) und dem Zeiteffekt (= innerhalb der Gruppe zu versch. Zeitpunkten) unterschieden, mittels der ANOVA-Analyse.
Zentrale Werte und Streuung (Standardabweichung, etc...)	o x	Datenanalyse mittels BMDP ANOVA-Analyse mit Turkey posthoc Test gepaarter t-Test $p < 0.05 = \text{signifikant}$
	<b>TOTAL PUNKTE: 27.5</b>	<b>Maximale Punktzahl: 30.5</b>

### Studienanalyse

Fragen / Unterfragen	Punkte	Kommentar
<b>Effekt eines 6-monatigen Trainingsprogramms auf die Gesundheit und körperliche Aktivität von Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit Cystischer Fibrose "CF-TRAIN", Kriemler et al. (2003)</b>	NV/V/G	NV = nicht vorhanden (0) V = vorhanden (1) G = gut (2)
Ziel/Zweck der Studie		
Ist das Ziel/der Zweck genau angegeben?	o x	Ziel der Studie war zu überprüfen, ob Jugendliche und junge Erwachsene mit CF über einen längeren Zeitraum (= 6 Monate) motivierbar sind ein wirksames körperliches Training durchzuführen und welche Auswirkungen (kurz- und langfristig) ein solches Programm auf die körperliche Leistungsfähigkeit, die Lungenfunktion und die Lebensqualität hat.
Inwiefern bezieht sich die Studie auf unsere Fragestellung?	o o x	Die Studie trifft unsere Fragestellung genau, da sie die Auswirkungen von Kraft- und Ausdauertraining auf die körperliche Leistungsfähigkeit, die Lungenfunktion und die Lebensqualität untersucht. Zudem untersucht die Studie die Effektivität der Trainingsmethoden Kraft und Ausdauer.
Stichprobe		
Anzahl (n=?)	o x o	n=31 <b>AT:</b> 8, <b>KT:</b> 11 (Im Folgenden wird nur auf die Patienten welche in der Schweiz untersucht wurden eingegangen.
Ist die Stichprobe detailliert beschrieben? Sind die Ein- und Ausschlusskriterien erwähnt?	o x o	Patienten mit einem FEV <sub>1</sub> Wert unter 35 % des Vorhersagewertes wurden direkt ausgeschlossen.
Wurden die Fälle, die während der Studie oder vor den Schlussmessungen ausschieden angegeben?	o x	<b>Gründe:</b> zeitlicher Aufwand; verstorben (1x Autounfall, 1x progressive pulmonale Verschlechterung); häufig krank; ohne Grund
Messungen		

Wie oft und wann wurde gemessen?	o o x	Es fand eine Eingangsuntersuchung und Untersuchungen nach 3, 6, 12 und 24 Monaten nach Beginn der Studie statt.
Sind die outcome Messungen zuverlässig (reliabel) und gültig (valide)?	o x	Körperliche Untersuchung (Grösse, Gewicht, körperliche Aktivität, Erfragung der Probleme bei körperlicher Belastung) Lungenfunktion: FVC und FEV <sub>1</sub> mit Spirometer W <sub>max</sub> und VO <sub>2</sub> peak mit Fahrradergometertest
<b>Massnahmen</b>		
Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben? (was, wie)	x o o	Nein. Bekannt ist, dass die Teilnehmer entweder ein Krafttraining (im Fitnessstudio) oder ein Ausdauertraining (zu Hause) durchführten. Wie das genau aussah, ist unbekannt.
Anzahl Trainings pro Woche und Dauer der Trainingseinheit?	o o x	Mindestens 3x wöchentlich à 30 Minuten
Zeitraum der Studie (wie lange)?	o o x	6 Monate
<b>Ergebnisse / Schlussfolgerungen</b>		
Sind die für unsere Fragestellung wichtigen Ergebnisse signifikant?	o x	FEV <sub>1</sub> und FVC waren bei der KG signifikant niedriger als bei den Trainingsgruppen. AT und KT kein Unterschied im Verlauf der Lungenfunktion. W <sub>max</sub> ist in der AT signifikant höher als in der KT und KG. VO <sub>2</sub> peak kein Unterschied zwischen AT und KT jedoch signifikant höher als KG.
Können nachvollziehbare Empfehlungen abgegeben werden?	o x	Körperliches Training beeinflusst die Lungenfunktion und Leistungsfähigkeit bei CF Patienten positiv. Überwachtes Training hat den grössten Einfluss auf die Lungenfunktion. Längerfristig könnte sich jedoch ein nicht überwachtes Training besser auf die körperliche Leistungsfähigkeit auswirken.
<b>Allgemeine Angaben</b>		
Ist eine Kontrollgruppe vorhanden?	o o x	Ja

Ist eine Ethikkommission involviert?	o x	Zürcher Ethikkommission ist involviert.
<b>PEDRO - Kriterien</b>		
Randomisierung	o x	Die Randomisierung erfolgte in drei Gruppen: Kraft, Ausdauer und Kontrolle
Unabhängige (verblindete) Randomisierung	o x	Die Randomisierung erfolgte per Losentscheid.
Gruppen vor Behandlung vergleichbar	o x	Die Gruppen waren zu Beginn der Studie vergleichbar in Bezug auf Konstitution, FVC, FEV <sub>1</sub> und VO <sub>2</sub> peak. Ein signifikanter Unterschied bestand im W <sub>max</sub> zwischen der Ausdauer- und der Kraftgruppe.
Verblindete Messungen	o x (1/2 Pkt.)	Die Ausgangsmessungen waren verblindet, da noch niemand wusste, wer in welche Gruppe eingeteilt wird.
Verblindete Patienten	x o (1/2 Pkt.)	Die Patienten konnten nicht verblindet werden, da ihnen ja klar sein musste, ob sie Ausdauer oder Kraft zu trainieren haben.
Verblindete Therapeuten	x o (1/2 Pkt.)	Auch die Therapeuten, welche beim überwachten Training die Patienten betreuten, konnten nicht verblindet werden.
Nachkontrolle bei 85% der Patienten	o x	Ist beschrieben und erfüllt.
Intention-to-treat Analyse	o x	Erfüllt.
Analyse: Vergleich zwischen den Gruppen	o x	Es wurden Vergleiche zwischen Ausdauer und Kraft, zwischen Ausdauer und Kraft zur Kontrollgruppe und zwischen den schweizer und den deutschen Patienten angestellt (ANOVA).
Zentrale Werte und Streuung (Standardabweichung, etc...)	o x	Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha$ von $p < 0.05$
	<b>TOTAL PUNKTE: 25.5</b>	<b>Maximale Punktzahl: 30.5</b>

Studienanalyse

Fragen / Unterfragen	Punkte	Kommentar
<b>Randomized Controlled Study of In-Hospital Exercise Training Programs in Children With Cystic Fibrosis, Selvadurai et al. (2002)</b>	NV/V/G	NV = nicht vorhanden (0) V = vorhanden (1) G = gut (2)
Ziel/Zweck der Studie		
Ist das Ziel/der Zweck genau angegeben?	o x	Die Studie vergleicht Kraft- und Ausdauertraining bei Kindern mit CF, welche wegen einer Lungenexazerbation ins Spital eingeliefert wurden.
Inwiefern bezieht sich die Studie auf unsere Fragestellung?	o x o	Bezieht sich insofern auf unsere Fragestellung, da wir auch Kraft- und Ausdauertraining vergleichen. Einziger Unterschied: Wir möchten das allgemein analysieren und nicht nur bei Patienten, die mit einer Exazerbation ins Spital eingeliefert wurden.
Stichprobe		
Anzahl (n=?)	o o x	n=66 <b>AT: 22; RT: 22, KG: 22</b>
Ist die Stichprobe detailliert beschrieben? Sind die Ein- und Ausschlusskriterien erwähnt?	o o x	<b>Einschluss:</b> Alle CF-Kinder zwischen 8 - 16 Jahren die mit einer Lungenexazerbation (Husten ↑, eitriges Sputum, Unwohlsein, Röntgenbild, Gewichtsverlust und generelle Übelkeit) ins Spital eingeliefert wurden. <b>Ausschluss:</b> Kinder, welche bereits vor der Exazerbation tagsüber O <sub>2</sub> benötigten und jene mit bekannter pulmonaler Hypertonie.
Wurden die Fälle, die während der Studie oder vor den Schlussmessungen ausschieden angegeben?	o x	4 Kinder schieden nach den Eingangsuntersuchungen aus, da sie oder die Eltern befürchteten, in die Kontrollgruppe randomisiert zu werden. Jemand von der KG musste wegen Bluthusten für 2 Tage pausieren. Jemand von der AT verknackste sich den Fuss und verpasste dadurch 2 Trainingstage.

Messungen		
Wie oft und wann wurde gemessen?	o x o	Gemessen wurde beim Eintritt (nach 36 h) und Austritt, sowie einen Monat später.
Sind die outcome Messungen zuverlässig (reliabel) und gültig (valide)?	o x	Gewicht und Grösse mit einer elektr. Skala Shwachmann-Score zur Bestimmung des Schweregrads Lungenfunktion (FEV <sub>1</sub> und FVC) Laufbandtest Krafttest der UE: Isokinetic Cybex dynamometer (Quadriceps und Hamstrings des schlechteren Beins) Lebensqualität mittels Quality of Well Being Scale z.T. Accelerometer und Tagebuch
Massnahmen		
Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben? (was, wie)	o o x	Alle Kinder erhielten IV, Physiotherapie und Nahrungsergänzung im Spital. <b>AT:</b> Joggen auf unmotorisiertem Laufband oder Veloergometer mit max. HF von 70 % <b>RT:</b> OE und UE Krafttraining mit nonisokinetic resistance machine
Anzahl Trainings pro Woche und Dauer der Trainingseinheit?	o o x	<b>AT:</b> 5x / Woche à 30min. (Abbruch bei Borg 7/10); überwachtes Training <b>RT:</b> 5x / Woche beidseits 5x10 Whd., überwachtes Training
Zeitraum der Studie (wie lange)?	o x o	Die Kinder waren solange in der Studie, wie ihr Spitalaufenthalt dauerte = +/- 18.6 Tage. Plus einen Monat zusätzlich für die Abschlussuntersuchung.
Ergebnisse / Schlussfolgerungen		
Sind die für unsere Fragestellung wichtigen Ergebnisse signifikant?	o x	Der FEV <sub>1</sub> Wert wurde in allen drei Gruppen signifikant verbessert. Auch zeigte das AT eine signifikante Verbesserung der peak aerobic capacity, der Lebensqualität und des Aktivitätslevels. Die KT verbesserte zudem die Beinkraft. KG verbesserte signifikant FEV <sub>1</sub> und body mass. Keine Veränderung des FVC bei allen drei Gruppen sowie auch bei der Sauerstoffsättigung während des Trainings

Können nachvollziehbare Empfehlungen abgegeben werden?	<input type="radio"/> x	Da sich das FEV <sub>1</sub> bei allen Gruppen verbesserte, kann davon ausgegangen werden, dass die Lungenfunktion vor allem auch aufgrund der normalen Physiotherapie besser wird. Durch die unterschiedlichen Verbesserungen bei den einzelnen Trainingsmethoden kann angenommen werden, dass eine Kombination von Ausdauer- und Krafttraining am effektivsten bei Kindern mit CF ist.
Allgemeine Angaben		
Ist eine Kontrollgruppe vorhanden?	<input type="radio"/> <input type="radio"/> x	Ist vorhanden. Sie erhielt die normale Physiotherapie, aber kein zusätzliches Training.
Ist eine Ethikkommission involviert?	<input type="radio"/> x	Die Ethikkommission des Spitals war mit der Studie einverstanden.
PEDRO - Kriterien		
Randomisierung	<input type="radio"/> x	Die Kinder wurden bei ihrem Eintritt ins Spital in drei Gruppen (aerobic, resistance, control) randomisiert.
Unabhängige (verblindete) Randomisierung	<input type="radio"/> x	Die Randomisierung erfolgte mit undurchsichtigen, verschlossenen Briefumschlägen.
Gruppen vor Behandlung vergleichbar	<input type="radio"/> x	Die Gruppen unterschieden sich vor der Behandlung in allen gemessenen Parameter nicht signifikant voneinander.
Verblindete Messungen	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> (1/2 Pkt.)	Nein
Verblindete Patienten	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> (1/2 Pkt.)	Nur die Patienten in der Kraftgruppe waren verblindet in Bezug auf den Widerstand der Geräte. Verblindung der Trainingsmethode war nicht möglich.
Verblindete Therapeuten	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> (1/2 Pkt.)	Die, welche das Training überwachten, waren nicht verblindet.
Nachkontrolle bei 85% der Patienten	<input type="radio"/> x	Die Nachkontrolle fand bei allen teilnehmenden Patienten statt.
Intention-to-treat Analyse	<input type="radio"/> x	Die Patienten wurden dort analysiert, wohin sie randomisiert wurden und bekamen alle die ihnen zugeteilte Behandlung.

Analyse: Vergleich zwischen den Gruppen	o x	Hat stattgefunden (mittels t-Test und ANOVA)
Zentrale Werte und Streuung (Standardabweichung, etc...)	o x	Standardabweichung: $p < 0.05$ t-Test Duncan's Test (für Gruppendifferenz) SPSS-PC + package (Version 5.0)
	<b>TOTAL PUNKTE: 27.0</b>	<b>Maximale Punktzahl: 30.5</b>

Studienanalyse

Fragen / Unterfragen	Punkte	Kommentar
<b>Effects of Anaerobic Training in Children With Cystic Fibrosis: A Randomized Controlled Study, Klijn et al. (2004)</b>	NV/V/G	NV = nicht vorhanden (0) V = vorhanden (1) G = gut (2)
Ziel/Zweck der Studie		
Ist das Ziel/der Zweck genau angegeben?	o x	Das Ziel der Studie ist, die Effekte eines anaeroben Trainings zu erforschen in Bezug auf aerobe und anaerobe Leistung, Lungenfunktion, periphere Muskelkraft und Lebensqualität von Kindern mit CF.
Inwiefern bezieht sich die Studie auf unsere Fragestellung?	o o x	Obwohl die Autorinnen der BA eher aerobe Ausdauer im Auge hatten, bezieht sich die Studie auf die Fragestellung, da sie der Frage nachgeht, in welchem Masse anaerobes Training hilft, die aerobe und anaerobe Leistungsfähigkeit und somit auch die Lebensqualität von CF-Kindern zu verbessern.
Stichprobe		
Anzahl (n=?)	o x o	n=20 <b>TG: 11; KG: 9</b>
Ist die Stichprobe detailliert beschrieben? Sind die Ein- und Ausschlusskriterien erwähnt?	o o x	<b>Einschluss:</b> Kinder im Alter zwischen 9 - 18 Jahren; stabile klinische Verfassung (z.B. kein Antibiotika drei Monate vor Studienbeginn); keine zusätzlichen muskuloskelettalen Erkrankungen; FEV <sub>1</sub> > 30 % des Vorhersagewertes.
Wurden die Fälle, die während der Studie oder vor den Schlussmessungen ausschieden angegeben?	o x	Ja. Zwei konnten die Studie aufgrund einer Lungenexazerbation nicht beenden und einem Patienten wurde der Aufwand zu gross.
Messungen		
Wie oft und wann wurde gemessen?	o x o	Gemessen wurde zu Beginn, 7 Tage nach Abschluss des Trainingprogramms und 12 Wochen später.

<p>Sind die outcome Messungen zuverlässig (reliabel) und gültig (valide)?</p>	<p>o x</p>	<p>Gewicht (BMI) Grösse mit Stadiometer Lungenfunktion nach der Inhalation FVC, FEV<sub>1</sub> und forced expiratory flow RV und TLC mit volume-constant body plethysmograph periphere Muskelkraft mittels Isometrie-Test (Schulter- Abduktoren, Ellbogenflexoren, Hüft- und Knieextensoren) anaerobic und aerobic Test mittels Veloergometer anaerobic performance mittels Wingate anaerobic test (WanT) W<sub>max</sub> Skala zur Messung der physical activity Lebensqualität mittels HRQOL-Fragebogen (CFQ)</p>
<p>Massnahmen</p>		
<p>Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben? (was, wie)</p>	<p>o o x</p>	<p>Ja. Anaerobes Training mittels Parcours, welcher Geschicklichkeit, Gleichgewicht, Koordination und Ausdauer enthält (Ganzkörpertraining).</p>
<p>Anzahl Trainings pro Woche und Dauer der Trainingseinheit?</p>	<p>o x o</p>	<p>2x pro Woche, 30 - 45 mit anaeroben Aktivitäten von 20 - 30 Sekunden.</p>
<p>Zeitraum der Studie (wie lange)?</p>	<p>o x o</p>	<p>12 Wochen</p>
<p>Ergebnisse / Schlussfolgerungen</p>		
<p>Sind die für unsere Fragestellung wichtigen Ergebnisse signifikant?</p>	<p>o x</p>	<p>Es gab keine signifikanten Veränderungen in Bezug auf die Lungenfunktion und die periphere Muskelkraft. Grösse und Gewicht änderten sich signifikant. Anaerobe und aerobe Leistungsfähigkeit bei der TG: signifikante Veränderungen in PP, MP sowie in VO<sub>2</sub> peak und serum Laktat Level. KG: signifikante Veränderungen in VO<sub>2</sub> peak Lebensqualität: TG hatte signifikant höhere Scores in den physical functions (KG hatte keine Veränderungen)</p>

Können nachvollziehbare Empfehlungen abgegeben werden?	o x	Durch die Teilnahme an einem strukturierten, anaeroben Trainingsprogramm kann sich die aerobe und anaerobe Leistungsfähigkeit und die Lebensqualität von Kindern mit leichtem bis mittlerem CF verbessern. Trotzdem empfiehlt die Studie ein Übungsprogramm für Kinder mit CF, welches sich aus aeroben und anaeroben Training und Krafttraining zusammensetzt.
<b>Allgemeine Angaben</b>		
Ist eine Kontrollgruppe vorhanden?	o o x	Ja, auch CF Kinder mit den gleichen Einschlusskriterien wie die Trainingsgruppe
Ist eine Ethikkommission involviert?	o x	Ja.
<b>PEDRO - Kriterien</b>		
Randomisierung	o x	Ja, RCT
Unabhängige (verblindete) Randomisierung	o x	Ja, mit verschlossenen Couverts.
Gruppen vor Behandlung vergleichbar	o x	Ja, es gab keine signifikanten Unterschiede in allen Parameter.
Verblindete Messungen	x o (1/2 Pkt)	Bei den Baseline Messungen, nachher nicht mehr.
Verblindete Patienten	x o (1/2 Pkt)	Nein, ist nicht möglich.
Verblindete Therapeuten	x o (1/2 Pkt)	Die anfänglichen Forscher waren für the experimental condition verblindet, nachher nicht mehr.
Nachkontrolle bei 85% der Patienten	o x	Ja.
Intention-to-treat Analyse	o x	Ja.
Analyse: Vergleich zwischen den Gruppen	o x	Mittels Varianz, t-Test
Zentrale Werte und Streuung (Standardabweichung, etc...)	o x	Shapiro-Wilks test
	<b>TOTAL PUNKTE: 25</b>	<b>Maximale Punktzahl: 30.5</b>

Studienanalyse

Fragen / Unterfragen	Punkte	Kommentar
<b>Outpatient exercise training in children with cystic fibrosis: physiological effects, perceived competence and acceptability, Gulmans et al. (1999)</b>	NV/V/G	NV = nicht vorhanden (0) V = vorhanden (1) G = gut (2)
Ziel/Zweck der Studie		
Ist das Ziel/der Zweck genau angegeben?	o x	Das Ziel der Studie war herauszufinden, was für einen Effekt ein Langzeittraining auf die Lungenfunktion, Ernährung, Grösse, Muskelkraft und die Lebensqualität hat. Zudem untersuchte sie die Akzeptanz für ein Heim-Veloprogramm.
Inwiefern bezieht sich die Studie auf unsere Fragestellung?	o o x	Die Studie untersuchte die Effekte eines Trainings auf dem Fahrradergometer bei Kindern mit CF, was uns hilft, einen Teilaspekt (Ausdauertraining) unserer Fragestellung zu bearbeiten.
Stichprobe		
Anzahl (n=?)	o x o	Start: n=15
Ist die Stichprobe detailliert beschrieben? Sind die Ein- und Ausschlusskriterien erwähnt?	o o x	<b>Einschluss:</b> positiver Schweisstest, klinisch stabile Verfassung, FEV <sub>1</sub> weniger 90% des Vorhersagewertes. <b>Ausschluss:</b> Kinder, welche Begleiterkrankungen wie einen kürzlichen Pneumothorax, Hemoptesis oder Arthritis hatten.
Wurden die Fälle, die während der Studie oder vor den Schlussmessungen ausschieden angegeben?	o x	Ja, ein Mädchen stoppte nach fünf Monaten aufgrund der Verschlechterung ihres Ernährungszustandes.
Messungen		

Wie oft und wann wurde gemessen?	o o x	Im ersten halben Jahr wurden die Ausgangsmessungen durchgeführt bei 0, 3 und 6 Monaten. Die gleichen Messungen wurden auch nach 6 und 12 Monaten durchgeführt. Im Trainingshalbjahr wurden die Kinder 1x pro Woche von einem Physiotherapeuten überprüft, der dann u.a. die Herzfrequenz während der Trainingssequenz protokollierte.
Sind die outcome Messungen zuverlässig (reliabel) und gültig (valide)?	o x	Gewicht mit Waage Lungenfunktion: FVC, FEV <sub>1</sub> , RV und TLC mit Pletysmograph Muskelkraft mit hand held dynamometer (Schulterabduktoren, Ellbogenflexoren und Handextensoren, Hüftextensoren, Knieextensoren und Dorsalextensoren des Fusses Veloergometertest (maximal exercise test - stufenweise): Wmax, V'O <sub>2</sub> max, O <sub>2</sub> pulsmax, SaO <sub>2</sub> max und Borg Trainingseinheit mittels Fragebogen
Massnahmen		
Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben? (was, wie)	o o x	Fahrradergometer: 2min aufwärmen mit niedriger Intensität, dann 16min mit höherer Intensität und wöchentlicher Steigerung und am Schluss noch ein cooling down von 2min.
Anzahl Trainings pro Woche und Dauer der Trainingseinheit?	o o x	5x pro Woche, jeweils 20 Minuten (1x / Woche überwachtes Training durch einen Physiotherapeuten)
Zeitraum der Studie (wie lange)?	o o x	12 Monate; Monate 0-6 nur Messungen, im zweiten Halbjahr Training.
Ergebnisse / Schlussfolgerungen		
Sind die für unsere Fragestellung wichtigen Ergebnisse signifikant?	o x	Die Lungenfunktion und der Shwachmann Score verbesserten sich nicht signifikant. Eine signifikante Verbesserung erreichte das V'O <sub>2</sub> max per kg und die Kraft der Beine. Lebensqualität und Akzeptanz verbesserten sich während der Trainingsperiode signifikant.

Können nachvollziehbare Empfehlungen abgegeben werden?	o x	Ein Fahrradergometer Training verbessert die Muskelkraft, die Belastbarkeit und führt zu einem besseren Selbstwertgefühl. Jedoch fand das Programm keine Akzeptanz, weshalb es weiterentwickelt oder in einer anderen Form nochmals überprüft werden müsste.
Allgemeine Angaben		
Ist eine Kontrollgruppe vorhanden?	o x o	Klassische Kontrollgruppe ist aus ethischen Gründen nicht vorhanden; jedoch dient die Trainingsgruppe mit ihren Daten aus dem ersten halben Jahr als Kontrolle.
Ist eine Ethikkommission involviert?	o x	Ja, ist involviert.
PEDRO - Kriterien		
Randomisierung	x o	Da es nur eine Gruppe gibt, konnte keine Randomisierung stattfinden.
Unabhängige (verblindete) Randomisierung	o x	Nein, da nur 1 Gruppe insgesamt
Gruppen vor Behandlung vergleichbar	o x	Total nur 1 Gruppe
Verblindete Messungen	x o (1/2 Pkt.)	Nicht möglich.
Verblindete Patienten	x o (1/2 Pkt.)	Nicht möglich.
Verblindete Therapeuten	x o (1/2 Pkt.)	Nicht möglich.
Nachkontrolle bei 85% der Patienten	o x	Ja, da nur jemand ausgeschieden ist.
Intention-to-treat Analyse	o x	Ja. Alle Messungen wurden in der gleichen Reihenfolge und von derselben Person durchgeführt.
Analyse: Vergleich zwischen den Gruppen	o x	Vergleich mittels MANOVA
Zentrale Werte und Streuung (Standardabweichung, etc...)	o x	Wilcoxon sign SPSS-PC p < 0.05
	<b>TOTAL PUNKTE: 26.0</b>	<b>Maximale Punktzahl: 30.5</b>

Studienanalyse

Fragen / Unterfragen	Punkte	Kommentar
<b>Strength vs. Aerobic Training in Children With Cystic Fibrosis: A Randomized Controlled Trial, Orenstein et al. (2004)</b>	NV/V/G	NV = nicht vorhanden (0) V = vorhanden (1) G = gut (2)
Ziel/Zweck der Studie		
Ist das Ziel/der Zweck genau angegeben?	o x	Das Ziel der Studie war, die Effekte eines Heimprogramms für die oberen Extremitäten mit den Effekten eines Aerobic Trainings zu vergleichen.
Inwiefern bezieht sich die Studie auf unsere Fragestellung?	o o x	Die Testung von Kindern im Kraft- und Ausdauerbereich bezieht sich auf unsere Fragestellung.
Stichprobe		
Anzahl (n=?)	o o x	n=62 im Alter von 8-18 Jahren (53 beendeten die Studie)
Ist die Stichprobe detailliert beschrieben? Sind die Ein- und Ausschlusskriterien erwähnt?	o o x	<b>Einschluss:</b> positiver Schweißtestes, 8-18 jährig <b>Ausschluss:</b> wenn Pat. Bereits an 20-minütigen aerobic Übungen oder Krafttrainings in den letzten 3 Wochen teilnahmen, peak work > 110%, oxygen uptake > 100% VO2 peak > 45mL/kg/min
Wurden die Fälle, die während der Studie oder vor den Schlussmessungen ausschieden angegeben?	o x	Von den anfänglich 143 erfüllten 67 die Einschlusskriterien. Bei fünf Geschwisterpaaren, die eingeschlossen wurden, wurde jeweils nur jemand davon ausgewertet, weshalb schlussendlich 62 Daten in die Schlussanalyse flossen. 7 von der AT und 2 vom KT schieden aus, weil sie nicht an den Schlussmessungen teilnahmen.
Messungen		
Wie oft und wann wurde gemessen?	o x o	Zu Beginn, nach 6 und nach 12 Monaten

Sind die outcome Messungen zuverlässig (reliabel) und gültig (valide)?	o x	Aerobic Fitness Test mittels Veloergometer Lungenfunktion mittels Spirometer Krafttest mittels 1 max. Wiederholung für bench press, biceps curls und leg extension Lebensqualität mittels quality of well-being (QWB) Skala Grösse und Gewicht
<b>Massnahmen</b>		
Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben? (was, wie)	o o x	<b>KT:</b> bekamen ein Gerät und wurden instruiert biceps curls, lateral pull-downs, military und bench presses zu machen. Gesteigert wurde mittels Erhöhung des Widerstands und/oder mittels der Anzahl Wiederholungen. <b>AT:</b> bekamen einen Stepper und wurden instruiert mit 5min zu beginnen und diese im Laufe der Studie auf 30min zu erhöhen.
Anzahl Trainings pro Woche und Dauer der Trainingseinheit?	o o x	Mindestens 3x / Woche
Zeitraum der Studie (wie lange)?	o o x	1 Jahr
<b>Ergebnisse / Schlussfolgerungen</b>		
Sind die für unsere Fragestellung wichtigen Ergebnisse signifikant?	o x	Bei der Kraft zeigten alle Messungen eine signifikante Verbesserung; bei der KT vor allem in der oberen Extremität und bei der AT in der unteren Extremität. Jedoch verbesserte sich die Lebensqualität nicht signifikant.
Können nachvollziehbare Empfehlungen abgegeben werden?	o x	Durch Krafttraining kann die Kraft bei CF-Kindern in der oberen Extremität verbessert werden. Mit beiden Trainingsmethoden kann die Kraft in den UE und OE verbessert werden.
<b>Allgemeine Angaben</b>		
Ist eine Kontrollgruppe vorhanden?	x o o	Keine Kontrollgruppe vorhanden
Ist eine Ethikkommission involviert?	x o	Nichts beschrieben

PEDRO - Kriterien		
Randomisierung	<input checked="" type="checkbox"/> x	Ja, Randomisierung der Kinder in Kraft- und Aerobicgruppe
Unabhängige (verblindete) Randomisierung	<input checked="" type="checkbox"/> x	Die Randomisierung erfolgte unabhängig.
Gruppen vor Behandlung vergleichbar	<input checked="" type="checkbox"/> x	keine signifikanten Unterschiede in der AT und KT
Verblindete Messungen	<input checked="" type="checkbox"/> x (1/2 Pkt.)	Ja, die Messungen wurden durchgeführt, ohne zu wissen in welcher Gruppe das Kind war.
Verblindete Patienten	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (1/2 Pkt.)	Ist nicht möglich.
Verblindete Therapeuten	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (1/2 Pkt.)	Die, die das Training überprüften, konnten auch nicht verblindet werden.
Nachkontrolle bei 85% der Patienten	<input checked="" type="checkbox"/> x	53 von 62 Teilnehmer beendeten die Studie =85%
Intention-to-treat Analyse	<input checked="" type="checkbox"/> x	Ja. Alle Tests wurden in the Exercise and the Pulmonary Funktion Testing Laboratories vom Kinderspital durchgeführt.
Analyse: Vergleich zwischen den Gruppen	<input checked="" type="checkbox"/> x	Ja.
Zentrale Werte und Streuung (Standardabweichung, etc...)	<input checked="" type="checkbox"/> x	t-Test p < 0.05 and p < 0.1
	<b>TOTAL PUNKTE: 26.5</b>	<b>Maximale Punktzahl: 30.5</b>

Studienanalyse

Fragen / Unterfragen	Punkte	Kommentar
<b>Effects of an Intensive 4-Week Summer Camp on Cystic Fibrosis: Pulmonary Function, Exercise Tolerance, and Nutrition, Blau et al. (2002)</b>	NV/V/G	NV = nicht vorhanden (0) V = vorhanden (1) G = gut (2)
Ziel/Zweck der Studie		
Ist das Ziel/der Zweck genau angegeben?	o x	Evaluation des Einflusses eines 4-wöchigen Camps auf die Lungenfunktion, Belastbarkeit und den Ernährungsstatus.
Inwiefern bezieht sich die Studie auf unsere Fragestellung?	x o o	Die Studie wurde v.a. gemacht, um ein solches Camp weiterführen zu kommen. Direkt auf unsere Fragestellung antwortet sie nicht.
Stichprobe		
Anzahl (n=?)	o x o	13 CF-Patienten aus Israel.
Ist die Stichprobe detailliert beschrieben? Sind die Ein- und Ausschlusskriterien erwähnt?	o x o	Eingeschlossen wurden Patienten im Alter von 9-25 Jahren mit einer milden bis moderaten Lungenerkrankung; was darunter genau verstanden wird, ist nicht definiert. Die Sauerstoffsättigung in Ruhe musste >94% betragen. Ausgeschlossen wurden Patienten mit einer akuten Exazerbation und wenn sie Burkholderia cepacia hatten.
Wurden die Fälle, die während der Studie oder vor den Schlussmessungen ausschieden angegeben?	o x	Niemand schied aus.
Messungen		
Wie oft und wann wurde gemessen?	o x o	Gemessen wurde vor und im Zeitraum von 2-10 Tagen nach dem Camp. Beide Messungen fanden in Israel statt.

Sind die outcome Messungen zuverlässig (reliabel) und gültig (valide)?	o x	Gemessen wurde: Gewicht, spirometry and flow-volume analysis before and after bronchodilator inhalation, MVV max. incremental exercise test mit ergometer: BP, heart rate, work rate, VO <sub>2</sub> , VE, SaO <sub>2</sub>
<b>Massnahmen</b>		
Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben? (was, wie)	o x o	Die Therapie bestand aus einer hochkalorischen Diät, 1-3h Physiotherapie pro Tag (abhängig von der Schwere der Krankheit), täglichen Wanderungen à 3-4h, 3x/Wo à je 2h Hallensport (Ballspiele, Trampolin, schwimmen).
Anzahl Trainings pro Woche und Dauer der Trainingseinheit?	o o x	Täglich viel verschiedenes, beachte vorhergehenden Punkt.
Zeitraum der Studie (wie lange)?	o x o	4 Wochen Training plus maximal 10 weitere Tage für Abschlussuntersuchung.
<b>Ergebnisse / Schlussfolgerungen</b>		
Sind die für unsere Fragestellung wichtigen Ergebnisse signifikant?	x o	Nein.
Können nachvollziehbare Empfehlungen abgegeben werden?	x o	Nein.
<b>Allgemeine Angaben</b>		
Ist eine Kontrollgruppe vorhanden?	x o o	Nein.
Ist eine Ethikkommission involviert?	o x	Ja und die Eltern der Kinder haben auch eingewilligt.
<b>PEDRO - Kriterien</b>		
Randomisierung	x o	Nein.
Unabhängige (verblindete) Randomisierung	x o	Nein.
Gruppen vor Behandlung vergleichbar	x o	Nein.
Verblindete Messungen	x o (1/2 Pkt)	Nein.

Verblindete Patienten	x o (1/2 Pkt)	Nein.
Verblindete Therapeuten	x o (1/2 Pkt)	Nein.
Nachkontrolle bei 85% der Patienten	o x	Ja.
Intention-to-treat Analyse	o x	Ja.
Analyse: Vergleich zwischen den Gruppen	x o	Nicht möglich.
Zentrale Werte und Streuung (Standardabweichung, etc...)	o x	Wurden angegeben.
	<b>TOTAL PUNKTE: 14.0</b>	<b>Maximale Punktzahl: 30.5</b>

**Studienanalyse**

Fragen / Unterfragen	Punkte	Kommentar
<b>Usefulness of a Program of Hospital-Supervised Physical Training in Patients With Cystic Fibrosis, Turchetta et al. (2004)</b>	NV/V/G	NV = nicht vorhanden (0) V = vorhanden (1) G = gut (2)
Ziel/Zweck der Studie		
Ist das Ziel/der Zweck genau angegeben?	o x	Effekt eines überwachten Aerobic Training Programms bei Kindern mit CF, welche zurzeit nicht hospitalisiert waren.
Inwiefern bezieht sich die Studie auf unsere Fragestellung?	o x o	Sie beantwortet die Frage, was für einen Effekt Ausdauertraining hat. Da sie aber nichts über Krafttraining aussagt, kann nicht die volle Punktzahl gegeben werden.
Stichprobe		
Anzahl (n=?)	o x o	12 Patienten
Ist die Stichprobe detailliert beschrieben? Sind die Ein- und Ausschlusskriterien erwähnt?	o o x	Eingeschlossen wurden Kinder, die nach konventionellen (was das für sie heisst, ist nicht beschrieben) Kriterien CF haben. Sie mussten mindestens acht Jahre alt sein und unsportlich (= weniger als zwei Stunden überwachte körperliche Aktivität pro Woche). Sie durften keinen kürzlichen Krankenhausaufenthalt hinter sich haben und in den letzten drei Monate keine akute Exazerbation.
Wurden die Fälle, die während der Studie oder vor den Schlussmessungen ausschieden angegeben?	x o	Zwei sind während der Studie ausgeschieden, Gründe dafür wurden keine angegeben.
Messungen		
Wie oft und wann wurde gemessen?	o x o	Gemessen wurde zu Beginn und am Ende der Studie.

Sind die outcome Messungen zuverlässig (reliabel) und gültig (valide)?	o x	Folgende Parameter wurden gemessen: Grösse, Gewicht, Shwachman score, FVC, FEV <sub>1</sub> ; COSMED Quark PF2. Spirometer und Spectrometer wurden verwendet.
Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben? (was, wie)	o o x	Für das Gehen oder Laufen auf dem Laufband ist genau beschrieben, mit wie vielen Prozenten des jeweiligen Wertes dies durchgeführt werden durfte und wie es im Laufe der Zeit gesteigert werden sollte.
Anzahl Trainings pro Woche und Dauer der Trainingseinheit?	o x o	2x pro Woche à 30min
Zeitraum der Studie (wie lange)?	o x o	12 Wochen
Ergebnisse / Schlussfolgerungen		
Sind die für unsere Fragestellung wichtigen Ergebnisse signifikant?	o x	Statistisch signifikante Verbesserung in Zeit, VO <sub>2</sub> , VO <sub>2</sub> /kg und VE; keine Änderung in Spirometry, Hr <sub>max</sub> , SBP <sub>max</sub>
Können nachvollziehbare Empfehlungen abgegeben werden?	o x	Körperliches Training verbessert die kurzzeitige kardiopulmonare Fitness. Ein einfaches Programm erlaubt es auch, dieses ausserhalb des Spitals durchzuführen.
Allgemeine Angaben		
Ist eine Kontrollgruppe vorhanden?	x o o	Nein
Ist eine Ethikkommission involviert?	x o	Nein
PEDRO - Kriterien		
Randomisierung	x o	Nein.
Unabhängige (verblindete) Randomisierung	x o	Nein.
Gruppen vor Behandlung vergleichbar	x o	Nein.
Verblindete Messungen	x o (1/2 Pkt)	Nein.

Verblindete Patienten	x o (1/2 Pkt)	Nein.
Verblindete Therapeuten	x o (1/2 Pkt)	Nein.
Nachkontrolle bei 85% der Patienten	o x	Ja.
Intention-to-treat Analyse	o x	Ja, da nur eine Gruppe.
Analyse: Vergleich zwischen den Gruppen	x o	Nicht möglich bei nur einer Gruppe.
Zentrale Werte und Streuung (Standardabweichung, etc...)	o x	Ja.
	<b>TOTAL PUNKTE: 16.0</b>	<b>Maximale Punktzahl: 30.5</b>

**Studienanalyse**

Fragen / Unterfragen	Punkte	Kommentar
<b>Exercise Tolerance and Effects of Training in Young Patients With Cystic Fibrosis and Mild Airway Obstruction, Braggion et al. (1989)</b>	NV/V/G	NV = nicht vorhanden (0) V = vorhanden (1) G = gut (2)
<b>Ziel/Zweck der Studie</b>		
Ist das Ziel/der Zweck genau angegeben?	o x	Untersucht wurden die Effekte eines körperlichen Trainings bei Kindern mit CF im Vergleich zu gesunden Kindern.
Inwiefern bezieht sich die Studie auf unsere Fragestellung?	o x o	Sie untersuchten wie sich körperliches Training auf die Lungenfunktion auswirkt, jedoch im Vergleich mit gesunden Kindern
<b>Stichprobe</b>		
Anzahl (n=?)	o x o	Trainingsgruppe: n=10; Kontrollgruppe: n=10
Ist die Stichprobe detailliert beschrieben? Sind die Ein- und Ausschlusskriterien erwähnt?	o x o	Eingeschlossen wurden Kinder mit einem positiven Schweisstest, einer leichten Atemwegsobstruktion und die kein regelmässiges Training durchführten.
Wurden die Fälle, die während der Studie oder vor den Schlussmessungen ausschieden angegeben?	o x	Es ist nichts bekannt von ausgeschiedenen Patienten.
<b>Messungen</b>		
Wie oft und wann wurde gemessen?	o x o	Es wurde zu Beginn und am Ende beider Perioden gemessen; zu den Zeitpunkten null, zwei und vier Monaten
Sind die outcome Messungen zuverlässig (reliabel) und gültig (valide)?	o x	Genau beschrieben, wie und mit was für validen Geräten gemessen wurde.
<b>Massnahmen</b>		

Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben? (was, wie)	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	Beide Gruppen trainierten. Gut beschrieben, wie das Training in warm up, Jogging und circuit training eingeteilt wurde.
Anzahl Trainings pro Woche und Dauer der Trainingseinheit?	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	3x / Woche je 1h unter Supervision für 8 Wochen
Zeitraum der Studie (wie lange)?	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	Insgesamt vier Monate. Zwei davon waren ohne Veränderungen der körperlichen Aktivität und zwei mit Training und entsprechenden Behandlungen (Physiotherapie, Antibiotika Therapie,...).
Ergebnisse / Schlussfolgerungen		
Sind die für unsere Fragestellung wichtigen Ergebnisse signifikant?	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	Keine signifikanten Verbesserungen.
Können nachvollziehbare Empfehlungen abgegeben werden?	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/>	Die Empfehlungen lauten länger zu trainieren und mit besseren Tests die Messungen durchzuführen.
Allgemeine Angaben		
Ist eine Kontrollgruppe vorhanden?	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	10 gesunde Kinder als Kontrollgruppe
Ist eine Ethikkommission involviert?	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	Wird nicht erwähnt.
PEDRO - Kriterien		
Randomisierung	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	Nein.
Unabhängige (verblindete) Randomisierung	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	Nein.
Gruppen vor Behandlung vergleichbar	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	Nein, da sich kranke und gesunde Kinder nicht vergleichen lassen.
Verblindete Messungen	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> (1/2 Pkt)	Nein.
Verblindete Patienten	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> (1/2 Pkt)	Nein.
Verblindete Therapeuten	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> (1/2 Pkt)	Nein.

Nachkontrolle bei 85% der Patienten	o x	Ja.
Intention-to-treat Analyse	o x	Ja.
Analyse: Vergleich zwischen den Gruppen	o x	Ja.
Zentrale Werte und Streuung (Standardabweichung, etc...)	o x	Ja. SD, t-Test, $\alpha < 0.05$
	<b>TOTAL PUNKTE: 18.0</b>	<b>Maximale Punktzahl: 30.5</b>

**Studienanalyse**

Fragen / Unterfragen	Punkte	Kommentar
<b>Effect of a home exercise training program in patients with cystic fibrosis, De Jong et al. (1994)</b>	NV/V/G	NV = nicht vorhanden (0) V = vorhanden (1) G = gut (2)
Ziel/Zweck der Studie		
Ist das Ziel/der Zweck genau angegeben?	o x	Effekt eines Heimprogramms bei CF Patienten in Bezug auf körperliche Belastbarkeit und ADL's Limitationen-Behebung.
Inwiefern bezieht sich die Studie auf unsere Fragestellung?	o x o	Sie untersuchten den Effekt von einem Training auf die Belastbarkeit und die Lungenfunktion.
Stichprobe		
Anzahl (n=?)	o x o	n=10
Ist die Stichprobe detailliert beschrieben? Sind die Ein- und Ausschlusskriterien erwähnt?	o x o	In die Studie eingeschlossen wurden Patienten mit diagnostizierter CF, Atemwegsinfektionen und andauerndem Husten.
Wurden die Fälle, die während der Studie oder vor den Schlussmessungen ausschieden angegeben?	o x	Niemand schied aus. Zwei wurden für Messungen nicht genommen, was begründet wird.
Messungen		
Wie oft und wann wurde gemessen?	o o x	Gemessen wurde zu Beginn, vor dem ersten Velotraining, anschliessend alle vier Wochen und am Schluss.
Sind die outcome Messungen zuverlässig (reliabel) und gültig (valide)?	o x	FEV <sub>1</sub> und IVC mittels Spirometer Wmax mittels Fahrradergometer ADL's mittels Fragebogen

Massnahmen		
Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben? (was, wie)	o o x	15min Veloergometer, submaximal work load und 70% der Herzfrequenz, ohne Atemlimitationen.
Anzahl Trainings pro Woche und Dauer der Trainingseinheit?	o o x	Täglich; 3min warm up und cool down, 15min Training.
Zeitraum der Studie (wie lange)?	o o x	12 Monate; 8 Wochen normale Tagesaktivitaten; 12 Wochen Veloergometer mit Supervision; 4 Wochen Veloergometer ohne Supervision.
Ergebnisse / Schlussfolgerungen		
Sind die für unsere Fragestellung wichtigen Ergebnisse signifikant?	o x	Keine signifikanten Veränderungen in der Lungenfunktion in der Kontrollperiode. Signifikante Verbesserungen des $W_{max}$ und $VO_{2max}$ und ADL in der Trainingsperiode. Signifikante Verbesserungen des IVC in der Follow-up Periode.
Können nachvollziehbare Empfehlungen abgegeben werden?	o x	Ein Heimubungsprogramm kann die körperliche Belastbarkeit verbessern und die ADL-Limitation verringern. Das Heimubungsprogramm sollte in die Behandlung bei CF-Patienten miteinflieszen.
Allgemeine Angaben		
Ist eine Kontrollgruppe vorhanden?	x o o	Nein
Ist eine Ethikkommission involviert?	o x	Medical Ethics Committee of the University Hospital
PEDRO - Kriterien		
Randomisierung	x o	Nein.
Unabhängige (verblindete) Randomisierung	x o	Nein. Patienten konnten mitmachen sofern sie wollten.

Gruppen vor Behandlung vergleichbar	x o	Nein, da es keine verschiedenen Gruppen gibt.
Verblindete Messungen	x o (1/2 Pkt.)	Nein.
Verblindete Patienten	x o (1/2 Pkt.)	Nein.
Verblindete Therapeuten	x o (1/2 Pkt.)	Nein.
Nachkontrolle bei 85% der Patienten	x o	Nein, nur bei 80%.
Intention-to-treat Analyse	o x	Ja.
Analyse: Vergleich zwischen den Gruppen	o x	ANOVA und t-Test
Zentrale Werte und Streuung (Standardabweichung, etc...)	o x	ANOVA, t-Test, SPSS, Wilcoxon-sign-rank
	<b>TOTAL PUNKTE: 20.0</b>	<b>Maximale Punktzahl: 30.5</b>

## Trainingsplan der Studie von Klijn et al. (2004)

### Supplement: Description of anaerobic training program for children with Cystic Fibrosis.

#### Training 1

Three sets; 5 exercises (repetitions) per set

Exercise period: 30 sec

Intensity: near maximum

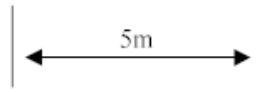
Work-rest ratio between exercises: 1:3

Rest between sets: 5 minutes

Rest recovery: aerobic activities with low intensity.

#### 1. 10 x 5 meter sprint

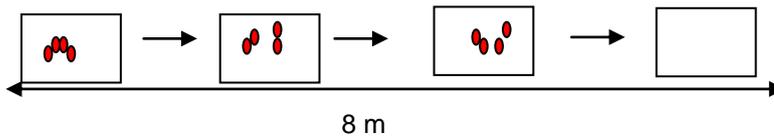
Sprint 10 times between the lines. At turning point, place one foot over the line. Note the time.



#### 2. Ball transfer

Take a ball from the first mat and put it on the second mat. Take a ball from the second mat and put it on the third mat. Et cetera. Count the number of transferred balls.

Total distance: 8 m.

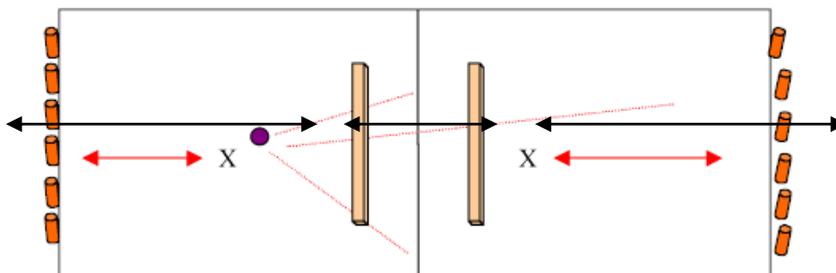


#### 3. Bounce ball

Try to get the ball on the territory of your opponent (trainer) by bouncing on the ground between the two benches. A point is scored when the ball hits the ground inside the territory of the opponent. After bouncing the ball try to sprint back and knock over a cone. In the mean time the opponent tries to get the ball on your territory by bouncing the ball on the ground between the two benches. Count the number of cones and scored points.

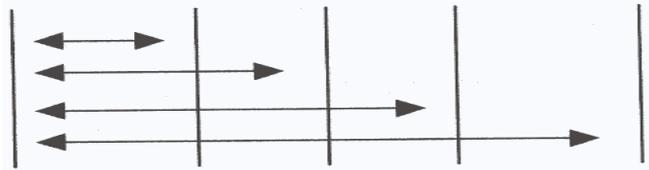
Distance between benches: 2 m.

Distance bench – cone: 3 m.



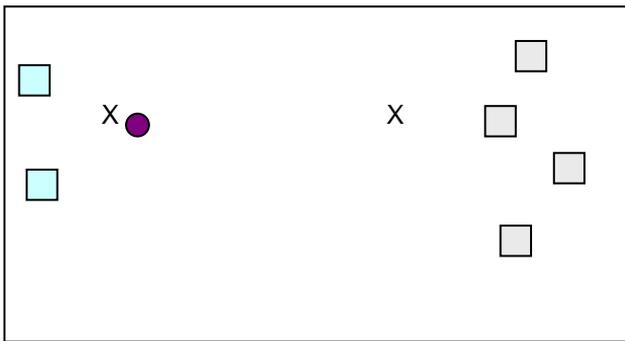
**4. Shuttle sprint**

Sprint to the first line. Sprint back. Sprint to the second line. Et cetera. Count the lines.



**5. Defender game**

The trainer dribbles with the ball and tries to bounce the ball on the squares. Defend your squares. Try to conquer the ball and bounce the ball on the squares of the trainer. Count the scored points.



**Training 2**

Three sets; 5 exercises (repetitions) per set

Exercise period: 30 sec

Intensity: near maximum

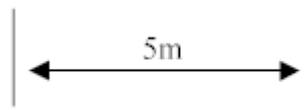
Work-rest ratio between exercises: 1:3

Rest between sets: 5 minutes

Rest recovery: aerobic activities with low intensity

**2. 5 meter sprint**

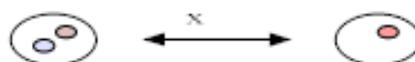
Sprint between the lines. At turning point, place one foot over the line. Count the number of sprints



**3. Ball relay**

Start at the circle with the two balls. Move one ball to the other circle; take the other ball from the second circle and move it to the first circle. Count the number of transferred balls.

Distance between circles: 3 m.



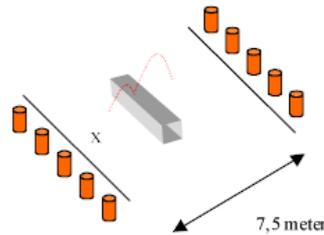
### Hop-scotch

Hop with one leg on the single squares. Jump with two legs on the double squares. Change leg on the other side. Count the number of squares. Distance between lines: 5 m.



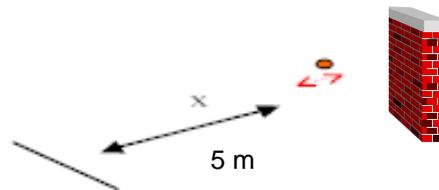
### 4. Cone relay

Sprint and jump over the raised platform. Knock over a cone. Run back, jump over, knock over a cone. Count the number of cones. Distance: 7,5 meter.



### 5. Chest pass

Start behind the line. Run with the ball towards the wall. Chest pass three times against the wall. Run back to the line. Count the number of runs. Distance: 5m.



### Training 3

Three sets; 5 exercises (repetitions) per set

Exercise period: 30 sec

Intensity: near maximum

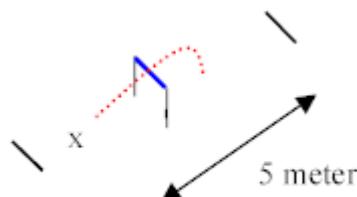
Work-rest ratio between exercises: 1:3

Rest between sets: 5 minutes

Rest recovery: aerobic activities with low intensity

### 1. Hurdle

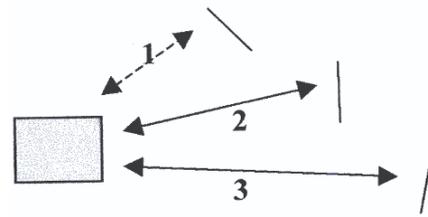
Start behind the line. Run and jump over the hurdle. Sprint until the second line and turn. Count the number of hurdles. Distance: 5m.



### Exchange run

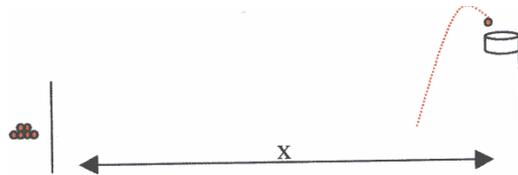
Start on the mat.

1. hop-scotch (3 points): distance 3 m.
  2. sideways (2 points): distance 5 m.
  3. sprint (1 point): distance 7,5 m.
- Count the points.



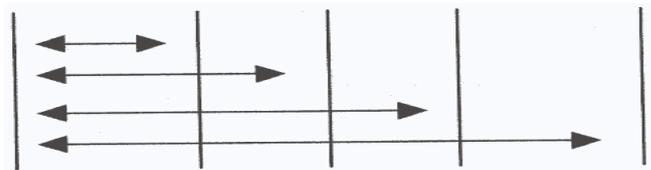
### 2. Slam dunk

Sprint with a ball. Jump and slam in the basket. Run back and take another ball. Count the number of balls. Distance: 5m.



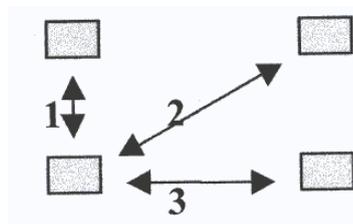
### 3. Shuttle sprint

Sprint to the first line while holding a heavy ball (2 kg). Sprint back. Sprint to the second line. Et cetera. Count the lines.



### 4. Mat run

Run to a mat (1,2 or 3 points). Count the points.  
Distance mat 1: 2 meter  
Distance mat 2: 3 meter  
Distance mat 3: 5 meter



### Training 4

Three sets; 5 exercises (repetitions) per set

Exercise period: 30 sec

Intensity: near maximum

Work-rest ratio between exercises: 1:3

Rest between sets: 5 minutes

Rest recovery: aerobic activities with low intensity

1. **Hitball**

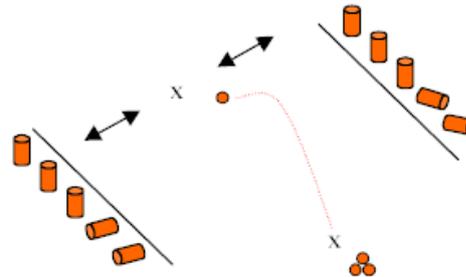
Take a ball and hit the ball. Move to the other circle. Take a ball and hit the ball. Count the number of balls.

Distance: 4m.



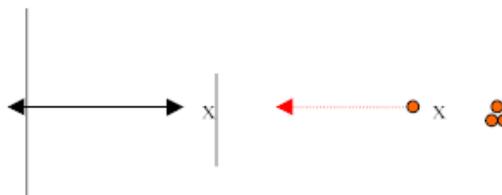
2. **Header**

The trainer throws the ball. Head the ball back. Move to the side and knock over a cone. Move back and head the ball. Move to the other side and knock over a cone. Count the number of cones. Distance between lines: 7,5 m.



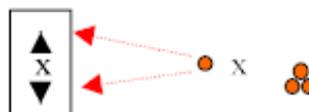
3. **Football**

The trainer throws the ball. Shoot the ball. Run back behind the line. Run back and shoot the next ball. Count the number of balls. Distance between lines: 5 m.



4. **Keeper**

Sit on your knees on the mat. The trainer throws a ball to the right/left. Stop the ball and throw it back. Count the number of balls.



5. **Ring hockey**

Shoot the ring with a stick at the goal. Run back to get another ring. Run forward and shoot the ring. Count the number of rings. Distance between lines: 5 m.

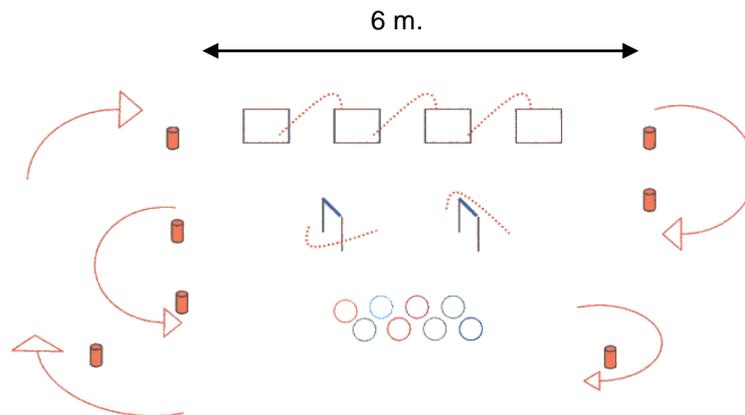


**Training 5**

Two sets, 2 exercises, 5 repetitions per set  
 Exercise period: 30 sec  
 Intensity: near maximum  
 Work-rest ratio between repetitions: 1:3  
 Rest between sets: 5 minutes  
 Rest recovery: aerobic activities with low intensity

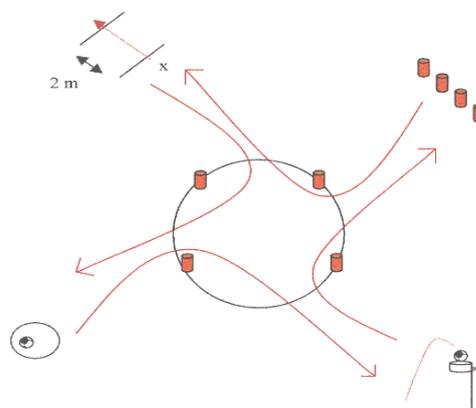
1. **Running lane 1**

Sprint and jump from one mat to the other. Jump over the hurdle and crawl under the next hurdle. Dribble over the hoops and sprint back to the starting point.



2. **Spider 1**

Start from the center of the circle. Sprint and knock over a cone. Sprint back to the center. Sprint and push the trainer over the line. Back to the center. Sprint and get the ball. Back to the center. Sprint and slam-dunk. Distance from the middle of the circle to the exercises: 4 m.



## Training 6

Three sets; 5 exercises (repetitions) per set

Exercise period: 30 sec

Intensity: near maximum

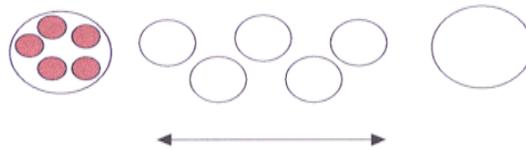
Work-rest ratio between exercises: 1:3

Rest between sets: 5 minutes

Rest recovery: aerobic activities with low intensity

### 1. Heavy ball relay

Start at the circle with the heavy balls (2 kg). Take one ball and dribble over the hoops. Put the ball in the other circle and dribble back over the hoops. Take the next ball. Count the number of balls. Distance between circles: 5 m.



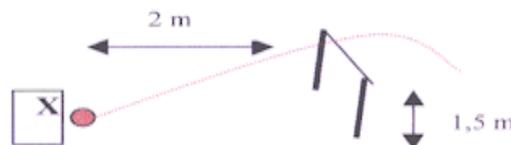
### 2. Horizontal throw

6.3.1.1.1.1.1.1.1 Stand on the mat. Throw the heavy ball (2 kg) over the line.  
Get the ball and sprint back to

the mat. Count number of throws.

6.3.1.1.1.1.1.2 Distance mat – line: 2 m.

6.3.1.1.1.1.1.3 Height of the line: 1,5 m.

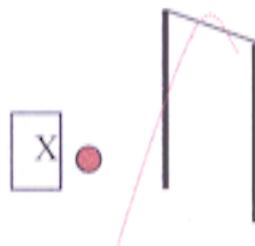


### 3. Vertical throw

Stand on the mat. Throw the heavy ball (2 kg) over the line. Get the ball and sprint back to the mat. Count the number of throws.

Distance mat - line: 1 m.

Height of the line: 2,5 m.



#### 4. Chest pass

Stand on the mat. Throw the heavy ball against the wall. Sprint with the ball around the cone and back to the mat. Count the number of throws.

Distance mat – wall: 1 m.

Distance cone – mat: 5 m.



#### 5. Lift heavy ball

Stand on the mat. Take the heavy ball (2 kg) from the ground. Lift the ball above the head.

Touch the ground with the ball. Count number of lifts.

### Training 7

Two sets, 2 exercises, 5 repetitions per set

Exercise period: 30 sec

Intensity: near maximum

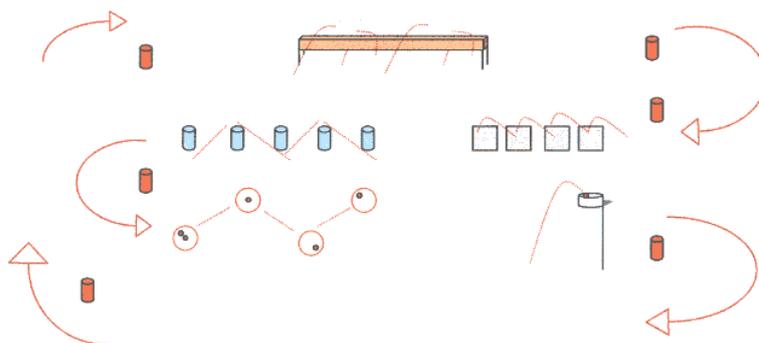
Work-rest ratio between repetitions: 1:3

Rest between sets: 5 minutes

Rest recovery: aerobic activities with low intensity

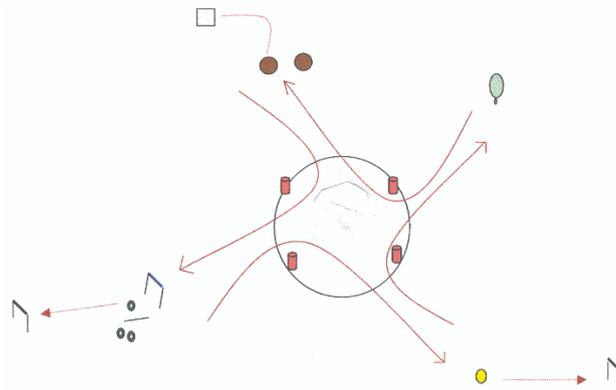
#### 1. Running lane 2

Put your hands on the bench and jump over. Repeat till the end of the bench. Hop on two legs from square to square. Skate jumping between the cones. Move the balls from one circle to the next circle. Take the ball from the last circle and slam-dunk. Sprint back to the starting point.



#### 2. Spider 2

Start from the center of the circle. Sprint and hit the balloon. Sprint back to the center of the circle. Sprint and throw the heavy ball in the square. Back to the center. Sprint and jump over the hurdle. Take the stick and shoot the ring in the goal. Back to the center. Sprint and shoot the foam ball in the goal. Distance from the center of the circle to the exercises: 4 m.



### Training 8

Three sets; 5 exercises (repetitions) per set

Exercise period: 30 sec

Intensity: near maximum

Work-rest ratio between exercises: 1:3

Rest between sets: 5 minutes

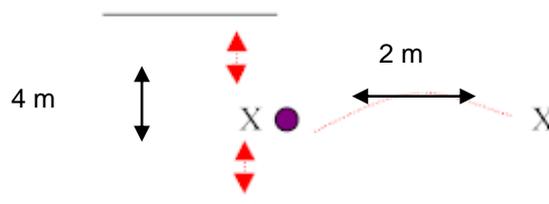
Rest recovery: aerobic activities with low intensity

#### 1. Chest pass.

Chest pass to the trainer. Sprint sideways, touch the line and sprint back. The trainer passes the ball, chest pass back and sprint sideways. Count number of passes.

Distance to the trainer: 2 m.

Distance to the sideline: 4 m.



#### 2. Chest pass and run

10 times chest pass to the trainer. Sprint back around the cone. Count number of runs.

Distance to the trainer: 2 m

Distance to the cone: 7,5 m

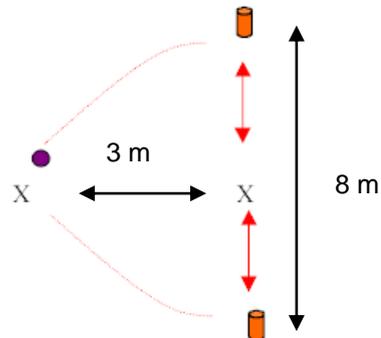


**3. Bounce pass**

Sprint sideways and back. The trainer gives a bounce pass. Bounce pass back and sprint sideways. Sprint back. Count number of passes.

Distance to the trainer: 3 m.

Distance between the cones: 8 m.



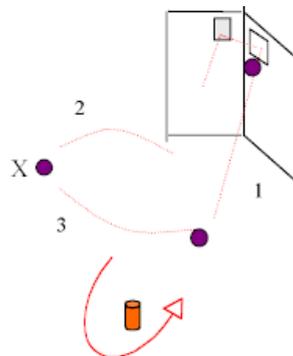
**4. Lay-up**

1. Throw the ball against the wall. Ball bounces of the other wall. 2. Catch the ball and pass to the trainer. Sprint around the cone. 3. Trainer passes the ball back.

Count number of lay-ups.

Distance cone – wall: 5 m.

distance trainer – cone: 3 m.



**5. Bounce pass against the wall**

Start next to the cone. Sprint forwards and bounce pass against the wall. Sprint back around the cone. Count number of passes.

Distance cone – wall: 5 m.

