

Aus dem Herzzentrum der Klinik der Universität zu Köln
Klinik und Poliklinik für Innere Medizin III
Direktor: Universitätsprofessor Dr. med. St. Baldus

**Auswirkungen von Chorsingen
auf die Lungenfunktion, Lebensqualität und körperliche Belastbarkeit
von COPD-Patienten**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Katrin Enste
aus Herdecke
promoviert am 12. Januar 2023

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink
1. Gutachter: Professor Dr. med. K. Hekmat
2. Gutachter: Privatdozent Dr. med. K. Frank

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich keine Unterstützungsleistungen erhalten.

Weitere Personen waren an der Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin/eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationsschrift stehen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Die dieser Arbeit zugrunde liegende statistische Datenanalyse erfolgte, nach vorangehender Beratung und Anleitung durch eine Mitarbeiterin des Instituts für Medizinische Statistik und Computational Biology (IMSB) der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln, durch mich selbst mit dem Programm *IBM® SPSS® Statistics* Version 26.

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden lungenfunktionellen Untersuchungsbefunde (Spirometrie, Bodyplethysmographie) sind von den medizinisch-technischen Assistentinnen und Assistenten der Lungenfunktionsabteilung der Uniklinik Köln und des St. Johanneskrankenhauses Sieglar (Troisdorf) durchgeführt worden.

Die in dieser Arbeit zugrunde liegenden Untersuchungsbefunde des Sechs-Minuten-Gehtests sind von mir selbst, nach entsprechender Anleitung durch Fachpersonal auf dem standardisierten Untersuchungskorridor der Uniklinik Köln bzw. des St. Johanneskrankenhauses Sieglar (Troisdorf) erhoben worden.

Die in dieser Arbeit verwendeten Fragebögen (CAT, mMRC, SGRQ) wurden von mir selbst ausgewertet. Die in dieser Arbeit verwendeten Patientendaten wurden im Rahmen der Anamneseerhebungen von mir selbst ermittelt und anschließend ausgewertet.

Erklärung zur guten wissenschaftlichen Praxis:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (Amtliche Mitteilung der Universität zu Köln AM 132/2020) der Universität zu Köln gelesen habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen.

München, den 12.01.2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Ende', is written below the date.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Beteiligten, die mich in den vergangenen Jahren und insbesondere bei der Durchführung und Anfertigung dieser Arbeit unterstützt haben, meinen großen Dank aussprechen.

Ich beginne mit den Mitgliedern des Chores Pneumissimo sowie der Chorleiterin Anette Einzmann. Bei dem Versuch meinen Dank auszudrücken, fällt es mir schwer die richtigen Worte zu finden. Danke für Euer Vertrauen, Eure begeisterte Teilnahmebereitschaft und Euer großes Engagement trotz gesundheitlicher Beeinträchtigungen. Es war für mich als angehende Ärztin eine sehr bereichernde, lehrreiche Zeit. Das gemeinsame Singen mit Euch war ein großes Geschenk.

Besonders danken möchte ich zudem meinem Doktorvater Konrad Frank für sein Vertrauen, die herzliche Betreuung sowie seine fachlich-kompetente und geduldige Unterstützung bei der Durchführung der vorliegenden Studie.

Außerdem möchte ich mich bei Sebastian Schlünz bedanken, der mir ebenfalls mit produktiven Gesprächen, Ratschlägen und Anregungen zur Seite stand und es zudem ermöglichte, dass nach der Etablierung einer zweiten Singgruppe in Troisdorf weitere Patienten in die Studie aufgenommen werden und in der Lungenfunktionsabteilung des St. Johanneskrankenhauses Sieglar untersucht werden konnten. Bei dieser Gelegenheit möchte ich zudem Danke sagen den medizinisch-technischen Assistentinnen und Assistenten der Lungenfunktionsabteilung der Uniklinik Köln sowie des St. Johanneskrankenhauses Sieglar (Troisdorf).

Des Weiteren danke ich Anne Adams vom ISMB für ihre geduldige und freundliche Beratung bezüglich des richtigen Vorgehens bei der Datenanalyse.

Nicht zuletzt ein herzliches Dankeschön an meine lieben Eltern, meinen Mann Simon und alle guten Freunde aus Köln. Danke für Eure geduldige Unterstützung und Begleitung während meiner Arbeit an dieser Dissertation. Danke für Eure Ratschläge sowie Ermutigungen in schwierigen Zeiten.

Meinen lieben Eltern

und

dem Patientenchor Pneumissimo

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	9
1 ZUSAMMENFASSUNG	12
2 EINLEITUNG	13
2.1 COPD	13
2.1.1 Epidemiologie der COPD	13
2.1.2 Pathophysiologie der COPD	14
2.1.3 Klinik und Verlauf der COPD	15
2.1.4 Diagnostik und Klassifikation	15
2.1.5 Therapie der COPD	19
2.1.5.1 Pharmakotherapie	19
2.1.5.2 Nicht-medikamentöse Therapiemaßnahmen	20
2.1.5.3 Apparative Behandlungsoptionen	21
2.1.5.4 Langzeit-Sauerstofftherapie	22
2.1.5.5 Lungentransplantation	22
2.2 Singen	24
2.2.1 Therapeutische Effekte von Singen	24
2.2.2 Singen bei Lungenerkrankungen	26
2.2.2.1 Der Patientenchor Pneumissimo	27
2.3 Fragestellungen	29
3 MATERIAL UND METHODEN	31
3.1 Das Studienkollektiv	31
3.1.1 Pneumissimo Köln	31
3.1.2 Pneumissimo Troisdorf	32
3.1.3 Vergleichsgruppe	32

3.1.4	Ein- und Ausschlusskriterien	33
3.2	Studiendesign und Studienablauf	34
3.2.1	Anamnese	35
3.2.2	Lungenfunktionsdiagnostik	35
3.2.2.1	Spirometrie	35
3.2.2.2	Bodyplethysmographie	36
3.2.3	Sechs-Minuten-Gehtest	38
3.2.4	Fragebögen zu Lebensqualität und Symptomschwere	39
3.2.4.1	COPD Assessment Test	39
3.2.4.2	The Modified Medical Research Council Dyspnoe Scale	40
3.2.4.3	Saint George´s Respiratory Questionnaire	41
3.2.4.4	BODE-Index	42
3.2.3	Statistische Auswertung	43
4	ERGEBNISSE	44
4.1	Studienkollektiv	44
4.1.1	Demographie des Studienkollektivs	45
4.1.2	Geschlechterverteilung	46
4.1.3	Alter, BMI, Erkrankungsschwere und BODE-Index	46
4.1.4	Raucherstatus und Pack Years	48
4.2	Lungenfunktionsdiagnostik	49
4.3	Symptomatik und Lebensqualität	53
4.4	Körperliche Belastbarkeit	56
5	DISKUSSION	59
5.1	Demographie des Studienkollektivs	59
5.2	Lungenfunktion	60

5.3 Symptomatik und Lebensqualität	64
5.4 Körperliche Belastbarkeit	66
5.5 Limitationen der Arbeit	68
6 LITERATURVERZEICHNIS	70
7 ANHANG	74
7.1 Abbildungsverzeichnis	74
7.2 Tabellenverzeichnis	75
8 VORABVERÖFFENTLICHUNGEN	76

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ACO	Asthma COPD Overlap Syndrom
BD	Bronchodilatation
BDI score	Basal Dyspnea Index
BGA	Blutgasanalyse
BMI	Body mass index
BODE Index	<u>b</u> ody-mass index, <u>o</u> bstruction, <u>d</u> yspnea and <u>e</u> xercise capacity index
BOLD	Burden of Obstructive Lung Diseases
bzw.	beziehungsweise
CAT	COPD assessment test
CCQ	Clinical COPD Questionnaire
COPD	Chronisch obstructive Lungenerkrankung, englisch: Chronic Obstructive Pulmonary Disease
DGP	Deutsche Gesellschaft für Pneumologie
DLCO	Diffusionskapazitätsmessung für Kohlenmonoxid
d.h.	das heißt
et al.	Und andere, lateinisch: et alii
EQ-5D	Gesundheitsfragebogen, von der <i>EuroQol Group 1987 entwickelt</i>
FEV 1	Einsekundenkapazität, englisch: forced expiratory volume in 1rst second
FRC	funktionelle Residualkapazität
FVC	Forcierte Vitalkapazität, englisch: forced vital capacity
GOLD	Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease
Ggf.	gegebenenfalls
HADS	Hospital Anxiety and Depression Scale
HF	Herzfrequenz

IBM® SPSS® Statistical Package for the Social Sciences by International Business Machines Corporation, Statistics Version 26

ICS	inhalative Corticosteroide
IgA	Immunglobulin A
IMSB	Institut für Medizinische Statistik und Bioinformatik der Universität zu Köln
IQR	Interquartilsabstand, englisch: interquartile range
k.A.	keine Angabe
KHK	Koronare Herzkrankheit
LABA	langwirksame Beta-2-Sympathomimetika
LAMA	langwirksame Anticholinergika
LAS	Lung allocation Score
LTOT	Langzeit-Sauerstofftherapie
LTx	Lungentransplantation
m	Meter
Max	Maximum
Min	Minimum
min	Minute
mmHg	Millimeter-Quecksilbersäule (Druckeinheit)
mMRC	modified British Medical Research Council
n	Anzahl
NCD	Noncommunicable Disease
PaO ₂	Sauerstoffpartialdruck
py	Pack years
RCT	Randomisierte, kontrollierte Studie, englisch: randomized controlled trial
RV	Residualvolumen

RV%TLC	relatives Residualvolumen
SABA	kurzwirksame Beta-2-Sympathomimetika
SAMA	kurzwirksame Anticholinergika
Schläge/Min	Schläge pro Minute
SD	Standardabweichung
SF-36	<i>Short Form Health 36, Fragebogen zum Gesundheitszustand</i>
SGRQ	Saint George´s Respiratory Questionnaire
SpO2	periphere Sauerstoffsättigung
Tiffenau index	Quotient aus FEV 1/FVC
TLC	Totale Lungkapazität, englisch: total lung capacity
u.a.	unter anderem
VC	Vitalkapazität
vs.	versus
WHO	World Health Organization
York SF-12	York Short Form Health Survey, Fragebogen zur Erhebung von gesundheitsbezogener Lebensqualität
z.B.	zum Beispiel
Z.n.	Zustand nach
6-MWT	Sechs – Minuten-Gehtest, englisch: 6-minute-walk-test
>	größer
<	kleiner
≥	größer oder gleich
≤	kleiner oder gleich

1. ZUSAMMENFASSUNG

Bei der chronisch obstruktiven Lungenerkrankung (COPD) handelt es sich um eine weit verbreitete, mit einem progredienten Lungenfunktionsverlust sowie einer krankheitsbedingten Abnahme körperlicher Aktivität und Lebensqualität einhergehende, primär auf eine Tabakrauchexposition zurückzuführende, chronische Erkrankung und die dritthäufigste Todesursache weltweit. Da derzeit keine kurative Therapie der COPD zur Verfügung steht, erfordert ein gutes Krankheitsmanagement ein multimodales Behandlungskonzept bestehend aus medikamentösen und nicht-medikamentösen Therapiemaßnahmen. Mehrere Studien haben in letzter Zeit auf positive Effekte aktiven Singens für Patienten mit COPD hingewiesen. Ziel dieser Arbeit war es, die direkten Auswirkungen einer regelmäßigen Chorteilnahme auf relevante Lungenfunktionsparameter, die körperliche Leistungsfähigkeit und das psychische Wohlbefinden von Menschen mit einer reduzierten Lungenfunktion zu untersuchen.

Die prospektive klinische Studie wurden an 34 regelmäßig singenden Mitgliedern des Chores „Pneumissimo – Chor für Menschen mit eingeschränkter Lungenfunktion“ durchgeführt. Es wurden 20 COPD-Patienten und 14 Patienten mit weiteren Lungenerkrankungen in die Untersuchung eingeschlossen. Im Rahmen eines „pre vs. post Vergleichs“ wurden die erhobenen Ergebnisse aus der Lungenfunktionsdiagnostik, Sechs-Minuten-Gehtests (6-MWT) und dem Fragebogen COPD Assessment Test (CAT) vor und nach der 90-minütigen Chorprobe für beide Gruppen separat analysiert und statistisch ausgewertet.

In der Datenanalyse der Lungenfunktionsparameter zeigte sich in der COPD-Gruppe eine statistisch signifikante mediane Reduktion des Residualvolumens (RV) um 8 % ($p = 0,003$), einem Volumen von 170 ml entsprechend. Die Parameter FEV₁, FVC, TLC und RV%TLC wiesen im „pre vs. post Vergleich“ in beiden Gruppen nur minimale Veränderungen ohne statistische Signifikanz auf. Hinsichtlich der körperlichen Leistungsfähigkeit ergab sich im 6-MWT eine signifikante mediane Verbesserung von 18,5 Metern ($p < 0,001$) bei den COPD-Patienten und von 11 Metern in der Vergleichsgruppe ($p = 0,017$). In der Auswertung des CAT Score fiel in beiden Gruppen eine mediane Verbesserung nach dem Singen von 1,5 Punkten auf, dieser Wert erreichte nur für die COPD-Probanden statistische Signifikanz ($p = 0,005$).

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass bereits 90 Minuten Chorsingen das Potenzial haben, eine manifeste Lungenüberblähung und damit einhergehende, die Lebensqualität einschränkende Symptome sowie eine krankheitsbedingt reduzierte körperliche Leistungsfähigkeit bei COPD-Patienten zu verbessern. Chorsingen kann folglich als eine sehr einfache, komplementäre und effektive Therapiemaßnahme in Ergänzung zur bewährten inhalativen medikamentösen Therapie bzw. physiotherapeutischen Maßnahmen einer COPD bewertet werden.

2. EINLEITUNG

2.1 COPD

Bei der COPD, kurz für chronic obstructive pulmonary disease, handelt es sich um eine weit verbreitete Lungenerkrankung. Per Definition zeichnet sich die COPD durch eine nicht vollständig reversible, progrediente Atemwegsobstruktion aus.^{1 2} Die Atemwegsobstruktion ist in der Regel mit einer chronisch obstruktiven Bronchitis vergesellschaftet. Aufgrund der chronischen, zu einer Destruktion des Lungenparenchyms führenden Entzündungsprozesse, kann es zusätzlich zur Ausbildung eines Lungenemphysems mit relevantem Verlust physiologischer Gasaustauschfläche, kommen.^{1 2} Die Leitsymptome der COPD sind Atemnot, Husten und Auswurf.¹ In Deutschland bildet die Exposition gegenüber Tabakrauch den wichtigsten Risikofaktor für die Entwicklung einer COPD.² Als weitere Risikofaktoren auch im Sinne einer multifaktoriellen Genese sind u.a. berufsbedingte inhalative Noxe und Luftverschmutzung, genetische Prädisposition wie z.B. ein Alpha-1-Protease-Inhibitor-Mangel, eine bronchiale Hyperreagibilität, Störungen des Lungenwachstums wie auch vermehrte Atemwegsinfektionen in der frühen Kindheit, zu nennen.^{1 3} Es gibt aktuell keine kurative Behandlung der COPD, daher ist ein individuell an die Beschwerden der Patienten angepasstes, multimodales Therapiekonzept bestehend aus inhalativen Medikamenten und nicht-medikamentösen Maßnahmen entscheidend für den Krankheitsverlauf.

2.1.1. Epidemiologie der COPD

Nach einem deutlichen Anstieg der Diagnoseprävalenz in den letzten Jahrzehnten stellt die COPD gemäß den Angaben der World Health Organization (WHO) heutzutage mit 3,23 Mio. Toten im Jahr 2019 die dritthäufigste Todesursache weltweit dar.⁴ Angaben zur Prävalenz der COPD variieren in verschiedenen Ländern und Altersgruppen teilweise stark, was unter anderem auf nicht einheitliche Diagnosekriterien (spirometrisch vs. klinisch) zurückzuführen ist.¹ Darüber hinaus muss gerade in Schwellen- und Entwicklungsländern von einer großen Dunkelziffer bei der Erfassung von COPD-Patienten ausgegangen werden.³ Laut einer Meta-Analyse von Studien zur Prävalenz der COPD im Zeitraum 1990-2004 in 28 Ländern kommt die Erkrankung vermehrt in Personen älter als 40 Jahren, Männern im Vergleich zu Frauen sowie in Patienten mit einer positiven Raucheranamnese vor. Es wurde eine weltweite, durchschnittliche Prävalenz von ca. 9-10 % ermittelt.⁵ Eine 2019 veröffentlichte Meta-Analyse zur weltweiten Prävalenz der COPD ergab eine durchschnittliche Diagnoseprävalenz von 12.16% (10.91-13.40%). Hier zeigte sich, dass die globale Prävalenz der COPD unter Männern etwa 5 % höher ausfiel als bei Frauen und im

Ländervergleich die Regionen Nord- und Südamerikas mit 14,53% die höchste COPD-Prävalenz aufwiesen. ⁶

Im Rahmen des Burden of Obstructive Lung Diseases (BOLD) Projekts wurde ein weiterer Versuch einer Abschätzung der weltweiten COPD Prävalenz unternommen. Die Diagnosestellung beruhte hierfür auf standardisierten Fragebögen und den Ergebnissen aus prä- und postbronchodilatatorisch durchgeführter Spirometrie. Die Daten von 29 Ländern wurden bereits ausgewertet, in neun weiteren sind die Ergebnisse noch ausstehend. Laut den ersten Berechnungen liegt bei 10,1 % der über 40 Jährigen weltweit eine COPD Grad II oder höher vor. 11,8 % der Männer und 8,5 % der Frauen seien demzufolge weltweit betroffen. ⁷ Unter Berücksichtigung der Zunahme von Nikotinkonsum in Entwicklungsländern und der demographischen Altersentwicklung in den Industrienationen wird davon ausgegangen, dass die weltweite Prävalenz der COPD in den nächsten 40 Jahren weiter ansteigen wird und im Jahr 2060 für mehr als 5,2 Mio. Todesfälle verantwortlich zu machen ist. ⁷

2.1.2. Pathophysiologie der COPD

Laut WHO resultiert die Entstehung einer COPD aus einer langjährigen Einwirkung lungenschädigender Gase und Partikel in Verbindung mit individuellen Faktoren. ⁴ Die Exposition gegenüber inhalativen Noxen führt zu einer chronischen Entzündung der kleinen Atemwege (Bronchiolen) und fibrös-destruktiven Umbauprozessen mit Verlust des respiratorischen Flimmerepithels und des physiologischen Lungenparenchyms. ¹ Auf biochemischer Ebene entsteht durch die chronische Reizwirkung der Noxe ein Ungleichgewicht zwischen Proteasen und Proteaseinhibitoren. Im Rahmen vermehrter bronchopulmonaler Infekte als Folge der eingeschränkten mukoziliären Clearance des Flimmerepithels, kommt es zudem zu einer gesteigerten Ausschüttung proinflammatorischer Zytokine aus Entzündungszellen. Das führt zu einer weiteren Verstärkung der destruktiven Prozesse im Lungengewebe und letztendlich zu einer manifesten obstruktiven Ventilationsstörung. ⁸

Durch die progrediente Atemwegsobstruktion bedingt, kollabieren die Bronchiolen bei forcierter Expiration, mit der Folge einer sekundären Lungenüberblähung (Lungenemphysem).¹

Neben dem fortschreitenden Parenchymverlust im Rahmen der Emphysembildung kommt es außerdem zu einer abnormen Schleimhauthypertrophie mit vermehrter Schleimproduktion, was sich klinisch als Husten und Auswurf präsentiert. ⁸

2.1.3. Klinik und Verlauf der COPD

Die führende Beschwerdesymptomatik eines COPD-Patienten besteht aus Atemnot, Husten und Auswurf. Dabei sind die Symptome in ihrer Schwere individuell verschieden, abhängig von der Ausprägung der chronischen Bronchitis und des Lungenemphysems. ¹ Die Definition der chronischen Bronchitis gemäß der WHO beschreibt das Vorhandensein von Husten und Auswurf länger als drei Monate in zwei aufeinanderfolgenden Jahren. ¹

Die Entwicklung eines Lungenemphysems führt zu einer pathologischen Zunahme des intrathorakalen Gasvolumens und wird für die progrediente Belastungsdyspnoe der Patienten verantwortlich gemacht. Im Rahmen der Krankheitsprogression kann es später neben Atemnot in Ruhe auch zu einer deutlichen Beeinträchtigung der physischen Belastbarkeit kommen. ⁸

In der körperlichen Untersuchung finden sich als klinisches Korrelat des Emphysems ein abgeschwächtes physiologisches Atemgeräusch und der sogenannte Faszthorax. Als Zeichen einer chronischen peripheren Hypoxie können beispielsweise Trommelschlegelfinger und Uhrglasnägel auftreten. Im fortgeschrittenen Krankheitsstadium kann es zudem durch eine gesteigerte Atemarbeit mit resultierender negativer Energiebilanz zu einer pulmonalen Kachexie und Skelettmuskelatrophie kommen. ⁸

Die durch die direkten und indirekten Krankheitsfolgen zunehmend reduzierte Mobilität der Patienten wirkt sich auch auf die Lebensqualität und das psychische Wohlbefinden aus. Zu den häufigsten Komorbiditäten von COPD-Patienten zählen neben kardiovaskulären Erkrankungen, Depressionen und Angsterkrankungen aufgrund zunehmender sozialer Isolation. ²

Bislang existiert keine kurative Therapie der COPD, die progrediente Verschlechterung der Lungenfunktion bzw. die krankheitsspezifischen Beschwerden der Patienten können folglich nur symptomatisch behandelt werden. Im fortgeschrittenen Krankheitsstadium besteht neben inhalativen Medikamenten auch die Möglichkeit einer Langzeit-Sauerstofftherapie. Die Ultima ratio zur Behandlung eines ausgeprägten Lungenemphysems stellen apparative volumenreduzierende Verfahren und eine Lungentransplantation dar. ¹

2.1.4. Diagnostik und Klassifikation

Die Diagnosestellung der COPD fußt, neben einer ausführlichen Anamnese zu Schadstoffexposition und Leitsymptomen des Patienten, auf einer umfassenden Lungenfunktionsdiagnostik mit Bronchodilatation. Hierfür wird, nach einer ersten spirometrischen Messung, mit einer bronchienerweiternden Substanz wie Salbutamol inhaliert, nach 15 Minuten erfolgt dann eine zweite Messung. Eine Reversibilitätstestung mittels Bronchodilatation ist erforderlich um die charakteristischerweise irreversible

Atemwegsobstruktion einer COPD nachzuweisen.¹ Differentialdiagnostisch muss bei einer Beschwerdesymptomatik mit chronischem Husten, Atemnot und Bronchialobstruktion primär an das Asthma bronchiale gedacht werden. Dieses betrifft typischerweise eher jüngere Patienten mit einer allergischen Diathese sowie einer bronchialen Hyperreagibilität und zeichnet sich durch eine anfallartig auftretende, reversible Atemwegsobstruktion aus.² Eine reversible Obstruktion ist definiert als Zunahme der FEV₁ >12 % bzw. > 200 ml nach Bronchodilatation. Zwar spricht eine volle Reversibilität der Obstruktion gegen die Diagnose COPD, andererseits genügt das Ausmaß der Reversibilität allein nicht für eine eindeutige Differenzierung zwischen Asthma und COPD.¹ Zudem können die beiden Phänotypen im Rahmen eines sogenannten Asthma COPD Overlap Syndroms (ACO) auch gemeinsam auftreten.⁹

Weitere Differentialdiagnosen der Atemwegsobstruktion sind die Bronchiolitis obliterans und diffuse Lungenparenchymerkrankungen z.B. im Rahmen einer Sarkoidose. Bei chronischem Husten müssen desweiteren ein Lungenkarzinom, eine Tuberkulose sowie interstitielle Lungenerkrankungen ausgeschlossen werden.²

Da ein Großteil der COPD-Patienten eine positive Raucheranamnese aufweist, ist neben einer Arbeits- und Schadstoffanamnese das genaue Erfragen der Tabakrauchexposition, aktiv wie auch passiv, relevant. Die Berechnung der pack years (Anzahl der pro Tag gerauchten Zigaretten multipliziert mit der Zahl der Raucherjahre) ermöglicht eine grobe Einschätzung der Schwere einer COPD.⁸ Außerdem sollten in der Anamnese vorbekannte Lungenerkrankungen in der Familie, die Häufigkeit von Exazerbationen, Einschränkungen der körperlichen Aktivität sowie Komorbiditäten und Medikamenteneinnahmen erfragt werden.²

Die progrediente Verschlechterung der Lungenfunktion sowie der Schweregrad der Obstruktion sind mithilfe einer Spirometrie messbar. Von einer obstruktiven Ventilationsstörung spricht man, bei einer reduzierten Einsekundenkapazität (FEV₁) in Kombination mit einer normalen oder leicht reduzierten forcierten Vitalkapazität (FVC) sowie einem erniedrigten Tiffenau-Index (FEV₁/FVC) auf unter 70 %. Nach der Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) wird die COPD anhand der Lungenfunktionsparameter in vier Schweregrade eingeteilt. Per Definition handelt es sich bei einem Tiffenau-Index < 70% und einer FEV₁ ≥ 80 % des Solls um eine leichte COPD (Grad I nach GOLD), um eine mittelgradige COPD (Grad II) bei einer FEV₁ zwischen 50 und 79 % des Solls. Ab Grad III spricht man von einer schweren COPD mit FEV₁-Werten zwischen 30 und 49 % des Solls und von einer sehr schweren oder COPD Grad IV bei einer FEV₁ von < 30 % des Solls. (Tabelle 1)⁷

Schweregrad der FEV1 (post BD)	Kriterium für Obstruktion (FEV1/FVC < 70%)
I (leicht)	FEV1 ≥ 80% Soll
II (mittelgradig)	50% - 79% Soll
III (schwer)	30% - 49% Soll
IV (sehr schwer)	FEV1 < 30% Soll

Tabelle 1: Schweregrad der Obstruktion bei COPD nach GOLD ⁷

Im Rahmen der Erstuntersuchung eines Patienten sollte neben der Bestimmung der Atemwegsobstruktion vor und nach Bronchodilatation mittels Spirometrie auch eine Bodyplethysmographie, eine Messung der Diffusionskapazität für Kohlenmonoxid (DLCO) und eine Blutgasanalyse (BGA) sowie eine Bildgebung der Thoraxorgane erfolgen. ¹ Zur Einschätzung der körperlichen Belastbarkeit eignen sich standardisierte Belastungstests wie der Sechs-Minuten-Gehtest (6-MWT) mit einer fingerperimetrischen Messung der Sauerstoffsättigung zur Kontrolle der peripheren Oxygenierung. Insbesondere bei COPD-Patienten unter 45 Jahren und fehlender Raucheranamnese oder einem basalen Lungenemphysem vom panlobulären Typ empfiehlt sich zudem die einmalige Bestimmung des Alpha-1-Protease-Inhibitors zum Ausschluss einer hereditären Genese der Lungenproblematik. ¹

Heute erfolgt die Klassifikation der COPD in vier verschiedene Patientengruppen A, B, C und D. Im Sinne einer kombinierten Einschätzung werden neben den Ergebnissen in der Lungenfunktionstestung zusätzlich Symptomschwere und Exazerbationshäufigkeit der Patienten berücksichtigt. Patienten mit einem niedrigen Exazerbationsrisiko, d.h. maximal einer ambulant behandelten akuten Verschlechterung pro Jahr, werden den Gruppen A und B zugeordnet. Bei den Patientengruppen C und D besteht ein erhöhtes Exazerbationsrisiko mit mindestens einer stationär behandelten schweren bzw. zwei ambulant behandelten mittelschweren Exazerbationen im zurückliegenden Jahr. Die Einteilung in gering symptomatisch (A und C) sowie höher symptomatisch (B und D) erfolgt anhand standardisierter Fragebögen für COPD-Patienten, dem Clinical COPD Questionnaire (CCQ) und COPD Assessment Test (CAT) zur Abbildung der Lebensqualität und dem Modified medical Research Council (mMRC) zur Objektivierung der Belastungsdysnoe.¹

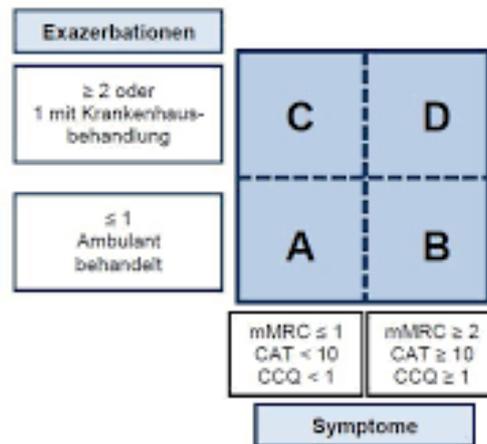


Abbildung 1: Einteilung der COPD in die Gruppen A, B, C und D¹

Dieser Klassifizierung zur Folge ist ein Patient beispielsweise der Kategorie GOLD III B zuzuordnen, bei einer postbronchodilatatorisch gemessenen FEV1 von 45 % des Solls, einer ausgeprägten Symptomatik (CAT von >20 Punkte) und einer milden Exazerbation in den zurückliegenden zwölf Monaten. Ein symptomatischer Patient mit derselben FEV1 aber zwei antibiotisch behandelten Exazerbationen würde dem Stadium GOLD III D entsprechen. Die Einteilung in die verschiedenen Krankheitsstadien ABCD ist maßgeblich für die medikamentösen Therapieempfehlungen von COPD-Patienten.¹

2.1.5. Therapie der COPD

Da derzeit keine kurative Therapie der COPD existiert, ist neben einer frühen Diagnosestellung der erste und wichtigste therapeutische Schritt die Tabakentwöhnung bzw. die Reduktion der Schadstoffexposition der Patienten. Von der WHO wird die COPD als verhinderbare chronische Erkrankung bewertet und ist Teil des “*WHO Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases (NCDs)*“. Als Strategie zur Beeinflussung der Krankheitsprogression der COPD werden dort neben einer Nikotinkarenz, auf die Wichtigkeit regelmäßiger körperlicher Aktivität sowie Schutzimpfungen verwiesen. ⁴

2.1.5.1. Pharmakotherapie

Die Pharmakotherapie der COPD bietet durch verschiedene Medikamente Ansatzpunkte einer Symptomlinderung sowie Reduktion der Exazerbationshäufigkeit und –schwere und kann sich so positiv auf den Gesundheitsstatus der Patienten auswirken. Ein langfristig positiver Effekt auf die Lungenfunktion der Patienten konnte dagegen in Studien bislang nicht nachgewiesen werden. ¹

Für die Behandlung der COPD sind folgende Medikamentenklassen zur inhalativen Applikation vorgesehen: kurz- (SAMA) und langwirksame (LAMA) Anticholinergika, kurz- (SABA) und langwirksame (LABA) Beta-2-Sympathomimetika, Phosphodiesterase-4-Inhibitoren, Methylxanthine und inhalative Corticosteroide (ICS) in Kombination mit Beta-2-Sympathomimetika. ¹ Die Wahl eines Medikaments richtet sich nach dem Ausmaß der Symptome und Exazerbationsfrequenz bzw. der aktuellen Klassifikation nach GOLD. ⁷ Dem Algorithmus der medikamentösen Langzeitbehandlung folgend sollte eine regelmäßige Therapie-Reevaluation mit entsprechender Eskalation bzw. Deeskalation der Therapiestufe durch einen Pneumologen erfolgen, wobei die erste Therapiestufe von nicht-medikamentösen Maßnahmen und Raucherentwöhnung gebildet wird. ²

Anticholinergika und Beta-2-Sympathomimetika bewirken eine Erschlaffung des Muskeltonus der verengten Atemwege und lassen sich demzufolge als Bronchodilatoren bezeichnen. ¹ Sie bilden die Basismedikamente einer inhalativen Dauertherapie der COPD. ⁷ Die kurzwirksamen Bronchodilatoren können eine rasche Linderung der Atemwegobstruktion herbeiführen. Sie werden daher auch bei anderen Erkrankungen zur Linderung von akuter Atemnot eingesetzt. Bei Patienten mit einer gering ausgeprägten Symptomatik kann eine Therapie mit kurzwirksamen Bronchodilatoren ausreichend sein. ¹ Bei höhergradiger Symptomschwere sollte zunächst ein Therapieversuch mit einem langwirksamen Anticholinergikum oder einem langwirksamen Beta-2-Sympathomimetikum begonnen werden, bevor man zu Kombinationspräparaten greift. ²

Im Gegensatz zur Therapieempfehlung des Asthma bronchiale sollten bei der COPD

inhalative Corticosteroide nicht als Monotherapie sondern nur in Kombination mit Bronchodilatoren zum Einsatz kommen. Treten trotz einer Kombinationstherapie aus LAMA/LABA/ICS bzw. LAMA/ICS vermehrt Exazerbationen auf, kann die Anwendung des Phosphodiesterase-4-Inhibitors Roflumilast erwogen werden. Methylxanthine wie Theophyllin sollten heutzutage aufgrund ihrer geringen therapeutischen Breite und ungünstigen Nebenwirkungsprofils nur noch in Ausnahmefällen angewendet werden. ¹

Allgemein gilt, dass die Behandlung einer COPD primär über Dosier-Aerosole oder Pulverinhalatoren erfolgen und auf eine systemische, d.h. orale Medikation nur im Fall einer akuten Exazerbation zurück gegriffen werden sollte. Hier stehen dann Antibiotika und systemische Corticosteroide zur Verfügung. Beide sind nicht für eine Langzeittherapie der COPD geeignet. ¹ Eine intensive Patientenschulung zur richtigen Handhabung des Inhalationsgeräts, eine gute Compliance sowie regelmäßige Verlaufskontrollen sind zudem, laut Leitlinie, essentiell für den Therapieerfolg. ²

2.1.5.2. Nicht-medikamentöse Therapiemaßnahmen

In der neuen Nationalen Versorgungsleitlinie COPD von 2021 wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass nicht-medikamentöse Therapiemaßnahmen einen hohen Stellenwert in der Behandlung von COPD-Patienten einnehmen und noch vor Beginn einer medikamentösen Therapie eingeleitet werden sollten. ² Nicht-medikamentöse Therapiemöglichkeiten der COPD lassen sich grob in präventive und nicht-medikamentöse Maßnahmen sowie apparative und operative Behandlungen unterteilen. ¹ Auf die letztgenannten Behandlungsoptionen wird in den nachfolgenden Kapiteln eingegangen. Zu den wichtigsten präventiven Maßnahmen gehören die bereits erwähnte Raucherentwöhnung sowie Schutzimpfungen gegen Influenza, Pneumokokken und SARS-Cov-2 und Expositionsschutzmaßnahmen am Arbeitsplatz.⁴¹

Nicht-medikamentöse Behandlungen umfassen u.a. Patientenschulungen, Ernährungsberatung, physiotherapeutische Atemtherapie, Ergotherapie, psychosoziale Betreuung sowie Lungensportgruppen. ¹ Die Aufrechterhaltung von körperlicher Aktivität und regelmäßigen Trainings wird unabhängig vom Krankheitsstadium als prognostisch besonders relevant eingestuft. Oft sei es aber schwer, die Patienten entsprechend zu motivieren. ² Patientenschulungen sind wichtig für das Krankheitsverständnis und Selbstmanagement, vermitteln Hilfestellungen zum Umgang mit Atemnot oder Ängsten sowie die richtige Handhabung der Inhalationssysteme. Im Rahmen einer Atemphysiotherapie lassen sich Strategien zur Atemerleichterung wie z.B. die sogenannte „Lippenbremse“ oder der „Kutschersitz“ erlernen.¹

Auch die Ernährungsberatung hat einen wichtigen Stellenwert in der Behandlung von COPD-

Patienten. Ziel ist es, Übergewicht, welches die Atemarbeit und eingeschränkte körperliche Mobilität zusätzlich erschweren kann, sowie Untergewicht, das durch eine negative Energiebilanz eine Prognose relevante pulmonale Kachexie zur Folge haben kann, zu vermeiden. ¹

In der DGP Leitlinie von 2018 heißt es, dass strukturierte pneumologische Rehabilitationsprogramme zu einer gesteigerten körperlichen Leistungsfähigkeit und krankheitsspezifischen Lebensqualität beitragen und eine Abnahme von Atemnot, COPD assoziierter Angst und Depression sowie der Anzahl und Länge von Krankenhausaufenthalten bewirken können. ¹ Eine pneumologische Rehabilitation kann darüber hinaus zu einer besseren Erholung nach einem exazerbationsbedingten Krankenhausaufenthalt beitragen. Sie ist allgemein indiziert für Patienten, die unter alltagsrelevanten psychosozialen und körperlichen Beeinträchtigungen durch die COPD leiden. Im Rahmen einer stationären oder ambulanten Rehabilitation kommen sämtliche oben genannte nicht-medikamentöse Maßnahmen im Sinne eines multimodalen Therapiekonzeptes zum Einsatz. Dadurch ergeben sich nicht nur die Symptome lindernde, sondern auch die Prognose verbessernde, Effekte. ¹

2.1.5.3. Apparative Behandlungsoptionen

Interventionelle Behandlungsoptionen können im Rahmen der COPD-Behandlung bei einem ausgeprägten Lungenemphysem, nach Ausschöpfung der konservativen Maßnahmen, in Erwägung gezogen werden. Funktionelle Voraussetzungen dafür sind eine FEV1 >20 - < 50 % des Solls, ein Residualvolumen (RV) > 175 % des Solls und ein relative Residualvolumen (RV%TLC) > 0,58 sowie ein Ergebnis im Sechs-Minuten-Gehtest (6-MWT) von ≥ 150 - ≤ 400 m. ¹

Es stehen verschiedene apparative Verfahren zur Verbesserung von Dyspnoe und reduzierter Lebensqualität zur Verfügung:

Die Bullektomie kann bei ausgeprägten, das umliegende Lungenparenchym komprimierenden Bullae eine Besserung von Atemnot und Lungenfunktion herbeiführen, ist aber bei schweren generalisierten Emphysemen nicht indiziert. ¹

Bei der Lungenvolumenreduktion lassen sich operative und endoskopische Verfahren mit endobronchialer Applikation von Ventilen oder Implantation von Coils unterscheiden. Ziel ist eine Reduktion der Lungenüberblähung sowie Wiederherstellung der elastischen Rückstellkräfte der Lunge. ¹ Die chirurgische Lungenvolumenreduktion basiert auf der Resektion von stark emphysematös veränderten Lungenabschnitten und eignet sich besonders als Therapie bei oberlappenbetonten Lungenemphysemen. Endoskopische Verfahren bieten sich bei stark ausgeprägten Lungenemphysemen mit einer FEV1 < 45 %

des Solls nach Bronchodilatation und einem RV von > 175-200 % an. Je nach Emphysemverteilung kommen mechanische Verfahren mit Implantation von Ventilen oder Coils, thermische Anwendungen mit Dampf oder eine polymerische Lungenvolumenreduktion mit Hyrogelschaum zum Einsatz. ¹

2.1.5.4. Langzeit-Sauerstofftherapie

Indikation für eine Langzeit-Sauerstofftherapie (LTOT) im Rahmen einer COPD ist eine chronische hypoxämische respiratorische Insuffizienz mit einem PaO₂ in Ruhe ≤ 55 von mmHg unter adäquater Therapie, PaO₂ in Ruhe 50–60 mmHg bei Cor pulmonale sowie Polyglobulie, ein PaO₂ unter Belastung ≤ 55 mmHg oder Hypoxämie im Schlaf. ^{1 2} Für die Diagnosestellung sind auffällige Werte in mehreren Blutgasanalysen notwendig, die alleinige Bestimmung der peripheren Sauerstoffsättigung (SpO₂) mittels Pulsoxymetrie ist zur Indikationsstellung einer LTOT nicht ausreichend. Die Notwendigkeit einer Weiterverordnung der Therapie sollte zudem regelmäßig überprüft werden. ²

Bei Patienten mit einer stabilen COPD und geringgradiger Entsättigung scheint eine Langzeit-Sauerstofftherapie keinen relevanten Nutzen zu bringen und wird nicht routinemäßig empfohlen. Die Empfehlungen zur Sauerstoff-Langzeittherapie sind heute Gegenstand der Diskussion, da sie aus einer veralteten Datengrundlage resultieren und die Frage nach fortbestehender Gültigkeit nicht ausreichend geklärt scheint. ¹

2.1.5.5. Lungentransplantation

Die führende Indikation für eine Lungentransplantation (LTx) bei COPD-Patienten ist das ausgeprägte Lungenemphysem. Eine LTx sollte erst dann in Betracht gezogen werden, wenn alle nicht-medikamentösen und pharmakologischen Therapiemaßnahmen, inklusive Langzeit-Sauerstofftherapie und sowie pulmonale Rehabilitation, ausgeschöpft sind. ¹ Weitere Selektionskriterien sind eine FEV₁ < 20 % des Solls, rezidivierende schwere Exazerbationen (>3/a) sowie eine pulmonale Hypertonie mit einem mittleren pulmonalarteriellen Druck von > 25 mmHg. Zudem ist die mindestens sechsmonatige, dokumentierte und laborchemisch nachgewiesene Nikotinkarenz Voraussetzung für eine Transplantationslistung. Mit dem Ziel einer nachhaltigen Verbesserung von Lebensqualität und Krankheitsprognose wird eine LTx nur für Patienten mit einer 5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit von < 50 % empfohlen. ¹

Als Kontraindikationen gelten relevante Vor- bzw. Begleiterkrankungen wie eine schwere KHK, Niereninsuffizienz oder Leberzirrhose, eine aktive Tumorerkrankung und schwere psychiatrische Erkrankungen. Alter > 65 Jahre, Kachexie sowie schwere Adipositas stellen eine relative Kontraindikation dar. ¹

Die Organzuordnung erfolgt nach dem Lung allocation Score (LAS), in welchen u.a. Diagnose, Vitalkapazität, 6-Minuten-Gehstrecke und Sauerstoffbedarf einfließen.

Die Doppellungentransplantation ist derzeit aufgrund eines besseren Langzeitüberlebens das Verfahren der Wahl und kommt weltweit in etwa 70 % der Fälle zum Einsatz. ¹

2.2 Singen

Zunächst soll hier auf das „Singen“ an sich eingegangen werden. Viele Menschen teilen die Überzeugung, nicht singen zu können. Dabei ist Singen eine der ältesten und natürlichsten Ausdrucksformen der Menschheit.¹⁰ Beim Singen kommen im wahrsten Sinne des Wortes Körper, Geist und Seele zum (Ein)klang. Betrachtet man jedoch die einzelnen Abläufe, die notwendig sind, damit das „Instrument“ Mensch wahrnehmbare Töne hervorbringt, so muss man feststellen, dass es sich durchaus um eine komplexe Tätigkeit handelt. Es kommt auf die richtige Körperhaltung und Atmung an, die Koordination von Zwerchfell, Zwischenrippenmuskulatur, Stimmlippen, Zunge, Gaumen- und Kehlkopfmuskulatur.^{11 12} Über das Gehör muss gleichzeitig der Abgleich und die Anpassung von Tonumfang, Tonhöhe und Lautstärke erfolgen. Erst bei einem harmonischen Zusammenspiel der einzelnen Elemente und einen aktiven Körpergrundtonus kann eine balancierte Atemflussregulation die Stimmbänder in Schwingung versetzen und eine Tonabfolge entstehen.¹²

2.2.1. Therapeutische Effekte von Singen

Die therapeutischen Effekte von Singen rückten in den letzten Jahren zunehmend ins Interesse der Forschung. Offenbar zur Recht, so konnten positive Auswirkungen auf den Krankheitsverlauf singender Patienten in den Bereichen Onkologie, Palliativmedizin, Neurologie und der Altersmedizin nachgewiesen werden. Auch bei Erkrankungen des Herzkreislaufsystems und der Lunge sowie bei psychiatrischen Krankheitsbildern wie Angst und Depression konnte der therapeutische Nutzen von Singen nachgewiesen werden.¹³ So verschieden die Krankheitsentitäten, bei denen Singen als Therapie bereits untersucht wurde auch sind, es zeigten sich durchweg positive Effekte auf Wohlbefinden und Lebensqualität der Patienten.¹³

Welches Geheimnis steckt hinter dieser, so vielfältig die Gesundheit fördernden (Gesangs-) Therapie?

Einfach ausgedrückt: Singen macht glücklich. Untersuchungen haben ergeben, dass bereits nach 30 Minuten aktiven Singens, die Produktion von Beta-Endorphine und Serotonin im Gehirn ansteigt, während der Cortisolspiegel abnimmt. Zudem konnte eine erhöhte Ausschüttung von Oxytocin, das sich als sogenanntes Bindungshormon auf soziale Interaktionen auswirkt, gezeigt werden.^{14 15}

In Ergänzung zu diesen endokrinologischen Nachweisen, kann Singen als Therapie für Körper, Geist und Seele dem Patienten einen ganz neuen Raum der Selbstwahrnehmung eröffnen und Resilienzkräfte auf dem Weg der Gesundung stärken. Bei der Teilnahme an einem Chor kommt das aufbauende Erleben von Gemeinschaft hinzu.

Neben den wohltuenden psychosozialen Effekten konnten weitere gesundheitsfördernde Nutzen des Singens, wie beispielsweise eine vertiefte Atmung und Stärkung des Herz-Kreislauf- sowie Immunsystems nachgewiesen werden.¹⁵

An der J.-W.-Goethe-Universität Frankfurt/M wurden Speichelproben von Mitgliedern eines Kirchenchores vor und nach dem Singen des Mozart Requiems untersucht, mit dem Ergebnis, dass die Konzentration des Immunmodulators IgA signifikant angestiegen war. In der Zuhörerschaft konnte dagegen keine Veränderung der IgA-Konzentration gemessen werden.¹⁶ Der Effekt von Singen auf die Herz-Kreislauffunktion wurde u.a. im Rahmen einer Chorstudie an der Universität Göteborg, Schweden, untersucht. Bereits wenige Minuten nach Probenbeginn zeigten sich Veränderungen der Herzfrequenz und es kam zu einer Absenkung und Synchronisierung der Herzfrequenzrate der Sänger.¹⁷ Auch bei Darmträgheit und Verstopfung kann Singen hilfreich sein, die Bewegung des Zwerchfells fördert hier indirekt Darmmotilität und Durchblutung.¹⁰

Nicht zuletzt sollte an dieser Stelle auf die Beziehung von Singen und Atmungssystem verwiesen werden. Die Bildung von Ton und Melodie erfordert eine exakte Kontrolle des Ausatemluftstroms. Das damit verbundene gesangsspezifische Atemmuster führt nachweislich zu einer besseren Belüftung der unteren Lungenabschnitte und kann so zu einem Anstieg der Sauerstoffkonzentration im Blut beitragen. Zudem stellt Singen ein gesundes Training für den zentralen Atemmuskel, das Zwerchfell, dar.¹⁸ Auch die Flanken- und Rückenmuskulatur kommen beim Singen zum Einsatz, positive Effekte auf muskuläre Verspannungen und Rückenschmerzen sind da nur naheliegend.¹⁰

Regelmäßiges Singen als Medizin mit seinen vielen positiven, weit über Freude an der Musik hinausgehenden „Nebenwirkungen“, scheint unter Berücksichtigung der angeführten Ergebnisse, auch präventiv sinnvoll zu sein. Auf psychosozialer Ebene im Sinne eines „natürlichen Antidepressivums“ kann Singen stimmungshhebend und für Ausgeglichenheit sorgend sein, sich zudem positiv auf Konzentration, Gedächtnis und soziale Interaktionen auswirken. Auf körperlicher Ebene bietet aktives Singen das Potential, den Blutdruck zu regulieren, Herz, Atmungsorgane und Immunsystem zu stärken, um nur einige Effekte zu nennen.¹⁰

Wie kommt es da, dass Singen als Therapie nicht weltweit etabliert und anerkannt ist?

Singende Krankenhäuser e.V. ist ein seit 2009 international tätiges Netzwerk, das es sich zum Anliegen gemacht hat, die gesundheitsfördernde Wirkung von Singen in Einrichtungen der Gesundheitsversorgung für Patienten zugänglich zu machen.¹³ Die Initiative entstand aus einer Singgruppe unter der Leitung des Musiktherapeuten Wolfgang Bossinger in der psychiatrischen Klinik Christophsbad, Göppingen. Bis heute wurden über 80 Krankenhäuser, Gesundheitseinrichtungen und Altenheime in Deutschland, Österreich und der Schweiz, in

denen Singen gefördert und therapeutisch eingesetzt wird, mit der Zertifizierung „Singendes Krankenhaus“ ausgezeichnet. Die Uniklinik Köln erhielt 2011 als erstes Uniklinikum Deutschlands diese Auszeichnung.¹³

2.2.2. Singen bei Lungenerkrankungen

Singen als Therapie für Patienten die unter Atemnot und chronischem Husten leiden klingt primär paradox. Zwar sind Atemphysiotherapie und physiotherapeutische Atemtherapie Bestandteil der in den Leitlinien empfohlenen nicht-medikamentösen Behandlungsmaßnahmen für COPD-Patienten. Hier geht es aber vor allem um das Erlernen von atemerleichternden Körperhaltungen und Techniken zum Selbstmanagement bei Dyspnoe, effizientem Einsatz der Atemhilfsmuskulatur oder Sekretmobilisation.¹ Dass aktives Singen, genau wie Medikamente, pulmonale Rehabilitation und Lungensport, das Potential besitzt, die Lebensqualität von COPD-Patienten deutlich zu verbessern, darauf wiesen Lungenärzte der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) schon 2010 unter Berufung auf eine britische Studie (BMC Pulmonary Medicine 2010) hin.¹⁹ Auch die Langzeitstudie der Canterbury Christ Church University, England, aus dem Jahr 2013 ergab, dass Singen vergleichbare positive Effekte auf körperliche Belastbarkeit und Lebensqualität von COPD-Patienten hat wie Physiotherapie.²⁰ Trotzdem existiert bis heute keine allgemeingültige Empfehlung bezüglich einer Teilnahme an einem Gesangstraining für COPD-Patienten. Wie von Ian Morrison, Mitautor der Canterbury Studie, bereits 2013 im Rahmen eines BBC Interviews gefordert wurde, existiert auch keine Verordnung „Singen auf Rezept“.²¹

Jedoch gibt es Chöre für Menschen mit eingeschränkter Lungenfunktion. „Singing for Lung Health“ ist eine britische Initiative für Menschen mit chronischen Lungenerkrankungen wie COPD oder Asthma, die von der British Lung Foundation unterstützt wird.²² Das besondere dieser Singgruppen gegenüber anderen Chören ist, dass weniger die Qualität des Gesanges im Vordergrund steht, sondern die Verbesserung der Atemkontrolle und Körperhaltung.¹² 2016 wurden die gesammelten Daten in einer systemischen Übersichtsarbeit bezüglich der Auswirkung des Gesangstrainings auf Wohlbefinden und Gesundheit der Patienten analysiert.²² Es zeigte sich eine deutliche Verbesserung des Gesundheitszustandes und psychosoziale Nutzen, besonders in der Gruppe der COPD-Patienten. Allerdings wurden in der Analyse Mängel der einzelnen Untersuchungen wie geringe Probandenzahl, fehlende Kontrollgruppen und Vergleichbarkeit der Studiendesigns aufgeführt. Weiter heißt es in der abschließenden Bewertung, dass die Wirkung der Intervention „Singen“ erst in aussagekräftigen Langzeitstudien untersucht werden müsse, bevor sie routinemäßig als Therapie bei respiratorischen Erkrankungen in klinischen Leitlinien empfohlen werden könne.

Das sei wiederum die Voraussetzung für eine Finanzierung durch das öffentliche Gesundheitswesen. ¹²

2.2.2.1. Der Patientenchor Pneumissimo

Pneumissimo e.V. ist ein Chor für Menschen mit eingeschränkter Lungenfunktion, welcher im Jahr 2015 an der Kölner Uniklinik gegründet wurde und sich seitdem stetig, auf derzeit ca. 50 Mitglieder, vergrößert hat. Im Jahr 2017 entstand am St. Johannes Krankenhaus Sieglar, Troisdorf, eine zweite Chorgruppe. ²³

Die Chorproben finden jeweils einmal wöchentlich statt und werden von der Diplom-Gesangslehrerin und Atemtherapeutin Frau Dr. Einzmann geleitet. Begleitet und harmonisch unterstützt werden die Sänger von dem Gitarristen Ian Griffiths. ²³

Die 90 minütigen Gesangseinheiten beginnen mit einem, auf der Atemlehre der „erfahrbare Atem“ von Ilse Middendorf basierenden, Warm-up. Ziel ist es, mittels atempädagogischer Lockerungs- und Dehnübungen und wechselnder An- und Entspannung einzelner Körperpartien eine Eutonisierung des gesamten (Klang-)körpers und eine Vertiefung der Atmung herbeizuführen. ¹¹ Dem folgt dann das, an die Bedürfnisse der Sänger angepasste chorische Einsingen zur Optimierung der Stimmfunktion. Es fällt auf, dass alle Teilnehmer engagiert mitsingen, eben gemäß dem Motto „Pneumissimo“, mit „so viel Luft wie möglich“. ²³

Der Schwerpunkt der Chorarbeit liegt weniger darauf Konzertprogramme einzustudieren, sondern beim Singen, über einen möglichst physiologischen vokalen Schwingungsaufbau – auch bei „falschen“ Tönen – den Ausatemstrom bestmöglich regulieren zu lernen. ²³

Trotzdem kam es in den nun mehr als sechs Jahren des Bestehens des Chores schon zu zahlreichen Auftritten und Konzerten im Rahmen von Veranstaltungen zum Thema „Lungenerkrankungen“, u.a. im Rahmen des Kongresses der DGP 2019 in München. ²³

Das Repertoire aus ein- und mehrstimmigen Liedern ist an die stimmlichen Besonderheiten des Chores angepasst und umfasst ein buntes Programm aus traditionellen deutschen und internationalen Liedern. ¹¹

Singen als „Therapie der kleinen Bewegungen“, wenn die körperliche Aktivität krankheitsbedingt bereits stark eingeschränkt ist, sollte gemäß der Erfahrung von Frau Dr. Einzmann regelmäßig, am besten einmal wöchentlich unter Anleitung erfolgen. ¹¹ So entstehe das Potential, das ungünstige krankheitsbedingte Atemmuster einer für COPD-Patienten typischen Hochatmung, die sich durch eine schnelle aber flache Atemabfolge mit primärer Benutzung des oberen Brustraums auszeichnet, zu durchbrechen und ein physiologischeres Atemmuster wieder zu erlernen. Dabei liege der Fokus zunächst auf der Ausatmung. Durch eine Verlängerung der Ausatmung könne so eine reflektorische Vertiefung der Einatmung etabliert werden. ¹¹ Ein weiterer positiver Effekt ergibt sich durch

die Vibration und Resonanz der Töne im Brustraum. Es kommt indirekt zu einer Mobilisierung von feststehendem Schleim und erleichtertem Abhusten. ²³

2.3 Fragestellungen

Bei der chronisch obstruktiven Lungenkrankheit (COPD) kommt es im Rahmen der Krankheitsprogression unweigerlich zu einer Verschlechterung der Lungenfunktion. Die Patienten leiden unter Belastungsdyspnoe, später auch unter Atemnot in Ruhe. Es folgt eine progrediente Abnahme von Mobilität, körperlicher Belastbarkeit und Teilhabe am öffentlichen Leben. Daraus erwächst das Risiko sozialer Isolation, emotionalen Rückzugs und Depression. Mehrere Studien haben in den letzten Jahren den Effekt von Singen als Therapie für Patienten mit eingeschränkter Lungenfunktion untersucht. Dabei ergaben sich Hinweise, dass Singen in Gemeinschaft positive psychosoziale Effekte hat und die Lebensqualität verbessern kann. Mitunter konnte auch eine gesteigerte körperliche Leistungsfähigkeit nach der Teilnahme an einem mehrwöchigen Gesangstraining beobachtet werden. Daraus resultierte die Idee, die regelmäßig singenden Mitglieder von „Pneumissimo – Chor für Menschen mit eingeschränkter Lungenfunktion“ bezüglich der drei genannten Kriterien Lungenfunktion, körperliche Belastbarkeit und psychosoziale Krankheitsauswirkung genauer zu untersuchen.

Im Rahmen dieser Dissertation wurden folgende Fragestellungen untersucht:

- 1.) Ergeben sich direkt messbare Auswirkungen nach einem 90-minütigen Gesangstraining auf die Lungenfunktion bei COPD-Patienten?**
Dafür wurden vor und nach der Chorprobe eine Spirometrie- und eine Bodyplethysmographiemessung durchgeführt und relevante Lungenfunktionsparameter verglichen.

- 2.) Wie wirkt sich ein 90-minütiges Gesangstraining auf die körperliche Belastbarkeit von COPD-Patienten aus?**
Dafür wurde vor und nach der Chorprobe unter standardisierten Bedingungen ein Sechs-Minuten-Gehtest durchgeführt.

- 3.) Welche Auswirkungen hat Singen auf die Lebensqualität und psychosoziale Krankheitswahrnehmung von COPD-Patienten?**
Dafür wurde vor und nach der Chorprobe der COPD Assessment Test (CAT) beantwortet und die Ergebnisse anhand einer „pre vs. post Gegenüberstellung“ verglichen.

4.) Bestehen Unterschiede bezüglich der Effekte von Singen hinsichtlich der oben genannten Parameter zwischen COPD-Patienten und Patienten mit anderen Lungenerkrankungen wie z.B. Asthma bronchiale?

Zur Evaluation dieser Frage wurden die Untersuchungen aus der Lungenfunktionsdiagnostik, 6-MWT und CAT im identischen Studiendesign mit den weiteren Mitgliedern des Chores, die an Asthma bronchiale oder anderen Lungenerkrankung litten, durchgeführt und die Ergebnisse beider Untersuchungsgruppen verglichen.

3. MATERIAL UND METHODEN

Ziel der klinisch-prospektiven Studie „Pulmonale Veränderungen durch regelmäßiges Singen bei Patienten mit COPD“, war es, zu untersuchen, wie sich regelmäßiges Singen auf die eingeschränkte Lungenfunktion, die körperliche Belastbarkeit und die Lebensqualität von COPD-Patienten auswirkt. Das in die Studie eingeschlossene Patientenkollektiv bestand aus 34 Mitgliedern des Chores „Pneumissimo“. Es wurden drei klinische Tests zunächst vor und dann direkt im Anschluss an das Gesangstraining durchgeführt, um die direkten Auswirkungen nach einer 90 minütigen Chorprobe abzubilden.

3.1 Das Studienkollektiv

Die Teilnehmer der vorliegenden Studie waren Mitgliedern des Patientenchores „Pneumissimo e.V. - Chor für Menschen mit eingeschränkter Lungenfunktion“. ²³ Eine Teilnahme an den Chorproben bestand bei den Patienten, unabhängig von der Untersuchung, seit mehr als einem Jahr vor Studienbeginn. Bis auf drei Patientinnen waren die Probanden im Vorfeld nicht gesangserfahren und wurden im Rahmen von Selbsthilfe- und Lungensportgruppen, sowie durch Zeitungsberichte und Flyer auf das Singangebot aufmerksam gemacht.

Zum Untersuchungszeitpunkt bestand der Chor aus 39 regelmäßig an den Proben teilnehmenden Mitgliedern. Darunter befanden sich 24 Patienten mit einer, durch einen Lungenspezialarzt nach den Kriterien der Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) ⁷, diagnostizierten COPD. Bis auf zwei Patienten, die an die Pneumologische Ambulanz der Uniklinik angebunden sind, werden die COPD-Patienten regelmäßig bei ihren niedergelassenen Pneumologen vorgestellt.

Im Verlauf der Studienplanung wurde aus 15 weiteren Probanden eine zweite Untersuchungsgruppe für Teilnehmer mit anderen Lungenerkrankungen gebildet.

3.1.1. Pneumissimo Köln

Seit der Gründung im April 2015 treffen sich die Mitglieder von „Pneumissimo – Chor für Menschen mit eingeschränkter Lungenfunktion“, einmal wöchentlich auf dem Gelände der Uniklinik Köln, um unter der Leitung von Frau Dr. Einzmann zu proben.²³ Um zum Probenort zu gelangen, nehmen die Patienten trotz ihrer Beeinträchtigungen teilweise weite Wege in Kauf, wohl wissend, wie gut ihnen das Singen tut. Zwar ist die Chorarbeit auf die Zielgruppe „Lungenfunktionseinschränkung“ zugeschnitten, eine Lungenerkrankung zu haben, ist aber kein Aufnahmekriterium für eine Mitgliedschaft im Chor.

Bei 24 von 39 Teilnehmern der Studie war eine COPD ursächlich für die Lungenfunktionseinschränkung. Weitere Lungenerkrankungen waren Asthma bronchiale, idiopathische Pulmonale Fibrose oder Z.n. Lungenkarzinom.

3.1.2. Pneumissimo Troisdorf

Im September 2017 kam es dank der Initiative von Dr. med. Sebastian Schlünz zur Gründung einer zweiten Chorgruppe am St. Johannes Krankenhaus Sieglar, Troisdorf. Hier wird unter Anleitung von Frau Dr. Anette Einzmann seitdem ebenfalls einmal wöchentlich gesungen. Inzwischen ist die Gruppe in Troisdorf auf 23 Mitglieder angewachsen. Der Probenaufbau und das Liedrepertoire der beiden Chorgruppen unterscheiden sich im Wesentlichen nicht, auch die meisten Konzerte und Auftritte wurden in der Vergangenheit gemeinsam bestritten. Die freiwillige Teilnahme an der Studie stand ebenfalls allen Patienten beider Gruppe offen. 20 Teilnehmer stammten aus Köln, 19 aus der Singgruppe in Troisdorf.

3.1.3. Vergleichsgruppe

Um zu untersuchen, ob auch die, nicht als COPD-Patienten in die Studie eingeschlossenen Mitglieder des Chores von regelmäßigem Singen profitieren und sich möglicherweise abweichende Effekte auf Lungenfunktion, körperliche Belastbarkeit und Lebensqualität ergeben, wurden 14 weitere Chormitglieder als „Vergleichsgruppe“ in die Studie eingeschlossen. Darunter waren fünf Asthmatiker. Da sich die genaue Diagnosezuordnung der weiteren Patienten nicht ganz einfach gestaltete, orientierten wir uns bei den Patienten mit unklarer Diagnose neben der Klinik insbesondere an den Messwerten der Lungenfunktionsdiagnostik. So wurde drei weiteren Probanden ein Asthma COPD Overlap Syndrom (ACO) zugeordnet. Zwei Teilnehmer berichteten über eine langjährige chronische Bronchitis, die während der Untersuchungszeit allerdings ohne medikamentöse Therapie stabil war. Bei drei Probanden war eine fragliche COPD I diagnostiziert worden, bei uns in der Lungenfunktionsdiagnostik zeigte sich jedoch keine relevante obstruktive Ventilationsstörung. Eine Patientin hatte eine reduzierte Lungenfunktion aufgrund einer Lobektomie im Rahmen eines Lungenkarzinoms.

Die Untersuchungsergebnisse der Vergleichsgruppe wurden ausgewertet und der COPD-Gruppe vergleichend gegenübergestellt. Es wurde bewusst auf den Namen „Kontrollgruppe“ verzichtet, um nicht den Eindruck einer randomisierten Zuordnung der Probanden und einer verblindeten Studie entstehen zu lassen.

3.1.4. Ein- und Ausschlusskriterien

Für die vorliegende prospektive Studie wurden zwei Untersuchungsgruppen gebildet. In die COPD-Gruppe wurden Teilnehmer des Chors „Pneumissimo“ mit einer durch einen Lungenfacharzt gemäß den Kriterien der aktuellen Leitlinien ¹ diagnostizierten COPD eingeschlossen. Die Vergleichsgruppe bestand aus altersäquivalenten Patienten, bei denen andere pneumologische Grunderkrankungen bestanden. In beiden Gruppen waren, neben einer regelmäßigen Teilnahme an den Chorproben, Volljährigkeit und die unterschriebene Einverständniserklärung nach schriftlicher und mündlicher Aufklärung Voraussetzung zur Studienteilnahme. Die Ausschlusskriterien der vorliegenden Studie bildeten das Fehlen des schriftlichen Einverständnisses, Schwangerschaft oder Minderjährigkeit der Probanden. Die Rekrutierung des Studienkollektivs erfolgte ausnahmslos aus „Pneumissimo e. V. – Chor für Menschen mit eingeschränkter Lungenfunktion“. Die Untersuchungen wurden in der pneumologischen Ambulanz der Uniklinik Köln und des St. Johannes Krankenhauses Sieglar durchgeführt. Die Chorproben wurden in unmittelbarer Nähe zum Untersuchungsort, auf dem Krankenhausgelände abgehalten.

3.2 Studiendesign und Studienablauf

Im Zeitraum von Januar 2018 bis Juli 2019 wurden insgesamt 39 Teilnehmer des Chores „Pneumissimo“ untersucht. Alle Probanden gaben ihr schriftliches Einverständnis zur Teilnahme an der Studie und zur Erhebung der vorliegenden Daten. Fünf Patienten mussten aus technischen Gründen im Nachhinein ausgeschlossen werden, sodass letztendlich die Untersuchungsergebnisse von 34 Probanden in die Analyse eingingen. Darunter waren 20 COPD-Patienten und 14 Patienten mit weiteren Lungenerkrankungen. In beiden Gruppen wie auch an den verschiedenen Standorten wurden die Untersuchungen unter den gleichen Bedingungen durchgeführt. Pro Tag wurde ein Patient untersucht. Jeder Patient durchlief die Untersuchungen zweimal, zuerst vor und dann direkt nach der Chorprobe. Die Probe wurde von Frau Dr. Einzmann, einer professionellen Atemtherapeutin und Gesangslehrerin geleitet und dauerte 90 Minuten. Zusätzlich zu der Chorarbeit umfasste die Probe ein 10-15-minütiges Warmup, basierend auf der Atemlehre nach Ilse Middendorf, sowie Stimmbildungsübungen. Während der Singstunde saßen die Patienten überwiegend, wurden bei einzelnen Liedern aber auch zum Aufstehen motiviert. Das breite Repertoire an traditionellen deutschen und internationalen Liedern wurde an die Atem- und Stimmbeschwerden der Patienten angepasst und mit Gitarre oder Akkordeon begleitet. Im Rahmen der Studie wurden folgende Untersuchungsbefunde erhoben:

1. Anamnese
2. Lungenfunktionsdiagnostik mit Spirometrie und Bodyplethysmographie
3. Sechs-Minuten-Gehtest mit pulsoxymetrischer Messung von Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung vor und nach der Belastung sowie Einschätzung der Belastungsdyspnoe anhand der Borg-Skala
4. Feststellung der krankheitsspezifischen Symptomschwere durch folgende standardisierte Fragebögen:
 - a. COPD Assessment Test (CAT)
 - b. The Modified Medical Research Council Dyspnoe Scale (mMRC)
 - c. Saint George´s Respiratory Questionnaire (SGRQ)
 - d. BODE-Index

3.2.1. Anamnese

Vor Untersuchungsbeginn erfolgte ein Anamnesegegespräch, in dem biometrische Daten wie Geschlecht, Alter, Körpergröße-, Gewicht und BMI sowie der Raucherstatus in Pack years erhoben wurden. Zudem wurden Einzelheiten zur Erkrankung wie aktuelle Beschwerden, Sauerstoffbedarf (in Litern/Minute und Stunden/Tag) und Exazerbationen im zurückliegenden Jahr, erfragt und die aktuelle Medikamenteneinnahme sowie weitere Vorerkrankungen dokumentiert. Abschließend wurde der Modified Medical Research Council (mMRC) zur Einschätzung der Luftnot des Probanden ermittelt.

3.2.2. Lungenfunktionsdiagnostik

Die Lungenfunktionsdiagnostik gehört nach Anamnese und körperlicher Untersuchung zu den wichtigsten Untersuchungsmethoden zur Diagnosestellung und Verlaufsbeobachtung einer COPD. ¹

Zur Messung der Lungenfunktion der Studienteilnehmer wurde im St. Johannes Krankenhaus Sieglar sowie in der Uniklinik Köln das Gerät MasterScreen Body der Firma Jaeger verwendet. Die Messungen wurden in den Lungenfunktionsabteilungen der Krankenhäuser durch medizinisch-technische Assistenten gemäß der Empfehlung der Deutschen Atemwegsliga durchgeführt. ²⁴

3.2.2.1. Spirometrie

Die Spirometrie ist eine einfache, nichtinvasive Untersuchungsmethode zur Objektivierung der Lungenfunktion und Unterscheidung zwischen einer obstruktiven und einer restriktiven Ventilationsstörung. Im Rahmen eines standardisierten Untersuchungsablaufs werden verschiedene statische und dynamische Lungenfunktionsparameter bestimmt. ²⁴

Die forcierte Vitalkapazität (FVC) ist ein sogenannter statischer Lungenfunktionsparameter und bildet ein Atemvolumen ab. Die Vitalkapazität (VC) ist definiert als Volumendifferenz zwischen vollständiger Inspiration und vollständiger Expiration, was dem gesamten bewegbaren Lungenvolumen entspricht. Die FVC erhält man, wenn nach vollständiger Inspiration die Expiration in forcierter Weise, also unter maximaler Anstrengung, über mehrere Sekunden erfolgt. ²⁴

Die sogenannte absolute Einsekundenkapazität (FEV1) entspricht dem Volumen, das innerhalb der ersten Sekunde unter forcierter Expiration ausgeatmet werden kann. Die FEV1 wird zur Gruppe der dynamischen Lungenfunktionsparameter gezählt, da sie einer Atemflusskurve entsprechend eine Volumenänderung pro Zeiteinheit, abbildet. ²⁴ Die FEV1 ist bis heute Bestandteil von kombinierten Scores zur Prognoseabschätzung von COPD-

Patienten und war bis zur Veröffentlichung der neuen Diagnosekriterien nach GOLD 2017 die entscheidende Größe zur Stadieneinteilung der Erkrankung.¹ Der Tiffenau-Index (FEV1/FVC), auch als relative Einsekundenkapazität bezeichnet, setzt FEV1 und FVC in Bezug zu einander. Mithilfe des Tiffenau-Index kann zwischen einer obstruktiven und restriktiven Ventilationsstörung differenziert werden. Per Definition handelt es sich um eine obstruktive Ventilationsstörung bei einer erniedrigten FEV1 und einem Tiffenau-Index < 70 %. Bei einer restriktiven Ventilationsstörung dagegen sind FEV1 wie auch FVC in einem proportionalen Verhältnis zu einander verringert, sodass der Tiffenau-Index (nahezu) unverändert ausfällt.⁸

Der postexpiratorische Spitzenfluss (PEF), ist ein weiterer dynamischer Parameter der Lungenfunktionsmessung. Er entspricht der maximal erreichten Atemstromstärke bei forcierter Expiration.²⁴ Dieser Messwert ist allerdings stark von der Patientenmitarbeit abhängig und für die COPD diagnostisch nicht von Bedeutung.¹

Für die vorliegende Studie wurden alle mittels Spirometrie erhobenen Ergebnisse als Absolut- und Prozentwert in Bezug zur jeweiligen alters- und geschlechtsspezifischen Referenzgruppe, dem sogenannten „Soll“, gemessen.

3.2.2.2. Bodyplethysmographie

Die Bodyplethysmographie ist im Vergleich zur Spirometrie ein sensitiveres, weniger von der Patientenmitarbeit abhängiges Messverfahren und empfiehlt sich so insbesondere bei Patienten, die krankheitsbedingt nicht in der Lage sind, forcierte Atemmanöver exakt auszuführen.¹ Die sogenannte „große Lungenfunktion“ bietet zudem den Vorteil, dass neben den Parametern einer einfachen Spirometrie zusätzlich der Atemwegswiderstand, die totale Lungenkapazität (TLC) und das Residualvolumen (RV) bestimmt werden können.²⁵ Der Atemwegswiderstand und das Residualvolumen sind bei einer COPD typischerweise erhöht, dabei spiegelt das RV die Schwere eines Lungenemphysems wider.²⁶ Durch die bodyplethysmographische Messung des spezifischen Atemwegswiderstandes ist eine genaue, objektive Darstellung der Atemwegsobstruktion möglich.¹

Das Residualvolumen ist definiert als das Volumen, welches auch nach einer vollständigen Expiration in der Lunge verbleibt, also nicht ausgeatmet werden kann. Die funktionelle Residualkapazität (FRC) entspricht dagegen dem Atemvolumen, welches nach einer normalen Expiration in der Lunge verbleibt. Die Summe aus RV und Vitalkapazität (VC) ergibt die totale Lungenkapazität (TLC). Der Parameter RV%TLC bildet den prozentualen Anteil des RV an der TLC ab.²⁵

Während einer Bodyplethysmographie sitzt der Patient in einer geschlossenen Glaskabine mit festem Volumen, allein über das Mundstück besteht eine Verbindung zur Außenwelt. Die

durch verschiedene spirometrische Atemmanöver ausgelösten Druckänderungen werden über einen Kammersensor aufgezeichnet. Der Patient atmet unter anderem gegen einen Widerstand ein und aus, was zu einer Komprimierung der Luft in der Lunge führt.²⁵ Gemäß des Boyle-Mariotte-Gesetzes, welches besagt, dass Produkt aus Druck und Volumen konstant sind, kann so von der, über den Sensor gemessenen Druckänderung in der Kammer auf das intrathorakale Luftvolumen geschlossen werden. Die gemessenen Werte fließen in ein Druck-Volumen-Diagramm ein und bilden graphisch eine sogenannte „Atemschleife“. Je nach zugrunde liegender Lungenerkrankung beschreibt diese Druck-Volumen-Kurve eine charakteristische Form.²⁵

Die im Rahmen der Studie mittels Bodyplethysmographie erhobenen Werte wurden als Absolut- und Relativwerte in Bezug zum alters- und geschlechtsspezifischen „Sollwert“ aufgezeichnet.

3.2.3. Sechs-Minuten-Gehtest

Der Sechs-Minuten-Gehtest (6-MWT) ist der am häufigsten verwendete Belastungstest zur Evaluation von körperlicher Leistungsfähigkeit und Atemnot unter Belastung.¹ Laut der American Thoracic Society ist der 6-MWT besonders gut zur Beurteilung von körperlicher Aktivität von Patienten geeignet, zudem sei er einfach in der Durchführung und werde von den Patienten gut vertragen.²⁷

Zur ätiologischen Differenzierung der Belastungsdyspnoe bei COPD-Patienten mit einer kardiologischen Vorerkrankung wird gemäß Leitlinie eine zusätzliche Spiroergometrie empfohlen.¹

Die Durchführung des 6-MWT in der vorliegenden Studie erfolgte auf dem standardisierten Testkorridor der Uniklinik Köln bzw. des St. Johannes Krankenhauses Sieglar entsprechend den Leitlinien der American Thoracic Society.²⁸ Die Patienten wurden gebeten, sechs Minuten lang in einem für sie angenehmen Lauftempo auf einer ebenen Gehstrecke zu gehen. Dabei durften Patienten ihre üblichen Gehhilfen und mobilen Sauerstoffgeräte benutzen und - wenn notwendig - unterwegs Pausen machen. Der zurückgelegte Weg sowie die Anzahl und Länge der Pausen wurden dokumentiert. Zudem wurden vor und nach dem Test die Herzfrequenz und die Sauerstoffsättigung gemessen. Hierfür wurde ein Pulsoxymetrie-Gerät der Firma *Nellcor, Typ OxiMax N-65* verwendet. Die subjektive Atemnot wurde am Ende des Belastungstests anhand der BORG-Skala, eine numerische Skala von 0-10, ermittelt.

Normal belastbare Personen gehen in sechs Minuten eine Strecke von 400 - 700 Metern, abhängig von Alter und körperlicher Fitness.^{27 29} Gründe für eine reduzierte Gehstrecke können neben kardialen und pulmonalen Erkrankungen orthopädische Vorerkrankungen, geringe Körpergröße und weibliches Geschlecht sein. Dagegen gelten männliches Geschlecht, große Körpergröße, hohe Motivation und Benutzung einer mobilen Sauerstoffversorgung als Faktoren, die einen positiven Einfluss auf die Gehstrecke haben können.²⁷

3.2.4. Fragebögen zu Lebensqualität und Symptomschwere

Fragebögen sind ein wichtiges Instrument um die Auswirkung der COPD auf Lebensqualität und Wohlbefinden sowie bestehende Beeinträchtigungen bei der Bewältigung des alltäglichen Lebens, zu messen. ¹

3.2.4.1. COPD Assessment Test

Der COPD Assessment Test (CAT) wurde im Jahr 2009 entwickelt, mit dem Ziel, den Einfluss der COPD auf Gesundheitsstatus, Wohlbefinden und Lebensqualität der Patienten auf einfache und schnelle Weise ermitteln zu können. ³⁰ Der Fragebogen deckt acht relevante Symptombereiche von COPD-Patienten ab, deren Schwere von den Patienten anhand einer Sechs-Punkte-Skala (Werte zwischen 0 und 5) selbstständig eingeschätzt werden soll. Die Summe der einzelnen Punkte ergibt dann einen Wert zwischen null und maximal 40 Punkten. ³¹

Ein Ergebnis im CAT unter zehn Punkten wird als geringe Beeinträchtigung der Gesundheit durch die COPD gewertet. Werte zwischen zehn und 20 lassen auf einen mittelgradigen und ein Wert > 20 Punkte auf einen hochgradigen Einfluss auf den Gesundheitszustand des Patienten schließen. Bei gesunden Nichtrauchern ergibt sich in der Regel maximal ein CAT Score von fünf Punkten. ³¹

Da sich die Einteilung der COPD heute primär an den zwei Dimensionen Symptomschwere und Exazerbationsrisiko orientiert, stellt der CAT ein wichtiges Instrument im klinischen Alltag dar. Der Gruppe A und C werden gering symptomatische Patienten bei einem CAT Score < 10 Punkten und Gruppe B und D höhergradig symptomatische Patienten mit einem CAT Score > 10 Punkte zugeordnet. ¹ Zudem dient der CAT in der ambulanten Betreuung der COPD-Patienten als effizientes Instrument zur Behandlungsevaluation und der Notwendigkeit einer Therapieoptimierung. Im Handbuch zur Anwendung des CAT werden für die verschiedenen Punktekategorien therapeutische Möglichkeiten zur Verbesserung des Gesundheitszustandes der Patienten vorgeschlagen. ³¹

Für die vorliegende Studie wurde der CAT zur Einschätzung von Symptomschwere und Lebensqualität der Probanden verwendet. Die Studienteilnehmer bekamen die deutsche Übersetzung des CAT ausgehändigt, welche sie nach kurzer Einführung selbstständig ausfüllen konnten.

3.2.4.2. The Modified Medical Research Council Dyspnoe Scale

Die Modified Medical Research Council Dyspnoe Scale (mMRC) ist eine Weiterentwicklung des 1959 eingeführten Fragebogens Medical Research Council (MRC) zur der Evaluation von Belastungsdyspnoe. ³² Zur Einschätzung der Luftnot im Alltag dienen fünf beschreibende Sätze, die einer fünfstufigen Skala von 0 – 4 zugeordnet sind. Dabei entspricht „null“ dem Fehlen von Luftnot bei gewöhnlichen Alltagsaktivitäten und „vier“ einer hochgradig einschränkenden Symptomatik, die es dem Patienten unmöglich macht, das Haus zu verlassen. ¹

Der mMRC wird heute neben dem CAT zur Stadieneinteilung der COPD angewendet, da Belastungsdyspnoe ein zentrales Leitsymptom der Erkrankung ist. Patienten, die eine Luftnot von Grad null oder eins angeben, gelten als gering symptomatisch und werden dementsprechend den Gruppen A oder C zugeordnet. Bei einem Wert auf der mMRC Skala von zwei und mehr gelten Patienten als höhergradig symptomatisch (Stadium B oder D). ¹ In dieser Studie wurde die deutsche Übersetzung des mMRC verwendet und im Rahmen des Anamnesegesprächs erhoben. (Tabelle 2) ¹

Grad der Dyspnoe	Beschreibung
0	Ich werde nur bei starker Belastung kurzatmig
1	Ich werde kurzatmig wenn ich mich auf ebener Erde beeile oder wenn es leicht ansteigt
2	Ich gehe wegen Atemnot langsamer als Altersgenossen oder ich muss anhalten, um Luft zu holen, wenn ich auf ebener Erde gehe
3	Ich halte an, um Luft zu holen nach 100 m oder nach wenigen Minuten, ebenerdig
4	Ich bin zu kurzatmig um das Haus zu verlassen oder ich bin kurzatmig bei An- und Ausziehen

Tabelle 2: Modified Medical Research Council (mMRC) Skala für Dypnoe ¹

3.2.4.3. Saint George´s Respiratory Questionnaire

Der Saint George´s Respiratory Questionnaire (SGRQ) wurde 1992 zur Erfassung der gesundheitlichen Beeinträchtigung und Lebensqualität für COPD-Patienten und Patienten mit Asthma bronchiale entwickelt.³³ Der mehrere Seiten umfassende Fragebogen existiert mittlerweile in vielen verschiedenen Sprachen und kommt auch bei anderen pneumologischen Erkrankungen wie Bronchiektasien oder der idiopathischen Pulmonalen Fibrose als valides Messinstrument zur Anwendung.^{34 35} Im Jahr 2007 wurde von Meguro et al. eine überarbeitete und spezifischer an die COPD angepasste Version des SGRQ, der SGRQ-C, veröffentlicht.³⁶

Der SGRQ deckt durch 17 Fragen verschiedene alltagsrelevante Kategorien ab. Es kann eine Gesamtpunktzahl zwischen 0 und 100 erreicht werden. Dabei korrelieren die Höhe der Punktzahl und die Stärke der krankheitsbedingten Beeinträchtigungen miteinander. Das Ergebnis „null“ beschreibt demzufolge den bestmöglichen Gesundheitszustand, „100“ den schlechtesten.³⁵

Der Fragebogen lässt sich in die drei Teilbereiche „Symptome“ (Symptoms Score), „Aktivität“ (Activity Score) und „Belastung“ (Impact Score) untergliedern. Diese drei Bereiche werden am Ende zum Gesamtscore (Total Score) zusammengeführt. Ziel ist es, die gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Lebensqualität der Patienten in den letzten drei Monaten bestmöglich abzubilden.³⁵

In der vorliegenden Studie wurde die deutsche Fassung des SGRQ verwendet. Die Patienten konnten nach einer kurzen Einführung den Fragebogen selbstständig ausfüllen. Die Auswertung der Fragebögen und Berechnung der Teil- sowie Gesamtpunktzahlen erfolgte mit dem vom Hersteller zur Verfügung gestellten Excel-basierten SGRQ-Kalkulator.³⁵

Die drei Teilbereiche des SGRQ sind:³⁵

1. Symptome (Symptoms Score)
Evaluation der Häufigkeit und Schwere der respiratorischen Symptome.
2. Aktivität (Activity Score)
Ermittlung von Aktivitäten, die zu Luftnot führen bzw. die aufgrund der Luftnot nicht mehr ausgeführt werden können
3. Belastung (Impact Score)
Abfrage von sozialen und psychologischen Beeinträchtigungen durch die zugrundeliegende Lungenerkrankung

3.2.4.4. BODE-Index

Der BODE-Index wurde 2004 als klinisches Instrument zur besseren Vorhersage des Mortalitätsrisikos bei COPD-Patienten entwickelt. Bis dahin basierte die Einschätzung der Erkrankungsschwere der COPD primär auf den FEV1-Werten aus der Spirometrie, ohne Berücksichtigung von Klinik und Komorbiditäten. ³⁷

Der multidimensionale Score kombiniert die Kriterien Body-Mass-Index (**B**: BMI), Ausmaß der Atemwegsobstruktion(**O**: obstruction) und Luftnot (**D**: dyspnoe) sowie körperliche Belastbarkeit (**E**: exercise capacity). (Tabelle 3) ¹

Mit Hilfe einer Umrechnungstabelle werden aus FEV1 als Maß der Obstruktion, dem Ergebnis im 6-MWT und mMRC und dem BMI des Patienten ein Wert zwischen „null“ und „zehn“ Punkten berechnet. Je höher der Wert, desto höher die Gesamtmortalität, die COPD-spezifische Mortalität und die Hospitalisationsrate des Patienten. ³⁷

Parameter	Punkte auf der BODE Skala			
	0	1	2	3
FEV1 (% Soll)	≥ 65	50 – 64	36 – 49	≤ 35
6-MWT (m)	> 350	250 – 349	150 – 249	≤ 149
mMRC	0 – 1	2	3	4
BMI (kg/m ²)	> 21	≤ 21		

Tabelle 3: BODE-Index ³⁷

3.2.3. Statistische Auswertung

Die statistische Datenanalyse erfolgte mit *IBM® SPSS® Statistics* Version 26 und der Unterstützung des Instituts für Medizinische Statistik und Bioinformatik (IMSB) der Universität zu Köln. Zum direkten Vergleich der Daten aus den Untersuchungen vor und nach der Chorprobe wurden, für beide Untersuchungsgruppen separat, für die relevanten Parameter aus der Lungenfunktionsdiagnostik, den Ergebnissen im 6-MWT und Punkten im CAT Mittelwert, Standardabweichung, Perzentilen (25., 50. und 75.) sowie Median, Minimum, Maximum und Interquartilsbereiche (IQR) berechnet. Aufgrund der geringen Probandenanzahl und einer nicht vorhandenen Normalverteilung der Daten, entschieden wir uns im weiteren Verlauf zu einer nichtparametrischen Datenanalyse. Die Ergebnisse im „pre vs. post Vergleich“ wurden als Median und Interquartilsbereich (IQR) dargestellt und mittels Boxplot visualisiert. Die Mittellinie des Boxplot-Diagramms stellt den Median dar, die untere und obere Grenze der Box werden vom ersten bzw. dritten Quartil und die äußeren Grenzen von Minimum und Maximum gebildet. Zum Vergleich der Prä- und Postwerte innerhalb der jeweiligen Gruppe wurde der Wilcoxon Signed-Rank-Test verwendet. Das Signifikanzniveau lag bei $p < 0,05$.

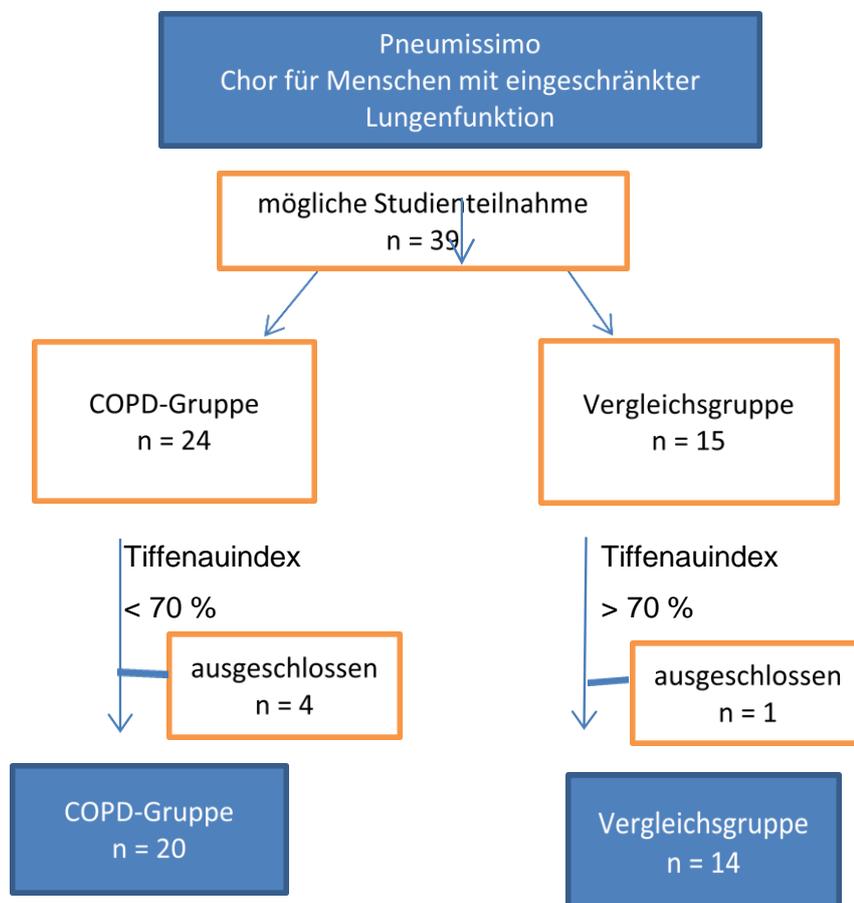
Von einer vergleichenden Analyse der beiden Untersuchungsgruppen untereinander wurde aufgrund der unterschiedlichen Gruppengröße sowie der Fragestellung abgesehen. Die Darstellung der qualitativen Patientendaten erfolgte als Mittelwert mit Angabe der dazugehörigen Standardabweichung.

4. ERGEBNISSE

4.1 Studienkollektiv

Im Rahmen der prospektiven klinischen Studie sollten die Auswirkung von regelmäßigem Singen bei Teilnehmern des Chores „Pneumissimo – Chor für Menschen mit eingeschränkter Lungenfunktion“, untersucht werden. Ziel war es, 20-30 Patienten in die Erhebung einzuschließen. Der Fokus lag zunächst auf den COPD-Patienten. Als sich jedoch herausstellte, dass diese Diagnose nur auf einen Teil der Patienten zutraf, wurde eine zweite Untersuchungsgruppe für Probanden mit anderen Lungenerkrankungen wie beispielsweise Asthma bronchiale gebildet.

Zu Untersuchungsbeginn konnten 39 mögliche Studienteilnehmer identifiziert werden. Davon hatten 24 Patienten eine lungenfachärztlich bestätigte COPD. 15 weitere Chormitglieder wurden in die Vergleichsgruppe eingeschlossen. Vier der 24 COPD-Patienten sowie eine Teilnehmerin der Vergleichsgruppe mussten aufgrund technischer Probleme, Nichtzutreffen der Einschlusskriterien oder fehlerhafter Untersuchungsergebnisse nachträglich ausgeschlossen werden. So konnten letztlich 34 Teilnehmer, darunter 20 COPD-Patienten und 14 Probanden mit einer anderen Lungenerkrankung, in die Studie eingeschlossen werden. Abbildung 2: Das Studienkollektiv



4.1.1. Demographie des Studienkollektivs

Im Rahmen der Anamneseerhebung wurden verschiedene demographische und krankheitsspezifische Daten der Studienteilnehmer erhoben. (Tabelle 4)

Patienten Charakteristika	COPD Gruppe n=20	Vergleichsgruppe n=14
Alter in Jahren Mittelwert \pm SD	66,6 (\pm 5,68)	70,79 (\pm 8,02)
Geschlecht (%) weiblich männlich	75 25	93 7
COPD Stadien (%) I II III IV	5 25 65 5	k.A.
regelmäßige Medikamenten- inhalation (%)	90	43
Sauerstoffbedarf (%)	30	0
Raucher (%) Ex-Raucher (%) nie geraucht (%)	10 70 20	0 86 14
BMI in kg/m² Mittelwert \pm SD	25,33 (\pm 5,67)	27,64 (\pm 6,10)
BODE-Index (Punkte) Median (Min/Max)	3 (1 / 5)	1 (0 / 2)

Tabelle 4: Demographische Daten des Studienkollektivs

4.1.2. Geschlechterverteilung

Erhebungen zur weltweiten Geschlechterverteilung der COPD wiesen in der Vergangenheit stets eine höhere Krankheitsprävalenz bei Männern als bei Frauen auf. In neueren Studien ergeben sich nun Hinweise, dass inzwischen von einer nahezu gleichwertigen Prävalenz der Geschlechter ausgegangen werden muss. ⁷

In der vorliegenden Studie fällt dagegen auf, dass sowohl in der COPD- als auch in der Vergleichsgruppe der Frauenanteil deutlich überwiegt. In der COPD-Gruppe liegt der Anteil der weiblichen Probanden bei 75 % gegenüber den männlichen mit 25 %. Auch in der Vergleichsgruppe zeigt sich eine ungleiche Geschlechterverteilung mit einem Frauenanteil 93 % und einem Männeranteil von 7 %. (Abbildung 3)

Eine mögliche Ursache hierfür ist das Patientenklentel bzw. die Tatsache, dass es sich um einen Chor handelt. Betrachtet man den gesamten Chor, so befinden sich unter den aktuell 51 Mitgliedern 42 Frauen (82 %) und nur neun Männer (18 %). Der deutlich überwiegende Frauenanteil entspricht einem typischen Phänomen von Freizeitchören, nicht aber der krankheitsspezifischen Geschlechterverteilung der COPD und anderer Lungenerkrankungen im Köln/Bonner Raum.

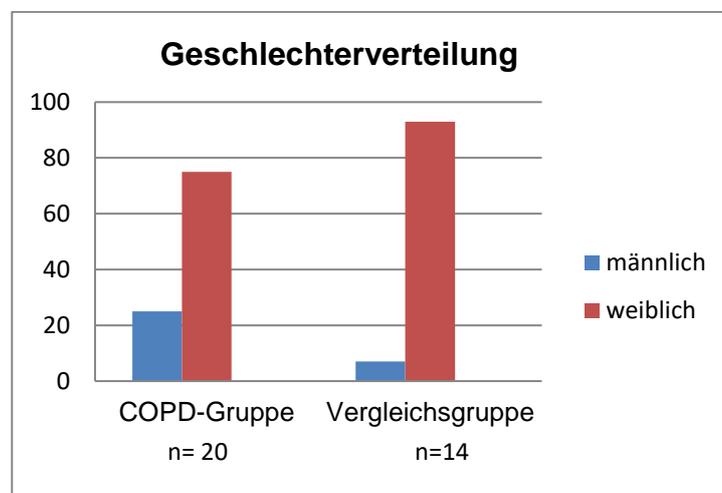


Abbildung 3: Geschlechterverteilung des Studienkollektivs

4.1.3. Alter, BMI, Erkrankungsschwere und BODE-Index

In der COPD-Gruppe betragen der Altersdurchschnitt 66,6 Jahre ($\pm 5,68$) und der Altersmedian 67,5 Jahre, in der Vergleichsgruppe lagen der Altersdurchschnitt mit 70,79 ($\pm 8,02$) und der Median mit 71,5 Jahren geringfügig höher. (Tabelle 4)

Der BMI ergab in der COPD-Gruppe einen Mittelwert von 25,33 kg/m² ($\pm 5,67$) und in der Vergleichsgruppe von 27,64 kg/m² ($\pm 6,10$). (Tabelle 4)

Berücksichtigt man, dass es sich bei der Vergleichsgruppe zum einen nicht um eine „gesunde Kontrollgruppe“ sondern ebenfalls um lungenerkrankte Patienten handelt und, dass die Gruppe zudem mit nur 14 Teilnehmern deutlich kleiner ist, so kann trotzdem gesagt werden, dass die beiden Gruppen hinsichtlich der demographischen Kriterien Altersstruktur und körperlicher Konstitution recht gut vergleichbar waren.

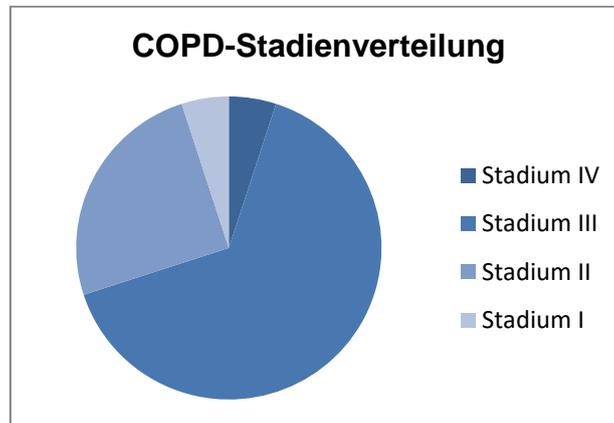


Abbildung 4: Spirometrische Stadien der COPD-Patienten nach GOLD⁷ in %.

Von den 20 in die Studie eingeschlossenen COPD-Patienten waren 25 % zum Untersuchungszeitpunkt dem Stadium II, einer mittelschweren COPD mit einem FEV1-Messwert zwischen 50 und 79 % zuzuordnen. 65 % der Probanden befanden sich nach spirometrischen Kriterien im Stadium III, hier lag der FEV1-Wert zwischen 30 und 49 % des Solls. Nur 5 % der Patienten gehörten mit einer FEV1 < 30 % dem Stadium IV nach GOLD⁷ an. Weitere 5 % befanden sich im Stadium I. (Abbildung 4)

Sechs der COPD-Patienten waren aufgrund ihres Krankheitsstadiums auf die Zufuhr von Sauerstoff angewiesen (30%). Der durchschnittliche Sauerstoffbedarf betrug 3 Liter unter Belastung tagsüber und 2 Liter in der Nacht. Eine Patientin benötigte die Sauerstoffzufuhr nur nachts, eine andere in unregelmäßigen Abständen bzw. bei Bedarf.

Alle Patienten waren trotz ihrer Beeinträchtigungen noch recht mobil und konnten regelmäßig an den Chorproben teilnehmen. In der Anamnese fiel zudem eine geringe Exazerbationsrate auf. 90 % der COPD-Patienten gaben im Rahmen der Anamneseerhebung an, regelmäßig die von ihrem Lungenfacharzt empfohlenen inhalativen Medikamente zu applizieren. In der Vergleichsgruppe bestand dagegen nur bei 43 % eine Verordnung bzw. regelmäßige Anwendung von Sprays oder Pulverinhalatoren. In dieser Gruppe waren sowohl Patienten mit langjährigem, gut kontrolliertem Asthma bronchiale, Patienten mit einem Asthma-COPD Overlap Syndrom (ACOS) sowie obstruktivem Schlafapnoe Syndrom, chronischer Bronchitis und eine Patientin mit reduzierter Lungenfunktion nach einer Lobektomie aufgrund eines Bronchialkarzinoms. Somit ist die mitunter fehlende Notwendigkeit einer Medikation in dieser Patientengruppe verständlich.

Trotz der Heterogenität hinsichtlich der Lungenerkrankung, zeigten sich alle Teilnehmer der Vergleichsgruppe klinisch wie auch spirometrisch nur gering beeinträchtigt. Das spiegelt sich auch in der Gegenüberstellung der Ergebnisse im BODE-Index für die beiden Gruppen wider. (Tabelle 4)

Der BODE-Index dient als klinisches Instrument zur Vorhersage des Mortalitätsrisikos bei COPD-Patienten und wurde für alle Studienteilnehmer aus dem FEV1-Wert, den Ergebnissen im mMRC und 6-MWT sowie den BMI-Werten berechnet. Die Höhe der Punktzahl im BODE-Index korreliert mit der Erkrankungsschwere. In der COPD-Gruppe betrug der BODE-Index im Mittel 2,85 und der Median 3 Punkte. In der Vergleichsgruppe ergab sich ein Durchschnittswert von 0,71 und ein Median von einem Punkt. Diese Unterschiede verdeutlichen, die zuvor beschriebene geringere Erkrankungsschwere der Probanden der Vergleichsgruppe gegenüber der COPD-Gruppe.

4.1.4. Raucherstatus und Pack years

Vor dem Hintergrund, dass das Rauchen der wichtigste Risikofaktor für die Entwicklung einer COPD ist, wurden die beiden Untersuchungsgruppen hinsichtlich ihres Raucherstatus verglichen. 14 der 20 COPD-Patienten waren Ex-Raucher, das entspricht 70 % der Probanden der COPD-Gruppe. Zwei Patienten (10%) rauchten zum Untersuchungszeitpunkt weiterhin. Damit ergibt sich in der COPD-Gruppe eine positive Raucheranamnese für 80 % der Studienteilnehmer. Vier der an COPD erkrankten Probanden gaben an, nie geraucht zu haben. (Abbildung 5)

Aus den anamnestischen Angaben zu Dauer und Menge des Nikotinkonsums ergaben sich für die COPD-Gruppe durchschnittlich 44,38 Pack years.

In der Vergleichsgruppe gab es keine aktiven Raucher. 12 der 14 Teilnehmer (86 %) gaben an, in der Vergangenheit geraucht zu haben. Zwei Probanden hatten nie geraucht.

(Abbildung 5) Für die Teilnehmer der Vergleichsgruppe wurde ein durchschnittlicher Nikotinkonsum von 21,5 Packungsjahren berechnet.

Da der Durchschnitt der Raucherjahre pro Person in der COPD-Gruppe mit 44,38 py mehr als das Doppelte der Vergleichsgruppe (21,5 py) betrug, lässt sich vermuten, dass die Probanden der COPD-Gruppe mit einer deutlich höheren Intensität geraucht haben. Der Anteil der Personen mit positiver Raucheranamnese liegt mit 80 % bzw. 86% in einem nahezu identischen Bereich.

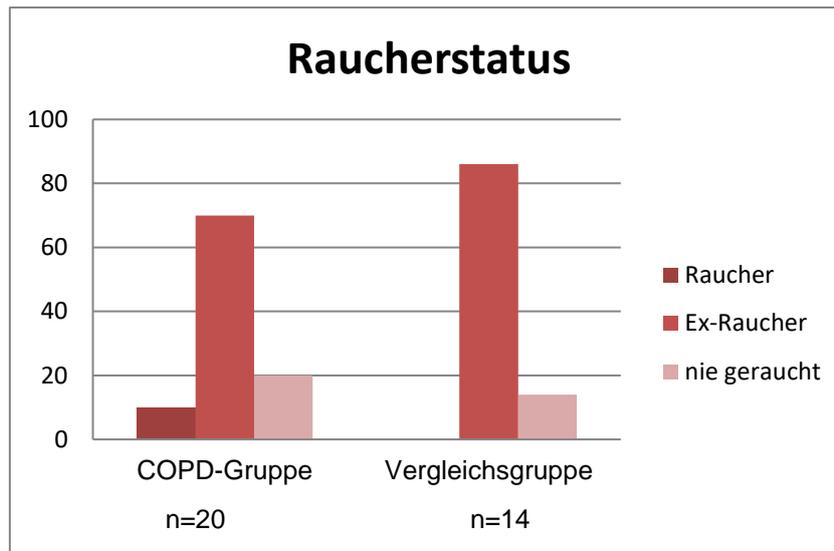


Abbildung 5: Raucherstatus der Untersuchungsgruppen im Vergleich (%)

4.2 Lungenfunktionsdiagnostik

Der Betrachtung der Ergebnisse der Lungenfunktionsdiagnostik soll folgendes vorangestellt werden. Per Definition handelt es sich bei der COPD um eine obstruktive Ventilationsstörung, die sich desweiteren durch eine fehlende Reversibilität der Atemwegobstruktion auszeichnet. Die Obstruktion stellt sich in der Spirometrie als eine starke Verringerung der FEV1 bei weitgehend unveränderter FVC dar. Daraus resultiert eine Erniedrigung des Tiffenau-Index, gebildet durch den Quotienten aus FEV1 und FVC, auf unter 70 %. Der Tiffenau-Index dient gleichzeitig zur Differenzierung zwischen einer obstruktiven oder restriktiven Ventilationsstörung.

In der COPD-Gruppe lag der Tiffenau-Index mit einem Mittelwert von 52,55 % sowie einem Median von 50 % deutlich unter 70% des Sollwerts. In der Vergleichsgruppe ergab der Tiffenau-Index dagegen im Mittel 76,5 %, der Median lag hier bei 75 % des Solls. Bei den gemittelten Daten handelt es sich um Werte aus der vor dem Singen durchgeführten Lungenfunktionsdiagnostik. Im Vergleich zur Untersuchung nach der Chorprobe ergaben sich jedoch keine statistisch signifikanten Messunterschiede innerhalb der Untersuchungsgruppen ($p > 0,05$).

Um die direkten Auswirkungen des Singens auf die Lungenfunktion der Studienteilnehmer abbilden zu können, wurden die Lungenfunktionsmessungen als „pre vs. post Vergleich“ innerhalb der jeweiligen Untersuchungsgruppe ausgewertet. Die Differenz, dargestellt als Delta, der Messwerte für FEV1 und FVC im „pre vs. post Vergleich“ unterschied sich innerhalb beider Gruppen nur marginal, ohne statistisch signifikant zu sein ($p > 0,05$).

(Tabelle 5)

Delta pre vs. post	COPD-Gruppe n=20	Vergleichsgruppe n=14
FEV1 (%)	0,5 (-2 – 3,75)	0 (-1 – 5)
FVC (%)	0,5 (-3 – 5,75)	2,5 (-2 – 5,25)
RV (%)	8 * (-24 – 0)	2,5 (-10 – 10,25)
TLC (%)	3 (-8 – 0,75)	2 (-1 – 8)
RV/TLC (%)	1 (-3 – 0,75)	1 (-3 – 1,2)

Tabelle 5: Gegenüberstellung der Lungenfunktionswerte im „pre vs. post Vergleich“
Die Differenz der Mediane der Messwerte für FEV1 (%) und FVC (%) im pre vs. post Vergleich waren in beiden Gruppen nicht statistisch signifikant ($p > 0,05$), IQR in Klammern
* statistisch signifikant ($p = 0,03$)

Der Mittelwert der FEV1 in der COPD-Gruppe betrug vor dem Singen 46,7 % (Median 41 %), nach dem Singen 46,75 % (Median 39 %). Berechnet man die Differenz, ergibt sich ein Delta des Medians im „pre vs. post Vergleich“ von 0,5 (Interquartilsbereich -2 – 3,75). In der Vergleichsgruppe lag der Mittelwert der FEV1 vor dem Singen bei 76,93 % (Median 78 %), nach dem Singen bei 78,36 % (Median 76,5 %). Hier ergab der „pre vs. post Vergleich“ des Medians ein Delta von 0 (IQR -1 – 5). Ähnlich verhielt sich die Gegenüberstellung der Messungen für die FVC. In der COPD-Gruppe lag der Mittelwert vor der Chorprobe bei 70,3 % (Median 69,5 %) und nach der Probe bei 70,25 % (Median 68 %) des Solls. Es ergibt sich ein medianer Unterschied im „pre vs. post Vergleich“ von 0,5 % (IQR -3 – 5,75). In der Vergleichsgruppe zeigte sich eine gemittelte FVC von 78,93 % (Median 79 %) gegenüber einer FVC von 81,79 % (Median 80 %) nach der Probe und damit ein berechnetes Delta des Medians von 2,5 % (IQR -2 – 5,25) im „pre vs. post Vergleich“. Die minimalen Unterschiede in der Gegenüberstellung der Messwerte für FEV1 und FVC vor und nach dem Singen sind vor dem Hintergrund, dass die Lungenfunktion einer COPD durch fehlende Reversibilität charakterisiert wird, nachvollziehbar. Auch in der Vergleichsgruppe erreichten die Messergebnisse im „pre vs. post Vergleich“ keine statistische Signifikanz ($p > 0,05$). Mithilfe der Bodyplethysmographie wurden weitere Lungenfunktionsparameter wie RV, TLC

und der Quotient aus RV und TLC bestimmt. Hier zeigte sich eine, für die COPD bzw. das mit ihr einhergehende Lungenemphysem, typische Vergrößerung des Residualvolumens. Das sogenannte Phänomen des „Airtrappings“, als Folge des obstruktionsbedingten Kollabierens der Bronchiolen, führt zu einer dauerhaften Zunahme des Atemvolumens, welches nicht mehr aktiv abgeatmet werden kann.

In der COPD-Gruppe zeigte sich ein Mittelwert für das vor dem Singen gemessene Residualvolumen von 204,95 % des Solls, der Median lag bei 207 %. Demgegenüber war in der Vergleichsgruppe für das RV ein Mittelwert von 128,14 % und ein Median von 127,5 % vor dem Singen messbar. Der Wert für das RV in der COPD-Gruppe betrug damit mehr als das Doppelte des Sollwerts, was impliziert, dass bei nahezu allen COPD-Patienten eine relevante Lungenüberblähung vorgelegen haben muss.

In dieser Hinsicht erscheint die signifikante mediane Verringerung des Residualvolumens um 8 % (IQR -24,75 – 0) im „pre vs. post Vergleich“ in der COPD-Gruppe besonders vielversprechend ($p = 0,003$). Die Abnahme des pathologisch erhöhten RV um 8 % entspricht dabei einer Volumenreduktion um 170 ml (IQR -522,5 - 7,5). (Abbildung 6 A+B)
 In der Vergleichsgruppe zeigte sich dagegen im „pre vs. post Vergleich“ nur eine mediane Verringerung des RV um 2,5 % (IQR -10 - 10,25) ohne statistische Signifikanz ($p > 0,05$). (Tabelle 5)

Das Delta der Messwerte für die totale Lungenkapazität (TLC) und das Verhältnisses von RV zu TLC im „pre vs. post Vergleich“ war in beiden Gruppen um ein vergleichbar geringes Maß reduziert. Mit dem Wilcoxon Signed-Rank-Test konnte hier für beide Untersuchungsgruppen keine statistische Signifikanz nachgewiesen werden ($p > 0,05$). (Tabelle 5)

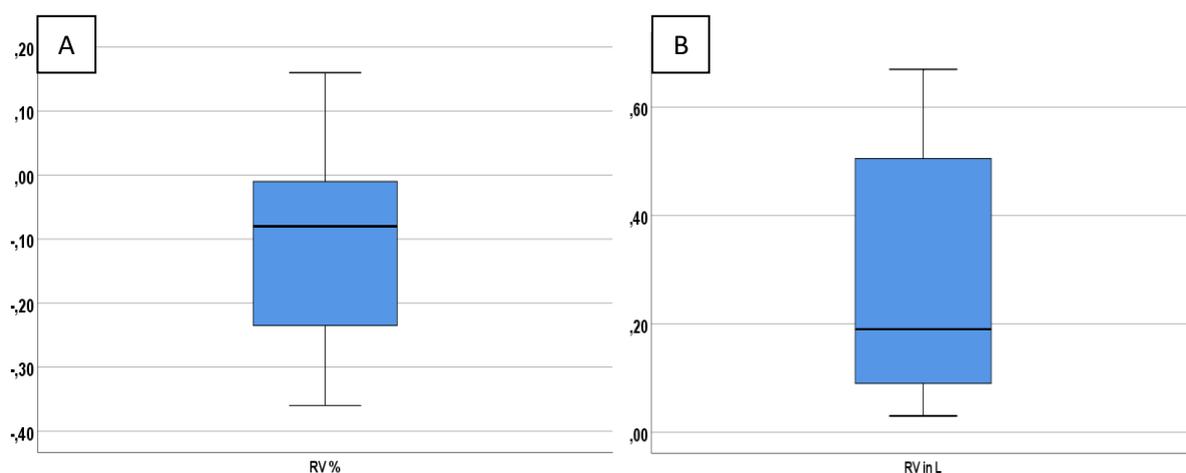


Abbildung 6 (A+B): Reduktion des RV in der COPD-Gruppe (n=20)

Im „pre vs. post Vergleich“ der RV-Messwerte ergibt sich eine statistisch signifikante Reduktion um 8 % (A) bzw. 170 ml (B) ($p = 0,003$).

Die TLC betrug in der COPD-Gruppe in der Messung vor dem Singen im Durchschnitt 124 %, der Median 125 % des Solls. Nach dem Singen ergab sich im Mittel eine TLC von 119,9 % und ein Median von 121,5 %. Die mediane Differenz bildete ein Delta von 3 % (IQR -8 – 0,75). In der Vergleichsgruppe lag der Mittelwert der TLC vor dem Singen bei 100 %, Median 103,5 %. Nach dem Singen ergab sich eine durchschnittliche TLC von 102,57 % und ein Median 102 % des Solls. Im „pre vs. post Vergleich“ konnte für den Median ein Delta von 2% (IQR -1 – 8) berechnet werden. (Tabelle 5)

Die Vergrößerung des TLC auf mehr als 100% resultiert aus der Zunahme des RV und lässt sich mithilfe des Quotienten aus RV und TLC differenzieren. Das relative RV als Verhältnis des RV zu TLC (RV%TLC) ergab in der „pre vs. post Gegenüberstellung“ ein Delta des Medians von je 1% in beiden Gruppen. (Tabelle 5)

Das RV%TLC betrug in der COPD-Gruppe durchschnittlich 64,6 % (Median 65 %) vor der Chorprobe und 63,3 % (Median 63 %) nachher sowie 52 % (Median 50 %) bzw. 50,93 % des Solls (Median 50 %) in der Vergleichsgruppe. Das Delta für das RV%TLC lag in beiden Gruppen bei 1% im „pre vs. post Vergleich“. (Tabelle 5)

Bei der Betrachtung der gemittelten Ergebnisse der Lungenfunktionsdiagnostik fiel auf, dass die Einschränkungen der Lungenfunktion in der COPD-Gruppe erwartungsgemäß ausgeprägter waren als in der Vergleichsgruppe. So lag beispielsweise der Mittelwert der FEV1 in der COPD-Gruppe bei 46,7 %, der Median sogar nur bei 41 %, was einer spirometrischen Graduierung einer COPD im Stadium III entspricht. In der Vergleichsgruppe dagegen lag die FEV1 im Mittel bei 76,93 % und der Median bei 78 % des Sollwerts. Auch das durchschnittliche Messergebnis für das RV mit über 200 % in der COPD-Gruppe, weist auf eine relevante Beeinträchtigung der Lungenfunktion hin. Von der Berechnung ob, ein signifikanter Unterschied bezüglich der Lungenfunktion zwischen den Untersuchungsgruppen bestand, wurde aufgrund der unterschiedlichen Gruppengröße und fehlenden Eignung der Vergleichsgruppe als „Kontrollgruppe“, sowie der ursprünglichen Fragestellung, ob es einen direkt sichtbaren Effekt des Singens auf die Lungenfunktion gibt, abgesehen.

4.3 Symptomatik und Lebensqualität

Zur Beurteilung der Auswirkung des Singens auf Symptomatik und Lebensqualität wurden die Teilnehmer der vorliegenden Studie gebeten, den COPD Assessment Test (CAT) am Untersuchungstag zunächst vor und dann nach der Chorprobe auszufüllen. Die Auswertung des Fragebogens ergab für die COPD-Gruppe einen Mittelwert von 18,35 Punkten (Median 18 Punkte) vor dem Singen und von 16,5 Punkten (Median 15,5 Punkte) nachher. Bei der Berechnung der Differenz im Rahmen des „pre vs. post Vergleichs“ wurde hier ein Delta von 1,5 Punkten im Median (IQR -4 – 0) erreicht. Eine Verringerung der Punkte im Fragebogen entspricht einer klinischen Besserung im Sinne einer positiveren Einschätzung durch die Probanden. Laut dem Wilcoxon Signed-Rank-Test war der Unterschied statistisch signifikant ($p = 0,005$). (Abbildung 7)

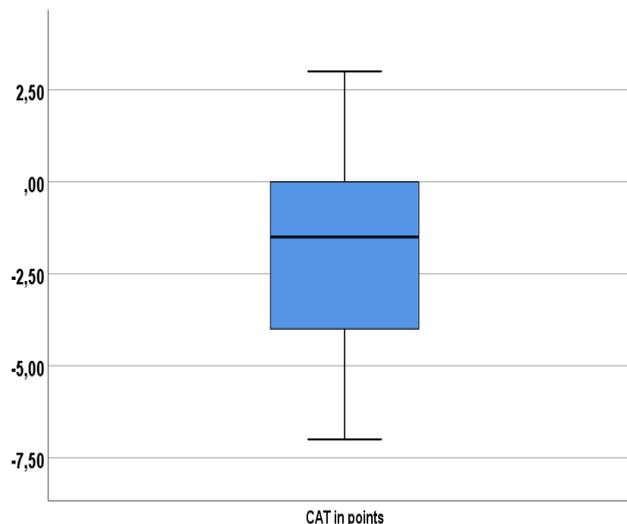


Abbildung 7: „pre vs. post Vergleich“ des CAT-Scores in der COPD-Gruppe (n=20)

Es zeigt sich eine statistisch signifikante Verringerung des Medians um 1,5 Punkte, was einer klinische Besserung entspricht ($p = 0,005$).

In der Vergleichsgruppe ergab die Auswertung des CAT-Fragebogen vor der Chorprobe einen gemittelten Punktwert von 15,36 Punkten (Median 14 Punkte) und nach der Probe von 12,5 Punkten (Median 12 Punkte). Der Median als Delta im „pre vs. post Vergleich“ lag ebenfalls bei 1,5 Punkten (IQR -5 – 0). Allerdings war dieses Ergebnis nicht statistisch signifikant ($p = 0,012$). (Tabelle 6)

Delta pre vs. post	COPD-Gruppe n=20	Vergleichsgruppe n=14
CAT (Punkte)	1,5 *(-4 – 0)	1,5 (-5 – 0)

Tabelle 6: Gegenüberstellung der Ergebnisse des „pre vs. post Vergleichs“ im CAT Score
Der CAT Score verbesserte sich in der COPD-Gruppe statistisch signifikant um 1,5 Punkte ($p = 0,005$) und in der Vergleichsgruppe zeigte sich ebenfalls eine Verbesserung um 1,5 Punkte. Angaben als Median und IQR in Klammern.

*statistisch signifikant ($p = 0,005$)

Zur Objektivierung der gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Einschränkung im Alltag durch die Lungenerkrankungen wurde der Saint George´s Respiratory Questionnaire (SGRQ) im Rahmen der Studienteilnahme von allen Patienten einmalig ausgefüllt. Der Fragebogen setzt sich aus drei Teilbereichen zusammen: Symptom-Score, Aktivität-Score und Belastungs-Score. Zusammen ergeben die Einzelkategorien den Gesamtscore. Hier können insgesamt maximal 100 Punkte erreicht werden. Die Punkthöhe korreliert dabei mit der wahrgenommenen Beeinträchtigung durch die Erkrankung.

In der COPD Gruppe ergab sich ein durchschnittlicher Symptom-Score von 53,76 Punkten (Median 57,33), ein Aktivität-Score von 61,40 Punkten (Median 66,51) und ein Belastungs-Score von 33,60 (Median 33,73) Punkten. Es wurde ein Gesamtscore von 45,58 Punkten erreicht (Median 48,73). (Tabelle 7)

Demgegenüber ergab die Auswertung des SGRQ für die Vergleichsgruppe einen durchschnittlichen Symptom-Score von 44,76 Punkten (Median 36,76), einen Aktivität-Score von 43,61 Punkten (Median 46,02) und einen Belastungs-Score von 24,84 Punkten (Median 21,24). Der Gesamtscore betrug hier 33,99 Punkte (Median 33,09). (Tabelle 7)

Der Vergleich der Ergebnisse im SGRQ zeigt, dass die Teilnehmer der COPD-Gruppe eine stärkere krankheitsbedingte Beeinträchtigung im Alltag wahrnahmen (45,58 vs. 33,99 Punkte im Gesamtscore). In zwei der drei Teilbereiche des SGRQ liegt der gemittelte Punktwert der COPD-Gruppe mindestens 10 Punkte über dem Wert der Vergleichsgruppe, im Belastungs-Score beträgt der Unterschied 8,76 Punkte. Der deutlichste Unterschied zeigt sich im Teilbereich Aktivität mit einem Mittelwert von 61,40 Punkten in der COPD- gegenüber einem Mittelwert von 43,61 Punkten in der Vergleichsgruppe. In beiden Gruppen war eine große Schwankungsbreite der Werte auffällig, was an den Standardabweichungen als Maß für die Streubreite der Einzelwerte deutlich wird. Sie liegen für beide Gruppen im Bereich von 20 Punkten, fällt in der COPD-Gruppe ebenfalls größer aus als in der Vergleichsgruppe

(Tabelle 7). Daraus lässt sich schließen, dass das Ausmaß der Beeinträchtigungen der einzelnen Probanden beider Gruppen individuell sehr unterschiedlich war.

Parameter (Punkte)	COPD-Gruppe n=20	Vergleichsgruppe n=14
SGRQ- Gesamt Score Mittelwert ± SD	45,58 (±22,20)	33,99 (±17,41)
SGRQ- Symptom Score	53,76 (±26,78)	44,76 (±19,80)
SGRQ- Aktivität Score	61,40 (±26,51)	43,61 (±25,33)
SGRQ- Belastungs Score	33,60 (±21,23)	24,84 (±15,86)
mMRC Median (Min / Max)	2 (0 / 2)	1 (0 / 2)

Tabelle 7: Fragebögen zu Symptomatik und Lebensqualität

Im SGRQ können maximal 100 Punkte erreicht werden. Die Punktwerte im Gesamtscore und den Teilbereichen sind als Mittelwert und SD angegeben. Der mMRC besteht aus maximal 4 Punkten, die hier ermittelten Werte sind als Median und Minimum / Maximum aufgeführt.

Zur Beurteilung der Belastungsdyspnoe wurde zudem für beide Untersuchungsgruppen (einmalig) der Modified Medical Research Council (mMRC) im Rahmen der Anamnese erhoben und ausgewertet. In der COPD-Gruppe ergab sich hier ein Median von 2 bei maximal 4 erreichbaren Punkten (Minimum 0 und Maximum 2). Erwartungsgemäß zeigte sich in der Vergleichsgruppe eine geringere Atemnot. Der Median lag hier bei 1 Punkt. Streubreite erstreckte sich ebenso von einem Minimum von 0 zu einem Maximum von 2 Punkten. (Tabelle 7)

Die niedrigen Punktwerte für beide Gruppen implizieren, dass die Studienteilnehmer keine wesentliche Einschränkung durch ihre Atemnot bei Belastung wahrnahmen.

4.4 Körperliche Belastbarkeit

Der Sechs-Minuten-Gehtest wurde genutzt, um die Auswirkungen des Singens auf die körperliche Belastbarkeit der Studienteilnehmer darzustellen. Die trotz eines mittleren Erkrankungsstadiums der COPD Grad III verhältnismäßig gering eingeschränkte Aktivität der Patienten spiegelte sich wie bereits in den Fragebögen auch in den Ergebnissen des 6-MWT wider. Bis auf zwei COPD-Patienten erreichten alle im sechsminütigen Belastungstest eine Gehstrecke von > 250 m. Vergleicht man die Ergebnisse der Untersuchungsgruppen, so zeigt sich, dass eine vergleichbar gute körperliche Leistungsfähigkeit vorlag. Die Mittelwerte der erreichten Gehstrecke lagen in beiden Gruppen über 400 Meter, in der Vergleichsgruppe wurden rund 50 Meter mehr geschafft.

Auch hier wurde ein „pre vs. post Vergleich“ der Messungen durchgeführt. Die gemittelte Gehstrecke im 6-MWT lag in der COPD-Gruppe vor dem Singen bei 412,65 Metern, der Median ergab 407,5 m. Nach dem Singen wurde im Mittel ein Weg von 436,15 Metern zurückgelegt, der Median ergab 421 m. Damit zeigte sich im „pre vs. post Vergleich“ eine statistisch signifikante Verbesserung mit einem Delta von 18,5 m (IQR 10 – 34), ($p < 0,001$). (Abbildung 8).

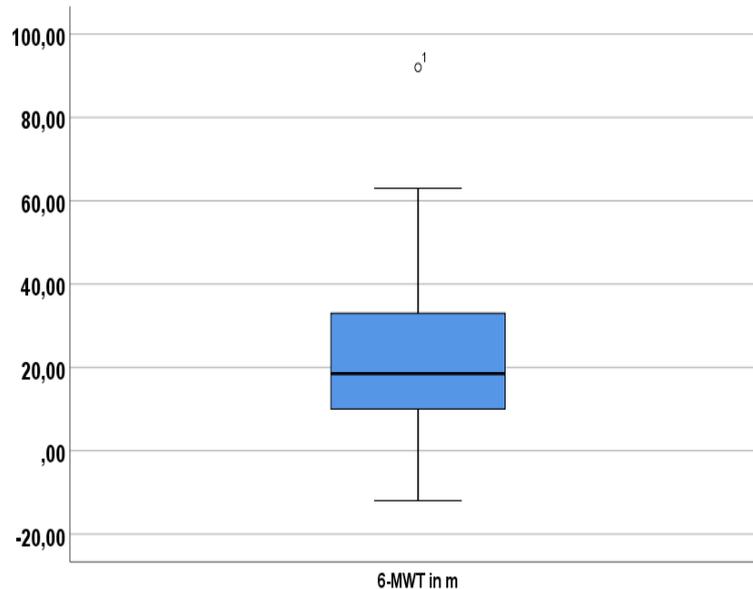


Abbildung 8: 6-MWT der COPD-Gruppe (n=20), Median der Gehstrecke in m

Im „pre vs. post Vergleich“ ergab sich eine signifikante Verbesserung um 18,5 m. ($p < 0,001$).

* statistisch signifikant $p < 0,001$

In der Vergleichsgruppe dagegen ergab die Differenz der Mediane im „pre vs. post Vergleich“ eine Zunahme der Gehstrecke von 11 Metern (IQR 5 - 33,5). Im Wilcoxon Signed-Rank-Test war dieser Unterschied ebenfalls statistisch signifikant ($p = 0,017$). Vor dem Singen lag die durchschnittliche Gehstrecke in der Vergleichsgruppe bei 472,5 Metern, Median 488,5 m, und nach der Chorprobe wurde ein Mittelwert von 488,14 Metern und ein Median von 484,5 m erlaufen. (Tabelle 8)

Vor und nach dem Test wurden die Parameter Sauerstoffsättigung und Herzfrequenz mittels Pulsoxymeter gemessen. Zudem wurde am Ende der Belastung die subjektiv wahrgenommene Atemnot anhand der Borg-Skala ermittelt. Sauerstoffabfälle sowie ein inadäquater Anstieg der Herzfrequenz wurden in beiden Gruppen nicht beobachtet. Die Sauerstoffsättigung lag in der COPD-Gruppe in der ersten Untersuchung im Mittel bei 94,85 % ($\pm 4,64$) vor der Belastung und 92,89 % ($\pm 6,12$) nach der Belastung (Median jeweils 95 %). Damit betrug die errechnete Differenz der Sauerstoffsättigung -1,6 Prozentpunkte ($\pm 3,38$) im 6-MWT vor der Probe. Im 6-MWT nach dem Singen ergab sich ein durchschnittlicher SpO₂ für die COPD-Gruppe von 94,85 % ($\pm 3,82$) (Median 95,5 %) und 93,5 % ($\pm 5,98$) (Median 95,5 %) nach der Belastung. Die Differenz, also der Sauerstoffabfall während der Belastung, betrug -1,35 Prozentpunkte ($\pm 3,20$). (Tabelle 8)

In der Vergleichsgruppe zeigten sich eine durchschnittliche Sauerstoffsättigung von 97,14 % ($\pm 1,68$) (Median 97%) vor dem 6-MWT und von 97,43 % ($\pm 1,29$) (Median 98%) nach dem Gehen sowie von 97,5 % ($\pm 1,40$) (Median 98%) bzw. 97 % ($\pm 1,56$) (Median 97 %) im 6-MWT nach der Probe. Damit errechnete sich eine Differenz der Sauerstoffsättigung in der Vergleichsgruppe von -0,14 % ($\pm 2,13$) (Median 0) unter Belastung sowie von -0,5 % ($\pm 1,76$) (Median 0) im 6-MWT nach dem Singen. (Tabelle 8)

Die Herzfrequenz stieg in der COPD-Gruppe im 6-MWT vor dem Singen im Mittel um 13,4 Schläge/Minute an ($\pm 12,49$) (Median 11 Schläge/Minute) und unter der Belastung nach dem Singen durchschnittlich um 16,55 Schläge/Minute ($\pm 12,52$) (Median 13 Schläge/Minute), an. In der Vergleichsgruppe ergab sich ein gemittelter Herzfrequenzanstieg von 16,64 ($\pm 6,82$) Schlägen/Minute (Median 17 Schläge/Min) im ersten 6-MWT und von 18,43 Schlägen/Minute ($\pm 8,47$) (Median 18,5 Schläge/Min) im Belastungstest nach der Chorprobe. (Tabelle 8)

In der Borg-Skala wurde von den COPD-Patienten nach der Belastung eine durchschnittliche Atemnot von 4,7 von 10 Punkten im ersten 6-MWT und 4,35 Punkten im zweiten 6-MWT angegeben. In der Vergleichsgruppe dagegen lag der Mittelwert der nach der Borg-Skala erhobenen Belastungsdyspnoe sowohl vor als auch nach dem Singen bei 1,57 von 10 möglichen Punkten. Wie erwartet zeigten sich die Probanden der Vergleichsgruppe auch in dieser Hinsicht weniger symptomatisch als die COPD-Patienten. (Tabelle 8)

Zwei Probanden der COPD-Gruppe absolvierten den 6-MWT mit ihrem regulären mobilen Sauerstoffgerät unter einer Sauerstoffzufuhr von 3 Litern. Zwei der Studienteilnehmer

(COPD-Patienten) musste die Untersuchung für eine Pause unterbrechen, davon einer nur bei dem 6-MWT vor dem Singen, der andere bei beiden Untersuchungen. In der Vergleichsgruppe machte ein Proband eine Pause.

	COPD-Gruppe n = 20	Vergleichsgruppe n = 14
Delta pre vs. post 6-MWT (m) Median (IQR)	18,5 * (IQR 10 - 34)	11 * (IQR 5 - 33,5)
Borg-Skala (Punkte) Mittelwert ± SD	4,7 (±2,28) pre 4,35 (±2,48) post	1,57 (±1,64) pre+post
SpO2-Differenz (%)	-1,6 (±3,38) pre -1,35 (±3,20) post	-0,14 (±2,13) pre -0,5 (±1,76) post
HF-Differenz (Schläge/Min)	13,4 (±12,49) pre 16,55 (±12,52) post	16,64 (±6,82) pre 18,43 (±8,47) post

Tabelle 8: Ergebnisse des 6-MWT im „pre vs. post Vergleich“

Die Tabelle zeigt die signifikante Verbesserung im 6-MWT in beiden Gruppen als Median (IQR) in Metern, sowie die Mittelwerte der Ergebnisse für Borg-Skala (Punkte), und Veränderung der Sauerstoffsättigung in %, Herzfrequenz in Schlägen/Min bei Belastung.

* statistisch signifikant $p < 0,001$ bzw. $p = 0,017$

5. DISKUSSION

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Einfluss von regelmäßigem Chorsingen bei Patienten mit eingeschränkter Lungenfunktion zu untersuchen. Dafür wurden die direkten Auswirkungen einer 90 minütigen Gesangseinheit auf relevante Lungenfunktionsparameter, Symptomatik und Lebensqualität sowie auf die körperliche Belastbarkeit evaluiert.

Es wurde eine prospektive Studie mit den Teilnehmern des Chores „Pneumissimo – Chor für Menschen mit eingeschränkter Lungenfunktion“ durchgeführt. Im Gegensatz zu gewöhnlichen Chören, deren Ziel es ist, Konzerte zu geben, liegt der Schwerpunkt der Chorarbeit auf der Verbesserung von Atemarbeit und Selbstmanagement. In diesem Zusammenhang wird das Singen als therapeutisches Mittel zur Verbesserung der Lungenfunktion und krankheitsspezifischen Symptomatik eingesetzt.

Im Fokus der Fragestellung standen zunächst die Patienten mit diagnostizierter COPD. Im Verlauf der Untersuchungsplanung wurde das Studienkollektiv um eine Vergleichsgruppe für Patienten mit weiteren Lungenerkrankungen erweitert. Insgesamt wurden 34 Probanden in die Studie eingeschlossen, 20 Studienteilnehmer bildeten die COPD-Gruppe und 14 weitere die Vergleichsgruppe. Die Ergebnisse aus Lungenfunktionsdiagnostik, Fragebögen und Belastungstests wurden innerhalb der jeweiligen Gruppe als „pre vs. post Vergleich“ ausgewertet.

5.1 Demographie des Studienkollektivs

Die Altersstruktur des untersuchten Kollektivs entsprach dem COPD-typischen vermehrten Auftreten im höheren Alter und den Feststellungen von McNamara und Kollegen, welche 2017 in einem systematischen Cochrane Review von Studien zum Thema Singen und COPD ein durchschnittliches Patientenalter von 67-72 Jahren ermittelten.³⁸ In der COPD-Gruppe ergab sich ein Altersdurchschnitt von 66,6 (\pm 5,68) Jahren, in der Vergleichsgruppe von 70,79 (\pm 8,02) Jahren. In der Anamnese gaben die Patienten zudem an, seit mehreren Jahren, teilweise auch seit Jahrzehnten, an pulmonalen Beschwerden zu leiden. Gemäß der Meta-Analyse von Halbert et al. zur Prävalenz der COPD tritt die Erkrankung vermehrt in Personen älter als 40 Jahren, Männern im Vergleich zu Frauen sowie in Patienten mit einer positiven Raucheranamnese auf.⁵ Neuere Daten bezüglich der weltweiten Geschlechterverteilung zeigen, dass inzwischen von einer nahezu gleichwertigen Prävalenz unter Frauen und Männern auszugehen ist.⁷

Die Geschlechterverteilung der COPD-Probanden in der vorliegenden Studie entspricht diesen Feststellungen zur Prävalenz, mit einem überwiegenden Frauenanteil von 75 % gegenüber 25 % Männern, dagegen nicht. Als Erklärung kann hier aufgeführt werden, dass

es sich bei dem untersuchten Kollektiv um einen Chor, demzufolge vielmehr um eine Kohorten - als eine repräsentative Querschnittsstudie, handelt. Berücksichtigt man den gesamten Chor, so sind 42 der aktuell 51 Mitglieder weiblich (82 %) und nur neun männlich (18 %). Diese Geschlechterverteilung spiegelt ein typisches Phänomen von Freizeitchores wider und darf nicht als repräsentativ für die krankheitsspezifische Geschlechterverteilung der COPD und anderer Lungenerkrankungen im Köln/Bonner Raum gewertet werden. Bei der Analyse des Raucherstatus der Studienteilnehmer fällt, gemäß der von Halbert et al. beschriebenen höheren Prävalenz der Erkrankung unter Rauchern und Ex-Rauchern, eine positive Raucheranamnese bei 80 % der COPD-Patienten auf.⁵ Hinsichtlich des Raucherstatus sollte aber auch die Intensität und Dauer der Tabakrauchexposition berücksichtigt werden. Vergleicht man die ermittelten Pack years der COPD-Gruppe mit den Raucherjahren der Vergleichsgruppe, so zeigt sich im vorliegenden Studienkollektiv, dass ein COPD-Patient mit 44,38 py, gegenüber einem Probanden der Vergleichsgruppe mit 21,5 py, im Durchschnitt einen mehr als doppelt so hohen Wert erreicht hat. Es kann folglich davon ausgegangen werden, dass nicht das Rauchen an sich, sondern insbesondere die Intensität und Dauer des Nikotinkonsums eine zentrale Rolle bei der Entwicklung einer relevanten Lungenfunktionseinschränkung spielen. Mit anderen Worten, das Risiko an einer COPD zu erkranken ist umso höher, je länger und je mehr Zigaretten geraucht wurden.³⁹

5.2 Lungenfunktion

Kann aktives Singen durch ein verändertes Atemmuster eine Entspannung der chronischen Atemwegsobstruktion herbeiführen, sodass wieder mehr Luft abgeatmet werden kann? Dieser Fragestellung sollte im Rahmen der vorliegenden Studie mithilfe einer ausführlichen Lungenfunktionsdiagnostik nachgegangen werden. Die Einschätzung der Lungenfunktionseinschränkungen der Studienteilnehmer erfolgte anhand der Auswertung der Parameter Einsekundenkapazität (FEV1), forcierte Vitalkapazität (FVC) und dem Tiffenau-Index (FEV1/FVC) sowie des Residualvolumens (RV), der totalen Lungenkapazität (TLC) und dem relativen RV als Quotienten aus $RV\%TLC$. Der Tiffenau-Index dient als Hilfsmittel zur Unterscheidung zwischen einer obstruktiven und einer restriktiven Ventilationsstörung. Im Rahmen einer COPD kommt es typischerweise durch die pathologische Erhöhung des Atemwegswiderstands aufgrund der chronischen Bronchialobstruktion zu einer progredienten Verminderung der FEV1 bei nahezu unveränderter FVC. Daraus resultiert die Erniedrigung des Tiffenau-Index auf unter 70 % des Sollwerts. Demgegenüber steht eine pathologische Erhöhung des RV und der TLC. Eine deutliche Zunahme des Gasvolumens, welches nicht mehr abgeatmet werden kann, sprich des RV, gilt als repräsentativ für eine ausgeprägte Lungenüberblähung im Rahmen eines

Lungenemphysems.⁸

In der COPD-Gruppe der vorliegenden Studie zeigten sich ebendiese krankheits-spezifischen lungenfunktionellen Veränderungen. Der mittlere Tiffenau-Index betrug 52,55 % des Solls, die durchschnittliche FEV1 war auf 46,7 % vermindert und die FVC lag bei 70,3 % (in den Messungen vor dem Singen). In der Vergleichsgruppe fiel die Lungenfunktionseinschränkung dagegen deutlich geringer aus. Hier lag zwar ebenfalls eine durchschnittliche Verminderung der FEV1 auf unter 80 % vor, der berechnete Tiffenau-Index ergab jedoch mit 76,5 % weiterhin einen Wert über 70%, der Mittelwert für die FEV1 betrug 76,93 % und die FVC lag bei 78,93 % („pre-Wert“). Damit konnte eine relevante obstruktive Ventilationsstörung für diese Gruppe ausgeschlossen werden. Auch das RV war in der Vergleichsgruppe mit einem Mittelwert von 128,14 % gegenüber einem Mittelwert von 204,95 % des Solls in der COPD-Gruppe vor der Chorprobe nur mäßig erhöht. Die TLC betrug durchschnittlich 124 % in der COPD-Gruppe sowie 100 % in der Vergleichsgruppe (in der Messung vor dem Singen). Das relative RV lag in der Gruppe der COPD-Patienten durchschnittlich bei 64,6 % (Median 65 %), in der Vergleichsgruppe ergab der Anteil des RV an der TLC dagegen im Mittel nur 52 % (Median 50 %) des Solls („pre-Werte“). Letzteres unterstreicht die Annahme, dass in der Vergleichsgruppe keine relevante Lungenüberblähung vorlag.

Zusammenfassend konnte aus den Lungenfunktionsergebnissen der Vergleichsgruppe gefolgert werden, dass die Probanden zwar auch um pneumologisch vorerkrankt waren, die Beeinträchtigungen der Lungenfunktion hier aber, insbesondere im Vergleich zur COPD-Gruppe, gering ausgeprägt waren.

Gemäß der Fragestellung wurden innerhalb der Untersuchungsgruppen ein „pre vs. post Vergleich“ der erhobenen Daten aus den Lungenfunktionsmessungen vor und nach dem Singen durchgeführt. Es zeigten sich in beiden Gruppen marginale Veränderungen der Werte für FEV1 und FVC ohne statistische Signifikanz. Dass ein direkter Effekt des Singens nicht unmittelbar darstellbar ist, erscheint nachvollziehbar vor dem Hintergrund, einer sich über Jahrzehnte hinweg manifestiert habenden Bronchialobstruktion.

Der Nachweis signifikanter spirometrischer Veränderungen unter dem Einfluss von Singen bei COPD-Patienten wurde bis dato nur in wenigen Studien publiziert. Bonilha et al. konnten 2008 durch eine randomisierte kontrollierte Studie („randomized controlled trial“, RCT) lediglich eine Verbesserung des maximalen endexpiratorischen Drucks bei singenden COPD-Patienten nachweisen. In den Untersuchungen von Lord et al. aus den Jahren 2010 und 2012 sowie in dem systematischen Cochrane Review von McNamara et al. aus dem Jahr 2017, zeigten sich dagegen keine signifikanten Veränderungen bezüglich der Lungenfunktion.^{40 41 38} Allein in einer 2011-2012 von Clift und Kollegen an der Canterbury Christ Church University in Südengland über 10 Monate durchgeführten

Beobachtungsstudie konnte eine signifikante Verbesserung der Werte für FEV1 und FVC gezeigt werden.²⁰ In der portugiesischen Pilotstudie von Pacheco et al. (2014) war nach 10 Wochen regelmäßigen Singens bei einem von vier Teilnehmern eine Verbesserung der FEV1 von 45 auf 47 % messbar, bei zwei weiteren ergaben sich unveränderte FEV1-Werte.⁴² Da die FEV1 nach wie vor ein wichtiger Prognosefaktor für den Verlauf einer COPD ist, wäre es interessant, im Rahmen weiterer Langzeitstudien zu ermitteln, ob eine Stabilisierung des Wertes über die Jahre erreicht werden kann und dementsprechend aktives Singen das Potential besitzt, einer Krankheitsprogression entgegen zu wirken.¹

Neben der Spirometrie wurden in der vorliegenden Studie auch eine Bodyplethysmographie durchgeführt und die relevanten Lungenfunktionsparameter im „pre vs. post Vergleich“ ausgewertet. Soweit dem Autor bekannt ist, wurde nur im Rahmen der Pilotstudie von Pacheco et al. (2014) sowie bei Bonilha et al. (2008) und McNaughton et al. (2017) ebenfalls eine solche „große“ Lungenfunktionsdiagnostik durchgeführt. Bei Pacheco ergaben sich hier allerdings keine statistisch signifikanten Unterschiede bezüglich der Parameter RV, TLC und RV%TLC.^{42 40 43} In der Kohortenstudie von McNaughton konnte in einer Zwischenmessung nach vier Monaten eine Volumenreduktion des Residualvolumens um 130 ml gemessen werden, in der abschließenden Messung und Auswertung nach einem Jahr ergaben sich aber keine signifikante Veränderungen des Residualvolumens im Vergleich zum Ausgangswert vor dem Singen.⁴³

Dagegen zeigten die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erhobenen Messungen eine statistisch signifikante Reduktion des RV in der COPD-Gruppe von 8 % des Solls, entsprechend eine Volumenreduktion von 170 ml ($p = 0,003$) im „pre vs. post Vergleich“. In der Vergleichsgruppe fiel die Differenz des RV mit 2,5 % wesentlich geringer aus. Die TLC veränderte sich im „pre vs. post Vergleich“ in beiden Gruppen nur in geringem Maße, ohne statistische Signifikanz. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass der positive Effekt des Singens, beispielsweise durch ein verändertes Atemmuster und eine verlängerte Expirationsphase, sich besser bei einem ausgeprägten Lungenemphysem, sprich einem relevant vergrößerten RV, nachweisbar macht, als bei einer gering ausgeprägten Lungenüberblähung. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um diesen vielversprechenden Effekt genauer zu bewerten und zu charakterisieren.

Insgesamt zeigt die Auswertung der Ergebnisse hinsichtlich des Effekts von Singen auf die Lungenfunktion von COPD-Patienten eine große Übereinstimmung mit den vorangegangenen Veröffentlichungen, in denen keine bis minimale Veränderungen nachgewiesen werden konnten. Signifikante Veränderungen der FEV1 zeigten sich lediglich in einer Langzeitstudie bei einer regelmäßigen Chorteilnahme über zehn Monate.²⁰ Da die direkten Auswirkungen von Singen auf die Lungenfunktion sowie die Auswirkungen auf das

Residualvolumen bislang noch nicht ausreichend sowie in einem anderen Studiendesign untersucht bzw. publiziert wurden, ergibt sich diesbezüglich an dieser Stelle nur eine eingeschränkte Möglichkeit, die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit anderen Untersuchungen vergleichend gegenüberzustellen. Die gemessene Reduktion des RV erscheint jedoch vielversprechend angesichts einer allgemein berichteten und im Rahmen der bereits aufgeführten Studien dokumentierten, deutlichen klinischen Besserung der Atembeschwerden singender COPD-Patienten.

5.3 Symptomatik und Lebensqualität

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigten, dass regelmäßiges Singen als Bestandteil eines multimodalen Behandlungskonzepts bei einer COPD das Potential besitzt, die wahrgenommene Schwere der Symptomatik und eine reduzierte Lebensqualität signifikant zu verbessern.

Im COPD Assessment Test (CAT), als Fragebogen zur Evaluation von Lebensqualität und Symptomlast von COPD-Patienten, kann eine maximale Punktzahl von 40 Punkten erreicht werden. Die Punkthöhe korreliert dabei mit der Höhe der Symptomschwere der Patienten. Die Daten der vorliegenden Arbeit ergaben, dass die Teilnehmer der COPD-Gruppe im Durchschnitt einen Punktwert von 18,35 Punkten vor bzw. 16,5 Punkten nach dem Singen erreichten. Bei einem Ergebnis im CAT von weniger als zehn Punkten wird von einer geringen Beeinträchtigung der Gesundheit durch die COPD ausgegangen, bei einem Wert über 20 dagegen von einer starken Beeinträchtigung.³¹ Damit lagen die, im Rahmen der Studie erhobenen Werte im mittleren Bereich, entsprechend einer als „mittelgradig“ bewerteten Symptomschwere. Die subjektive Einschätzung der Beeinträchtigung durch die zugrundeliegende Lungenerkrankung fiel wie zu erwarten in der bereits klinisch wie spirometrisch insgesamt weniger symptomatischen Vergleichsgruppe, positiver aus. Hier zeigte sich im Durchschnitt vor dem Singen ein Punktwert von 15,36 und nach dem Singen von 12,5 Punkten im CAT. In beiden Gruppen ergab sich bei der Auswertung der CAT Fragebögen eine Verbesserung im „pre vs. post Vergleich“ um einen medianen Punktwert von 1,5 Punkten. Allerdings erreichte diese Veränderung nur für die COPD-Gruppe eine statistische Signifikanz ($p = 0,005$).

In mehreren vorangegangenen Studien wurde die Frage der Auswirkung des Singens auf die Lebensqualität bereits untersucht. Vergleicht man die vorliegenden Ergebnisse mit der internationalen Studienlage zum Thema Singen und COPD, so zeigen sich sowohl Entsprechungen wie auch widersprüchliche Ergebnisse hinsichtlich einer Verbesserung der Lebensqualität durch eine Chorteilnahme von COPD-Patienten.

Gemäß dem systematischen Cochrane Review von McNamara und Kollegen aus dem Jahr 2017, ergaben sich analog zu den Ergebnissen der vorliegenden Studie in zwei RCTs signifikante Verbesserungen im SF-36, einem krankheitsunspezifischen Messinstrument zur Erhebung von gesundheitsbezogener Lebensqualität.³⁸ Auch in den randomisierten kontrollierten Studien von Lord et al. aus den Jahren 2010 und 2012 konnten signifikante Verbesserungen des selbst eingeschätzten körperlichen Wohlbefindens der COPD-Patienten festgestellt werden.²⁰ Nach dem RCT von Bonilha et al. aus dem Jahr 2008, wies die Auswertung der angewandten Fragebögen zu Lebensqualität in beiden Untersuchungsgruppen ebenfalls Verbesserungen auf. Da sich die positiven Effekte aber

nicht nur in der Singgruppe sondern auch in der Kontrollgruppe zeigten, wurde dort die Verbesserung der Lebensqualität als „Gruppeneffekt“ gewertet.⁴⁰ Trotzdem ist für die Wahrnehmung der Erkrankung „COPD“ diese symptomatische Verbesserung ggf. ausschlaggebend.

In der Kohortenstudie von McNaughton et al. aus dem Jahr 2017 dagegen ergab die Auswertung des Fragebogens Clinical COPD Questionnaire (CCQ ist ein Pendant zum CAT bei COPD) im Rahmen einer einmal wöchentlichen Chorteilnahme über ein Jahr keine statistisch signifikante Verbesserung der Lebensqualität, im Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS ein Fragebogen zur Erhebung von Angst und Depressionen) dagegen zeigte sich eine signifikante Reduktion der wahrgenommenen Angst um 0,9 Punkte.⁴³ In den Untersuchungen von Pacheco (2014) sowie Cahalan und Kollegen (2021) wurden ebenfalls die Fragebögen CAT und HADS angewendet und ausgewertet, ohne dass sich hier eine signifikant positiver Effekt hinsichtlich der Lebensqualität nachweisen ließ.^{42 44} In der Studie von Clift et al. (2012) zeigten die erhobenen Fragebögen zur Lebensqualität EQ-5D (ein Gesundheitsfragebogen, der von der EuroQol Group 1987 entwickelt wurde) und York SF-12 (York Short Form Health Survey, ein Fragebogen zur Erhebung von gesundheitsbezogener Lebensqualität) sich zwar nicht signifikant verbessert, hier ergab sich aber in der Auswertung des Saint George Respiratory Questionnaire (SGRQ) eine Verbesserung der gesundheitlichen Beeinträchtigung und Lebensqualität von statistischer Signifikanz.²⁰

Der SGRQ, als wichtiger Prädiktor bezüglich der Mortalität bei COPD-Patienten, wurde darüber hinaus von McNamara (2017) und Pacheco (2014) untersucht, hier kam es allerdings zu keiner statistisch signifikanten Verbesserung durch das Singen.^{38 42}

Analog zu den Ergebnissen von McNamara et al. (2017), Lord et al. (2012) und Bonilha et al. (2008) zeigte sich in unserer Studie, dass sich Singen bei COPD-Patienten positiv auf die Lebensqualität und die wahrgenommene Symptomlast auswirken kann. Allerdings wurden in den genannten Studien zum Teil andere Fragebögen verwendet. Eine signifikante Verbesserung des Ergebnisses im CAT Score als Folge regelmäßigen aktiven Singens, konnte, nach der Recherche des Autors, bislang nicht direkt nachgewiesen werden.^{38 40 41} Da sich in beiden Untersuchungsgruppen eine hinsichtlich des Punktwertes identische Verbesserung im „pre vs. post Vergleich“ darstellte, kann zudem angenommen werden, dass Singen nicht nur für COPD-Patienten, sondern allgemein bei Patienten mit Lungenerkrankungen eine vorteilhafte und gewinnbringende Therapie darstellt. Diese Annahme lässt sich durch die Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen zum Thema Singen als Bestandteil multimodaler Behandlungskonzepte - auch in anderen Fachbereichen wie beispielsweise in der Onkologie oder bei neurologischen Erkrankungen - unterstützen.¹³

5.4 Körperliche Belastbarkeit

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie im Sechs-Minuten-Gehtest (6-MWT), als Instrument zur Bewertung körperlicher Belastbarkeit und unter Belastung auftretender Atemnot, implizieren einen relevanten Einfluss des Singens im Sinne einer signifikanten Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit. Analog dazu berichteten insbesondere die COPD-Patienten darüber, nach dem Singen eine gesteigerte Kraft wahrzunehmen. Ein sauerstoffpflichtiger Patient gab sogar an, dass er nach der Chorprobe den Weg zu seinem Auto ohne Atemnot bedingte Pausen zurücklegen könne, was ihm vorher nicht möglich sei. Im „pre vs. post Vergleich“ ergab sich sowohl in der COPD- als auch in der Vergleichsgruppe eine statistisch signifikante Verbesserung der gelaufenen Gehstrecke. Das errechnete Delta des Medians betrug in der COPD-Gruppe 18,5 Meter ($p < 0,001$) und in der Vergleichsgruppe 11 Meter ($p = 0,017$).

Diese Ergebnisse entsprechen der jüngst veröffentlichten irischen Pilotstudie von Cahalan et al. (2021). Im Rahmen der Untersuchung von 78 COPD-Patienten, welche in einem Zeitraum von acht Wochen einmal wöchentlich an einer Chorprobe teilnahmen, konnte eine deutliche, statistisch signifikante Verbesserung im 6-MWT nachgewiesen werden.⁴⁴ Auch in der einjährigen Kohortenstudie von McNaughton et al. aus dem Jahr 2017 zeigte eine signifikante Verbesserung im 6-MWT im Vergleich zum Ausgangswert.⁴³ Bei Pacheco et al. (2014) verbesserten sich zwei der vier Studienteilnehmer im Rahmen einer Wiederholung des Belastungstest nach einer Teilnahme am Chorgesang von 10 Wochen.⁴² In den übrigen Studien zum Thema Singen und COPD wurden entweder keine Belastungstests durchgeführt (Clift et al. 2012, Bonilha et al. 2008) oder es ergaben sich hier keine signifikanten Verbesserungen (Lord et al. 2012).^{40 20}

Es muss allerdings auch an dieser Stelle berücksichtigt werden, dass die Daten der vorliegenden Arbeit aus einem direkten Vergleich bei einem Untersuchungsabstand von etwa zwei Stunden und nicht wie bei Cahalan und McNaughton aus einer Langzeituntersuchung stammten. In Anbetracht dessen erscheinen die Ergebnisse zusätzlich vielversprechend, da aktives Singen offenbar nicht nur, wie bislang publiziert, langfristige positive Effekte hinsichtlich einer gesteigerten körperlichen Leistungsfähigkeit bewirken kann, sondern, wie die vorliegenden Daten implizieren, auch kurzfristige Auswirkungen messbar sind.

In der Gegenüberstellung der Ergebnisse beider Untersuchungsgruppe zeigte sich, dass hier eine vergleichbar gute körperliche Leistungsfähigkeit vorlag. Im Mittel wurde in beiden Gruppen eine Gehstrecke von mehr als 400 Metern erreicht. In der COPD-Gruppe betrug die durchschnittliche Gehstrecke 412,65 Meter vor dem Singen, die Vergleichsgruppe erreichte hier einen Mittelwert von 472,5 Metern. Inadäquate Herzfrequenzanstiege oder

Sauerstoffsättigungsabfälle unter der Belastung ergaben sich in beiden Gruppen nicht. Einzig die Einschätzung der Belastungsdyspnoe anhand der Borg-Skala am Ende des 6-MWT zeigte deutliche Unterschiede hinsichtlich der wahrgenommenen Atemnot. In der COPD-Gruppe lag der Mittelwert hier in der Untersuchung vor dem Singen bei 4,7 ($\pm 2,28$) von 10 möglichen Punkten, in der Vergleichsgruppe dagegen nur bei 1,57 ($\pm 1,64$) Punkten. Daraus ergibt sich die Einschätzung, dass - im Gegensatz zu den Unterschieden in der Lungenfunktion - sich beide Untersuchungsgruppen hinsichtlich ihrer körperlichen Leistungsfähigkeit auf einem gleichwertigen guten Niveau befanden. Insbesondere die körperliche Aktivität der COPD-Probanden, berücksichtigt man die durchschnittliche, spirometrischen Kriterien folgende Einordnung in ein COPD Stadium III, erscheint unerwartet positiv.

Könnte das bereits Folge einer mehrjährigen Teilnahme der Probanden an den Chorproben von „Pneumissio – Chor für Menschen mit eingeschränkter Lungenfunktion“ sein? Die Vermutung liegt nahe, angesichts der Folgerungen vorangegangener Längsschnittstudien, die eine gesteigerte körperliche Leistungsfähigkeit nach einer mehrmonatigen Chorerteilnahme von COPD-Patienten zeigen konnten.^{43 44} Allerdings liegen keine Untersuchungsdaten bezüglich der körperlichen Verfassung der COPD-Patienten vor Eintritt in den Chor vor, die diese Annahme rechtfertigen oder widerlegen könnten.

Die aus Lungenfunktionsdiagnostik, Fragebögen und Belastungstest zusammengetragenen Ergebnisse deuten darauf hin, dass bereits 90 Minuten Singen das Potenzial haben, eine manifeste Lungenüberblähung, die Lebensqualität einschränkende Symptome wie Atemnot sowie eine reduzierte körperliche Belastbarkeit bei COPD-Patienten zu lindern. Chorsingen kann folglich als ein sehr einfaches, komplementäres und effektives Training in Ergänzung zur bewährten inhalativen medikamentösen Therapie bei COPD bewertet werden.

5.5 Limitationen der Arbeit

Die vorliegende Ausarbeitung weist verschiedenen Limitationen auf, die bei der Interpretation und Einordnung der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen.

Zunächst ist zu erwähnen, dass die Geschlechterverteilung des untersuchten Studienkollektivs der tatsächlichen Prävalenz der COPD nicht entspricht. Ursächlich hierfür ist die Tatsache, dass es sich um eine Untersuchung eines bereits etablierten Patientenchores handelt und die Probanden nicht zwecks Studienteilnahme rekrutiert wurden. Vielmehr bestand hier eine mehrjährige Mitgliedschaft vorab. Demzufolge handelt es sich bei den erhobenen Daten vielmehr um die Auswertung einer Kohorten- oder Beobachtungsstudie zweier nebeneinander stehender Untersuchungsgruppen, als um eine repräsentative Querschnittsstudie.

Die Vergleichsgruppe stellt keineswegs eine „gesunde Kontrollgruppe“ dar, sondern bildet ein heterogenes Kollektiv, bestehend aus den Teilnehmern des Chores, bei denen die Einschränkungen der Lungenfunktion nur gering ausgeprägt waren und nicht primär aus einer COPD als Grunderkrankung resultierten. Hier waren verschiedene andere Lungenerkrankungen wie Asthma bronchiale oder Zn. Bronchialkarzinom ursächlich für die Lungenfunktionsbeeinträchtigungen. Teilweise zeigte sich die genaue Diagnoseerhebung in der Vergleichsgruppe erschwert bzw. ergaben sich Hinweise auf ein Asthma-COPD Overlap Syndrom. Folglich kann eine Verzerrung der Ergebnisse innerhalb dieser Gruppe durch die unterschiedlichen pulmonalen Grunderkrankungen nicht ausgeschlossen werden.

Zudem ist zu erwähnen, dass das Kollektiv der Vergleichsgruppe im Gegensatz zu der COPD-Gruppe nur aus 14 statt aus 20 Probanden bestand, also um mehr als 25 % kleiner als die COPD-Gruppe war. Aufgrund dieser fehlenden Vergleichbarkeit der beiden Untersuchungsgruppen, wurde von einer Analyse bestehender Unterschiede der Ergebnisse zwischen den Gruppen abgesehen und allein ein indirekter Vergleich der Ergebnisse im Sinne einer qualitativ vergleichenden Gegenüberstellung der Daten durchgeführt. Die Untersuchungsergebnisse wurden gemäß der Fragestellung als „pre vs. post Vergleich“ für beide Gruppen separat und aufgrund der fehlenden Normalverteilung der Daten im Rahmen einer nichtparametrischen Datenanalyse ausgewertet.

Als weitere Limitation ist die geringe Größe des untersuchten Gesamtkollektivs von 34 Teilnehmern, bzw. von lediglich 20 COPD-Patienten, aufzuführen. Aufgrund dessen, erscheint eine Verallgemeinerung und Anwendung der gewonnenen Ergebnisse auf die Gesamtheit der COPD-Patienten bzw. Patienten mit einer eingeschränkten Lungenfunktion, nur begrenzt möglich. Die geringe Stichprobengröße stellt zudem einen wiederkehrenden Kritikpunkt der Bewertung vorangegangener Studien zum Thema Singen und COPD dar.

Desweiteren ist zu erwähnen, dass die Studienteilnehmer überdurchschnittlich wenig in ihrer körperlichen Belastbarkeit eingeschränkt waren, und auch - den Ergebnissen der erhobenen Fragebögen zur Folge - nur mäßig unter gesundheitlichen Beeinträchtigungen und Verlust an Lebensqualität zu leiden schienen. Ob das wiederum bereits auf die vorangegangene, mehrjährige Chorteilnahme zurückgeführt werden kann bzw. muss, oder ob es sich gar um einen Verzerrungseffekt handelt, da eine gewisse Fitness und Motivation die regelmäßige Chorteilnahme voraussetzen, konnte nicht beurteilt werden, da keine Voruntersuchungen der Patienten vor ihrem Eintritt in den Chor vorlagen. Die Untersuchungsergebnisse können daher vielmehr als hinweisgebende Momentaufnahme gedeutet werden und bedürfen der Verifizierung durch Studien mit größeren und repräsentativeren Untersuchungskollektiven. Eine weitere, mit der Möglichkeit eines bestehenden Untersucher-Bias einhergehende Einschränkung ergibt sich durch die Datengewinnung an verschiedenen Standorten. Die Lungenfunktionsparameter der vorliegenden Studie wurden in den Lungenfunktionsabteilungen der Uniklinik Köln sowie im St. Johannes Krankenhaus Sieglar erhoben. Zudem erfolgten die Untersuchungen durch unterschiedliche und wechselnde Mitarbeiter sowie an verschiedenen Geräten.

6 Literaturverzeichnis

- 1 Vogelmeier C, Buhl R, Burghuber O, *et al.* [Guideline for the Diagnosis and Treatment of COPD Patients - Issued by the German Respiratory Society and the German Atemwegsliga in Cooperation with the Austrian Society of Pneumology]. *Pneumologie* 2018; **72**. DOI:10.1055/s-0043-125031.
- 2 Bundesärztekammer (BÄK) KB (KBV), A der WMF (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie COPD - Teilpublikation der Langfassung, 2. Auflage. Version 1. 2021. www.leitlinien.de/copd (accessed Sept 23, 2021).
- 3 Agusti AG. GOLD-REPORT-2021-v1.1-25Nov20_WMV.pdf. 2021.
- 4 WHO. [ww.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd)). .
- 5 Halbert RJ, Natoli JL, Gano A, Badamgarav E, Buist AS, Mannino DM. Global burden of COPD: systematic review and meta-analysis. *Eur Respir J* 2006; **28**. DOI:10.1183/09031936.06.00124605.
- 6 Varmaghani M, Dehghani M, Heidari E, Sharifi F, Moghaddam SS, Farzadfar F. Global prevalence of chronic obstructive pulmonary disease: systematic review and meta-analysis. *East Mediterr Health J* 2019; **25**. DOI:10.26719/emhj.18.014.
- 7 GOLD. Global Strategy for Diagnosis, Management and Prevention of COPD. <http://goldcopd.org> (accessed Sept 20, 2021).
- 8 Amboss. Chronisch obstruktive Lungenerkrankung. Amboss. 2021.
- 9 GINA Asthma. Asthma COPD Overlap Syndrom. <http://www.ginaasthma.org/asthma-copd-and-asthma-copd-overlap-syndrom-acos/> (accessed Sept 23, 2021).
- 10 Kirschbichler K. Singen ist Medizin. *Medizin Popul* 2008. <https://www.medizinpopulaer.at/archiv/medizin-vorsorge/details/article/singen-ist-medizin.html> (accessed Sept 22, 2021).
- 11 Einzmann A. Die positiven Effekte des Singens bei COPD. 2019.
- 12 Lewis A, Cave P, Stern M, *et al.* Singing for Lung Health-a systematic review of the literature and consensus statement. *NPJ Prim care Respir Med* 2016; **26**. DOI:10.1038/npjpcrm.2016.80.
- 13 Singende Krankenhäuser e.V. ; published online Sept. <https://singende->

- krankenhaeuser.de/home.html (accessed Sept 21, 2021).
- 14 Grape C, Sandgren M, Hansson L-O, Ericson M, Theorell T. Does singing promote well-being?: An empirical study of professional and amateur singers during a singing lesson. *Integr Physiol Behav Sci*; **38**. DOI:10.1007/BF02734261.
 - 15 Singen macht glücklich und ist gesund. *AOK Gesundheitsmagazin* 2020. <https://www.aok.de/pk/magazin/wohlbefinden/achtsamkeit/singen-macht-gluecklich-und-ist-gesund/> (accessed Sept 22, 2021).
 - 16 Beiner J. Warum Singen die Gesundheit stärkt. *Welt*. 2007. <https://www.welt.de/wissenschaft/article962514/Warum-Singen-die-Gesundheit-staerkt.html> (accessed Sept 22, 2021).
 - 17 Bei Chorsängern schlagen die Herzen synchron. *SPIEGEL Wiss*. 2013. <https://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/bei-chorsaengern-schlagen-die-herzen-synchron-a-910129.html> (accessed Sept 22, 2021).
 - 18 Einzmann A. Singen bei COPD. Boehringer Ingelheim. 2021. <https://www.boehringer-ingelheim.de/atemwege/copd/singen-bei-copd> (accessed Sept 22, 2021).
 - 19 Deutsche Lungenstiftung e.V. Aktives Singen kann Lebensqualität von COPD-Patienten steigern. *Lungenärzte im Netz*. 2010. <https://www.lungenaerzte-im-netz.de/news-archiv/meldungen/article/aktives-singen-kann-lebensqualitaet-von-copd-patienten-steigern-1/> (accessed Sept 22, 2021).
 - 20 Clift S. Evaluation of Community singing for people with COPD. *UNESCO J* 2013. <https://www.canterbury.ac.uk/medicine-health-and-social-care/sidney-de-haan-research-centre/research/singing-and-copd.aspx> (accessed Sept 22, 2021).
 - 21 Lacey A. Belting out a tune 'helps those struggling to breathe'. *BBC*. 2013. <https://www.bbc.com/news/health-25231910> (accessed Sept 22, 2021).
 - 22 Starostzik C. Singen gegen Lungenkrankheiten. *Aerztezeitung*. 2017. <https://www.aerztezeitung.de/Medizin/Singen-gegen-Lungenkrankheiten-308808.html> (accessed Sept 21, 2021).
 - 23 Pneumissimo e.V. <https://pneumissimo.de/Ueber-uns> (accessed Sept 22, 2021).
 - 24 Criée C-P, Baur X, Berdel D, *et al.* [Standardization of spirometry: 2015 update. Published by German Atemwegsliga, German Respiratory Society and German Society of Occupational and Environmental Medicine]. *Pneumologie* 2015; **69**.

- DOI:10.1055/s-0034-1391345.
- 25 Lungeninformationsdienst Helmholtz Zentrum München. Bodyplethysmographie. <https://www.lungeninformationsdienst.de/diagnose/lungenfunktion/bodyplethysmographie/index.html> (accessed Sept 30, 2021).
 - 26 Deutsche Lungenstiftung e.V. Methoden zur Verkleinerung eines Lungenemphysems. *Vor im Rahmen des Symp Lunge 2019*. <https://www.lungenaerzte-im-netz.de/news-archiv/meldung/article/methoden-zur-verkleinerung-eines-lungenemphysems/> (accessed Sept 30, 2021).
 - 27 Enright PL. The six-minute walk test. *Respir Care* 2003; **48**.
 - 28 ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; **166**. DOI:10.1164/ajrccm.166.1.at1102.
 - 29 Lungeninformationsdienst Helmholtz Zentrum München. Sechs-Minuten-Gehtest. <https://www.lungeninformationsdienst.de/diagnose/6-minuten-gehtest/index.html> (accessed Sept 30, 2021).
 - 30 Jones PW, Harding G, Berry P, Wiklund I, Chen W-H, Kline Leidy N. Development and first validation of the COPD Assessment Test. *Eur Respir J* 2009; **34**. DOI:10.1183/09031936.00102509.
 - 31 GlaxoSmithKline. COPD Assessment Test. 2009. <https://www.catestonline.org/patient-site-test-page-german-germany.html> (accessed Sept 27, 2021).
 - 32 Stenton C. The MRC breathlessness scale. *Occup Med (Lond)* 2008; **58**. DOI:10.1093/occmed/kqm162.
 - 33 Jones PW, Quirk FH, Baveystock CM, Littlejohns P. A self-complete measure of health status for chronic airflow limitation. The St. George's Respiratory Questionnaire. *Am Rev Respir Dis* 1992; **145**. DOI:10.1164/ajrccm/145.6.1321.
 - 34 Yorke J, Jones PW, Swigris JJ. Development and validity testing of an IPF-specific version of the St George's Respiratory Questionnaire. *Thorax* 2010; **65**. DOI:10.1136/thx.2010.139121.
 - 35 Jones PW. St George's Respiratory Questionnaire Manual. 2009 <https://www.sgul.ac.uk/about/our-institutes/infection-and-immunity/research->

themes/research-centres/health-status/sgrq-c (accessed Sept 28, 2021).

- 36 Meguro M, Barley EA, Spencer S, Jones PW. Development and Validation of an Improved, COPD-Specific Version of the St. George Respiratory Questionnaire. *Chest* 2007; **132**. DOI:10.1378/chest.06-0702.
- 37 Celli BR, Cote CG, Marin JM, *et al*. The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2004; **350**. DOI:10.1056/NEJMoa021322.
- 38 McNamara RJ, Epsley C, Coren E, McKeough ZJ. Singing for adults with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; **2019**. DOI:10.1002/14651858.CD012296.pub2.
- 39 Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG. COPD aktuell. <https://www.copd-aktuell.de/welche-ursachen-kann-die-copd-erkrankung-haben> (accessed Oct 19, 2021).
- 40 Bonilha AG, Onofre F, Vieira ML, Prado MYA, Martinez JAB. Effects of singing classes on pulmonary function and quality of life of COPD patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2009; **4**.
- 41 Lord VM, Hume VJ, Kelly JL, *et al*. Singing classes for chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *BMC Pulm Med* 2012; **12**. DOI:10.1186/1471-2466-12-69.
- 42 Pacheco C, Costa A, Amado J, Almeida P. Singing in chronic obstructive pulmonary disease patients: A pilot study in portugal. *Rev. Port. Pneumol.* 2014; **20**: 225–8.
- 43 McNaughton A, Weatherall M, Williams M, *et al*. Sing Your Lungs Out-a community singing group for chronic obstructive pulmonary disease: a 1-year pilot study. *BMJ Open* 2017; **7**. DOI:10.1136/bmjopen-2016-014151.
- 44 Cahalan R, Green J, Meade C, Griffin A. 'SingStrong': Singing for better lung health in COPD - A pilot study. *Physiother Theory Pract* 2021; published online March 31. DOI:10.1080/09593985.2021.1907825.

7.1 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Einteilung der COPD in die Gruppen A, B, C und D ¹
- Abbildung 2: Das Studienkollektiv
- Abbildung 3: Geschlechterverteilung des Studienkollektivs
- Abbildung 4: Spirometrische Stadien der COPD-Patienten nach GOLD² in %.
- Abbildung 5: Raucherstatus der Untersuchungsgruppen im Vergleich (%)
- Abbildung 6(A+B): Reduktion des RV in der COPD-Gruppe (n=20)
- Abbildung 7: „pre vs. post Vergleich“ des CAT-Scores in der COPD-Gruppe
- Abbildung 8: 6-MWT der COPD-Gruppe (n=20), Median der Gehstrecke in m

7.2 Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Schweregrad der Obstruktion bei COPD nach GOLD ⁷
- Tabelle 2: Modified Medical Research Council (mMRC) Skala für Dypnoe ³
- Tabelle 3: BODE-Index ¹⁸
- Tabelle 4: Demographische Daten des Studienkollektivs
- Tabelle 5: Gegenüberstellung der Lungenfunktionswerte im „pre vs. post Vergleich“
- Tabelle 6: Gegenüberstellung der Ergebnisse des „pre vs. post Vergleichs“ im CAT Score
- Tabelle 7: Fragebögen zu Symptomatik und Lebensqualität
- Tabelle 8: Ergebnisse des 6-MWT im „pre vs. post Vergleich“

8 Vorabveröffentlichungen

ERC Paris, September 2018

Die ersten Ergebnisse dieser Studie konnten auf einem **Poster** mit dem Titel „Pulmonary and Exercise Improvement by choir singing in COPD patients“ im Rahmen des europäischen Kongress der European Respiratory Society (ERS) im September 2018 in Paris vorgestellt werden.