

Häusliche Betreuung nichtinvasiv heimbeatmeter Patienten durch ein spezialisiertes Team (TAB)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Hohen Medizinischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

Bonn

Kristian Kalle Herberger

aus Hamburg

2018

Angefertigt mit der Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Christian Grohé
2. Gutachter: Prof. Dr. med. Dirk Skowasch

Tag der Mündlichen Prüfung: 15.08.2018

Aus der Klinik für Pneumologie und Beatmungsmedizin der Ev. Lungenklinik Berlin

Direktor: Prof. Dr. med. Christian Grohé

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	7
1. Einleitung	8
1.1 Fragestellung	10
1.2 Nichtinvasive Heimbeatmung	11
1.2.1 Historisches / Entwicklung / aktueller Stellenwert	11
1.2.2 Prävalenz der Heimbeatmung in Deutschland	15
1.2.3 Erkrankungen / Indikationsgruppen	15
1.2.4 Beatmungsmuster	18
1.2.5 Beatmungszugänge	19
1.2.6 Empfohlene tägliche Beatmungszeit	20
1.2.7 Therapeutische Ziele	21
1.2.8 Lebensqualität	23
1.2.9 Besonderheiten im häuslichen Umfeld / psychologische, therapieabhängige und partnerschaftliche Aspekte	24
1.3 Beatmungszentrum	28
1.3.1 Anforderungen / Zertifizierung / Expertise	28
1.3.2 Ablauf einer Beatmungseinleitung / Überleitmanagement am Beispiel des studienführenden Beatmungszentrums (ELK Berlin).....	28
1.4 Häusliche Weiterbetreuung	30
1.4.1 Aufgaben des Beatmungszentrums in der ambulanten Versorgung	30
1.4.2 Ambulante ärztliche Struktur	31
1.4.3 Häusliche Pflege	31
1.4.4 Hilfe / Pflege durch Angehörige.....	33

1.4.5 Hilfsmittelversorger	33
1.4.6 Zusätzliche therapeutische Instanzen (Physio-/Ergotherapie, Logopädie, Sozialpädagogen)	34
2. Methodik	35
2.1 Zeitliche Abfolge Verlaufskontrollen ELK Berlin	35
2.2 Studiendesign	35
2.3 Eckdaten der studienführenden Klinik / Beatmungspflegedienst	39
2.4 Studienzeitraum	40
2.5 Patientengut	40
2.6 Einschlusskriterien	40
2.7 Ausschlusskriterien	40
2.8. Patientenzahlen	41
2.8.1 Prospektive Gruppen	41
2.8.2 Retrospektive Vergleichsgruppe	41
2.9 Eigener Fragebogen	41
2.10 Studienmodell	42
2.11 Dokumentation	42
2.11.1 Dokumentation der häuslichen Visiten	42
2.11.2. Dokumentation im Krankenhausinformationssystem / Visitenbericht an ambulante ärztliche Kollegen	42
2.12 Evaluation der primären Ergebnisparameter	42
2.13 Statistische Analyse	43
2.14 Ethikvotum	43
3. Ergebnisse	44
3.1 Mortalität	44

3.2 Patientencharakteristika	46
3.2.1 Patientenalter	47
3.2.2 Beatmungsindikation	48
3.2.3 Langzeit-Sauerstofftherapie (LTOT)	49
3.2.4 Beatmungsmodi	50
3.2.5 Geschlecht	51
3.3 Auswertung der Primärergebnisse	52
3.3.1 Auswertung der Krankenhauseinweisungen	52
3.3.1.1 Gruppenvergleich Einweisungen	53
3.3.2 Auswertung der Tage im Krankenhaus	57
3.3.2.1 Gruppenvergleich Krankenhaustage.....	58
3.4 Auswertung der Fragebögen	62
3.4.1 Gruppenvergleich der Fragebogenergebnisse.....	62
4. Diskussion	79
4.1 Diskussion Primärergebnisse.....	80
4.2 Diskussion Mortalität	81
4.3 Diskussion Patientencharakteristika	82
4.4 Diskussion Fragebogenergebnisse.....	83
4.5 Limitationen der Studie	84
4.6 Schlussfolgerungen.....	85
5. Zusammenfassung	87
6. Anhang	89
7. Publikationen.....	92
8. Abbildungsverzeichnis	93
9. Tabellenverzeichnis	94

10. Literaturverzeichnis	95
11. Danksagung	103

Abkürzungsverzeichnis

ALS	Amyotrophe Lateralsklerose
ARDS	Acute Respiratory Distress Syndrome
ARI	akute respiratorische Insuffizienz
ASB	assisted spontaneous breathing (Beatmungsmodus)
assPCV	assisted pressure controlled ventilation (Beatmungsmodus)
aVK	ambulante Verlaufskontrolle
BMI	Body Mass Index
CO ₂	Kohlendioxid
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease
CPAP	continuous positive airway pressure (Beatmungsmodus)
DGP	Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin
ELK	Evangelische Lungenklinik Berlin
GOLD	Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease
HrQOL	Health related Quality Of Life (gesundheitsbezogene Lebensqualität)
LTOT	Long-term oxygen therapy (Langzeitsauerstoff-Therapie)
MDK	Medizinischer Dienst der Krankenkassen
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
MPBetreibV	Medizinprodukte-Betreiberverordnung
N-CPAP	nasal-continuous positive airway pressure (Beatmungsmodus)
NIV	nichtinvasive Ventilation / noninvasive ventilation
NON-CF	non-cystic-fibrosis (nicht einer Zystischen Fibrose geschuldet)
NON-REM	non-rapid eye movement (Schlafphase)
O ₂	Sauerstoff
OHVS	Obesitas-Hypoventilationssyndrom
OSAS	Obstruktives Schlafapnoe-Syndrom
pCO ₂	Kohlendioxid-Partialdruck
PMP	Prospektivgruppe mit Pflegedienst
pO ₂	Sauerstoff-Partialdruck
POP	Prospektivgruppe ohne Pflegedienst
PSV S/T	pressure support ventilation spontaneous / timed (Beatmungsmodus)
PTBS	Posttraumatische Belastungsstörung
RDS	Respiratory Distress Syndrome
SGB	Sozialgesetzbuch
SpO ₂	periphere Sauerstoffsättigung
SRI	Severe Respiratory Insufficiency [Questionnaire]
sVK	stationäre Verlaufskontrolle
TAB	Team Außerklinische Beatmung
VK	Verlaufskontrolle
VAP	Ventilator assoziierte Pneumonie
WHO	World Health Organisation

1. Einleitung

Die nichtinvasive Beatmung im häuslichen Bereich ist in Deutschland seit Anfang der 1990er Jahre integraler Bestandteil der medizinischen Versorgung von Patienten mit chronischer respiratorischer Insuffizienz (Goldberg, 2002; Leger et al., 1994; Lloyd-Owen et al., 2005; Windisch et al., 2010). Therapeutische Erfolge ebenso wie geräte-technische Fortschritte und eine damit einhergehende zunehmende Akzeptanz dieser mitunter aufwendigen Therapieform seitens der Patienten haben dazu geführt, dass die Zahl der Indikationsstellungen für eine Heimbeatmungstherapie während der vergangenen beiden Dekaden kontinuierlich stieg (King, 2012; Mehta und Hill, 2001; Nasilowski et al., 2015; Simonds, 2016).

Die auf mehreren Konsensuskonferenzen sowie internationaler Literaturrecherche basierende S2-Leitlinie ‚Nichtinvasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz‘ der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. aus dem Jahr 2010 sowie deren revidierte Fassung von 2017 tragen diesem Umstand Rechnung und stellen anhand von Indikationskriterien und -algorithmen, jeweils bezogen auf die zur Beatmungspflicht führende Erkrankung, Empfehlungen zur Durchführung und Kontrolle der Beatmungstherapie, zur benötigten technischen Ausstattung sowie mit ethischen Betrachtungen das Fundament ärztlichen Handelns für dieses Teilgebiet der Medizin in der Bundesrepublik Deutschland dar (Windisch et al., 2010; Windisch et al., 2017).

Im Rahmen von Studien konnte gezeigt werden, dass eine adäquat eingestellte und konsequent genutzte Heimbeatmungstherapie zu einer Steigerung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität der betroffenen Patienten führen kann (Köhnlein et al., 2014; Windisch und Criée, 2006). Ebenso ließ sich eine Abnahme von ungeplanten Krankenhauseinweisungen sowie eine Reduktion krankenhausbbezogener Kosten unter Heimbeatmungstherapie nachweisen (Clini et al., 2009; Coughlin et al., 2017; Tuggey et al., 2003). Diese positiven Therapieeffekte werden insbesondere in den ersten beiden Jahren nach Beatmungseinleitung durch die vorgegebenen mehrmals jährlich durchzuführenden stationären Verlaufskontrollen (sVK) zumindest teilweise konterkariert.

Durch die initial hohe Frequenz der stationären Verlaufskontrollen nach Einleitung einer Heimbeatmungstherapie wird einerseits zwar eine optimale Beurteilung des Behandlungsverlaufs hinsichtlich Therapieadhärenz, Notwendigkeit von Parameteranpassungen, Dynamik des Erkrankungsniveaus etc. ermöglicht, andererseits bringt eine derart enge stationäre Anbindung der Patienten auch negative Aspekte mit sich. Im Einzelnen sind dies eine unzureichende Patientenzufriedenheit bzw. Lebensqualität aufgrund häufiger geplanter Krankenhausaufenthalte und dem damit verbundenen zeitlichen, logistischen und nicht zuletzt emotionalen Aufwand, ferner ein hoher Kostenaufwand für stationäre Aufenthalte und Transporte sowie eine mangelnde Bettenkapazität für akut Erkrankte im Beatmungszentrum aufgrund der Belegung durch Verlaufskontroll-Patienten.

Es erschien sowohl aus medizinischer Sicht als auch aus Gründen der Patientenzufriedenheit und auch aus gesundheitsökonomischen Überlegungen heraus sinnvoll, einen Teil der vom Beatmungszentrum geleisteten Betreuung in den außerklinischen Sektor zu verlagern. Oberste Priorität sollte dabei eine Verbesserung der Lebensqualität der Patienten durch weniger Krankenhausaufenthalte bei gleichbleibender Sicherheit und Transparenz haben.

1.1 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Studie war es, zu prüfen, ob es bei gleichbleibender Patientensicherheit möglich ist, zwei der in unserer Klinik üblicherweise vier stationären Verlaufskontrollen in den ersten zwei Jahren nach Einleitung einer nichtinvasiven Heimbeatmung durch einen Hausbesuch (ambulante Verlaufskontrolle / aVK), vorgenommen von einem eigens für diese Studie neu geschaffenen Team (TAB = Team Außerklinische Beatmung) zu ersetzen.

Konkret sollten im Rahmen der Untersuchung folgende Fragen beantwortet werden:

- a) Gelingt es durch diese partiell außerklinische Verlaufskontrolle, die Hospitalisationshäufigkeit und -dauer der Studienteilnehmer im Vergleich zu einer Kontrollgruppe signifikant zu reduzieren?
- b) Führt eine geringere Anzahl geplanter stationärer Verlaufskontrollen in der Studienpopulation zu Sicherheitseinbußen (Zunahme ungeplanter, akuter Krankenhausaufnahmen, gesteigerte Mortalität) im Vergleich zur üblichen Versorgung?
- c) Weisen die Studienteilnehmer durch die verringerte geplante Aufnahmefrequenz eine höhere Lebensqualität als die Patienten der Kontrollgruppe auf?
- d) Wird ein derartiges Versorgungsmodell von den Patienten angenommen und ist es problemlos durchführbar?
- e) Lässt sich die stationäre Aufnahmekapazität des Beatmungszentrums für akut erkrankte Patienten durch die partiell außerklinische Versorgung von Heimbeatmungspatienten steigern?

Gleichzeitig sollte durch eine enge Vernetzung des Beatmungszentrums mit einem ambulant betreuenden Beatmungspflegedienst eine lückenlose und transparente Kommunikation sowie eine bessere Anbindung des in der Häuslichkeit lebenden Patienten an das Beatmungszentrum geschaffen werden. Neu auftretende Beatmungsprobleme sollten auf diese Weise frühzeitig erkannt werden, um sie nach Möglichkeit im häuslichen Umfeld lösen zu können.

1.2 Nichtinvasive Heimbeatmung

1.2.1 Historisches / Entwicklung / aktueller Stellenwert

Die apparative nichtinvasive Beatmung im regulären klinischen Alltag blickt mittlerweile auf eine fast 100jährige Geschichte zurück. Technisch einfachere Formen der nichtinvasiven künstlichen Beatmung sind sogar noch weitaus früher beschrieben. So findet sich bereits in der Bibel die Beschreibung einer Mund-zu-Mund-Beatmung;

„Und er (der Prophet Elisa) ging hinein [...] und stieg aufs Bett und legte sich auf das Kind und legte seinen Mund auf des Kindes Mund und seine Augen auf dessen Augen und seine Hände auf dessen Hände und breitete sich so über ihn; da wurde des Kindes Leib warm. Er aber stand wieder auf und ging im Haus einmal hierhin und dahin und stieg wieder aufs Bett und breitete sich über ihn. Da nieste der Knabe siebenmal; danach tat der Knabe seine Augen auf.“ (etwa 700 v.Chr.; Elisa verheißt der Schunemiterin einen Sohn und erweckt das tote Kind; Die Bibel, 2. Buch der Könige, Kap.4, Vers 33-35, nach der Übersetzung Martin Luthers, Bibeltext in der revidierten Fassung von 1984)

Im weiteren Verlauf der Geschichte wurden insbesondere zum Zweck der Wiederbelebung immer ausgefeiltere Verfahren und Apparaturen zur künstlichen Beatmung erdacht. Benutzte der ‚Paracelsus‘ genannte Schweizer Mediziner Aurelius Philippus Theophrastus Bombastus von Hohenheim zu Beginn des 16ten Jahrhunderts noch einen einfachen Blasebalg zur Insufflation von Luft in die Nase apnoeischer Patienten (Davis et al., 2000; Price, 1962), so führten Pionierarbeit und Erfindergeist über die folgenden Jahrhunderte zur Erschaffung komplexerer Geräte zum Zwecke der Wiederbelebung. Stellvertretend sei an dieser Stelle der sog. ‚Pulmotor‘ der Firma Dräger genannt, der 1907 vorgestellt wurde und in den folgenden Jahren weltweite Verbreitung fand. Dieser Apparat arbeitete mit dem Prinzip der Überdruckbeatmung, welche über eine Gesichtsmaske appliziert wurde (Bahns, 2009; Bause, 2009).

Anfang der 1920er Jahre schließlich bekam der an der Medizinischen Fakultät der Harvard Universität in Boston arbeitende Ingenieur Philip Drinker von der New Yorker Gas- und Elektrizitätsgesellschaft den Auftrag, ein Gerät zu entwickeln, mit dem sich Opfer

von Gasvergiftungen oder Stromschlägen behandeln ließen (Drinker und Shaw, 1929, Meichsner I, 2009). Gemeinsam mit L.A. Shaw und James Wilson konstruierte er den Prototyp der später von einem Journalisten so getauften ‚Eisernen Lunge‘. Sie bestand aus einem metallenen Hohlzylinder, in welchem ein Patient bis zum Hals luftdicht eingeschlossen wurde; lediglich der Kopf befand sich außerhalb der Konstruktion. Durch zyklische Applikation eines Unterdruckes im Inneren des Gerätes wurden Thoraxexkursionen hervorgerufen, welche einen passiven Luftstrom über die Atemwege des Patienten generierten. Es resultierte eine nichtinvasive Unterdruckbeatmung. Die erste maschinelle Beatmung mit diesem Prinzip führte Drinker im Selbstversuch durch. Am 12. Oktober 1928 erfolgte die erste klinische Anwendung an einem achtjährigen Mädchen, welches an Poliomyelitis erkrankt war. Der Einsatz verlief erfolgreich und die ‚Eiserne Lunge‘ stellte sich im Zuge wiederholter Polio-Epidemien als Segen für die Behandlung Erkrankter heraus, da durch sie nunmehr auch längere Beatmungszeiten realisiert werden konnten. Nach Modifikationen durch den Techniker J.H. Emerson konnten ‚Eiserne Lungen‘ schließlich in größeren Stückzahlen gebaut werden und fanden weltweite Verbreitung. Auch im Falle dauerhafter muskulärer und konsekutiv respiratorischer Insuffizienz kamen ‚Eiserne Lungen‘ im 20sten Jahrhundert zum Einsatz; in einigen Fällen erfolgte der Einsatz lebenslang (Meyer, 1990; vgl. z.B. <http://www.spiegel.de/panorama/rekord-im-stahlsarg-tod-nach-60-jahren-in-eiserner-lunge-a-658500.html> (letzter Zugriff am 14.01.2018)). Mithin kann Drinkers Erfindung als erster Schritt zur Entwicklung der Heimbeatmung, wie wir sie heute kennen angesehen werden.

Da die Anwendung der ‚Eisernen Lunge‘ technisch aufwendig war und zudem erhebliche Einbußen der Lebensqualität der Patienten mit sich zog begann man Mitte des 20sten Jahrhunderts nach Alternativen zu suchen (Mehta und Hill, 2001). Das Verfahren der Überdruckbeatmung war zwar bekannt und wurde insbesondere im Bereich der Narkoseführung bereits erfolgreich eingesetzt, eine länger dauernde Beatmung über einen Endotrachealtubus kam jedoch aus verschiedenen Gründen nicht in Frage (Notwendigkeit der Sedation, tubusassoziierte Schäden an Larynx und Trachealschleimhaut, etc.). Im Rahmen einer Poliomyelitis-Epidemie in Dänemark kam es 1953 erstmals zu einem verbreiteten Einsatz der Überdruckbeatmung über ein Tracheostoma (Lassen, 1954).

Hierbei war jedoch das in vielerlei Hinsicht vorteilhafte Prinzip der Nicht-Invasivität nicht gegeben.

Anfang der 1970er Jahre wurde im Bereich der Pädiatrie / Neonatologie zunehmend die Applikation eines kontinuierlichen positiven Atemwegsdruckes (CPAP) mithilfe einer Nasenmaske (N-CPAP) zur Behandlung des RDS (respiratory distress syndrome) Neugeborener propagiert (Cox et al., 1974; Llewellyn et al., 1970; Tummons, 1973). Es folgte die Übertragung dieser Behandlungsmethode auf die Anwendung an erwachsenen Patienten. Sullivan et al. behandelten im Rahmen einer 1981 veröffentlichten Studie Patienten mit obstruktivem Schlafapnoe-Syndrom erfolgreich mit einer CPAP-Therapie über eine Nasenmaske (Sullivan et al., 1981). Auch für das Obesitas-Hypoventilationssyndrom konnte in den darauf folgenden Jahren ein positiver Effekt einer CPAP-Behandlung aufgezeigt werden (Sullivan et al., 1983). In einem nächsten Schritt wurden schließlich komplexere Beatmungsformen, wie man sie zuvor nur von der invasiven Beatmung kannte über eine Maske appliziert (CPAP+ASB, druckkontrollierte Ventilation, etc).

Die guten Ergebnisse der nichtinvasiven Beatmung in Verbindung mit der gegenüber invasiven Beatmungsformen deutlich geringeren Komplikationsrate ebenso wie pathophysiologische Überlegungen, wie z.B. das Prinzip der intermittierenden Entlastung erschöpfter Atemmuskulatur, wie sie im Rahmen verschiedener Erkrankungen auftritt, führten in den 1980er und -90er Jahren zu einer Ausweitung der Indikationen für eine nichtinvasive Beatmung über den kurzfristigen Einsatz hinaus. Gerätetechnische Fortschritte machten schließlich den langfristigen Gebrauch einer maschinellen Beatmung auch im häuslichen Bereich möglich.

Insgesamt genießt die nichtinvasive Ventilation heutzutage im klinischen und außerklinischen Alltag einen der invasiven Ventilation mindestens ebenbürtigen Stellenwert. Aktuelle Leitlinien empfehlen, die nichtinvasive Ventilation aufgrund der geringeren Komplikationsrate wann immer möglich der invasiven Beatmung vorzuziehen (Westhoff et al., 2015). Die absoluten und relativen Kontraindikationen für eine NIV sind dabei zu beachten. Die Tab. 1 gibt einen Überblick über die Vor- und Nachteile sowie Indikationen und Kontraindikationen der invasiven und nichtinvasiven Beatmung.

Tab. 1: Vergleich nichtinvasive und invasive Beatmung bezüglich Indikationen / Kontraindikationen sowie jeweiliger Vor- und Nachteile (Quellen: Oczeni, 2008; Schönhofer et al., 2008; Westhoff et al., 2015; Windisch et al., 2010)

<u>nichtinvasive Beatmung</u>	<u>invasive Beatmung</u>
Indikationen	
COPD-Exacerbationen, v.a. hyperkapnische ARI	ARDS
akutes kardiales Lungenödem	hypoxische ARI
akute respiratorische Insuffizienz bei Immunsuppression	respiratorische Insuffizienz mit muskulärer Erschöpfung
chronische respiratorische Insuffizienz	Versagen einer nichtinvasiven Beatmung
Vermeidung des Extubationsversagens	resp. Insuffizienz und Vorliegen einer Kontraindikation für NIV
postoperatives respiratorisches Versagen	Herbeiführen eines sicheren Aspirationsschutzes
Ablehnung einer invasiven Beatmung seitens Patient / Betreuer	Herbeiführen einer Lungenseparation
	Vollnarkose mit der Notwendigkeit einer Muskelrelaxation

Kontraindikationen	
fehlende Spontanatmung / Schnappatmung (absolut)	Ablehnung durch den Patienten / Betreuer
Verlegung der Atemwege (absolut)	
gastrointestinale Blutung oder Ileus (absolut)	
Koma (relativ)	
massive Agitation (relativ)	
massiver Sekretverhalt (relativ)	
schwere Hypoxämie oder resp. Azidose (pH < 7,1) (relativ)	
hämodynamische Instabilität (relativ)	
anatomische Probleme mit dem Beatmungszugang (relativ)	
Zustand nach oberer gastrointestinaler Operation (relativ)	

Vorteile	Nachteile
kaum Gefahr der ventilator-assoziierten Pneumonie (VAP)	Infektionsrisiko erhöht (VAP)
keine tubusbedingte zusätzliche Atemarbeit	tubusbedingte zusätzliche Atemarbeit
keine Druckschäden oropharyngeal, laryngeal, tracheal	Druckschäden möglich / wahrscheinlich
Sedierung i.d.R. nicht erforderlich	Sedierung i.d.R. notwendig / erhöhte Sterblichkeit und Kosten
intermittierende Anwendung möglich	keine intermittierende Anwendung möglich
Expektorat möglich	Expektorat kaum möglich
Nahrungsaufnahme möglich	Nahrungsaufnahme erschwert bis unmöglich
Kommunikation möglich	Kommunikation erschwert
Körperposition variabel, Sitzhaltung möglich	Sitzhaltung aufgrund der Sedierung nur eingeschränkt möglich
Anwendung nicht zwingend an eine Intensivstation gebunden	Anwendung i.d.R. nur auf der Intensivstation
Anwendung durch (geschulte) Patienten selbst durchführbar	nicht selbstständig durchführbar
	10 - 20% schwierige Entwöhnung vom Beatmungsgerät

Nachteile	Vorteile
kein sicherer Aspirationsschutz	sicherer Aspirationsschutz
Luftleckagen häufig	kaum Luftleckagen
geringere Druckkonstanz im Vgl. zur invasiven Beatmung	bessere Druckkonstanz
(sehr) hohe Beatmungsdrücke i.d.R. kaum realisierbar	sehr hohe Beatmungsdrücke realisierbar
erschwerter Zugang zu den Atemwegen	direkter Zugang zu den Atemwegen
Druckstellen im Gesichtsbereich bei längerer Anwendung	keine Druckstellen im Gesichtsbereich
Aerophagie möglich	kaum Aerophagie

1.2.2 Prävalenz der Heimbeatmung in Deutschland

Es ist davon auszugehen, dass die Anzahl heimbeatmeter Patienten in Deutschland während der letzten beiden Jahrzehnte kontinuierlich gestiegen ist, obschon verlässliche aktuelle Zahlen fehlen. Im Rahmen der EUROVENT-Studie konnten Lloyd-Owen et al. (2005) die Prävalenz für eine außerklinische Beatmung in 16 europäischen Ländern aufzeigen. Zu diesem Zeitpunkt fand sich in Deutschland eine Prävalenz von 6,5/100.000, was dem europäischen Durchschnitt zum Studienzeitpunkt entsprach (6,6/100.000). Durch die demographische Entwicklung und der damit einher gehenden Zunahme der Inzidenz von Neuerkrankungen mit respiratorischer u./o. ventilatorischer Insuffizienz sowie eine großzügigere Indikationsstellung ist diese Zahl in den seither vergangenen Jahren vermutlich weiter gestiegen. Garner et al. konnten in einer Studie aus dem Jahr 2013 eine deutlich höhere Prävalenz für Australien und Neuseeland nachweisen (Australien 9,9/100.000, Neuseeland 12/100.000). Die mit Europa vergleichbare demographische und soziokulturelle Struktur dieser Länder legt den Schluss nahe, dass sich aktuelle europäische Zahlen ebenfalls in dieser Größenordnung bewegen könnten. Eine polnische Studie aus dem Jahr 2015 berichtet von einem mehr als 100fachen Anstieg der Zahl außerklinisch beatmeter Patienten im Zeitraum von 2000 bis 2010; die Hälfte der betroffenen Patienten war hierbei nichtinvasiv beatmet (Nasilowski et al., 2015).

1.2.3 Erkrankungen / Indikationsgruppen

Grundsätzlich setzt die Indikationsstellung für eine Heimbeatmungstherapie das Vorliegen einer ventilatorischen Insuffizienz voraus (Windisch et al., 2010). Pathophysiologisch kommt es hierbei zu einer Störung der pulmonalen CO₂-Elimination mit konsekutiver Erhöhung des Kohlendioxid-Partialdruckes (pCO₂) im Blut betroffener Patienten (Roussos, 1982). Ausgelöst wird diese Störung durch eine Funktionseinschränkung des ventilierenden Systems, der sog. Atempumpe, welche aus der Gesamtheit der an der Ventilation beteiligten Strukturen (Muskulatur, knöcherner Thorax, Gelenke sowie innerverierende Nervenbahnen), nicht jedoch der Lunge selbst besteht (Schönhofer und Windisch, 2010). Häufig liegt eine gleichzeitige Störung der Sauerstoffaufnahme unter-

schiedlich starker Ausprägung vor (respiratorische Globalinsuffizienz; $pO_2 \uparrow / pCO_2 \downarrow$). Die zugrunde liegenden Erkrankungen für diese Form der Gaswechselstörung sind heterogen (s.u.).

Davon abzugrenzen sind isolierte Störungen der pulmonalen Sauerstoffaufnahme, die lediglich zu einer dauerhaften Verminderung des Sauerstoff-Partialdruckes (pO_2) im Blut des Patienten führen. Diese sog. pulmonale Insuffizienz wird durch eine Erkrankung des Lungenparenchyms (gasaustauschendes System) hervorgerufen. Es resultiert hierbei eine respiratorische Partialinsuffizienz (Windisch, 2015). Im Gegensatz zur ventilatorischen Insuffizienz wird die pulmonale Insuffizienz in der Regel nicht durch die Anwendung einer Beatmungstherapie behandelt, sondern durch eine Sauerstoffgabe (LTOT = Langzeit-O₂-Therapie)(Magnussen et al., 2008).

Da in der Praxis häufig Mischbilder von pulmonaler und ventilatorischer Insuffizienz vorliegen bzw. sich im Rahmen einer Progredienz der Grunderkrankung entwickeln wird eine Beatmungstherapie nicht selten von einer Sauerstofftherapie begleitet (Windisch et al., 2017).

Patienten, die eine Heimbeatmung erhalten sind in der Regel mindestens einer der folgenden Indikationsgruppen zuzuordnen, wobei es mitunter Überschneidungen gibt (Overlap-Syndrom):

- chronisch obstruktive Atemwegserkrankungen

Der weitaus größte Teil dieser Indikationsgruppe rekrutiert sich aus Patienten, die an einer COPD (i.d.R. Grad 3 + 4 nach GOLD) leiden. Die WHO (World Health Organisation) definiert die COPD als eine Lungenerkrankung, die charakterisiert ist durch das Vorliegen einer chronischen Behinderung der pulmonalen Luftströmung, wodurch die normale Atmung beeinträchtigt wird. Sie ist definitionsgemäß nicht vollständig reversibel. Der Begriff COPD umfasst die früher gebräuchlicheren Diagnosen ‚chronisch obstruktive Bronchitis‘ und ‚Lungenemphysem‘ gleichermaßen (WHO, 2017).

Die obstruktiv veränderten unteren Atemwege des Patienten führen hierbei aufgrund erhöhter Strömungswiderstände zu einer erschwerten Atmung, insbesondere der Ausat-

mung. Durch eine daraus resultierende chronische Überblähung und Überdehnung des Lungenparenchyms kann es in Verbindung mit chronischen Entzündungsprozessen im Laufe der Erkrankung zu einem fortschreitenden Untergang von Lungengewebe auf alveolärer Ebene (Lungenemphysem) und somit zu einem Verlust an pulmonaler Gasaustauschfläche kommen (Barnes, 2000). Gleichzeitig ist die Atemarbeit für betroffene Patienten aufgrund der zu überwindenden Widerstände dauerhaft erhöht, was eine chronische Überlastung der Atempumpe nach sich ziehen kann (Schönhofer und Windisch, 2010). Eine fortwährende Überblähung der Lunge kann ferner zu einer anhaltenden Aus- und Überdehnung knöcherner und muskulärer Strukturen führen (vgl. Fassthorax), wodurch eine zusätzliche Beeinträchtigung der Atemmechanik entsteht (Brandes, 2010; NAMDRG, 1999).

In der vorliegenden Studie stellt die COPD die häufigste zur Beatmungstherapie führende Indikation dar (s. Kap. 3.2.2).

Ebenfalls zu den chronisch obstruktiven Atemwegserkrankungen, die u.U. von einer Beatmung profitieren können, zählen die Bronchiektasenerkrankung (Non-CF-Bronchiektasen) sowie die Zystische Fibrose.

- thorakorestriktive Erkrankungen

Diese Indikationsgruppe setzt sich aus Patienten zusammen, deren gemeinsames Merkmal eine ventilatorische Insuffizienz vorwiegend auf dem Boden einer gestörten Atemmechanik ist. Sowohl Thoraxdeformitäten (z. B. ausgeprägte Kypho-/Skoliose, Trichter-/Kielbrust u. a.) als auch postentzündliche und postoperative Veränderungen der Thoraxwand u./o. des Thoraxskeletts (z. B. Post-Tuberkulose und Post-Polio) sowie pathologische Veränderungen der Zwerchfellfunktion können dieser Erkrankungsgruppe zugeordnet werden. Auch Erkrankungen des Lungenparenchyms mit fibrotischem Umbau (interstitielle Lungenerkrankungen) spielen eine Rolle.

- Obesitas-Hypoventilationssyndrom (OHVS)

Neben der chronischen Hyperkapnie liegt bei Patienten dieser Gruppe regelhaft eine Adipositas (BMI > 30 kg/m²) vor. Zusätzlich findet sich bei fast allen Patienten dieser Gruppe ein obstruktives Schlafapnoe-Syndrom (OSAS) (Randerath, 2012). Die durch die Adipositas bedingte, in liegender Position aggravierte Störung der Atemmechanik führt in Verbindung mit einer erhöhten Beanspruchung des ventilierenden Systems, dem häufigen Vorliegen eines OSAS sowie einer gestörten zentralen Atemregulation letztlich zu einer chronischen alveolären Hypoventilation (Böing und Randerath, 2015). Mischbilder mit einer mehr oder weniger ausgeprägten COPD sind nicht selten anzutreffen (Overlap-Syndrom).

- neuromuskulär degenerative Erkrankungen

In dieser Gruppe finden sich Patienten mit einer Atemmuskellähmung unterschiedlicher Ätiologie. Verschiedene Formen der Muskeldystrophien und Myopathien, ebenso wie Störungen der Muskelinnervation (Amyotrophe Lateralsklerose, Post Polio Syndrom, Myasthenia gravis, Phrenicusparese u.a.) führen hierbei zu einer Insuffizienz des ventilatorischen Apparates. Nicht selten ist bei progredienter Erkrankung und damit einer Zunahme der Beatmungszeiten ein Wechsel von einer nichtinvasiven auf eine invasive Beatmung erforderlich, das Einverständnis des Patienten vorausgesetzt (Windisch et al., 2010).

1.2.4 Beatmungsmuster

In der Regel findet das Prinzip der Überdruckbeatmung Anwendung. Die Unterdruckbeatmung spielt dagegen eine untergeordnete Rolle und wird nur noch in Einzelfällen, z.B. im Bereich der Pädiatrie verwendet (vgl. Kürass-Ventilation)(Windisch et al., 2010).

Moderne Beatmungsgeräte verfügen üblicherweise über die Möglichkeit, verschiedene Beatmungsmodi zur Anwendung zu bringen. Grundsätzlich wird hierbei zwischen druck-

gesteuerten und volumengesteuerten Beatmungsformen unterschieden. Obwohl bisher für keine der beiden Beatmungsformen ein eindeutiger Vorteil in Bezug auf relevante Ergebnisparameter gezeigt werden konnte (Cao et al., 2016; Oscan et al., 2014; Struik et al., 2011), wird die druckgesteuerte Beatmung aufgrund der geringeren Nebenwirkungsrate favorisiert (Windisch et al., 2005). Einige Beatmungsgeräte bieten die Möglichkeit, Mischformen anzuwenden (z.B. Druckvorgabe mit Zielvolumen).

Sowohl in der druckgesteuerten als auch in der volumengesteuerten Beatmung kann hinsichtlich der gewünschten / noch möglichen Mitarbeit des Patienten zwischen assistierten, assistiert-kontrollierten und kontrollierten Beatmungsmodi unterschieden werden. Maßgeblich für die Auswahl eines dieser Modi ist die Art und Ausprägung der zugrunde liegenden Erkrankung sowie die Akzeptanz des Patienten (Windisch et al., 2010). So ist beispielsweise ein Patient mit fortgeschrittener neuromuskulärer Erkrankung u.U. nicht mehr in der Lage, genügend Eigenleistung für eine Beatmung im assistierten Modus zu erbringen. Andererseits mag es vorkommen, dass ein Patient eine kontrollierte Beatmung aufgrund der eingeschränkten Selbstbestimmung als unangenehm empfindet und somit eher von einer assistierten Beatmungsform profitiert. Neuere Studien haben im Bereich der Beatmung bei COPD relevante Ergebnisverbesserungen durch zielorientierte Beatmungseinstellungen gezeigt, wobei als Ziel eine konsequente Absenkung des pCO₂ definiert wurde. Diese Studien arbeiteten überwiegend mit kontrollierten Beatmungsmodi (Köhnlein et al., 2014; Windisch et al., 2005). In diesem Zusammenhang scheint die Einstellung auf vergleichsweise hohe Beatmungsdrücke, zumindest für COPD-Patienten vorteilhaft zu sein (Dreher et al., 2010; Murphy et al., 2012). Insgesamt erscheint die aktuelle Studienlage jedoch noch unzureichend, so dass in der aktuellen Leitlinie keine definitiven Empfehlungen gegeben werden.

1.2.5 Beatmungszugänge

Zur Durchführung einer nichtinvasiven Überdruckbeatmung stehen grundsätzlich verschiedene Zugänge zur Auswahl. Im Einzelnen sind dies Nasenmasken, Nasenmundmasken, Mundmasken, Ganzgesichtsmasken und Mundstücke. Ebenfalls verfügbar sind

spezielle Beatmungshelme, die jedoch lediglich im klinisch-stationären Umfeld angewendet werden sollten (Windisch et al., 2010).

In die Entscheidung für oder gegen einen der möglichen Zugänge sollten sowohl Überlegungen hinsichtlich Patientenkomfort als auch bezüglich der erzielten Effektivität der Beatmung, anatomischer Gegebenheiten sowie der Nebenwirkungsrate; dies oft abhängig von der täglichen Beatmungsdauer (z.B. Schleimhaut austrocknung im Falle vorhandener Leckagen, Druckstellen), einbezogen werden (Westhoff et al., 2015).

Dem klinischen Anwender steht heutzutage eine große Auswahl konfektionierter Masken unterschiedlicher Form und Größe zur Auswahl. Die Anpassung sollte für jeden einzelnen Patienten individuell erfolgen (Windisch et al., 2017). Nur selten ist aufgrund der großen Bandbreite vorgefertigter Masken die Maßanfertigung einer Beatmungsmaske nötig. Sie sollte jedoch bei fortbestehenden Problemen im Gebrauch konfektionierter Masken in Betracht gezogen werden (Windisch et al., 2010).

Die Patienten der vorliegenden Studie wurden ausnahmslos über eine Nasen-Mundmaske beatmet, wobei die Hersteller variierten.

1.2.6 Empfohlene tägliche Beatmungszeit

Um die gewünschten Effekte einer Beatmungstherapie zu erreichen (s. Kap. 1.2.7) ist es in der Regel nötig, die Beatmung über mehrere Stunden täglich durchzuführen (Liu et al., 2017). Üblicherweise werden 6 - 8 Stunden pro Tag empfohlen. Die nächtliche Beatmung hat sich hierbei als vorteilhaft erwiesen (Mehta und Hill, 2001); einerseits, da sich die Ausprägung der ventilatorischen Insuffizienz durch die bereits bei Gesunden Menschen nachweisbar veränderte Atmungsphysiologie während des Schlafs häufig verstärkt (s. Tab. 2)(Grassion und Gonzalez-Bermejo, 2017; Stuck und Maurer, 2013), andererseits schränkt die nächtliche Beatmung den normalen Tagesablauf des Patienten deutlich weniger ein als eine Beatmung am Tage.

Tab. 2: physiologische Veränderungen atemabhängiger Parameter im Schlaf (Quellen: Grassion und Gonzalez-Bermejo, 2017; Stuck und Maurer, 2013)

Physiologische Veränderungen der Atemvariablen während des Schlafes	
Atemantrieb	Abnahme
Atemzugvolumen	Abnahme
Atemfluss	Abnahme
Atemminutenvolumen	Abnahme
Lungencompliance	Abnahme
Muskelkoordination (extra-,intrathorakal, abdominal)	Abnahme
Atemwegswiderstand	Zunahme (im Non-REM-Schlaf bis zu 200%)
Funktionelle Residualkapazität	Abnahme (ca. 10% in liegender Position)
pCO ₂	Anstieg (ca. 2 mmHg)
pO ₂	Abnahme (ca. 2 - 6 mmHg)

Abhängig von Art, Schweregrad und Progressionsgeschwindigkeit der Grunderkrankung können mitunter deutlich längere tägliche Beatmungszeiten für eine erfolgreiche Beatmungstherapie notwendig sein (Windisch et al., 2017). Wenn Patienten feststellen, dass es ihnen durch die Beatmungstherapie besser geht führt dies nicht selten zu einer selbstständigen Ausweitung der täglichen Beatmungszeiten.

1.2.7 Therapeutische Ziele

Vorrangiges Ziel der nichtinvasiven Beatmung ist, die gestörte alveoläre Ventilation dergestalt zu optimieren (wenn möglich zu normalisieren), dass sich eine Verbesserung der Blutgaswerte sowohl unter angewandter Therapie als auch im therapiefreien Spontan-

atmungsintervall ergibt (Windisch et al., 2017). Der pCO₂ dient diesbezüglich als Leitwert, wobei eine Normokapnie angestrebt werden sollte (Windisch et al., 2006).

Von spezifischen Symptomen der zur Beatmung führenden Grunderkrankung abgesehen, kann sich eine chronische ventilatorische Insuffizienz durch eine Fülle unspezifischer Symptome bemerkbar machen (s. Tab. 3). Im besten Fall führt die Beatmungstherapie zu einer Verbesserung / Beseitigung dieser Symptome und damit einhergehend zu einem Anstieg der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (HRQoL; s. Kap. 1.2.8) betroffener Patienten (Windisch et al., 2017). Zudem zeigten Studien einen, je nach zugrunde liegender Erkrankung mehr oder weniger ausgeprägten, positiven Effekt auf Hospitalisationshäufigkeit und/oder Lebenserwartung (Davies et al., 2017; Jones et al., 1998; Köhnlein et al., 2014).

Tab. 3: Auflistung der möglichen klinischen Symptome, die durch eine chronische ventilatorische Insuffizienz hervorgerufen werden können (Quelle: Windisch et al., 2017)

<u>Mögliche Symptome einer chronischen ventilatorischen Insuffizienz</u>
Schlafstörungen (nächtliches Erwachen mit Luftnot, nicht erholsamer Schlaf, Tagesmüdigkeit, Einschlafneigung, Alpträume)
Tachykardie
Zyanose, Polyglobulie, Tachypnoe
Zeichen der CO ₂ -assoziierten Vasodilatation (konjunktivale Gefäßerweiterung, morgendliche Kopfschmerzen, Ödeme)
Verschlechterung der Symptome der Grunderkrankung (z. B. Luftnot, Gewichtsabnahme / Kachexie, verringerte Belastbarkeit u.a.)
psychische Störungen (Depression, Angst, Persönlichkeitsveränderungen)

1.2.8 Lebensqualität

Fortschritte in der medizinischen Behandlung schwer erkrankter Patienten führten in den letzten Jahrzehnten dazu, dass sich einige Krankheiten, die früher nur wenige Jahre überlebt wurden, heutzutage als chronische, chronisch-progrediente oder zumindest prolongierte Leiden darstellen. Auch die Beatmungsmedizin hat seit ihren Anfängen (s. Kap. 1.2.1) als lebensrettende, -erhaltende und -verlängernde Therapieform ihren Stellenwert im Bereich dieser Entwicklung. Da Patienten somit immer länger mit ihren Erkrankungen leben ist neben der rein objektiven Messung und Bewertung krankheitsspezifischer biometrischer Werte (z.B. laborchemische Parameter, Mortalitätsstatistiken, etc.) in den letzten Jahrzehnten die Messung der sog. gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Health Related Quality of Life; HRQoL) in den Fokus wissenschaftlicher Betrachtungen gerückt.

Unter gesundheitsbezogener Lebensqualität wird ein multidimensionales Konstrukt verstanden, welches auf verschiedenen Ebenen (i.d.R. physisch, psychisch, sozial und funktional) die subjektive Selbstwahrnehmung befragter Patienten / Probanden in Bezug auf ihre körperliche Funktionsfähigkeit und psychische Verfassung abbildet (Radoschewski, 2000). Die US-amerikanischen Centers for Disease Control and Prevention (CDC) definieren die HrQOL als „von einem Individuum oder einer Gruppe im Laufe der Zeit wahrgenommene physische und mentale Gesundheit“ (CDC, 2000). Im Allgemeinen dienen standardisierte, teilweise internationalisierte Fragebögen zur Erhebung der HRQoL, wobei krankheitsübergreifende und krankheitsspezifische Messinstrumente zur Verfügung stehen (Windisch et al., 2017). Von Windisch et al. wurde speziell zur Evaluation der HRQoL von Patienten mit schwerer respiratorischer Insuffizienz der ‚Severe Respiratory Insufficiency Questionnaire ‚SRI‘ erarbeitet (Windisch et al., 2003).

Ellert et al. (2013) konnten in einer groß angelegten Längs- und Querschnittsstudie zur Messung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bei Erwachsenen in Deutschland aufzeigen, dass die HRQoL einerseits mit zunehmendem Alter, andererseits beim Vorliegen mindestens einer chronischen Erkrankung signifikant abnimmt. Letzteres trifft auf Patienten unter Heimbeatmungstherapie per se zu, Ersteres üblicherweise ebenso. Einige Jahre zuvor konnten López-Campos et al. (2008) nachweisen, dass stattgehabte

Dyspnoe sowie die Anzahl der Hospitalisationen und Rettungsstelleneinweisungen im letzten Jahr die Haupteinflussfaktoren auf die HRQoL heimbeatmeter Patienten darstellen. Es wird somit deutlich, dass Patienten mit respiratorischer Insuffizienz üblicherweise eine deutlich geringere gesundheitsbezogene Lebensqualität als die Normalbevölkerung aufweisen. Eine Verbesserung dieser Situation unter angewandter Beatmungstherapie konnte zuletzt in einigen Studien nachgewiesen werden (Duiverman et al., 2011; Howard et al., 2017; Köhnlein et al., 2014).

1.2.9 Besonderheiten im häuslichen Umfeld / psychologische, therapieabhängige und partnerschaftliche Aspekte

Mit der Entlassung in die eigene Häuslichkeit nach erfolgter Einstellung auf eine NIV sind Patienten u./o. pflegende Angehörige oft mehr oder weniger sich selbst überlassen. Dies kann potentiell zu mannigfaltigen Problemen führen, auf die im Folgenden in einigen Beispielen kurz eingegangen wird;

- technische Durchführung der Beatmung

Um einen reibungslosen Ablauf der Beatmungstherapie zu gewährleisten ist es zwingend erforderlich, sämtliche an der Beatmung beteiligten Personen (Patienten, Angehörige, ggf. weiterversorgende Pflegekräfte) in der Anwendung der NIV mit dem ausgewählten Equipment zu schulen (MPBetreibV, 1998; Windisch et al., 2010). Eine nicht sicher erlernte Durchführung der Behandlung mit all ihren Teilaspekten führt in der Regel zu einer mangelhaften Therapieadhärenz und muss unter allen Umständen vermieden werden. Optimalerweise übt der Patient bereits während des Aufenthaltes in der Klinik täglich unter Anleitung die selbstständige Durchführung der Beatmung. Der betreffende Geräteprovider ist schließlich nach Lieferung der Beatmungsausrüstung in die Häuslichkeit des Patienten nach Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch (V) Paragraph 33 Hilfsmittel sowie Medizinprodukte-Betreiberverordnung zu einer nochmaligen Einweisung aller beteiligter Personen in die korrekte Handhabung verpflichtet.

- psychologische Aspekte

Auch wenn eine wissenschaftliche Aufarbeitung im Rahmen kontrollierter Studien weitestgehend fehlt, ist im klinischen Alltag doch eine große Bandbreite potentieller psychologischer Probleme im Zusammenspiel einer Heimbeatmungstherapie mit der ihr zugrunde liegenden Erkrankung zu beobachten (Criner et al., 1994). Vorliegende Publikationen, die die psychologischen Aspekte einer Beatmungstherapie beleuchten beziehen sich vorwiegend auf die invasive Beatmung, hauptsächlich im Rahmen neuromuskulärer Erkrankungen (vgl. Evans et al., 2012; Hirano et al., 2006). Die Ergebnisse sind somit nicht ohne Weiteres auf eine NIV-Therapie übertragbar, insgesamt wird jedoch deutlich, dass eine Beatmungsbehandlung eine Maßnahme darstellt, die sowohl in die physische als auch in die psychische Integrität betroffener Patienten sowie pflegender Angehöriger eingreift (van Kesteren et al., 2001). Eine interview-basierte isländische Studie aus dem Jahr 2006 beleuchtet die psychologischen Effekte bei nichtinvasiv heimbeatmeten Patienten und deren Angehörigen (Ingadóttir und Jonsdóttir, 2006). Die Autoren stellen fest, dass eine Beatmungstherapie ungeachtet ihres gesundheitlichen Nutzens von den befragten Patienten als aufgezwungen und störend wahrgenommen wird und ein kritisches Lebensereignis („major life event“; vgl. weiterführende Literatur Psychologie / Life-Event-Forschung) darstellt.

Shaw et al. (2009) wiesen in einer Studie nach, dass Patienten, die im Rahmen der Behandlung auf einer Intensivstation eine invasive Beatmung erhalten hatten, ein deutlich erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer Posttraumatischen Belastungsstörung (PTBS), verglichen mit Patienten ohne Beatmungstherapie, aufwiesen. Die vom WeanNet 2016 veröffentlichten epidemiologischen Daten zeigten auf, dass immerhin 19,4 % der Patienten nach invasiver Beatmung mit prolongierter Entwöhnung vom Respirator auf eine dauerhafte NIV-Therapie eingestellt wurden (Schönhofer et al., 2016).

Die Fülle potentiell resultierender psychologischer Probleme ist so vielfältig wie die Psyche des Menschen selbst und reicht von ablehnender Haltung gegenüber der ‚ungeliebten Maschine‘, vermindertem Selbstwertgefühl aufgrund der als besonders schwer wahrgenommenen Erkrankung über Resignation und dem Gefühl, sich in das Unver-

meidliche fügen zu müssen / gefühltem Kontrollverlust bis hin zu Depressionen oder Angst- und Panikstörungen unterschiedlich starker Ausprägung.

Die erfolgreiche Behandlung eines Patienten mit einer NIV setzt somit immer auch die Aufarbeitung mit der Beatmung einhergehender emotionaler Aspekte voraus, da eine stark negativ besetzte Therapieform zu einer Verschlechterung der Therapieadhärenz führen kann (Ando et al., 2014).

Da der Auslöser psychopathologischer Entitäten auf der anderen Seite häufig in der zur Beatmung führenden Erkrankung selbst und den mit ihr einhergehenden Symptomen liegt, kann die erfolgreiche Etablierung einer maschinellen Beatmungsbehandlung jedoch mitunter auch zu einer psychischen Stabilisierung betroffener Patienten beitragen. Eine türkische Studie aus dem Jahr 2016 kam zu dem Ergebnis, dass eine CPAP-Therapie bei Patienten mit einem OSAS positive Effekte auf psychologische Parameter wie Depression, Ängstlichkeit und wahrgenommenen Stress hatte und empfiehlt, diese Aspekte bei der Entscheidung für oder gegen eine Beatmungsbehandlung mit einzubeziehen (Celik et al., 2016).

- Lärmbelästigung

Obschon moderne Heimbeatmungsgeräte im Vergleich zu älteren Modellen relativ leise arbeiten, produzieren auch sie einen je nach Fabrikat mehr oder weniger ausgeprägten Störschall bereits im normalen, ungestörten Betrieb. Intermittierende Maskenleckagen (z.B. bei Lagewechsel im Schlaf) können zu einer zusätzlichen Lärmbelästigung führen. Werden die im Gerät hinterlegten Alarmgrenzen verletzt, resultiert ein Alarmton, der zwar gewünscht und i.d.R. sinnvoll ist, jedoch ebenfalls die (üblicherweise Nacht-)Ruhe anwesender Personen stört. Bei Patienten, die einer Langzeit-O₂-Therapie bedürfen, kann zudem, abhängig von Fabrikat und Alter des verwendeten O₂-Konzentrators ein teils erheblicher zusätzlicher Anstieg des akustischen Grundpegels in der Häuslichkeit des Patienten entstehen.

Sofern mehrere Personen im Haushalt leben, betrifft die beschriebene Lärmbelästigung nicht nur den Patienten selbst, sondern auch alle weiteren Personen (Ehepartner, Lebensgefährten, Besucher etc.). Bei unseren Patienten kam es im Zuge der Implementie-

rung der Heimbeatmung nicht selten dazu, dass Eheleute aufgrund des resultierenden Geräuschniveaus nicht mehr im selben Raum schlafen konnten.

Es empfiehlt sich deshalb, zumindest vermeidbare Störgeräusche soweit möglich zu reduzieren. Ein optimaler Maskensitz / -passform, die Deaktivierung nicht sinnvoller Alar-me sowie die Einstellung der Alarmtonlautstärke auf ein angebrachtes Niveau können hierbei hilfreich sein.

- Therapieadhärenz (= Compliance)

Für das Erreichen der therapeutischen Ziele einer NIV-Therapie ist die Bereitschaft des Patienten, die vereinbarten Maßnahmen konsequent durchzuführen essentiell. Im Vordergrund steht hierbei die Einhaltung der empfohlenen täglichen Beatmungszeiten.

Technische, psychologische und partnerschaftliche Probleme in der Durchführung der Beatmung (s.o.) aber auch klinische Verbesserungen, verbunden mit dem Gefühl, die Beatmung vielleicht nicht mehr zu benötigen (berechtigt oder unberechtigt) sowie das Zurückfallen in einen gewohnten ‚Trott‘ in der eigenen Häuslichkeit können sich zu Lasten der Therapieadhärenz auswirken. Auch finanzielle Gründe werden von den Patienten mitunter als Grund für eine mangelhafte Compliance angegeben. Hintergrund ist hierbei der durch den Gebrauch eines oder mehrerer Geräte in der Häuslichkeit nicht unerheblich ansteigende Stromverbrauch. Die Patienten können diesbezüglich eine partielle Stromkostenerstattung bei ihrer Krankenkasse beantragen.

Moderne Heimbeatmungsgeräte verfügen i.d.R. über die Möglichkeit, die Geräte- und Therapiestunden auszulesen; eine objektive Bewertung der Therapieadhärenz wird hierdurch ermöglicht, sofern durchgehend das selbe Beatmungsgerät verwendet wurde. Ein Wechsel des Beatmungsgerätes kann beispielsweise bei Defekt / Notwendigkeit der technischen Überprüfung oder auch wenn der betreffende Gerätetyp nicht mehr hergestellt wird vom Hilfsmittelversorger vorgenommen werden. Seitens der medizinischen Behandler erfolgt ein Gerätewechsel mitunter zum Versuch der Therapieoptimierung bei unzureichendem Beatmungseffekt.

1.3 Beatmungszentrum

1.3.1 Anforderungen / Zertifizierung / Expertise

Um die Prozess- und Ergebnisqualität im Bereich der Beatmungsmedizin deutschlandweit auf einem vergleichbaren Niveau zu halten plädiert die ‚Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP)‘ seit Längerem dafür, sowohl das prolongierte Weaning (Schönhofer et al., 2014a; Schönhofer et al., 2014b) als auch die Indikationsstellung, Einleitung und weiterführende Versorgung einer dauerhaften Heimbeatmung (invasiv / nichtinvasiv) von Zentren durchführen zu lassen, die über eine entsprechende Expertise verfügen (Windisch et al., 2010; Windisch et al., 2017). Seit dem Jahr 2009 gibt es für Kliniken, welche die geforderten Voraussetzungen erfüllen die Möglichkeit, sich als akkreditiertes Weaningzentrum von der DGP, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Lungenforschung GmbH, im Rahmen eines standardisierten Audits zertifizieren zu lassen. Die vielfältigen Anforderungen für eine erfolgreiche Zertifizierung beziehen sich auf die Teilbereiche generelle Anforderungen, technische Ausstattung, personelle Ausstattung, Prozess- und Ergebnisqualität und können im Einzelnen im ‚Erhebungsbogen zur Akkreditierung als Weaningzentrum‘ der DGP unter der Webadresse

https://www.pneumologie.de/fileadmin/user_upload/erhebungsbogen_zur_zertifizierung_weaning-zentren.pdf (letzter Zugriff am 14.01.2018)

eingesehen werden. Akkreditierte Weaning- / Beatmungszentren sind Teil des Kompetenznetzwerks WeanNet und zur Übermittlung ihrer Daten an ein zentrales Weaningregister verpflichtet.

1.3.2 Ablauf einer Beatmungseinleitung / Überleitmanagement am Beispiel des studienführenden Beatmungszentrums (ELK Berlin)

In der Ev. Lungenklinik Berlin (ELK) erfolgen Einleitungen nichtinvasiver Heimbeatmungen sowohl nach prolongiertem Weaning (3b) als auch elektiv nach stationärer Indikationsprüfung. Die größte Gruppe bilden in der ELK Patienten mit einer COPD, gefolgt von dem Obesitas-Hypoventilationssyndrom (OHVS). Auswahl und Anpassung von Beatmungsgerät und -maske obliegt den behandelnden Pneumologen der Beatmungs-/

Weaningstation. Die Beatmungsparameter werden im Laufe des stationären Aufenthaltes an die individuelle Krankheitsentität der Patienten angepasst, sofern dieser sich in der Lage sieht, die resultierende Beatmungseinstellung mitzutragen / zu tolerieren; ggf. sind hier Kompromisse erforderlich.

Parallel erfolgt eine Schulung des Patienten (und evtl. zusätzlich in die häusliche Therapie involvierter Personen) in der Anwendung der Beatmung sowie Gespräche bezüglich des therapeutischen Hintergrundes und Ziels. Auf individuelle Fragen, Sorgen oder Ängste der Patienten wird wann immer möglich ausführlich eingegangen; ggf. wird ein klinikinterner Psychologe oder Seelsorger hinzu gezogen. Die Schulung der Patienten erfolgt ausschließlich durch Atmungstherapeuten u/o. speziell qualifiziertes und in die Anwendung der verwendeten Geräte eingewiesenes Personal.

Ist eine akzeptable, stabile Einstellung erreicht, erfolgt die Planung der Entlassung. Hierzu zählen zunächst die Kontaktaufnahme des Überleitmanagers, des Sozialdienstes, ggf. weiterversorgender Pflegekräfte mit dem Patienten und seinen Angehörigen (ggf. Betreuer), um eine möglichst reibungslose Überleitung der Beatmung ins häusliche Umfeld zu erreichen. Die Versorgung durch Hilfsmittelversorger und Kostenträger wird organisiert, um die lückenlose Vorhaltung des erforderlichen Equipments am Tag der Entlassung sicher zu stellen.

Im Rahmen dieser Studie erfolgte zudem ein Aufklärungsgespräch über Ziele und Ablauf des Studienmodells und das Angebot der Teilnahme an den Patienten.

Im Rahmen eines strukturierten Überleitmanagements erfolgt schließlich die Übermittlung sämtlicher therapierelevanter Informationen an die weiterversorgenden Instanzen (Patient und Angehörige, Hausarzt, Facharzt, Hilfsmittelversorger, Krankenkasse, ggf. Pflegedienst) sowie ein von der vorliegenden Studie unabhängiger Hausbesuch durch den Überleitmanager 2 - 5 Tage nach Entlassung des Patienten. Im Rahmen dieses Besuches wird nochmals geprüft, ob die notwendige und verordnete Ausstattung vorhanden ist und der Patient (ggf. Angehöriger / Pflegekraft) die Durchführung der Beatmung sicher beherrscht. Auch in der Häuslichkeit neu aufgetretene Probleme (s. Kap. 1.2.9) können hierbei beleuchtet werden.

1.4 Häusliche Weiterbetreuung

Die häusliche Versorgung beatmeter Patienten ist aufgrund der Fülle beteiligter Personen / Berufsgruppen komplex und erfordert ein hohes Maß an Koordination, wobei das Wohl des Patienten stets im Mittelpunkt stehen sollte (s. Abb. 1).

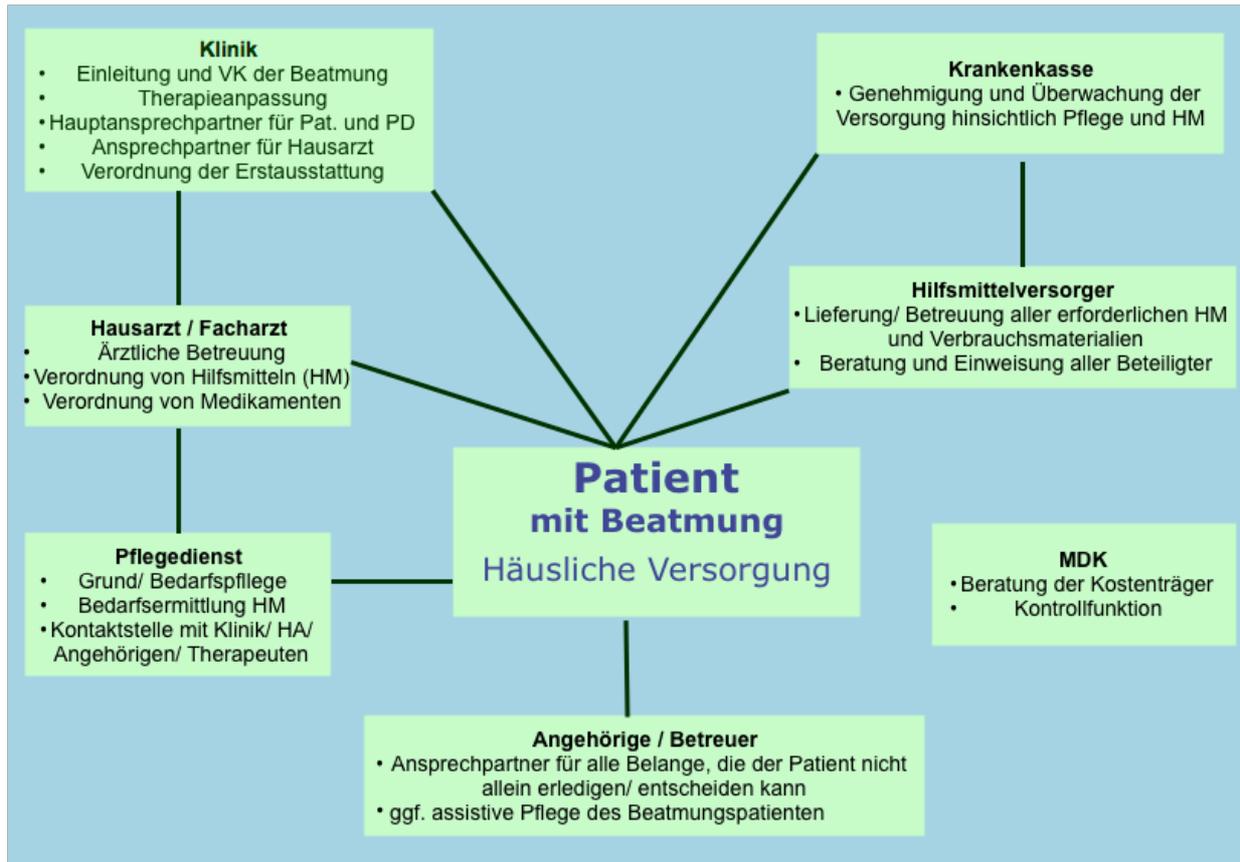


Abb. 1: Darstellung der Instanzen, die an der häuslichen Versorgung heimbeatmeter Patienten beteiligt sind sowie deren Aufgaben und Bezug zueinander; PD = Pflegedienst, VK = Verlaufskontrolle, HM = Hilfsmittel, HA = Hausarzt, MDK = Medizinischer Dienst der Krankenkassen (Quelle: Nafe et al. 2017)

1.4.1 Aufgaben des Beatmungszentrums in der ambulanten Versorgung

Auch nach abgeschlossener Beatmungseinleitung bleibt das Beatmungszentrum wichtigster Bezugspunkt für alle die Beatmung betreffenden Belange. Die S2-Leitlinie fordert deshalb, dass eine außerklinische Beatmung „um ein Beatmungszentrum organisiert sein“ muss (Windisch et al., 2017). „Der außerklinisch beatmete Patient benötigt ein

Beatmungszentrum für Einstellung, Kontrollen und Optimierung der Beatmungstherapie sowie zur Notaufnahme im Falle einer Verschlechterung und als Ansprechpartner für das außerklinische Pflegeteam“, heißt es weiter. Ferner wird festgestellt, dass der behandelnde Arzt des Beatmungszentrums „für die Organisation der ordnungsgemäßen außerklinischen medizinischen und pflegerischen Versorgung verantwortlich ist; dies bis zum Zeitpunkt der Übernahme durch den nachbehandelnden Arzt“ (Windisch et al., 2010).

1.4.2 Ambulante ärztliche Struktur

Primärer Ansprechpartner für medizinische Belange ist für alle Patienten zunächst einmal der Hausarzt. Nur selten verfügt dieser jedoch über ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet des Beatmungsmedizin, so dass laut Empfehlungen der Fachgesellschaften ein in der außerklinischen Beatmung erfahrener Arzt (Pneumologe, Anästhesist, Pädiater, Neurologe) hinzu gezogen werden sollte (Windisch et al., 2010).

Des Weiteren wird in der S2-Leitlinie angeführt, dass „Praxisbesuche für Beatmete oft mit erheblichen Umständen verbunden sind“, weshalb Hausbesuche fester Bestandteil in der Betreuung außerklinisch Beatmeter sind (Windisch et al., 2010).

1.4.3 Häusliche Pflege

Nichtinvasiv heimbeatmete Patienten haben unabhängig von ihrer Beatmungstherapie, wie jeder Bürger der Bundesrepublik Deutschland, einen grundsätzlichen Anspruch auf häusliche Pflege, sofern ein entsprechender Bedarf durch die Ermittlung einer Pflegestufe (bis 31.12.2016) bzw. eines Pflegegrades (ab 01.01.2017) festgestellt wurde. Die Finanzierung dieser Form der häuslichen Pflege erfolgt über die gesetzliche Pflegeversicherung (SGB XI) bzw. die Sozialhilfe (SGB XII).

Davon abzugrenzen ist die häusliche *Krankenpflege*, welche als medizinisch notwendige Pflege (sog. Behandlungspflege) ärztlich verordnet und nach entsprechender Bewilligung von der zuständigen Krankenkasse finanziert wird (SGB V, § 37). Im Sektor der Heimbeatmung kommt diese Form der Pflegeversorgung üblicherweise nur für Patienten in Betracht, die als ‚vom Beatmungsgerät abhängig‘ eingestuft werden (entspricht i.d.R.

einer notwendigen täglichen Beatmungsdauer von mindestens 16 Stunden). Nichtinvasiv Heimbeatmete erfüllen diese Voraussetzung nur in Ausnahmefällen.

Bis Anfang 2016 gab es jedoch für nichtinvasiv außerklinisch beatmete Patienten in Berlin und Brandenburg die Möglichkeit, bei entsprechender Verordnung durch den behandelnden Facharzt, eine punktuelle Beatmungspflege und die auf Beatmung bezogene Unterstützung eines ambulant tätigen Beatmungspflegedienstes einmal wöchentlich, 14-täglich, monatlich oder quartalsweise in Anspruch zu nehmen. Die jeweilige Krankenkasse kam hierbei nach Bewilligung für die Kosten auf. In den übrigen Bundesländern existierte eine solche Versorgungsform nicht.

Der ‚Landesverband Berlin Brandenburg der Pneumologen‘ nahm Ende 2014 / Anfang 2015 in zwei Positionspapieren Stellung zu aktuellen Versorgungssituation außerklinisch beatmeter Patienten (einzusehen auf der Webseite <http://www.pneumologenverband-bb.de/> ; letzter Zugriff am 14.01.2018).

Kernaussage hierbei war die Forderung, das Case-Management für beatmete Patienten ausschließlich unter die Leitung qualifizierter Ärzte zu stellen. Gemeint ist hiermit insbesondere die Verordnung und Nachverordnung beatmungsbezogener Leistungen, zudem die weiterführende spezifische Betreuung sowie Therapiekontrolle und Qualitätssicherung (Beratung / Schulung von Patienten und Angehörigen, Hausbesuche, Blutgasanalysen im häuslichen Bereich).

Letztlich führte die Auseinandersetzung der beteiligten Berufsgruppen sowie der Kostenträger mit diesen Positionspapieren dazu, dass die Leistungen ambulanter Beatmungspflegedienste, insbesondere die Durchführung ambulanter Blutgasanalysen nicht mehr wie bisher dargestellt und durchgeführt werden sollten und auch seitens einiger Kostenträger nicht mehr finanziert wurden.

Das bis dahin in Berlin und Brandenburg bestehende Versorgungssystem der ambulanten punktuellen Beatmungspflege für nichtinvasiv heimbeatmete Patienten war damit faktisch abgeschafft, da es den ambulanten Beatmungspflegediensten unter den nunmehr gegebenen Umständen nicht möglich war, kostendeckend zu operieren.

Diese Umstände werden deshalb geschildert, da sie Auswirkungen auf das Modell der vorliegenden Studie hatten (s. Kap 2.2).

1.4.4 Hilfe / Pflege durch Angehörige

Abseits der erwünschten therapeutischen Ziele führt die Implementierung einer Heimbeatmungstherapie oftmals zu einer fortschreitenden Abhängigkeit in den einfachen Aktivitäten des täglichen Lebens sowie einem wachsenden Bedarf an Hilfe u/o. Pflege im häuslichen Bereich (Fernández-Alvarez et al., 2009). Zwar ist laut den Ergebnissen des EUROFAMCARE-Projektes die Bereitschaft zur Erbringung familialer Pflege in Europa nach wie vor hoch, es wird jedoch davon ausgegangen, dass die demographische und soziokulturelle Entwicklung zukünftig eine Verschlechterung dieser Situation mit sich bringen wird (Döhner et al., 2007). Wie diese Erhebung weiterhin feststellt, entspricht die Pflege eines Familienmitgliedes mit einem durchschnittlichen Arbeitsaufwand von 39,4 Stunden/Woche einer Vollzeitbeschäftigung (Döhner et al., 2007). Studien, die sich mit den Auswirkungen einer Heimbeatmungstherapie auf die pflegenden Angehörigen befassten, zeigten dass diese sich häufig überfordert fühlten, Einbußen an Lebensqualität angaben und ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer Depression zeigten (Douglas und Daly, 2003; Fernández-Alvarez et al., 2009). Wie Döhner et al. (2007) zudem aufzeigten, gaben pflegende Angehörige eine umso schlechtere Lebensqualität an, je stärker pflegebedürftig der zu versorgende Verwandte war.

Da eine nichtinvasive Heimbeatmungstherapie per se nicht zu einem Anspruch auf professionelle pflegerische Versorgung führt, werden Patienten häufig von ihren Angehörigen in der Durchführung der Therapie unterstützt (vgl. Fragebogenergebnis; Frage 14, Kap. 3.4).

1.4.5 Hilfsmittelversorger

Der Hilfsmittelversorger ist für die Bereitstellung und Wartung der zur Durchführung der Beatmung benötigten technischen Ausstattung sowie zur Einweisung aller an der Therapie beteiligten Personen in die korrekte Handhabung der Geräte verantwortlich. Eine ständige Erreichbarkeit muss ebenso gewährleistet sein wie die Lösung bestehender technischer Probleme innerhalb eines Zeitfensters von max. 24 Stunden.

1.4.6 Zusätzliche therapeutische Instanzen (Physio-/Ergotherapie, Logopädie, Sozialpädagogen)

Abhängig vom individuellen Gesundheitszustand des Patienten können weitere Berufsgruppen in die Therapie involviert sein. Im Gegensatz zu invasiv beatmeten Patienten verfügen nichtinvasiv Beatmete in der Regel noch über ein höheres Maß an Autonomie und Mobilität, so dass dauerhafte Physio- / Ergotherapie und logopädische Maßnahmen seltener nötig sind.

2. Methodik

Wie in Kap. 1 beschrieben, wird eine neu eingeleitete Heimbeatmungstherapie nach Vorgabe der Fachgesellschaften in den ersten Jahren engmaschig stationär kontrolliert. Die hohe Frequenz der stationären Wiederaufnahme bedeutet einen hohen Aufwand für die betroffenen Patienten und führt darüber hinaus zu einem Anstieg des im Bereich der Beatmungsmedizin ohnehin hohen Kostendrucks sowie zu einer Verknappung der stationären Aufnahmekapazität im Beatmungszentrum.

2.1 Zeitliche Abfolge Verlaufskontrollen ELK Berlin

In Anlehnung an die aktuell gültigen Leitlinien werden in der studienführenden Klinik (ELK Berlin) nach indikationsgerechter Einleitung einer nichtinvasiven Heimbeatmung in den ersten zwei Jahren üblicherweise vier stationäre Verlaufskontrollen (sVK) durchgeführt. Die erste sVK erfolgt in der Regel 6 - 8 Wochen nach Entlassung in die Häuslichkeit, die weiteren Kontrollen im Abstand von 3, 6 und 9 Monaten nach der jeweils vorausgegangenen sVK (kontinuierliche Intervallverlängerung). Bei stabil eingestellten Patienten werden die Kontrollintervalle danach auf 12 - 24 Monate ausgedehnt. Umgekehrt ist bei manchen Patienten mitunter eine Verkürzung der Kontrollintervalle nötig.

Unabhängig von den geplanten Verlaufskontrollen ist im Falle einer Exacerbation der zugrunde liegenden Erkrankung jederzeit eine sofortige ungeplante stationäre Aufnahme des Patienten möglich, sofern eine adäquate Behandlung im häuslichen Umfeld nicht gewährleistet werden kann.

2.2 Studiendesign

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden die stationären Verlaufskontrollen nach ,3' und ,9' Monaten (= 2. und 4. Verlaufskontrolle) jeweils durch eine in der Häuslichkeit des Patienten vorgenommene Visite (aVK = ambulante Verlaufskontrolle) ersetzt (s. Abb. 2). Die 1. und 3. Verlaufskontrolle erfolgte weiterhin stationär (sVK), um weiterführende apparative Untersuchungen sowie die nächtlichen pCO₂-Messungen zu gewährleisten.

Im Zuge der häuslichen Visite (aVK) erfolgte eine ärztliche und pflegerische körperliche Untersuchung des Patienten, die Erhebung relevanter Vitalparameter (Blutdruck, Herz-

frequenz, Sauerstoffsättigung, Atemfrequenz unter Spontanatmung), die Abnahme einer kapillären Blutgasanalyse mit sofortiger Befundung, die Durchführung einer Spirometrie mithilfe eines mobilen Spirometers, die Kontrolle der technischen Ausstattung und des Zubehörs auf Funktionalität und Zustand, das Auslesen der Geräte- und Therapiestunden sowie die Kontrolle der eingestellten Beatmungsparameter im Geräteruhezustand sowie im Patientengebrauch nach einem definierten Protokoll (s. Anhang). Zusätzlich wurde den Patienten im Rahmen beider häuslicher Visiten ein Fragebogen vorgelegt, in welchem 14 Fragen zur Beatmungstherapie zu beantworten waren (s. Anhang).

Das für diese Studie neu implementierte „Team Außerklinische Beatmung (TAB)“ bestand bei jeder Visite aus in der Beatmungsmedizin mehrjährig erfahrenen Fachärzten (Pneumologie, Anästhesie), einem Atmungstherapeuten sowie Pflegefachkräften eines ambulanten Beatmungspflegedienstes.

Tab. 4: Darstellung des Studienmodells, Teil 2. Dargestellt sind die Zusammensetzung des Teams, welches die ambulanten Verlaufskontrollen vornahm, der Ablauf und Inhalt der häuslichen Visite sowie der durchschnittliche Zeitaufwand pro Patient.

<u>Zusammensetzung des TAB-Teams:</u>
<ul style="list-style-type: none"> - <i>mehrfährig in der Beatmungsmedizin erfahrener Facharzt (Pneumologie / Anästhesie)</i> - <i>Atmungstherapeut</i> - <i>Mitarbeiter eines ambulanten Beatmungspflegedienstes</i>
<u>Ablauf der häuslichen Visite:</u>
<ul style="list-style-type: none"> - <i>körperliche Untersuchung des Patienten</i> - <i>Erhebung relevanter Vitalparameter (Blutdruck, O₂-Sättigung, Herzfrequenz, Atemfrequenz)</i> - <i>Abnahme einer kapillären Blutgasanalyse mit sofortiger Befundung</i> - <i>Kontrolle der Beatmungsausrüstung auf ordnungsgemäßen Zustand u. Funktionalität</i> - <i>Auslesen der Geräte- und Therapiestunden</i> - <i>Kontrolle der eingestellten Beatmungsparameter im Ruhezustand <u>und</u> während der Anwendung durch den Patienten; ggf. Anpassung</i> - <i>Dokumentation der Visite auf einem standardisierten Protokoll</i> - <i>Spirometrie mithilfe eines mobilen Spirometers</i> - <i>Ausfüllen des studieneigenen Fragebogens</i> - <i>nach erfolgter Visite ergeht ein schriftlicher Visitenbericht an den Hausarzt und den Pneumologen</i>
<u>durchschnittlicher Zeitaufwand:</u>
<ul style="list-style-type: none"> - <i>ca. 45 - 60 Minuten</i> - <i>An- und Abfahrt (variabel)</i>

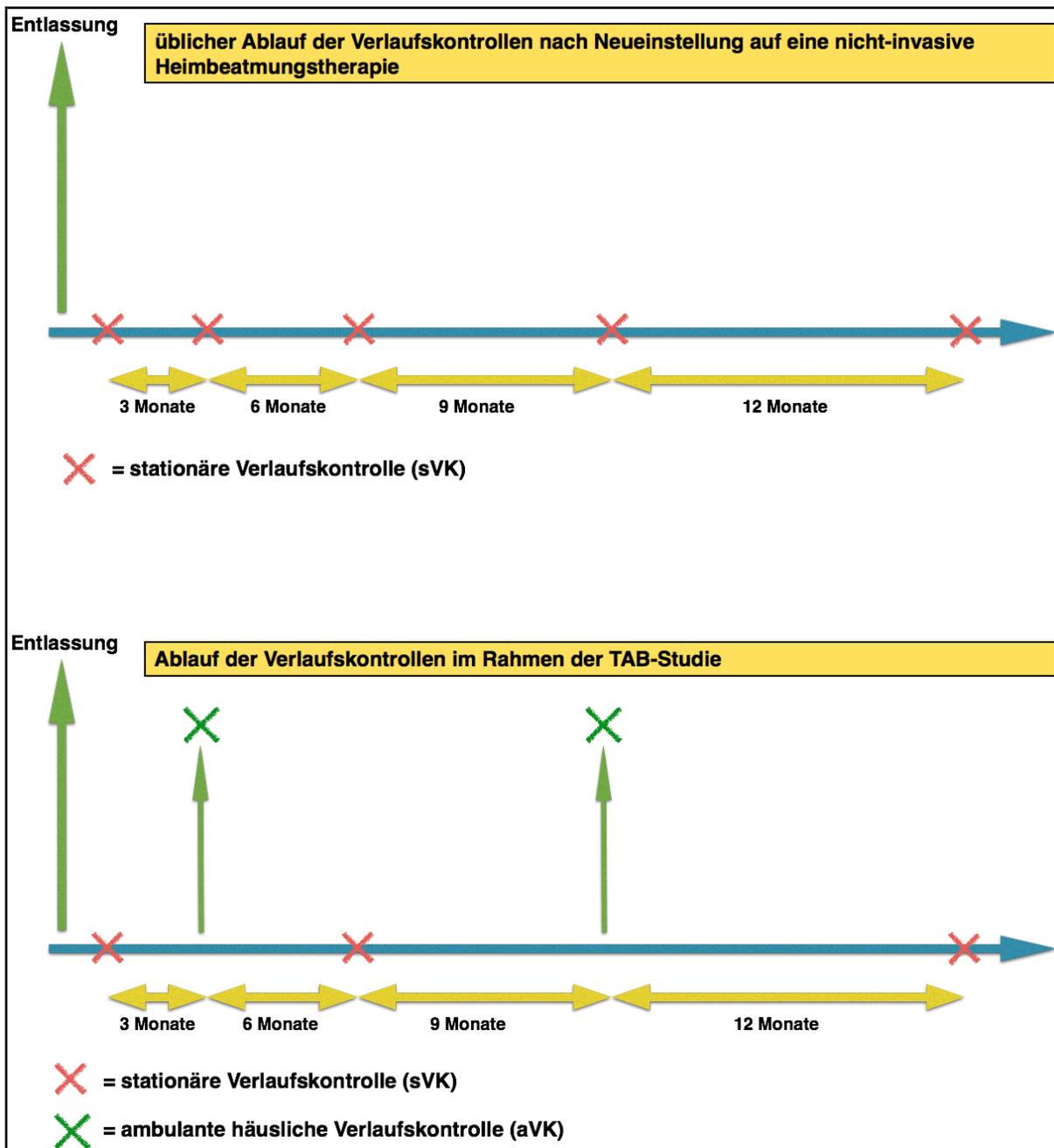


Abb. 2: Darstellung des Studienmodells, Teil 1. Entgegen der üblichen Praxis mit vier stationären Verlaufskontrollen (sVK) in den ersten 20 Monaten nach Einleitung einer Heimbeatmung wurden im Rahmen der vorgestellten Studie zwei der vier Verlaufskontrollen in der Häuslichkeit des Patienten vorgenommen (ambulante Verlaufskontrolle = aVK); TAB = Team Außerklinische Beatmung

Exkurs: Das ursprüngliche Modell der vorliegenden Studie sah vor, durch eine enge Vernetzung/Kooperation von Beatmungszentrum, außerklinischem Beatmungsteam (TAB) sowie einem ambulanten Beatmungspflegedienst eine optimierte Versorgungsstruktur für nichtinvasiv heimbeatmete Patienten zu schaffen und so das zu Beginn der Studie nicht sicher auszuschließende Risiko von Einbußen an Patientensicherheit durch entfallene (durch häusliche Visiten ersetzte) stationäre Verlaufskontrollen zu minimieren.

Wie in Abschnitt 1.4.3 erläutert, kam es jedoch dazu, dass sich die ambulanten Beatmungspflegedienste Anfang 2016 endgültig aus der Versorgung zurück ziehen mussten. Das ursprüngliche Studienmodell war somit nicht mehr in vollem Umfang haltbar, da die weiter versorgende Zwischeninstanz, die der Beatmungspflegedienst hätte darstellen sollen, nicht mehr gegeben war. Nach Absprache aller Beteiligten Instanzen wurde trotz allem an der Grundidee der Studie festgehalten (Ersatz der 2. und 4. Verlaufskontrolle/sVK durch einen Hausbesuch/aVK). Dadurch, dass die Veränderungen im bereits ungefähr zur Hälfte abgelaufenen Studienzeitraum eintraten, ergab sich gleichwohl die Situation, dass die Prospektivgruppe aus zwei unterschiedlichen Populationen bestand; eine erste mit initialer Betreuung durch einen Beatmungspflegedienst - die zweite ohne eine derartige Betreuung.

In Reaktion auf diese neue Situation wurde die ursprünglich als singuläre Gruppe geplante Prospektivgruppe in zwei Gruppen aufgeteilt; eine erste Prospektivgruppe (PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst), die zumindest zu Beginn der Studienphase von einem Beatmungspflegedienst betreut worden war und eine zweite Prospektivgruppe (PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst), die niemals von einem ambulanten Beatmungspflegedienst betreut wurde. Die MitarbeiterInnen des an dieser Studie mitwirkenden ambulanten Beatmungspflegedienstes nahmen ungeachtet dessen weiterhin kontinuierlich an den häuslichen TAB-Visiten beider Gruppen teil und übernahmen dabei eine beratende Funktion sowie organisatorische Aufgaben wie z.B. die Tourenplanung der Visitenfahrten.

Als primärer Ergebnisparameter der Studie wurde die Anzahl der beatmungsindizierten Krankenhauseinweisungen sowie die Tage im Krankenhaus pro Patient in den Studiengruppen, verglichen mit einer gleich großen Kontrollgruppe aus der Versorgungsrealität

unserer Klinik vor Studienbeginn gewählt. Neben dem Vergleich der gesamten Tage im Krankenhaus wurde in einer weiterführenden Analyse nochmals zwischen akuten und geplanten Krankenhauseinweisungen unterschieden, um heraus zu arbeiten, ob das Ausweiten der stationären Kontrollintervalle ggf. zu einer Häufung ungeplanter Krankenhauseinweisungen führt.

Sowohl Einweisungen als auch Krankenhaustage, die in anderen als der studienführenden Klinik erfolgten, wurden in die Analyse eingeschlossen, sofern Kenntnis (durch Bericht des Patienten oder der entsprechenden Klinik) darüber erlangt wurde. Nicht pneumologisch o. beatmungsmedizinisch indizierte Krankenhausaufenthalte wurden nicht berücksichtigt.

Es erfolgte zudem ein Vergleich der Fragebogenergebnisse zwischen Prospektiv- und Retrospektivgruppe.

2.3 Eckdaten der studienführenden Klinik / Beatmungspflegedienst

Die vorliegende Studie wurde von der Klinik für Pneumologie der Ev. Lungenklinik Berlin (ELK Berlin) aufgelegt. Die ELK Berlin verfügt als Klinik der Spezialversorgung über die Abteilungen Pneumologie, Thoraxchirurgie, Anästhesie / Intensivmedizin und Radiologie. Seit September 2006 führt die Klinik eine internistisch geleitete Beatmungs- und Weaningstation, welche über Weaningbetten und Heimbeatmungsbetten verfügt. Die Intensivstation unter Leitung der Anästhesie hält 10 Intensivbetten, davon 7 Bettplätze mit Intensivrespirator vor. Seit 2011 ist die Ev. Lungenklinik Berlin DGP-zertifiziertes Weaningzentrum. In der ELK werden sämtliche Erkrankungen der Thoraxorgane, die zu einer Beatmungspflichtigkeit führen können behandelt. Das untersuchte Studienkollektiv stellt einen repräsentativen Querschnitt der im Patientenstamm der ELK vorliegenden Verteilung der zur Beatmung führenden Diagnosen dar (s. Kap. 3.2.2). Es wurden Patienten aus dem kompletten Einzugsgebiet der Klinik aus den Bundesländern Berlin und Brandenburg in die Studie eingeschlossen.

Sämtliche an der Studie mitwirkenden Ärzte haben Facharztstatus sowie mehrjährige Erfahrung in der Beatmungsmedizin. Sie sind fest angestellte Mitarbeiter der studienführenden Klinik, ebenso die teilnehmenden Atmungstherapeuten.

Als mitwirkender ambulanter Beatmungspflegedienst wurde der ambulante Bereich der Linde Remeo Deutschland GmbH gewonnen. Die durchweg auf außerklinische Beatmungspflege spezialisierten MitarbeiterInnen verfügen jeweils über langjährige Erfahrungen sowie spezielle Schulungen und Qualifikationen in der Pflege beatmeter Patienten.

2.4 Studienzeitraum

Beginn des Patienteneinschlusses war der 02.07.2014, der letzte Patient wurde am 18.12.2015 eingeschlossen. Der Abschluss der Studienphase erfolgte am 30.06.2017.

Die retrospektive Vergleichsgruppe setzt sich aus Patienten zusammen, deren Beatmungsbeginn in die Zeit vom 02.10.2013 bis zum 13.06.2014 fiel.

2.5 Patientengut

Sämtlichen einwilligungsfähigen Patienten aus dem Weaning-/Beatmungszentrum der ELK Berlin, die nach Einleitung einer nichtinvasiven Heimbeatmung in die eigene Häuslichkeit entlassen wurden, boten wir im Rahmen eines Aufklärungsgespräches die Teilnahme an der vorliegenden Studie an. Insgesamt entschieden sich während des Einschlusszeitraumes 56 Patienten für die Teilnahme an der Studie. Die Einwilligung wurde nach erfolgter Aufklärung schriftlich dokumentiert.

2.6 Einschlusskriterien

Eingeschlossen wurden neu auf eine nichtinvasive Heimbeatmung eingestellte, einwilligungsfähige Patienten, die in die eigene Häuslichkeit entlassen wurden und auf die keines der Ausschlusskriterien zutraf.

2.7 Ausschlusskriterien

Nicht eingeschlossen wurden Patienten, die in eine Beatmungspflegeeinrichtung (ambulant o. stationär) entlassen wurde, ferner Patienten mit ALS oder malignen Grunderkrankungen, Dialysepatienten, Patienten mit palliativmedizinischem Ansatz sowie Kinder und Jugendliche.

2.8. Patientenzahlen

2.8.1 Prospektive Gruppen

Die insgesamt 56 Patienten umfassende prospektive Studiengruppe wurde aufgrund der eingangs erwähnten unvorhersehbaren Entwicklungen im Verlauf der Studie (s. Kap. 2.2) in zwei Gruppen aufgeteilt. Die Prospektivgruppe mit Pflegedienst (PmP) umfasst 31 Patienten, die Prospektivgruppe ohne Pflegedienst (PoP) 25 Patienten.

2.8.2 Retrospektive Vergleichsgruppe

Die retrospektive Vergleichsgruppe (Retro) umfasst 34 Patienten aus der Versorgungsrealität der ELK Berlin unmittelbar vor Studienbeginn. Die Gruppe entspricht der Prospektivgruppe einer zuvor in unserer Klinik aufgelegten Studie (Nafe et al., 2017).

2.9 Eigener Fragebogen

Der studieneigene Fragebogen enthielt 15 Fragen zur Beatmungstherapie, welche im Rahmen der häuslichen Visiten von den Patienten beantwortet wurden.

Eine überwiegende Anzahl der Patienten der Retrospektivgruppe hatte im Rahmen einer vorangegangenen Studie (Nafe et al., 2017) ebenfalls jeweils zweimal einen Fragebogen ausgefüllt. Hierbei waren 7 Fragen (Fragen 1,2,5,7,8,13,14 und 15; s. Abschnitt Resultate 3.4) identisch mit Fragen des Bogens unserer Studie, so dass sich hier die Möglichkeit eines Vergleiches ergab.

Dem Umstand geschuldet, dass im Laufe des Beobachtungszeitraumes Patienten verstarben bzw. einen Beatmungsabbruch erfuhren, ergibt sich für die beiden Prospektivgruppen jeweils ein Unterschied in den Patientenzahlen zwischen Erst- und Zweitbefragung. Aus dem retrospektiven Studienkollektiv wurden uns die Fragebögen von 23 Patienten zur Auswertung zur Verfügung gestellt.

Der Fragebogen der vorliegenden Studie kann dem Anhang entnommen werden.

2.10 Studienmodell

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine offene, nicht-randomisierte, prospektive Studie mit retrospektiver Parallelgruppe.

2.11 Dokumentation

2.11.1 Dokumentation der häuslichen Visiten

Die Evaluationsergebnisse der häuslichen Visite sowie eine abschließende Beurteilung und ggf. erfolgte Änderungen der Beatmungstherapie wurden auf einem eigens für diese Studie entworfenen Dokumentationsbogen schriftlich festgehalten (s. Anhang).

2.11.2. Dokumentation im Krankenhausinformationssystem / Visitenbericht an ambulante ärztliche Kollegen

Nach erfolgter häuslicher Visite wurde im elektronischen Dokumentationssystem der Klinik ein Visitenbericht erstellt, welcher an den Hausarzt sowie den Pneumologen des betreffenden Patienten versandt wurde.

2.12 Evaluation der primären Ergebnisparameter

Als Primärergebnis wählten wir die Anzahl der beatmungsindizierten Krankenhaus-einweisungen pro Patient sowie die Anzahl der in Krankenhaus verbrachten Tage pro Patient während des Beobachtungszeitraumes. Hierbei wurde in einem zweiten Schritt zwischen geplanten und ungeplanten Einweisungen / Krankenhaustagen unterschieden. Die Datenerhebung wurde zeitlich wie folgt durchgeführt:

Studiengruppen (PmP + PoP):

Nach abgeschlossener ‚9-Monats-VK‘ (= 4. regulär geplante Verlaufskontrolle; i.d.R. ca. 20 Monate nach Einstellung auf die Beatmungstherapie) endete für den betreffenden Patienten der individuelle Studienzeitraum und es erfolgte die Auszählung der Daten. Diese wurden in ein fortlaufendes Register eingetragen. Bei Fällen, in denen eine engmaschigere Kontrolle eine Abweichung vom üblichen Intervallverlauf ergab erfolgte die Auszählung 20 Monate nach Beatmungsbeginn.

Die Primärergebnisdaten von Patienten, die während des Beobachtungszeitraumes verstarben oder die Beatmungstherapie abbrachen wurden nicht in die endgültige Analyse einbezogen, da bei diesen Patienten das geplante Studienintervall von 20 Monaten / 4 Verlaufskontrollen nicht vollständig beurteilt werden konnte.

Retrospektivgruppe (Retro):

Die Auszählung der studienrelevanten Daten erfolgte in dieser Gruppe analog zu den beiden Prospektivgruppen nach abgeschlossener ‚9-Monats-VK‘ (= 4. regulär geplante VK). Bei Fällen, in denen eine engmaschigere Kontrolle eine Abweichung vom üblichen Intervallverlauf ergab erfolgte die Auszählung auch in dieser Gruppe 20 Monate nach Beatmungsbeginn.

Analog zu den beiden Prospektivgruppen wurden die Primärergebnisdaten nur bei den Patienten evaluiert, die zum Zeitpunkt der 4. Verlaufskontrolle noch am Leben bzw. Beatmungspatienten waren.

2.13 Statistische Analyse

Häufigkeitsanalysen wurden mit ‚IBM SPSS Statistics 21‘ durchgeführt. Häufigkeitsverteilungen verschiedener Gruppen wurden mit dem Chi-Quadrat-Test nach Pearson auf signifikante Differenzen geprüft. Dabei wurde für p-Werte $<0,05$ eine statistische Signifikanz angenommen.

2.14 Ethikvotum

Die vorliegende Studie wurde von der Ethikkommission, Ethikausschuss 1 am Campus Charité-Mitte der Humboldt-Universität Berlin am 08.05.2014 unter der Antragsnummer EA1/117/14 beraten und genehmigt.

3. Ergebnisse

3.1 Mortalität

Von den Patienten des prospektiven Studienkollektivs PmP (n=31) verstarben 4 Patienten (13 %) vor Abschluss der 4. Verlaufskontrolle. Patienten, deren Beatmungstherapie aus anderen Gründen beendet wurde gab es in dieser Gruppe nicht.

Von den Patienten des prospektiven Studienkollektivs PoP (n=25) verstarben 5 Patienten (20 %) vor Abschluss der 4. Verlaufskontrolle. Bei weiteren 2 Patienten kam es zum Abbruch der Heimbeatmungstherapie - einmal aufgrund mangelnder Therapieadhärenz, einmal aufgrund Befundbesserung und somit nicht mehr gegebener Indikation.

Aus dem retrospektiven Studienkollektiv (n=34) verstarben 7 Patienten (21 %) vor Abschluss der 4. Verlaufskontrolle. Bei einem weiteren Patienten erfolgte der Abbruch der Beatmungstherapie aufgrund mangelnder Therapieadhärenz.

Der Unterschied in der Sterblichkeit der drei Gruppen erreichte kein signifikantes Niveau (s. Abb. 3).

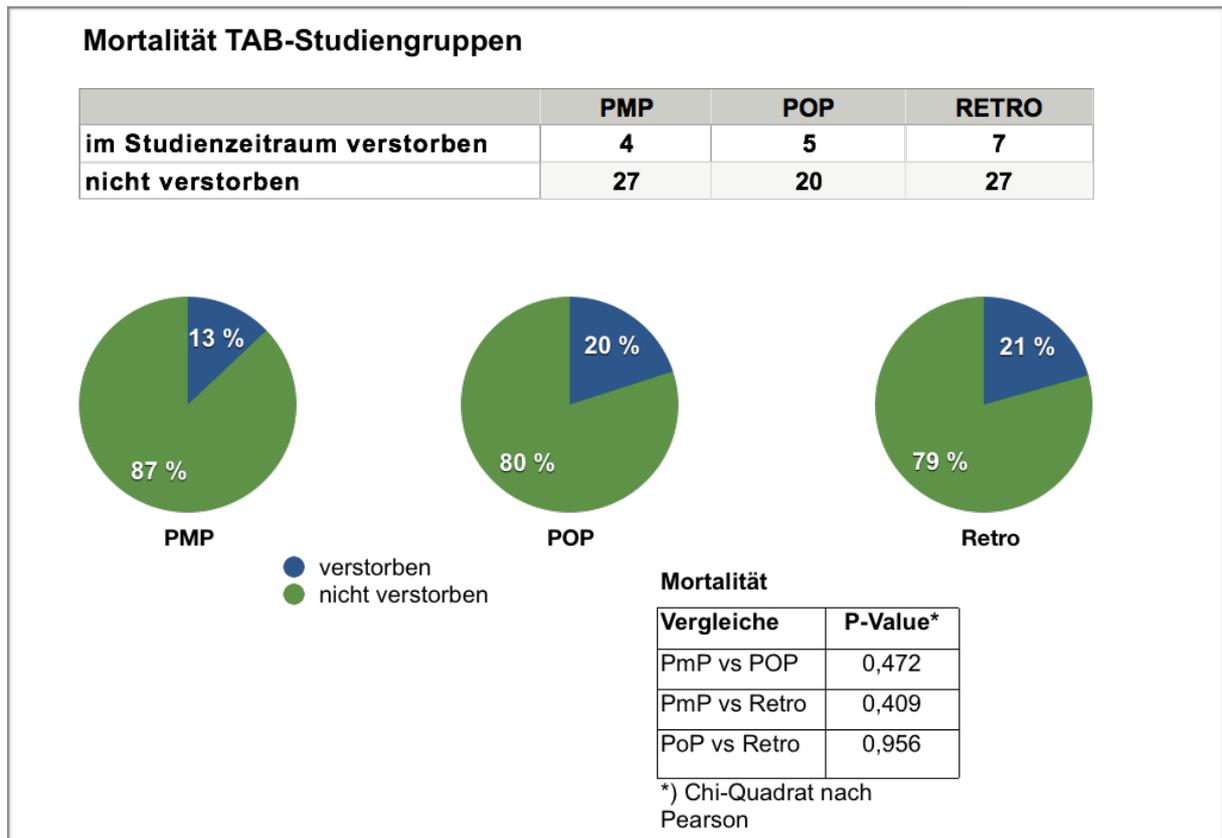


Abb. 3: Darstellung der Mortalitätsraten der drei Studiengruppen inklusive Auflistung der errechneten p-Werte zur Signifikanzprüfung der Häufigkeitsunterschiede im Chi-Quadrat-Test nach Pearson. PMP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, POP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe

3.2 Patientencharakteristika

Tab. 5: numerische und prozentuale Verteilung der einzelnen Patientencharakteristika in den drei Studiengruppen sowie vergleichende p-Wert-Analyse (Chi-Quadrat-Test nach Pearson). PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe, COPD = Chronic Obstructive Pulmonary Disease, OSAS = Obstruktives Schlafapnoesyndrom, OHVS = Obesitas-Hypoventilationsyndrom, Overlap-S. = Overlap-Syndrom, LTOT = Langzeit-Sauerstofftherapie, Modus = verwendeter Beatmungsmodus, PSV S/T = pressure support ventilation spontaneous / timed, ass PCV = assisted pressure support ventilation

		PmP n	PmP %	PoP n	PoP %	Retro n	Retro %	PmP vs. PoP p-Wert	PmP vs. Retro p-Wert	PoP vs. Retro p-Wert
Indikation:	COPD	12	38,7 %	10	40 %	18	52,9 %	0,659	0,692	0,831
	OSAS	2	6,5 %	1	4,0 %	1	2,9 %			
	OHVS	5	16,1 %	3	12,0 %	4	11,8 %			
	Overlap-S.	8	25,8 %	10	40,0 %	9	26,5 %			
	Sonstige	4	12,9 %	1	4,0 %	2	5,9 %			
LTOT:	ja	28	90,3 %	23	92,0 %	30	88,2 %	0,827	0,768	0,636
	nein	3	9,7 %	2	8,0 %	4	11,8 %			
Modus:	PSV S/T	27	87,1 %	20	80,0 %	24	70,6 %	0,472	0,106	0,412
	ass PCV	4	12,9 %	5	20,0 %	10	29,4 %			
Geschlecht:	weiblich	19	61,3 %	9	36,0 %	12	35,3 %	0,06	0,036	0,955
	männlich	12	38,7 %	16	64,0 %	22	64,7 %			
Alter:	40 - < 50 Jahre	2	6,5 %	0	0,0 %	1	2,9 %	0,395	0,718	0,895
	50 - < 60 Jahre	9	29,0 %	5	20,0 %	8	23,5 %			
	60 - < 70 Jahre	8	25,8 %	11	44,0 %	14	41,2 %			
	70 - < 80 Jahre	9	29,0 %	8	32,0 %	9	26,5 %			
	> 80 Jahre	3	9,7 %	1	4,0 %	2	5,9 %			

3.2.1 Patientenalter

Die Patienten der Prospektivgruppe PmP wiesen im arithmetischen Mittel ein Alter von $64,09 \pm 10,19$ Jahren auf. Der Altersdurchschnitt der Prospektivgruppe PoP lag mit $67,52 \pm 7,81$ Jahren nur wenig darüber. In der Retrospektivgruppe lag das arithmetische Mittel des Patientenalters bei $64,73 \pm 9,11$ Jahren.

Auch nach Unterteilung in Altersklassen zeigte die Altersverteilung der drei Studiengruppen im Chi-Quadrat-Test nach Pearson keinen signifikanten Unterschied.

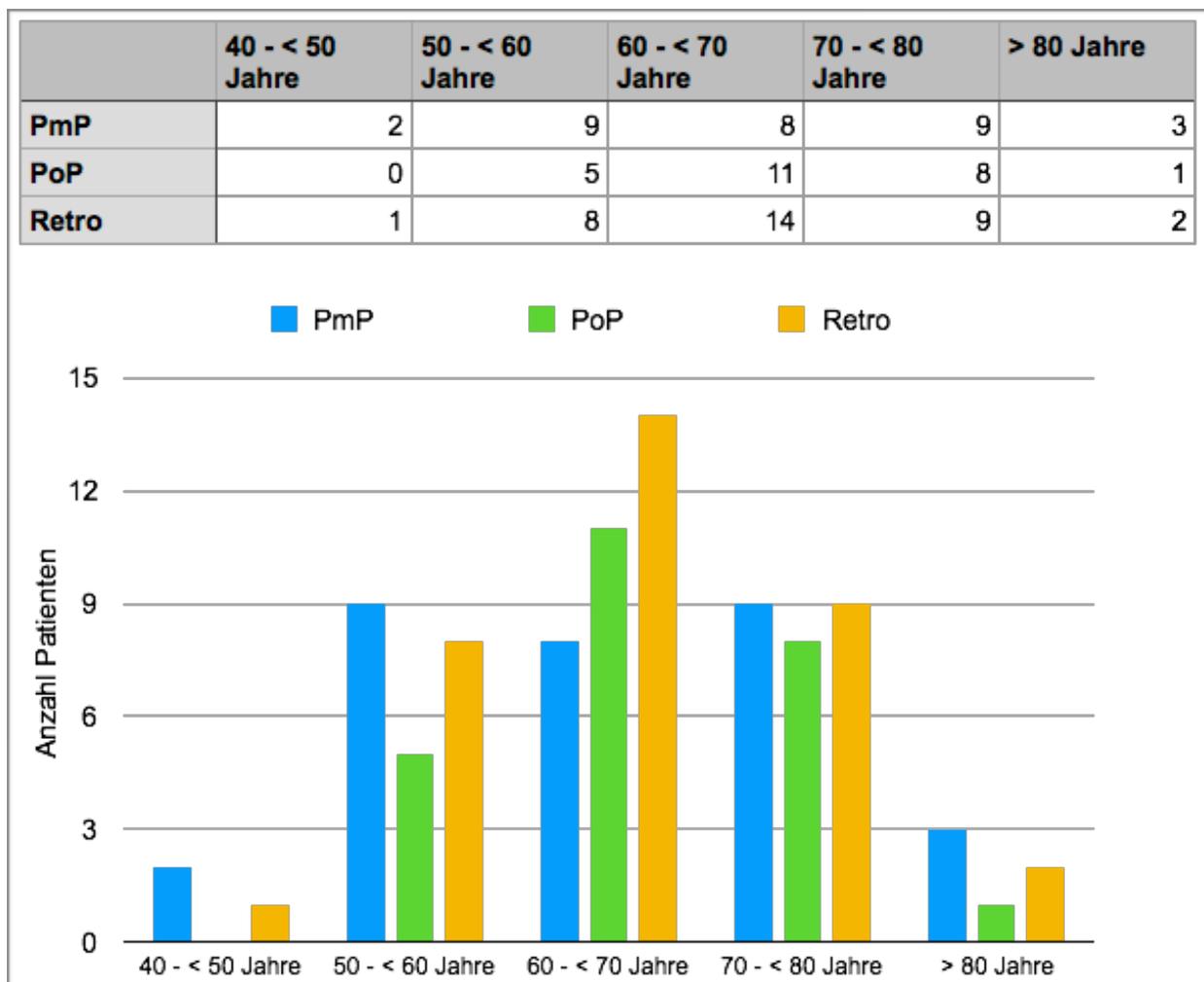


Abb. 4: Altersverteilung der drei Studiengruppen unterteilt in Altersklassen. PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe

3.2.2 Beatmungsindikation

Hinsichtlich der Häufigkeit der zur Beatmung führenden Erkrankung zeigten die drei Studiengruppen ein annähernd homogenes Verteilungsmuster. Trotz einer leichten Häufung der Diagnose ‚COPD‘ in der Retrospektivgruppe ergab sich im Chi-Quadrat-Test nach Pearson kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

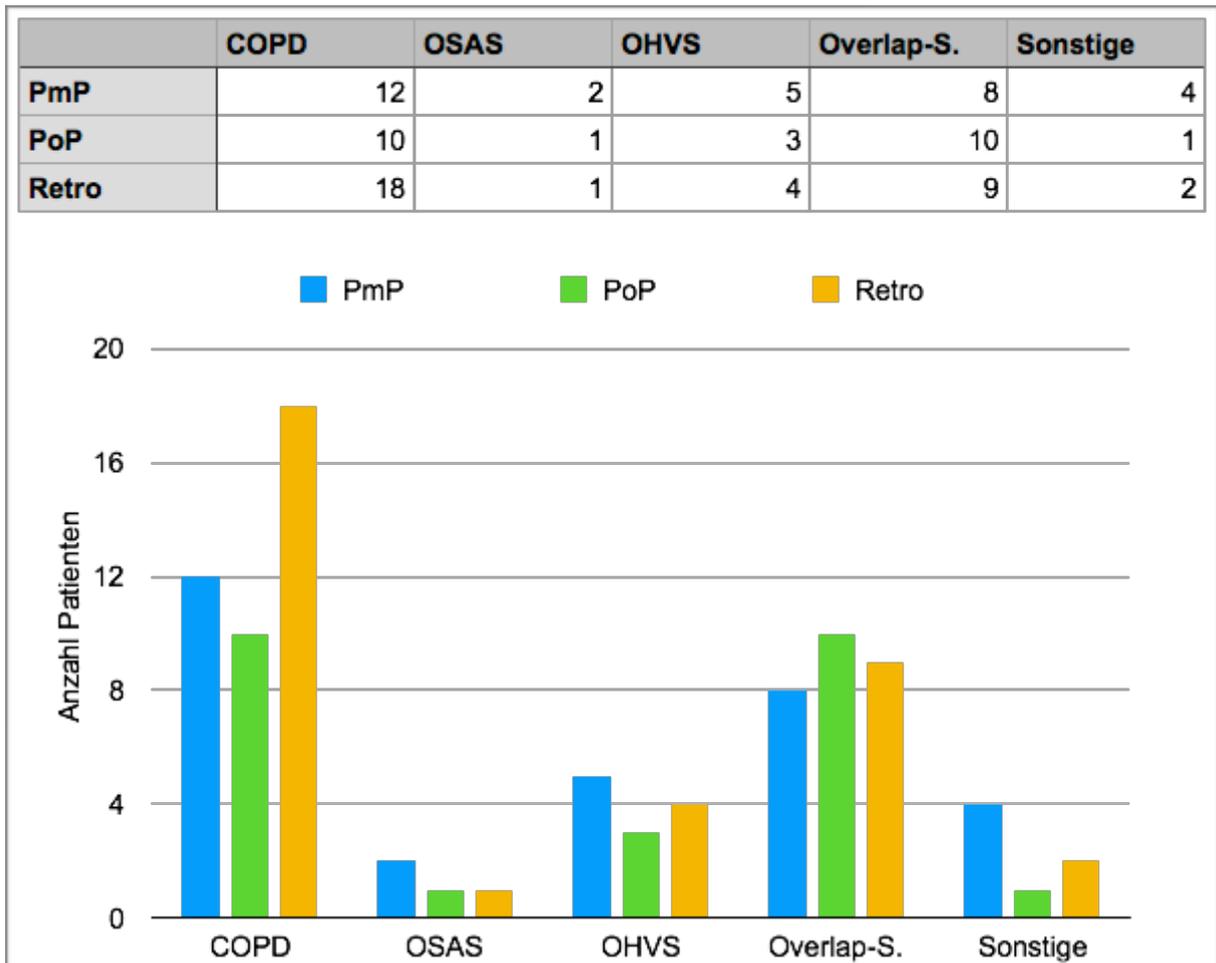


Abb. 5: Verteilung der verschiedenen Beatmungsindikationen in den drei Studiengruppen. PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe, COPD = Chronic Obstructive Pulmonary Disease, OSAS = Obstruktives Schlafapnoesyndrom, OHVS = Obesitas-Hypoventilationssyndrom, Overlap-S. = Overlap-Syndrom

3.2.3 Langzeit-Sauerstofftherapie (LTOT)

In allen drei Studiengruppen überwog der Anteil der Patienten, die auf eine Langzeit-Sauerstofftherapie angewiesen waren bei weitem (PmP 90,3 % , PoP 92,0 % , Retro 88,2 %). Ein statistisch signifikanter Unterschied in der Häufigkeitsverteilung zwischen den Gruppen wurde nicht gefunden.

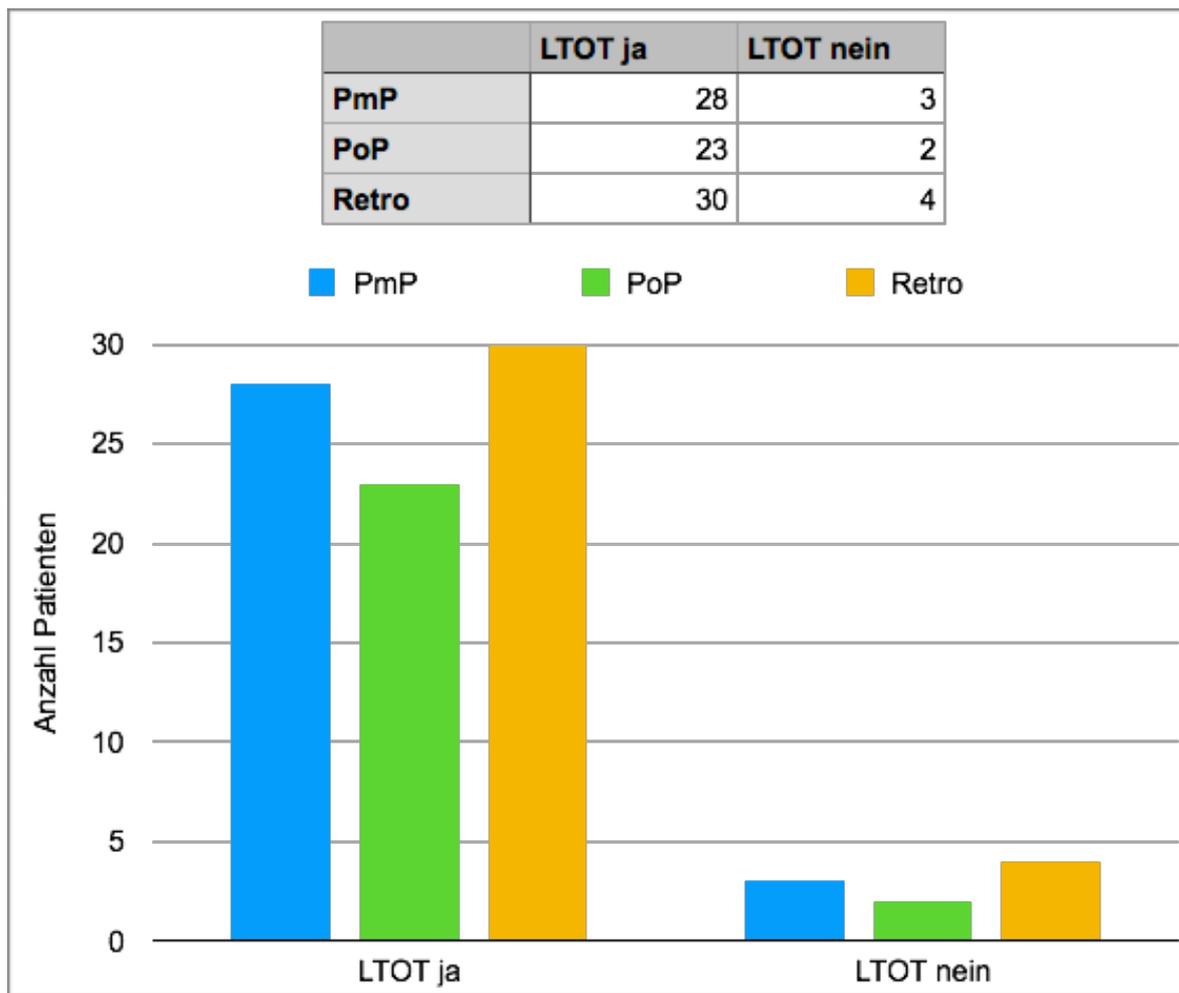


Abb. 6: Verteilung der Häufigkeit einer Langzeit-Sauerstofftherapie bei den Patienten der drei Studiengruppen. PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe, LTOT = Langzeit-Sauerstofftherapie

3.2.4 Beatmungsmodi

Die Patienten aller drei Gruppen wurden überwiegend im Modus ‚PSV S/T‘ beatmet, ein jeweils geringerer Anteil wurde mithilfe des Modus ‚ass PCV‘ therapiert. Im Chi-Quadrat-Test nach Pearson fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

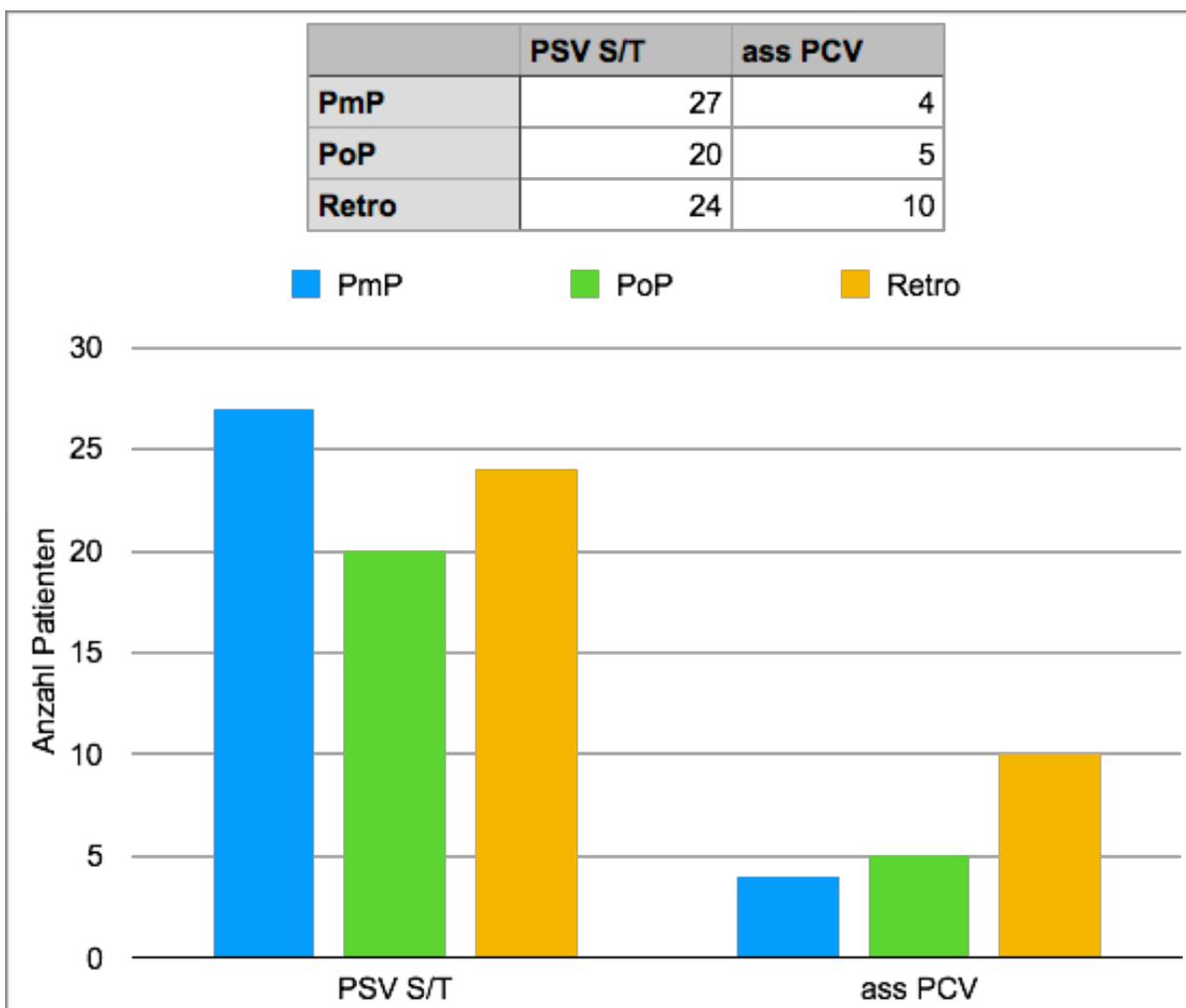


Abb. 7: Verteilung der verwendeten Beatmungsmodi bei den Patienten der drei Studiengruppen. PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe, PSV S/T = pressure support ventilation spontaneous / timed, ass PCV = assisted pressure controlled ventilation

3.2.5 Geschlecht

In der Prospektivgruppe PmP fanden sich mehr Frauen als Männer (weiblich: 61,3 % , männlich: 38,7 %). Sowohl die Prospektivgruppe PoP (weiblich: 36,0 % , männlich: 64,0 %) als auch die Retrospektivgruppe (weiblich: 35,3 % , männlich: 64,7 %) zeigten ein gegensätzliches Verhältnis der Geschlechterverteilung.

Der statistische Vergleich zwischen PmP-Gruppe und Retrospektivgruppe zeigt, dass die PmP-Gruppe signifikant mehr Frauen aufwies ($p = 0,036$). Auch im Vergleich zur PoP-Gruppe scheint die Häufigkeit der Frauen in der PmP-Gruppe erhöht zu sein, ohne dass hier eine Signifikanz erreicht wird ($p = 0,06$).

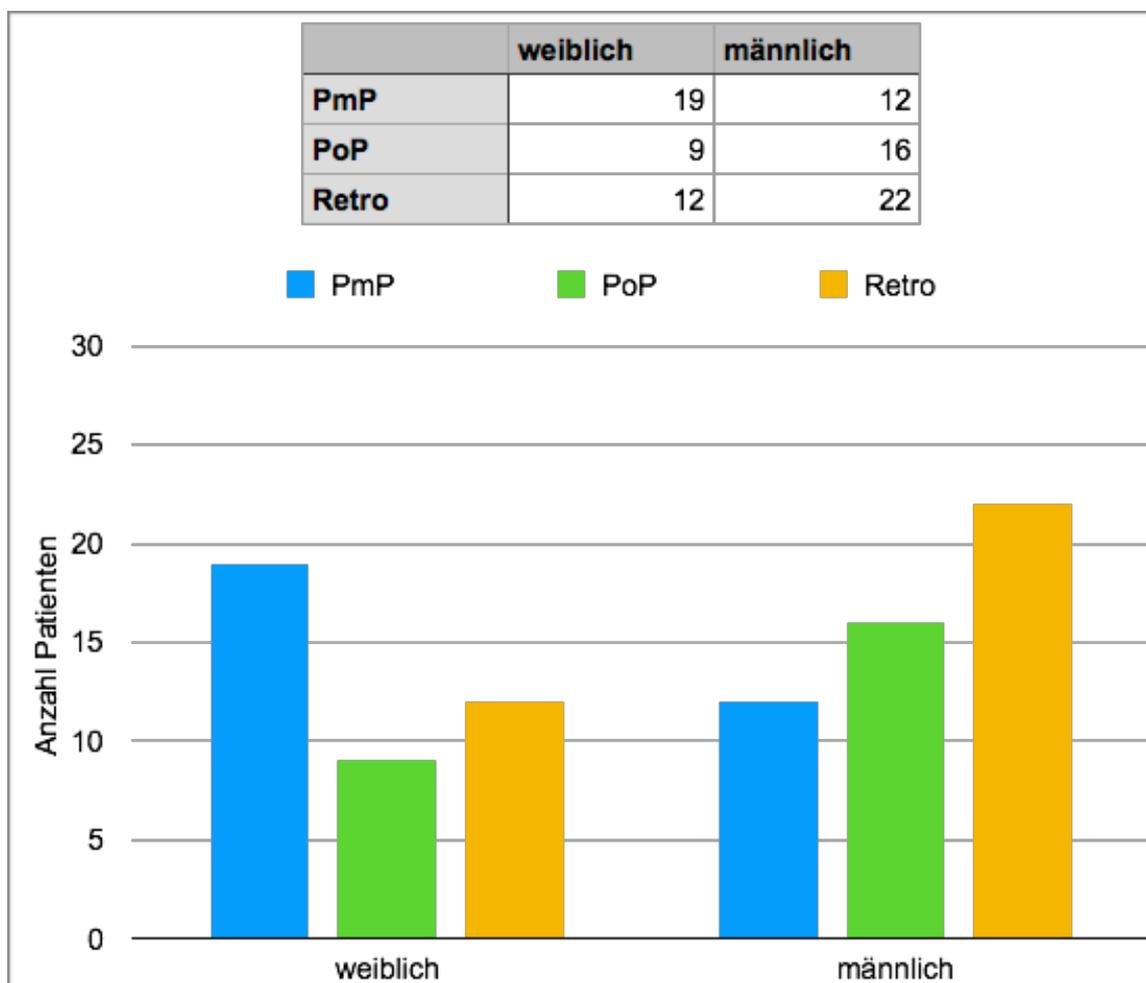


Abb. 8: Geschlechterverhältnis in den drei Studiengruppen. PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe

3.3 Auswertung der Primärergebnisse

Abzüglich verstorbener Patienten sowie Patienten, welche im Beobachtungszeitraum einen Therapieabbruch erfuhren, wurden die Daten der Primärergebnisse (Krankenhauseinweisungen / -tage) in der Prospektivgruppe mit Pflegedienst bei 27 Patienten (PmP $n = 27$), in der Prospektivgruppe ohne Pflegedienst bei 18 Patienten (PoP $n = 18$) und in der Retrospektivgruppe bei 26 Patienten (Retro $n = 26$) ausgewertet.

3.3.1 Auswertung der Krankenhauseinweisungen

Tab. 6: Anzahl der Krankenhauseinweisungen pro Patient während des Studienzeitraumes, jeweils für Gesamteinweisungen, geplante Einweisungen und Akuteinweisungen. PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe, min. - max. = Minimalwert - Maximalwert, \bar{x} = arithmetisches Mittel, \pm = Standardabweichung, p-Wert-Ermittlung mittels Chi-Quadrat-Test nach Pearson

		PmP	PoP	Retro	PmP vs. PoP p-Wert	PmP vs. Retro p-Wert	PoP vs. Retro p-Wert
Einweisungen pro Patient, gesamt	min. - max.	1 - 5	1 - 3	2 - 10	0,546	<0,0001	<0,0001
	\bar{x}	2,259	2,055	4,269			
	\pm	0,712	0,416	1,401			
Einweisungen pro Patient, geplant	min. - max.	1 - 5	1 - 2	1 - 8	0,231	<0,0001	<0,0001
	\bar{x}	2,185	1,888	4			
	\pm	0,681	0,323	1,296			
Einweisungen pro Patient, akut	min. - max.	0 - 1	0 - 1	0 - 3	0,333	0,304	0,4
	\bar{x}	0,074	0,166	0,269			
	\pm	0,266	0,383	0,742			

Die Patienten der Prospektivgruppe PmP wurden während des Studienzeitraumes im Mittel 2,259 mal (\bar{x} 2,259 \pm 0,712, x_{med} 2 (min 1 - max 5)) in die Klinik eingewiesen; davon entfielen 2,185 Einweisungen (\bar{x} 2,185 \pm 0,681, x_{med} 2 (min 1 - max 5)) auf geplante Aufenthalte und 0,074 Einweisungen (\bar{x} 0,074 \pm 0,266, x_{med} 0 (min 0 - max 1)) auf ungeplante Aufenthalte. [\bar{x} = arithmetisches Mittel, \pm = Standardabweichung, x_{med} = Median]

Die Patienten der Prospektivgruppe PoP wurden während des Studienzeitraumes im Mittel 2,055 mal (\bar{x} 2,055 \pm 0,416 , x.med 2 (min 1 - max 3)) in die Klinik eingewiesen; davon entfielen 1,888 Einweisungen (\bar{x} 1,888 \pm 0,323 , x.med 2 (min 1 - max 2)) auf geplante Aufenthalte und 0,166 Einweisungen (\bar{x} 0,166 \pm 0,383 , x.med 0 (min 0 - max 1)) auf ungeplante Aufenthalte.

Die Patienten der Retrospektivgruppe wurden während des Studienzeitraumes im Mittel 4,269 mal (\bar{x} 4,269 \pm 1,401 , x.med 4 (min 2 - max 10)) in die Klinik eingewiesen; davon entfielen 4 Einweisungen (\bar{x} 4 \pm 1,296 , x.med 4 (min 1 - max 8)) auf geplante Aufenthalte und 0,269 Einweisungen (\bar{x} 0,269 \pm 0,742 , x.med 0 (min 0 - max 3)) auf ungeplante Aufenthalte.

3.3.1.1 Gruppenvergleich Einweisungen

Die Gegenüberstellung der Studiengruppen in den einzelnen Einweisungskategorien (gesamt / geplant / akut) erbrachte hierbei teils hochsignifikante Häufigkeitsunterschiede.

So zeigte der Vergleich der Gesamteinweisungen/Patient, dass die Anzahl der Einweisungen bei den Patienten beider Prospektivgruppen im Vergleich zur Retrospektivgruppe ungefähr halbiert werden konnte (s. Tabelle 6 und Abb. 9). Die statistische Auswertung wies diesbezüglich sowohl für den Vergleich PmP vs. Retro ($p < 0,0001$) als auch für den Vergleich PoP vs. Retro ($p < 0,0001$) signifikante Ergebnisse auf. Der Vergleich beider Prospektivgruppen untereinander erbrachte hingegen keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,546$).

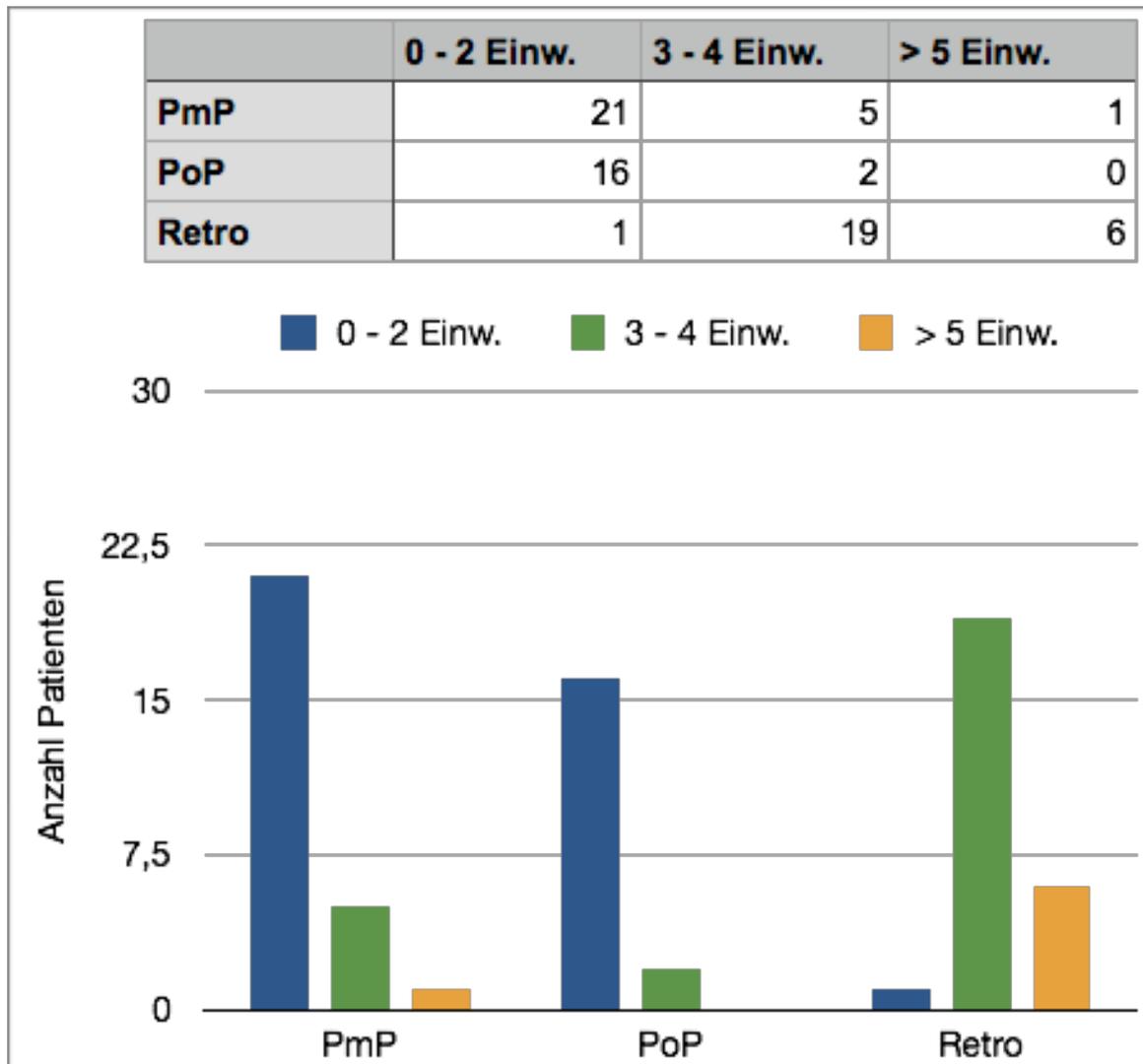


Abb. 9: Gegenüberstellung der drei Studiengruppen, bezogen auf die Anzahl der Gesamteinweisungen pro Patient während des Studienzeitraumes, unterteilt in Häufigkeitsklassen. PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe

Ein ähnliches Bild ergibt sich beim Vergleich der geplanten Klinikeinweisungen. Auch hier zeigte sich eine signifikante Reduktion der Einweisungen in beiden Prospektivgruppen (PmP vs. Retro: $p < 0,0001$; PoP vs. Retro: $p < 0,0001$). Die Gegenüberstellung beider Prospektivgruppen wies auch in dieser Einweisungskategorie ähnliche Ergebnisse ohne einen signifikanten Unterschied auf (PmP vs. PoP: $p = 0,231$).

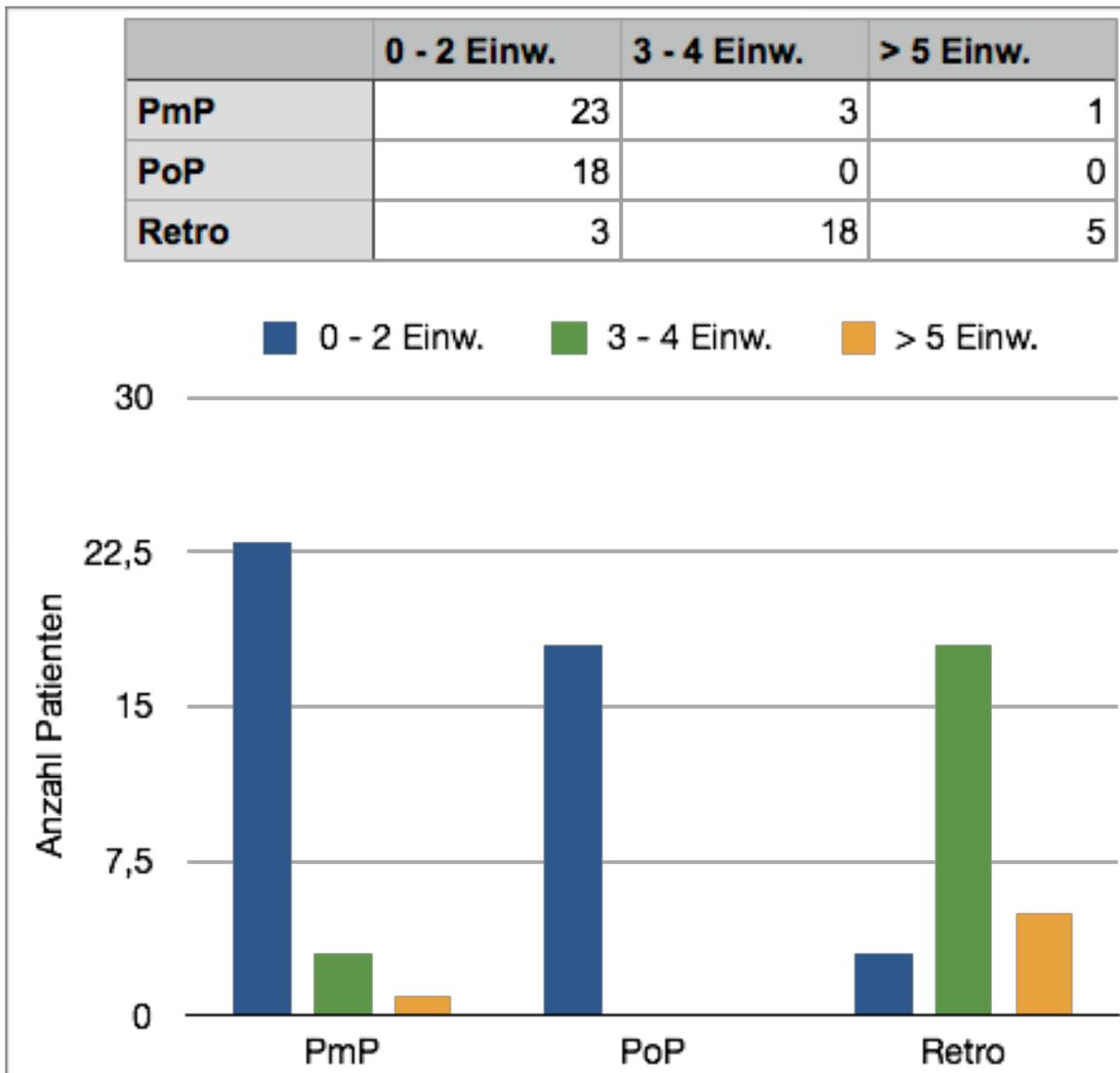


Abb. 10: Gegenüberstellung der drei Studiengruppen, bezogen auf die Anzahl der geplanten Klinikeinweisungen pro Patient während des Studienzeitraumes, unterteilt in Häufigkeitsklassen, PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe

Die Anzahl der Akuteinweisungen/Patient war in allen drei Studiengruppen relativ gering und wies im Vergleich der Gruppen untereinander keine signifikanten Unterschiede auf (PmP vs. Retro: $p = 0,304$; PoP vs. Retro: $p = 0,4$; PmP vs. PoP: $p = 0,333$).

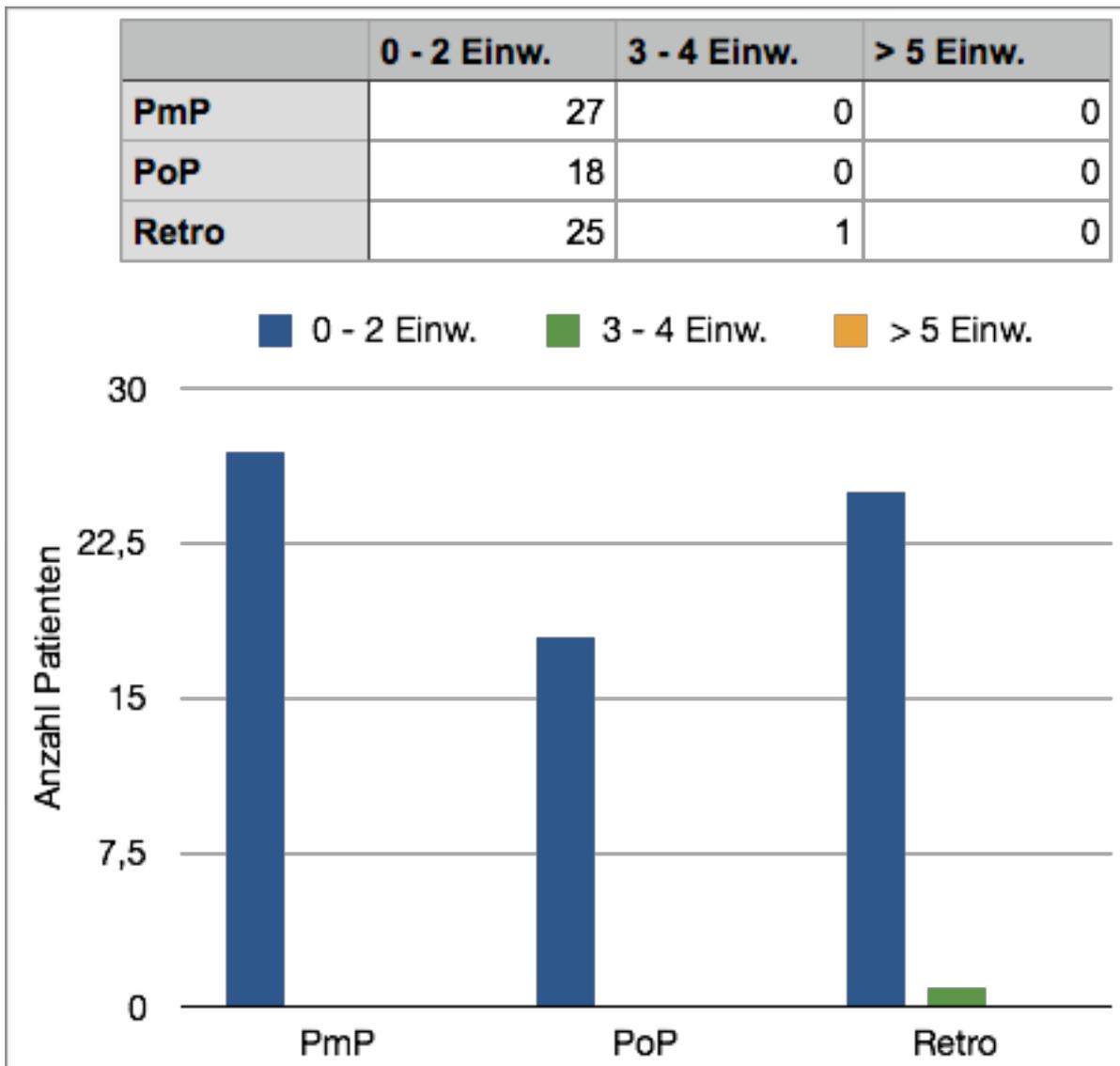


Abb. 11: Gegenüberstellung der drei Studiengruppen in Bezug auf die Anzahl der Akuteinweisungen pro Patient während des Studienzeitraumes, unterteilt in Häufigkeitsklassen. PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe

3.3.2 Auswertung der Tage im Krankenhaus

Tab. 7: Anzahl der Krankenhaustage pro Patient während des Studienzeitraumes, jeweils für Gesamteinweisungen, geplante Einweisungen und Akuteinweisungen. PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe, min. - max. = Minimalwert - Maximalwert, \bar{x} = arithmetisches Mittel, x.med = Median, \pm = Standardabweichung, p-Wert-Ermittlung mittels Chi-Quadrat-Test nach Pearson

		PmP	PoP	Retro	PmP vs. PoP p-Wert	PmP vs. Retro p-Wert	PoP vs. Retro p-Wert
Tage stationär pro Patient, gesamt	min. - max.	1 - 11	1 - 34	3 - 70	0,616	<0,0001	<0,0001
	\bar{x}	3,111	5,833	10,153			
	x.med	2	2	5			
	\pm	2,470	10,285	15,462			
Tage stationär pro Patient, geplant	min. - max.	1 - 7	1 - 4	1 - 44	0,456	<0,0001	<0,0001
	\bar{x}	2,481	2,222	6,576			
	x.med	2	2	4			
	\pm	1,251	0,808	8,060			
Tage stationär pro Patient, akut	min. - max.	0 - 9	0 - 31	0 - 49	0,115	0,173	0,544
	\bar{x}	0,629	3,611	3,576			
	x.med	0	0	0			
	\pm	2,272	9,828	10,796			

Die Patienten der Studiengruppe PmP verbrachten im Studienzeitraum im Mittel 3,111 Tage im Krankenhaus (\bar{x} 3,111 \pm 2,470 , x.med 2 (min 1 - max 11)), davon entfielen 2,481 Tage (\bar{x} 2,481 \pm 1,251 , x.med 2 (min 1 - max 7)) auf geplante Aufenthalte und 0,629 Tage (\bar{x} 0,629 \pm 2,272 , x.med 0 (min 0 - max 9)) auf ungeplante Aufenthalte. [\bar{x} = arithmetisches Mittel, \pm = Standardabweichung, x.med = Median]

Die Patienten der Studiengruppe PoP verbrachten im Studienzeitraum im Mittel 5,833 Tage im Krankenhaus (\bar{x} 5,833 \pm 10,285 , x.med 2 (min 1 - max 34)), davon entfielen

2,222 Tage (\bar{x} 2,222 \pm 0,808 , x.med 2 (min 1 - max 4)) auf geplante Aufenthalte und 3,611 Tage (\bar{x} 3,611 \pm 9,828 , x.med 0 (min 0 - max 31)) auf ungeplante Aufenthalte.

Die Patienten der Retrospektivgruppe verbrachten im Studienzeitraum im Mittel 10,153 Tage (\bar{x} 10,153 \pm 15,462 , x.med 5 (min 3 - max 70)) im Krankenhaus, davon entfielen 6,576 Tage (\bar{x} 6,576 \pm 8,060 , x.med 4 (min 1 - max 44)) auf geplante Aufenthalte und 3,576 Tage (\bar{x} 3,576 \pm 10,796 , x.med 0 (min 0 - max 49)) auf ungeplante Aufenthalte.

3.3.2.1 Gruppenvergleich Krankenhaustage

Die Auswertung der im Krankenhaustage/Patient zeichnet ein ähnliches Bild wie die Analyse der Einweisungen/Patient. Auch hier ergibt sich eine Reduktion der stationär verbrachten Zeit für beide Prospektivgruppen in Bezug auf Gesamttage und geplante Tage, die im statistischen Vergleich zur Retrospektivgruppe eine hohe Signifikanz erreicht. Da sich sowohl in der Prospektivgruppe PoP als auch insbesondere in der Retrospektivgruppe einzelne Patienten mit einer relativ hohen Anzahl an Krankenhaustagen fanden, wurde zum Vergleich der Gruppen zusätzlich der Median heran gezogen. Die deutliche Verringerung der Krankenhaustage (gesamt und geplant) beider prospektiver Studiengruppen bleibt jedoch auch im Vergleich der Medianwerte erhalten (s. Tabelle 7).

Der Gruppenvergleich der gesamten Krankenhaustage/Patient zeigte im Chi-Quadrat-Test nach Pearson sowohl für die Gegenüberstellung PmP vs. Retro ($p < 0,0001$) als auch für den Vergleich PoP vs. Retro ($p < 0,0001$) eine eindeutige Signifikanz zugunsten der Prospektivgruppen. Im direkten Vergleich miteinander wiesen die beiden Prospektivgruppen keinen signifikanten Unterschied auf (PmP vs. PoP: $p = 0,616$).

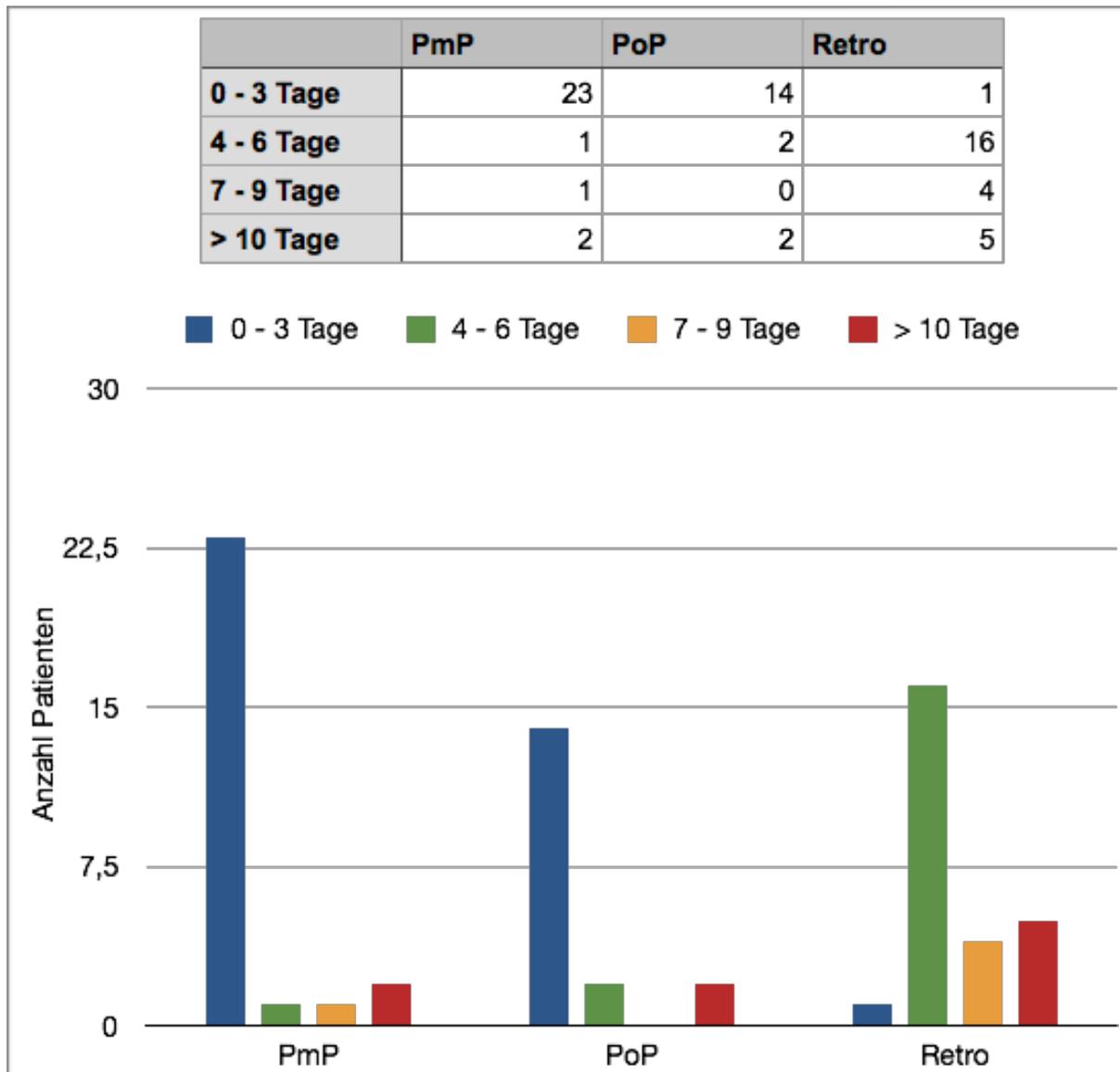


Abb. 12: Gegenüberstellung der gesamten Krankenhaustage pro Patient in den drei Studiengruppen während des Studienzeitraumes, unterteilt in Häufigkeitsklassen. PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe

Bezogen auf die geplanten Krankenhaustage/Patient konnte ebenfalls ein signifikantes Ergebnis erzielt werden. So verbrachten die Patienten beider Prospektivgruppen signifikant weniger geplante Tage in der Klinik als die Patienten der Retrospektivgruppe (PmP vs. Retro: $p < 0,0001$; PoP vs. Retro: $p < 0,0001$). Auch in dieser Kategorie fanden sich im Vergleich der beiden Prospektivgruppen untereinander ähnliche Ergebnisse (PmP vs. PoP: $p = 0,456$).

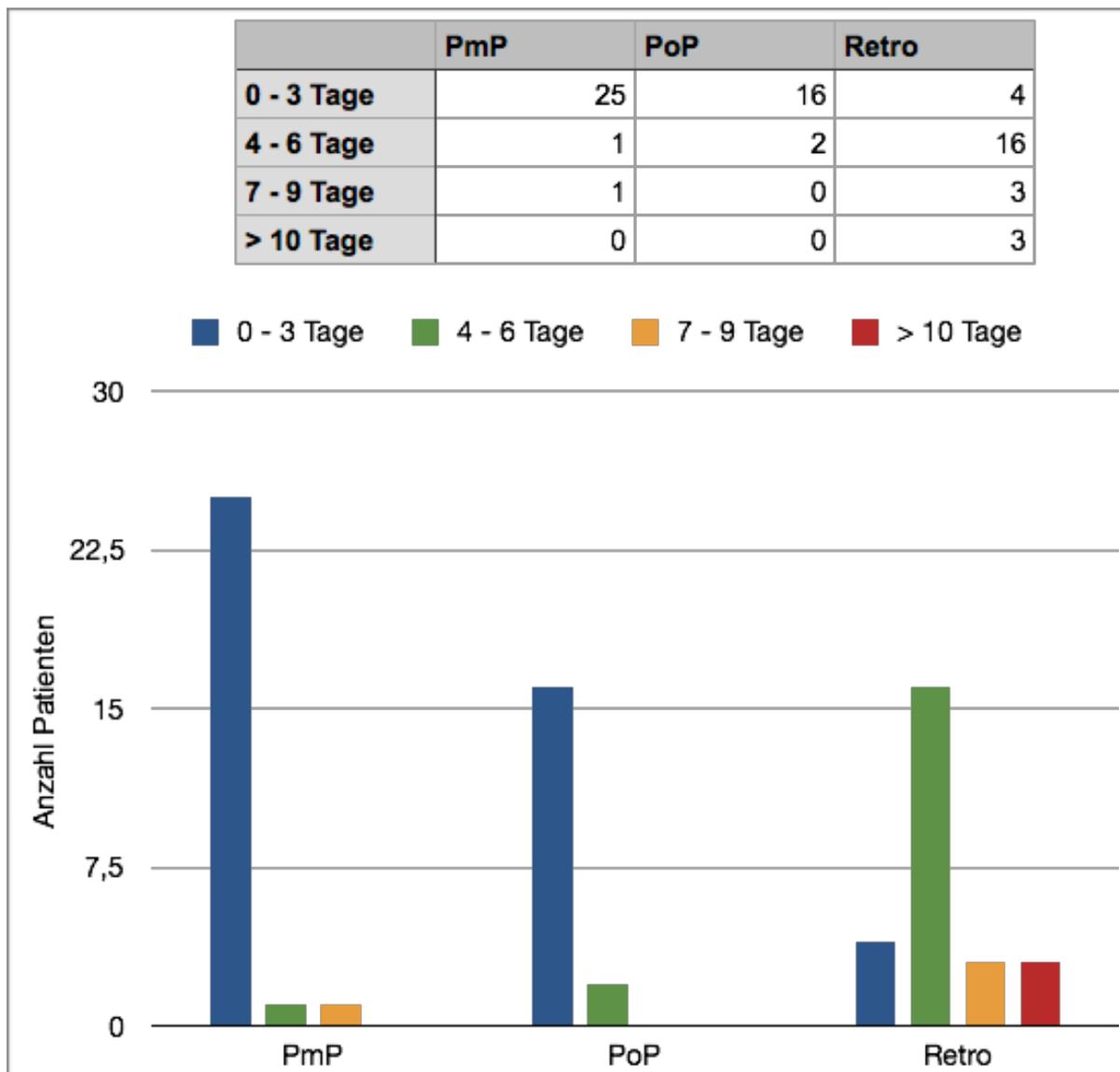


Abb. 13: Gegenüberstellung der drei Studiengruppen bezogen auf die Anzahl an Krankenhaustagen pro Patient im Rahmen geplanter Aufenthalte, unterteilt in Häufigkeitsklassen. PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe

Hinsichtlich der Krankenhaustage im Rahmen von Akuteinweisungen ergaben sich im Vergleich zwischen den drei Gruppen keine signifikanten Unterschiede (PmP vs. Retro: $p = 0,173$; PoP vs. Retro: $p = 0,544$; PmP vs. PoP: $p = 0,115$).

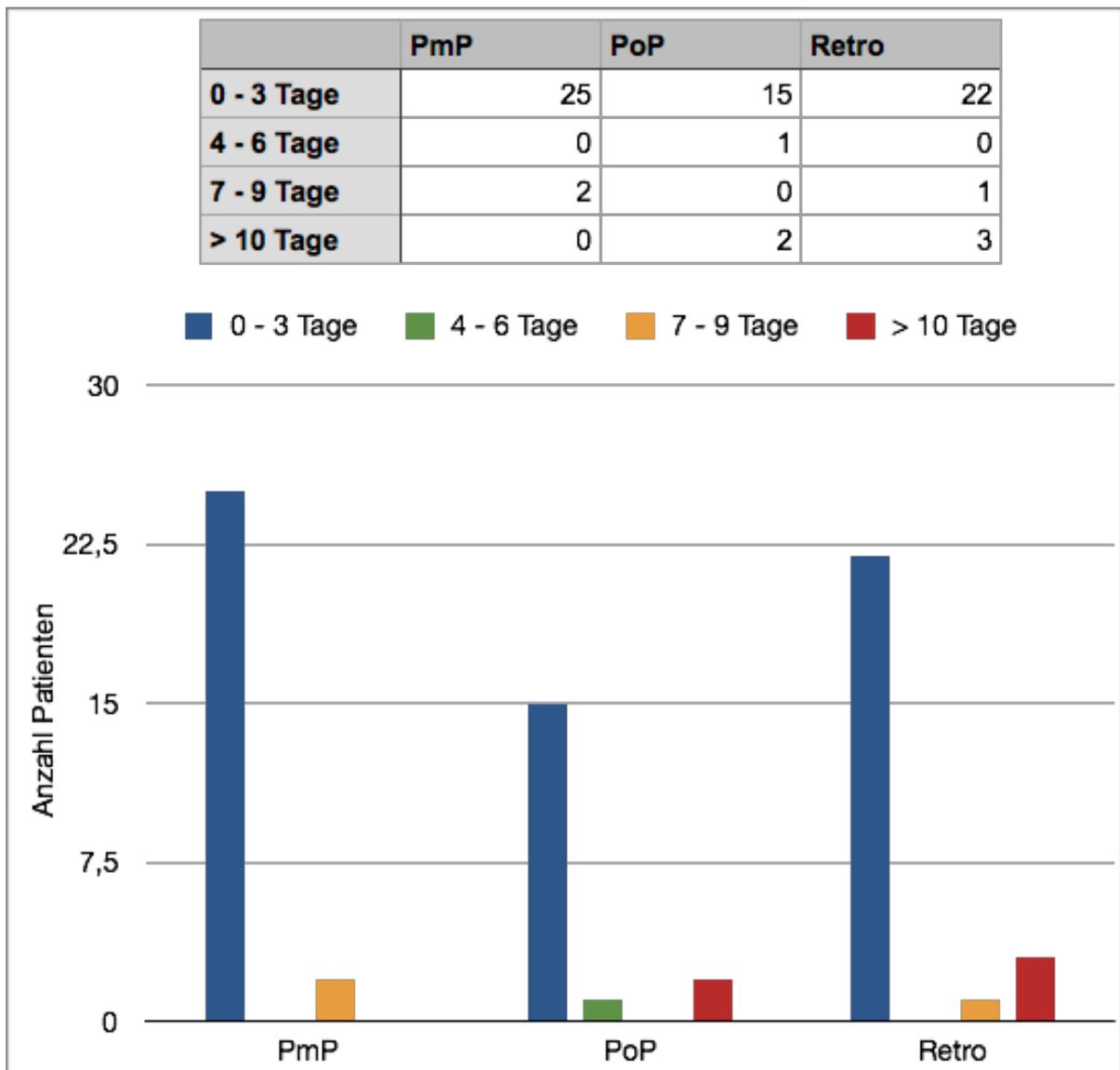


Abb. 14: Gegenüberstellung der drei Studiengruppen in Bezug auf die Anzahl der Krankenhaustage pro Patient im Rahmen von Akutaufnahmen. PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe

3.4 Auswertung der Fragebögen

Die Auswertung der Fragebogenergebnisse wird im Folgenden anhand einzelner Abbildungen graphisch dargestellt. Es finden sich bei nahezu allen Fragen ähnliche Ergebnisse im Vergleich der Studiengruppen. Wie in Abschnitt 2.8 erläutert, ergab sich bei insgesamt 7 Fragen die Möglichkeit, die Ergebnisse der beiden Prospektivgruppen mit Daten aus der Retrospektivgruppe zu vergleichen, da diese Patienten im Rahmen einer vorangegangenen Studie ebenfalls zweimal einen Fragebogen mit teilweise identischen Fragen ausgefüllt hatten. Bei den übrigen 8 Fragen erfolgt lediglich ein Vergleich der beiden Prospektivgruppen untereinander.

3.4.1 Gruppenvergleich der Fragebogenergebnisse

Statistisch signifikante Unterschiede ergaben sich in der Analyse mittels Chi-Quadrat-Test nach Pearson bei lediglich einer der 15 Fragen (Frage 7; Thema: Bewertung der Betreuung durch das Beatmungszentrum, s. Abbildungen 21 und 22). Bei den übrigen Fragen wurde kein signifikantes Ergebnis im Vergleich der Gruppen untereinander gefunden, wenn auch einzelne, nicht signifikante Tendenzen zu erkennen waren.

Die deutlichen Ergebnisunterschiede zwischen Erst- und Zweitbefragung der Gruppe PmP in den Fragen 11 und 14 sind dem Umstand geschuldet, dass sich der ambulante Beatmungsflegedienst während des Studienzeitraumes aus der Versorgung zurück zog (vgl. Abschnitt 2.2) und wurden somit aufgrund unterschiedlicher Voraussetzungen nicht als signifikant gewertet.

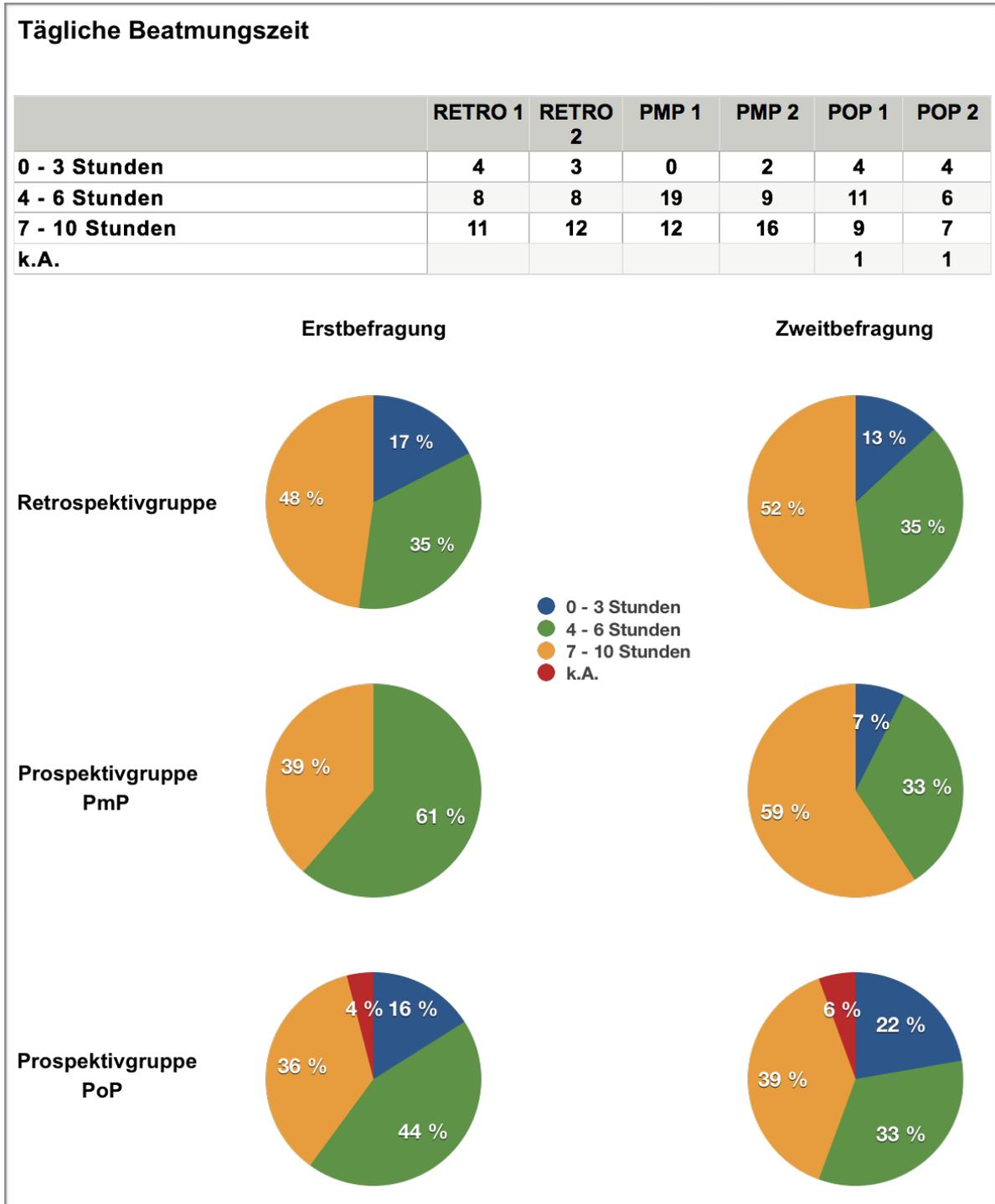


Abb. 15: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 1; Retro = Retrospektivgruppe, PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, k.A. = keine Angabe

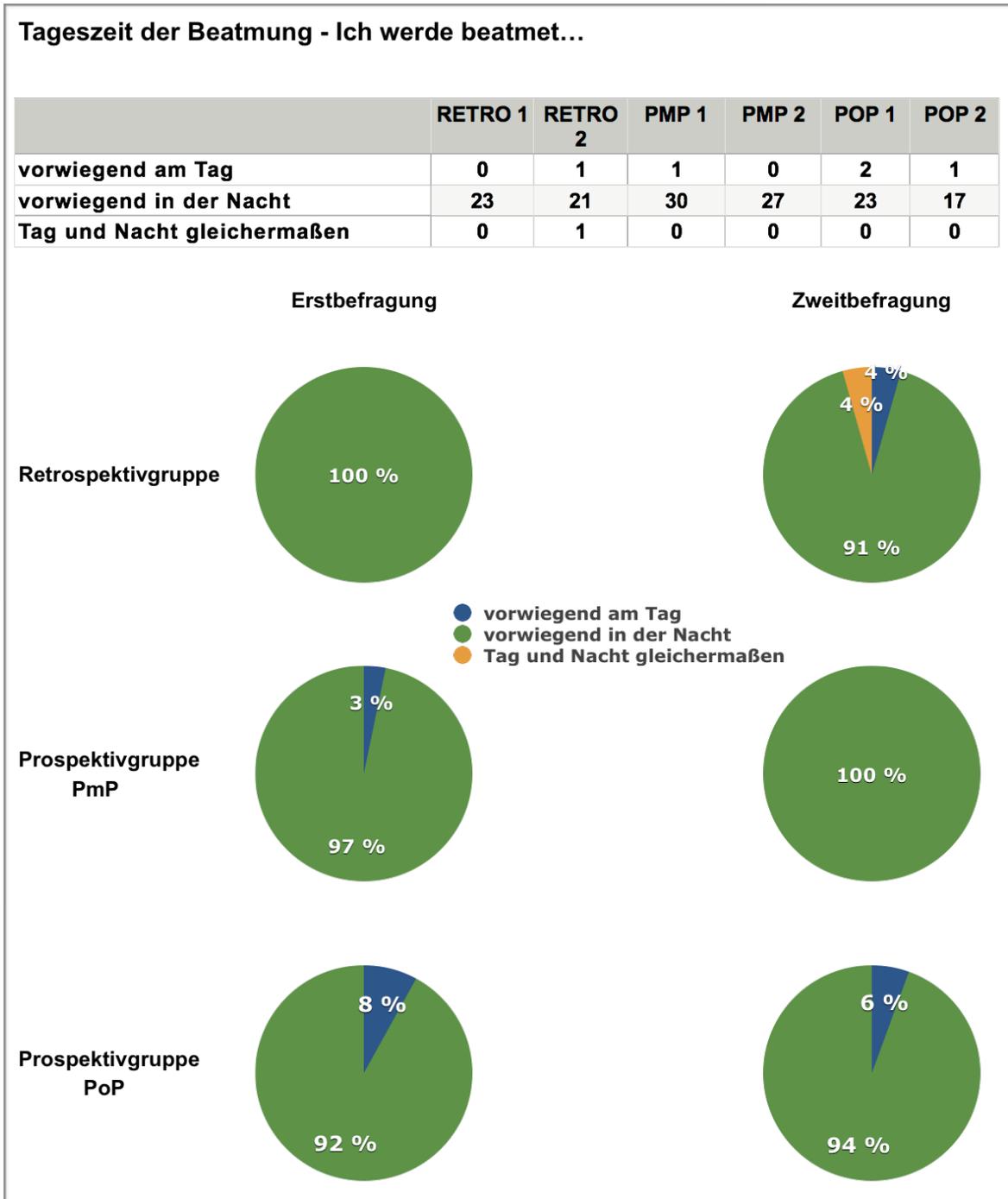


Abb. 16: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 2; Retro = Retrospektivgruppe, PMP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst

Wo werden Sie (wird Ihr Angehöriger) versorgt?

	PMP 3-M	PMP 9-M	POP 3-M	POP 9-M
24-Std.-Pflege zu hause	0	0	0	0
Pflegeheim	0	0	5	1
betreutes Wohnen	0	0	0	0
WG	0	0	0	0
eigene Häuslichkeit	31	27	20	17

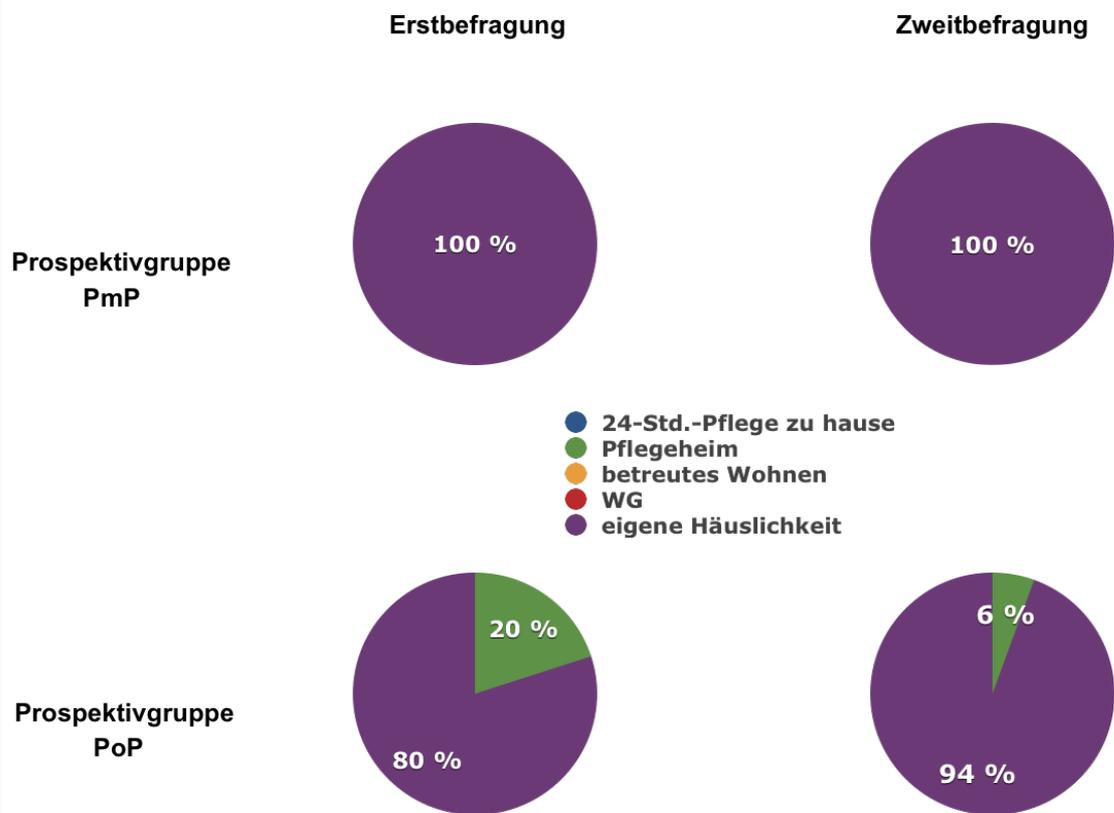


Abb. 17: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 3; PMP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, 3-M = ‚3-Monats-Verlaufskontrolle‘, 9-M = ‚9-Monats-Verlaufskontrolle‘

Wo finden Arztbesuche statt?

	PMP 3-M	PMP 9-M	POP 3-M	POP 9-M
zu hause	2	4	0	0
im Pflegeheim	0	0	5	1
in der WG	0	0	0	0
in der Arztpraxis	29	23	20	17

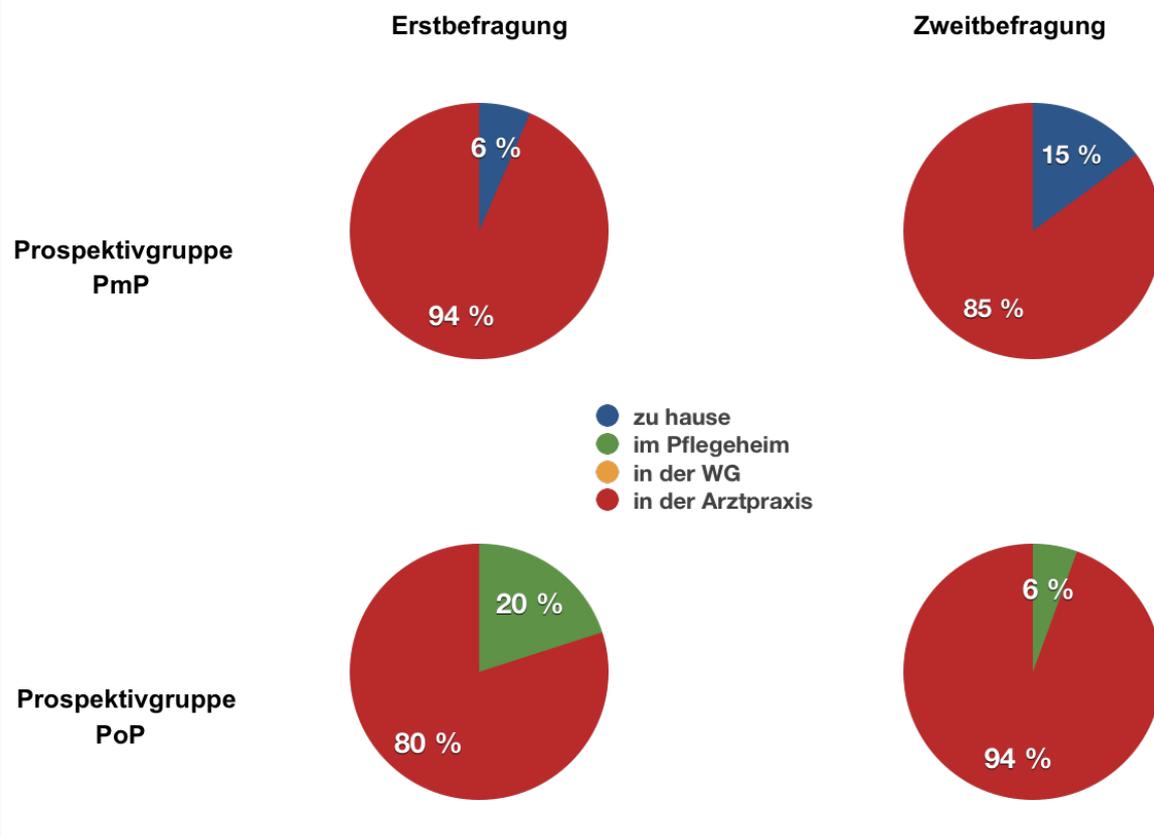


Abb. 18: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 4; PMP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, 3-M = ‚3-Monats-Verlaufskontrolle‘, 9-M = ‚9-Monats-Verlaufskontrolle‘

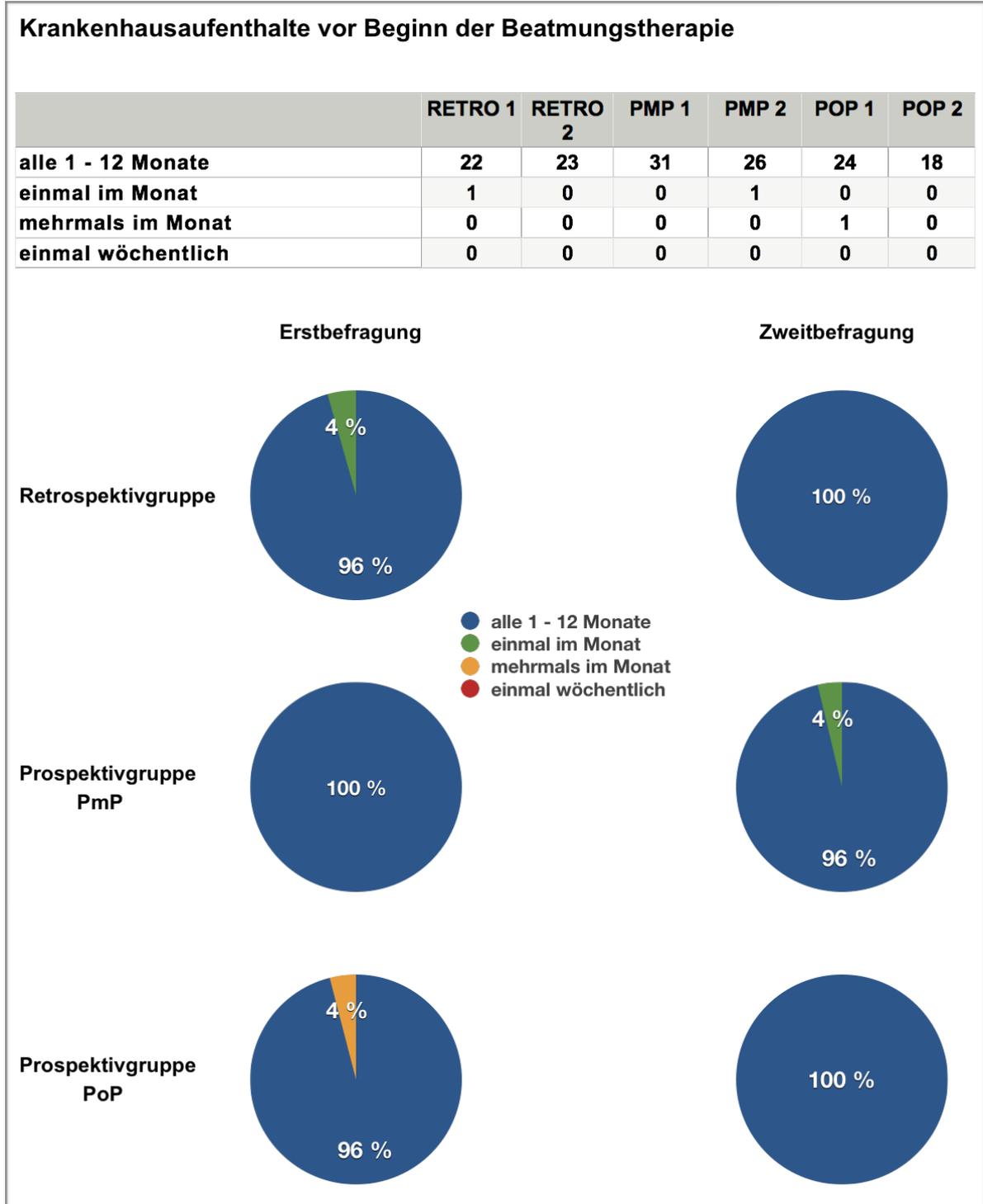


Abb. 19: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 5; Retro = Retrospektivgruppe, PMP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst

Trotz meiner Erkrankung habe ich das Gefühl, an Entscheidungen, die mein Leben und meine Person betreffen, mitbeteiligt zu sein?

	PMP 3-M	PMP 9-M	POP 3-M	POP 9-M
ja	24	25	24	15
nur sehr eingeschränkt	7	2	1	3
nein	0	0	0	0

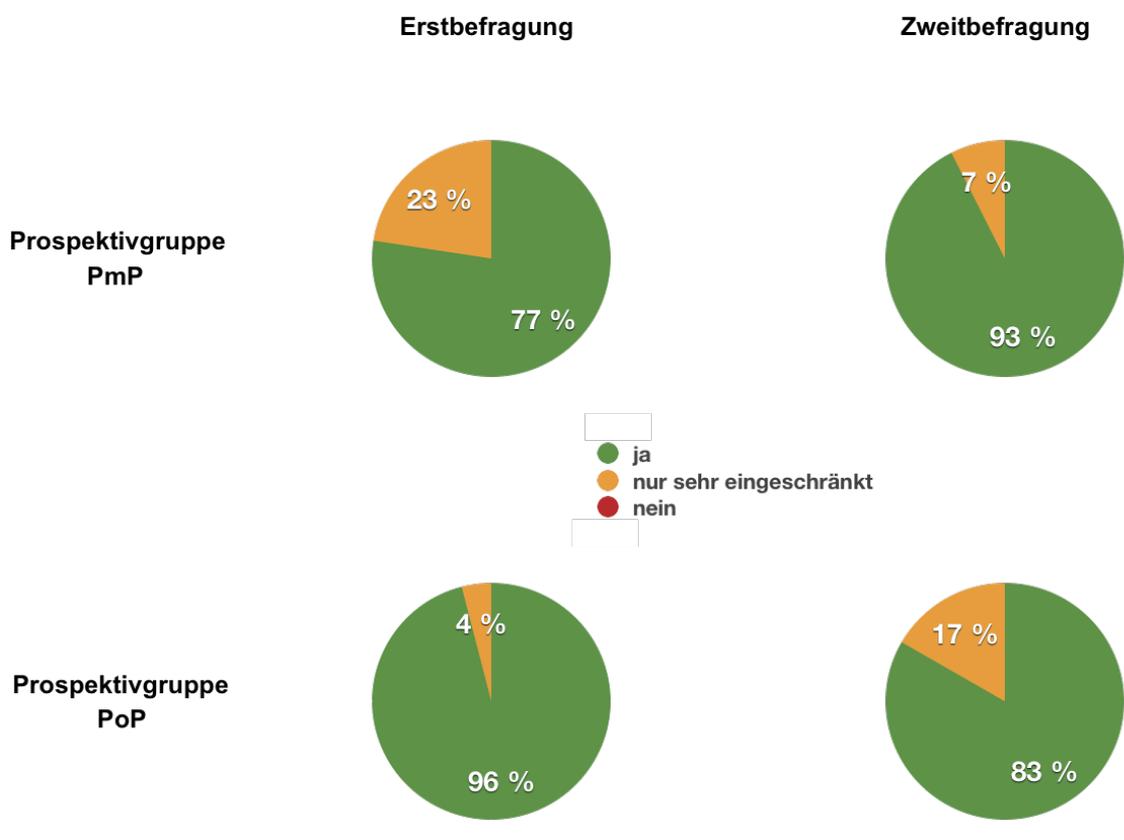


Abb. 20: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 6; PMP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, 3-M = ‚3-Monats-Verlaufskontrolle‘, 9-M = ‚9-Monats-Verlaufskontrolle‘

Die Betreuung durch das Beatmungszentrum (stationär / ambulant) empfinde ich als...

	RETRO 1	RETRO 2	PMP 1	PMP 2	POP 1	POP 2
sehr gut	5	10	28	26	21	18
ausreichend	17	12	3	1	4	0
nicht ausreichend	1	1	0	0	0	0

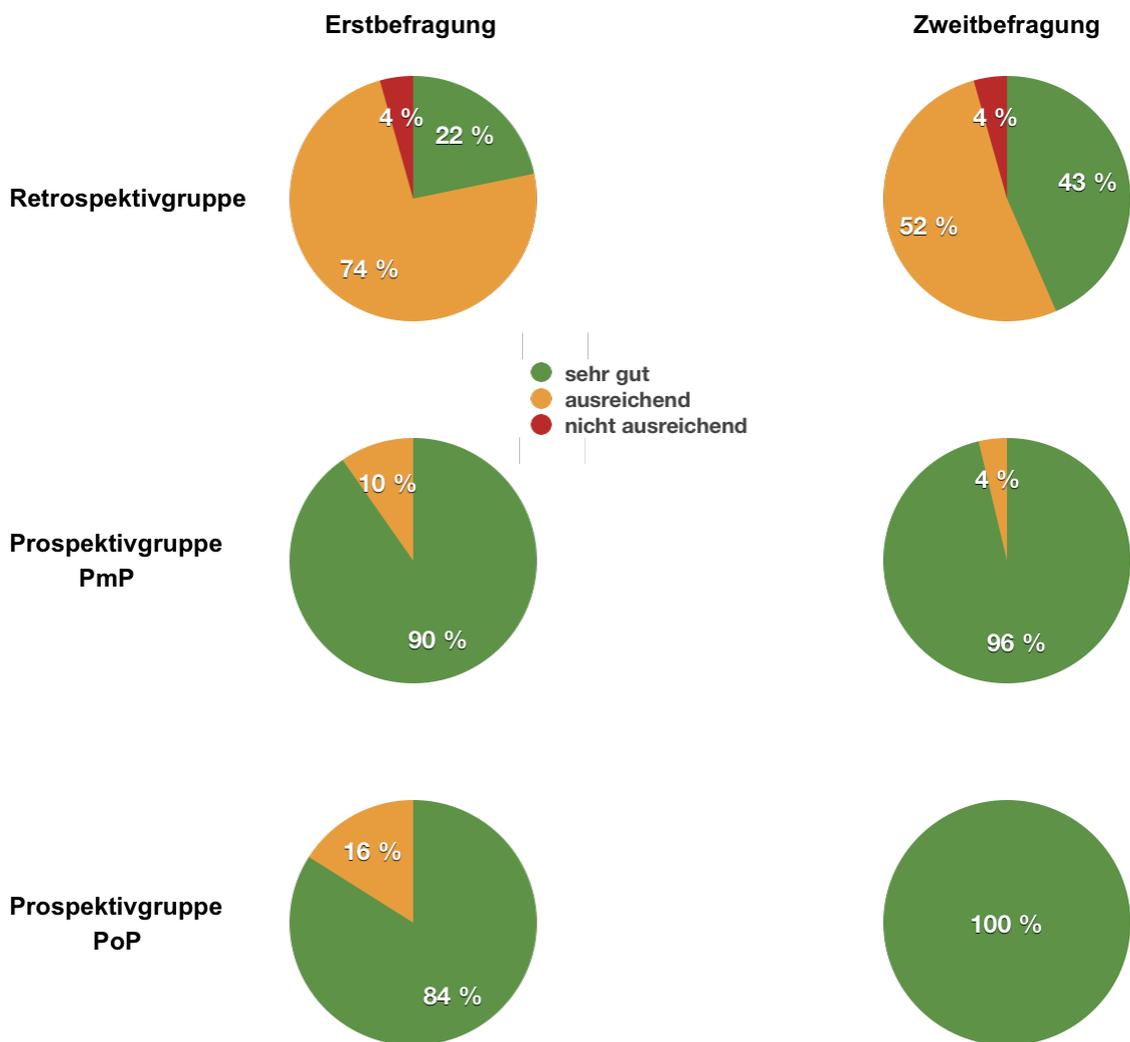


Abb. 21: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 7; Retro = Retrospektivgruppe, PMP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst

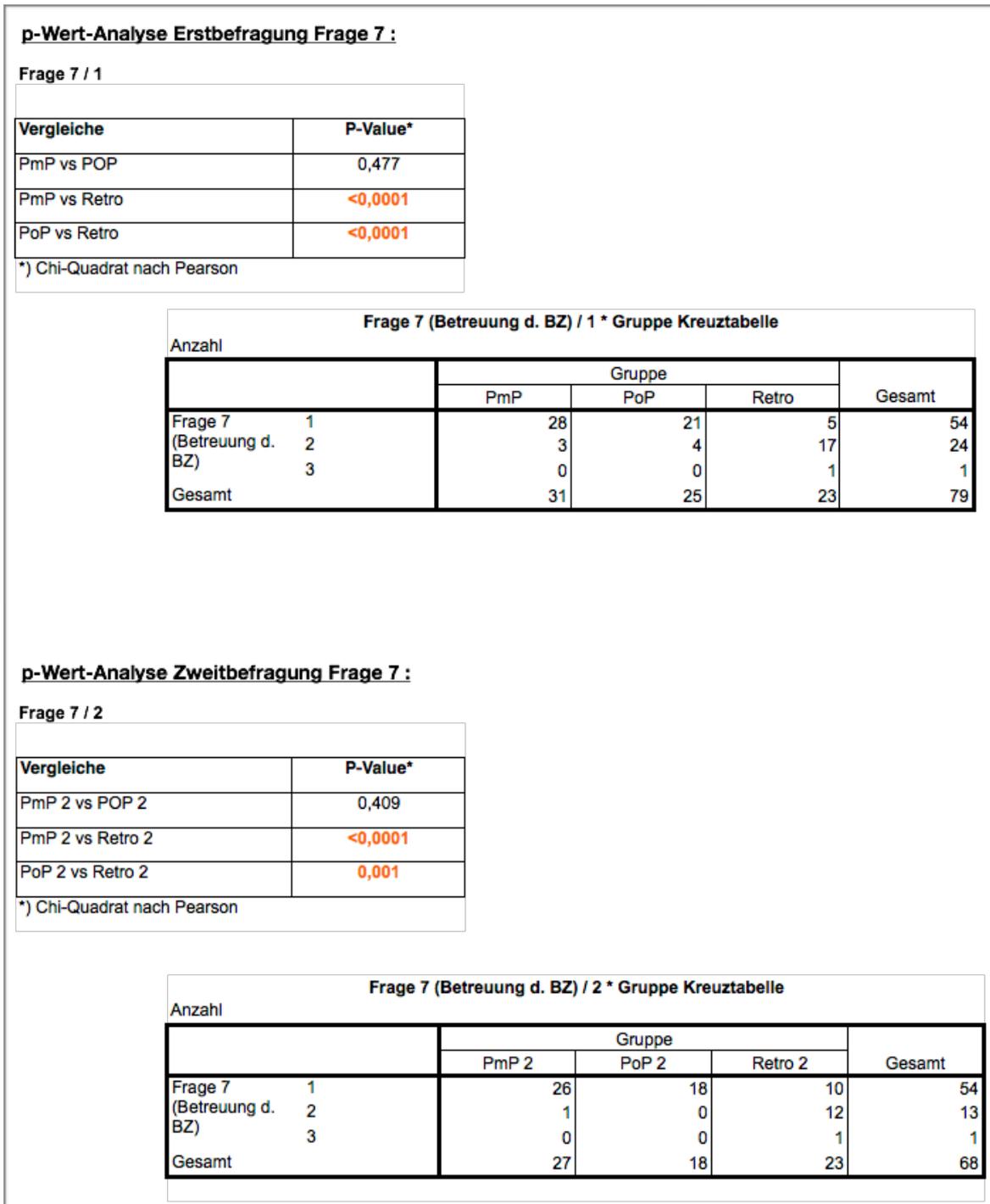


Abb. 22: Resultate der Signifikanzprüfung bezüglich der Auswertung der Fragebogenergebnisse, Frage 7, PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, Retro = Retrospektivgruppe

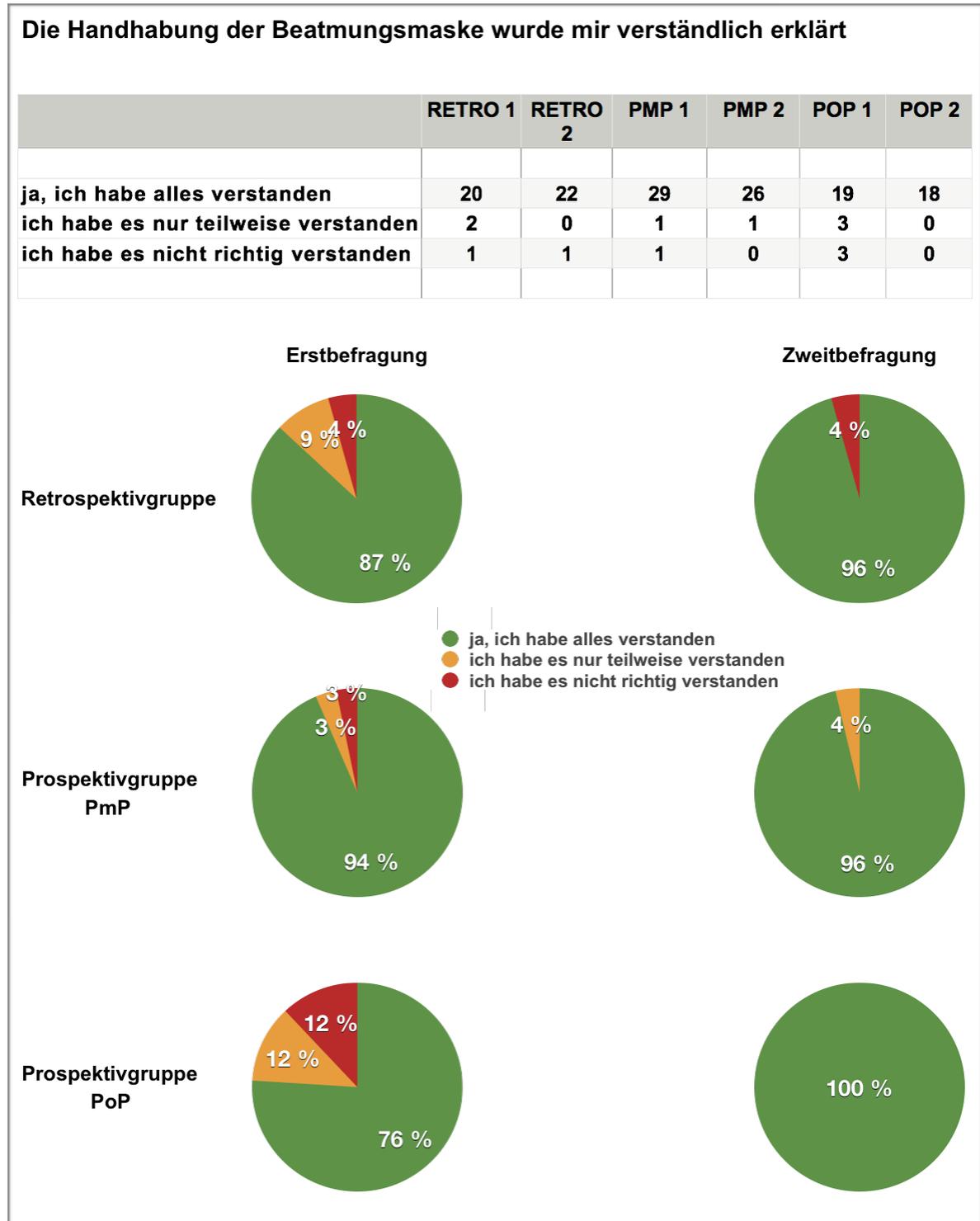


Abb. 23: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 8; Retro = Retrospektivgruppe, PMP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst

Fühlen Sie sich durch den ambulanten Beatmungspflegedienst und den Arzt zu Hause gut beraten?

	PMP 3-M	PMP 9-M	POP 3-M	POP 9-M
ja	31	27	25	18
nein	0	0	0	0
im Krankenhaus besser	0	0	0	0

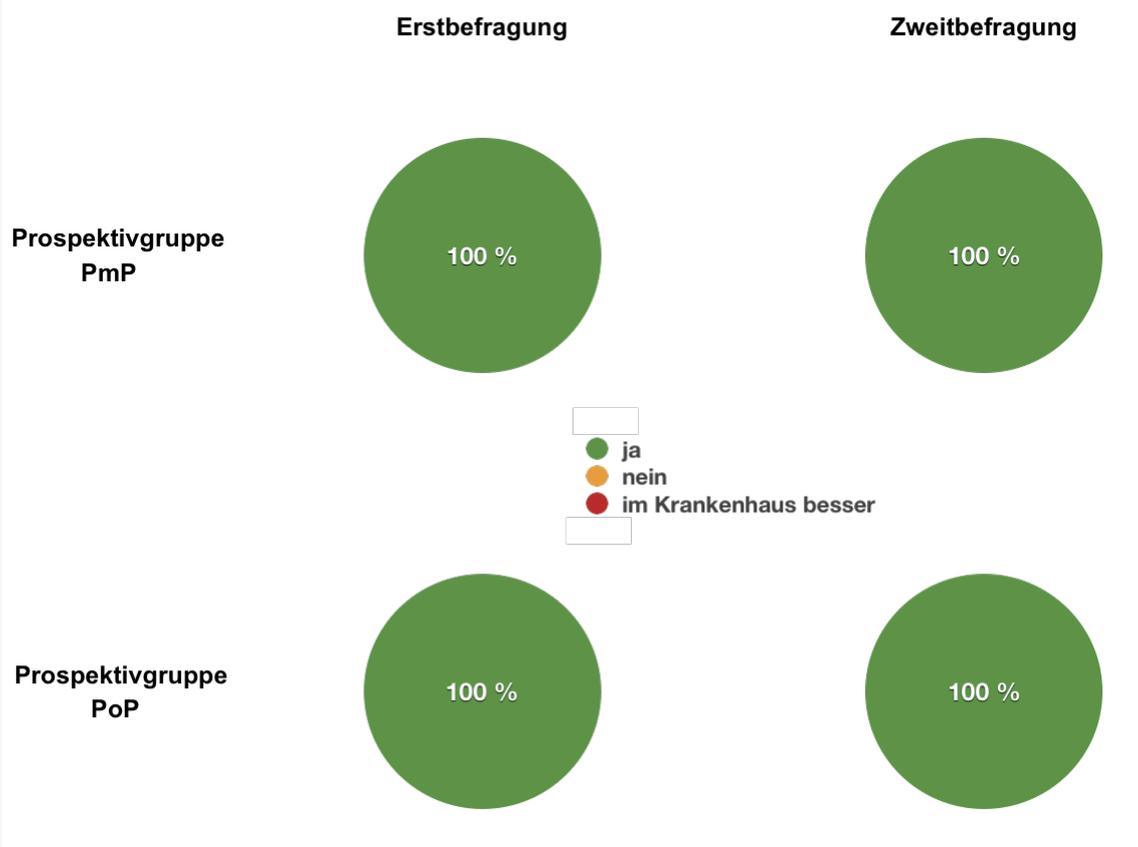


Abb. 24: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 9; PMP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, 3-M = ‚3-Monats-Verlaufskontrolle‘, 9-M = ‚9-Monats-Verlaufskontrolle‘

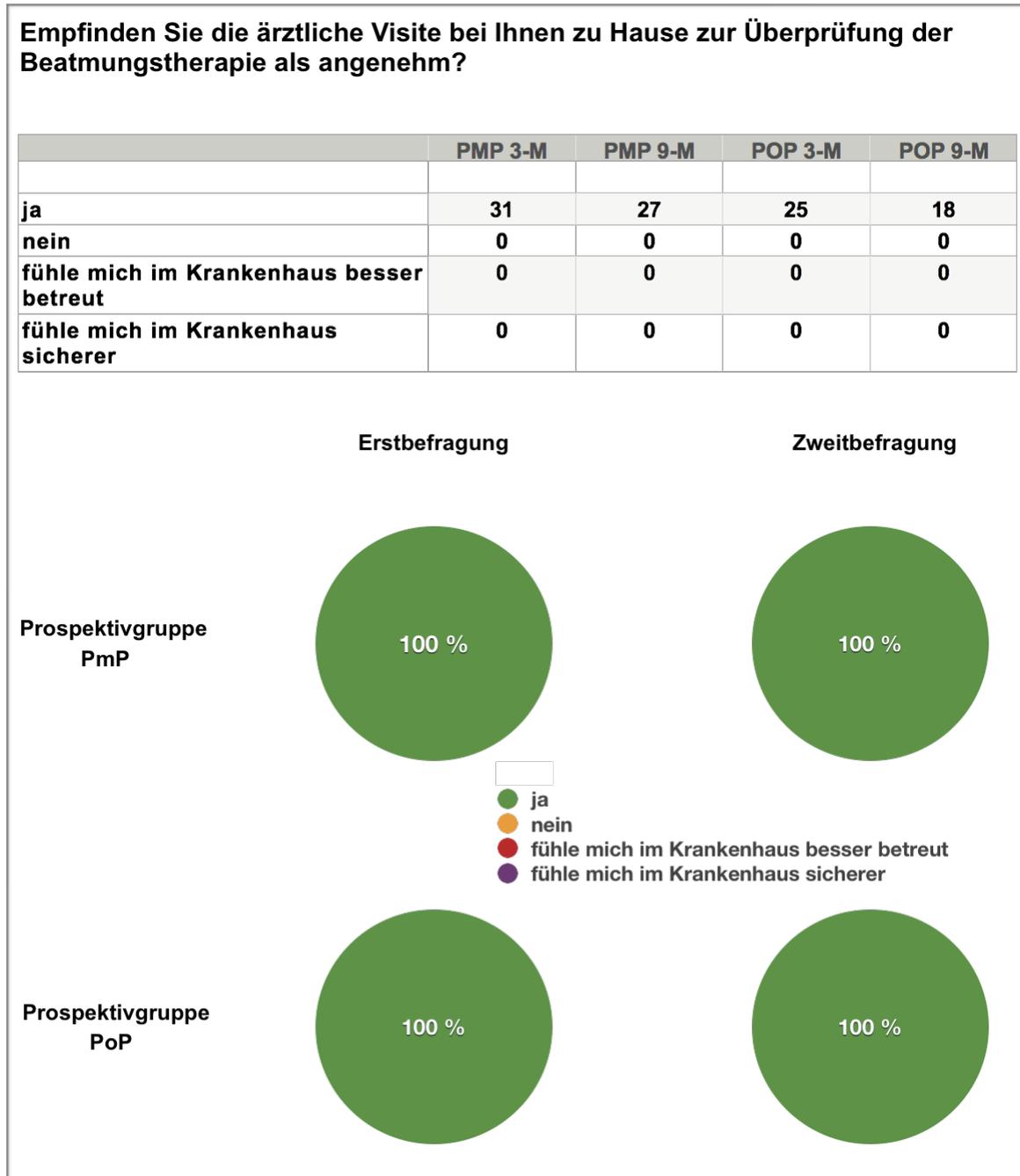


Abb. 25: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 10; PMP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, 3-M = ‚3-Monats-Verlaufskontrolle‘, 9-M = ‚9-Monats-Verlaufskontrolle‘

Haben Sie das Gefühl, bezüglich der Beatmungspflege gut beraten worden zu sein?

	PMP 3-M	PMP 9-M	POP 3-M	POP 9-M
k.A.	2	0	0	0
ja	29	0	0	0
teilweise	0	0	0	0
nein	0	0	0	0
kein Beatmungspflegedienst (mehr) verordnet	0	27	25	18

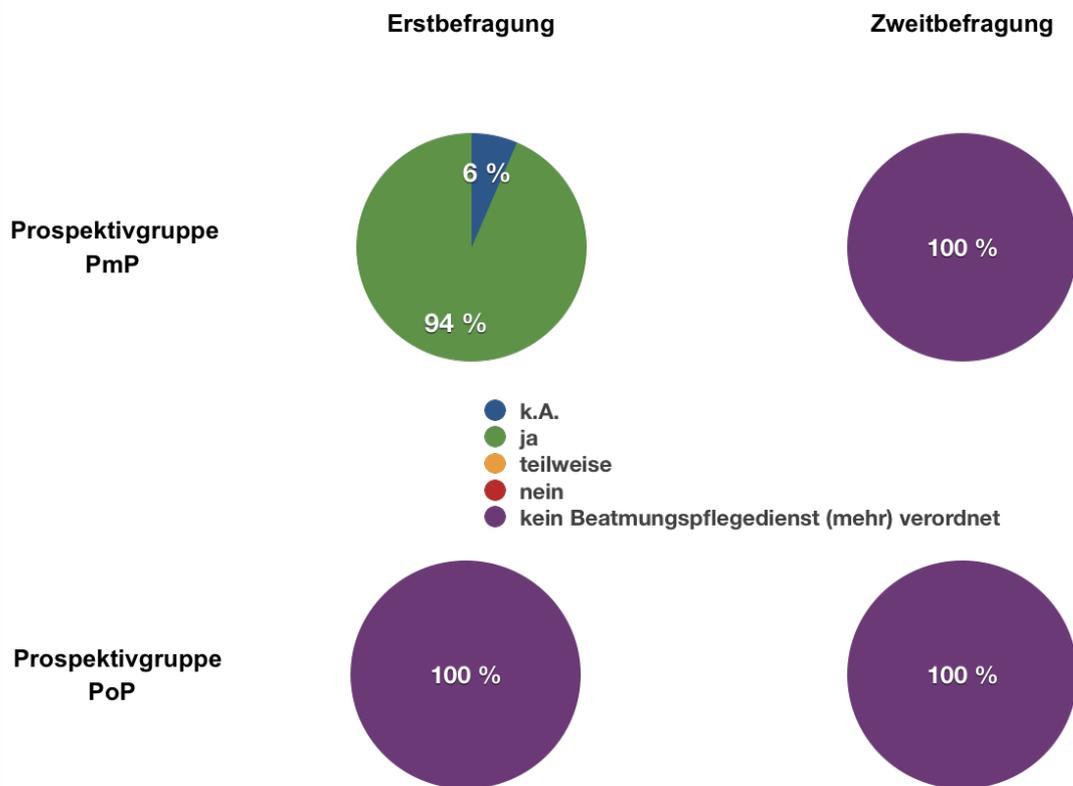


Abb. 26: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 11; PMP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, 3-M = ,3-Monats-Verlaufskontrolle', 9-M = ,9-Monats-Verlaufskontrolle, k.A. = keine Angabe

Werden die Kosten für Hilfsmittel und Beatmungspflege vollständig von der Krankenkasse übernommen?

	PMP 3-M	PMP 9-M	POP 3-M	POP 9-M
ja	22	21	17	15
nein, wir zahlen etwas dazu	9	6	8	3

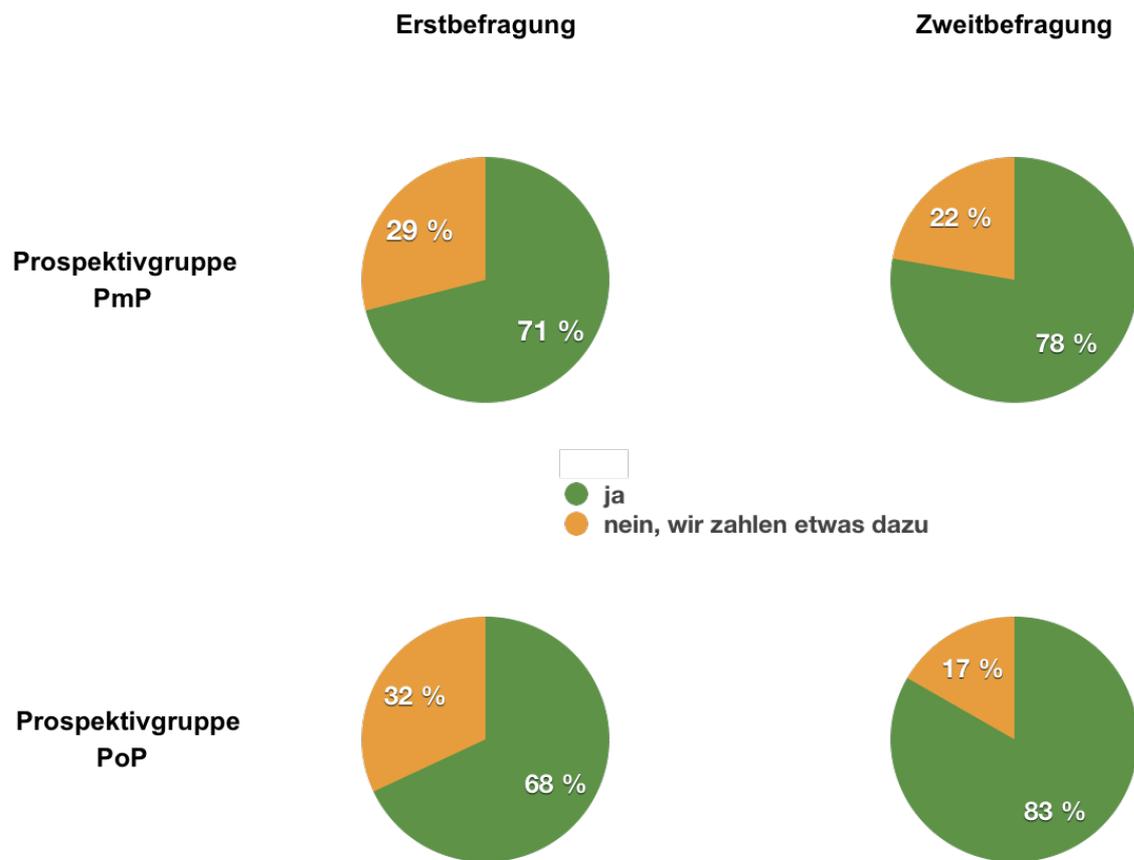


Abb. 27: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 12; PMP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst, 3-M = ‚3-Monats-Verlaufskontrolle‘, 9-M = ‚9-Monats-Verlaufskontrolle‘

In mein eigenes Beatmungsgerät bin ich von der Herstellerfirma verständlich eingewiesen worden

	RETRO 1	RETRO 2	PMP 1	PMP 2	POP 1	POP 2
ja, verständliche Einweisung	21	22	28	25	19	17
nur unzureichende Einweisung	1	1	3	2	2	0
nein, keine Einweisung	1	0	0	0	4	1
ich habe kein eigenes Gerät	0	0	0	0	0	0

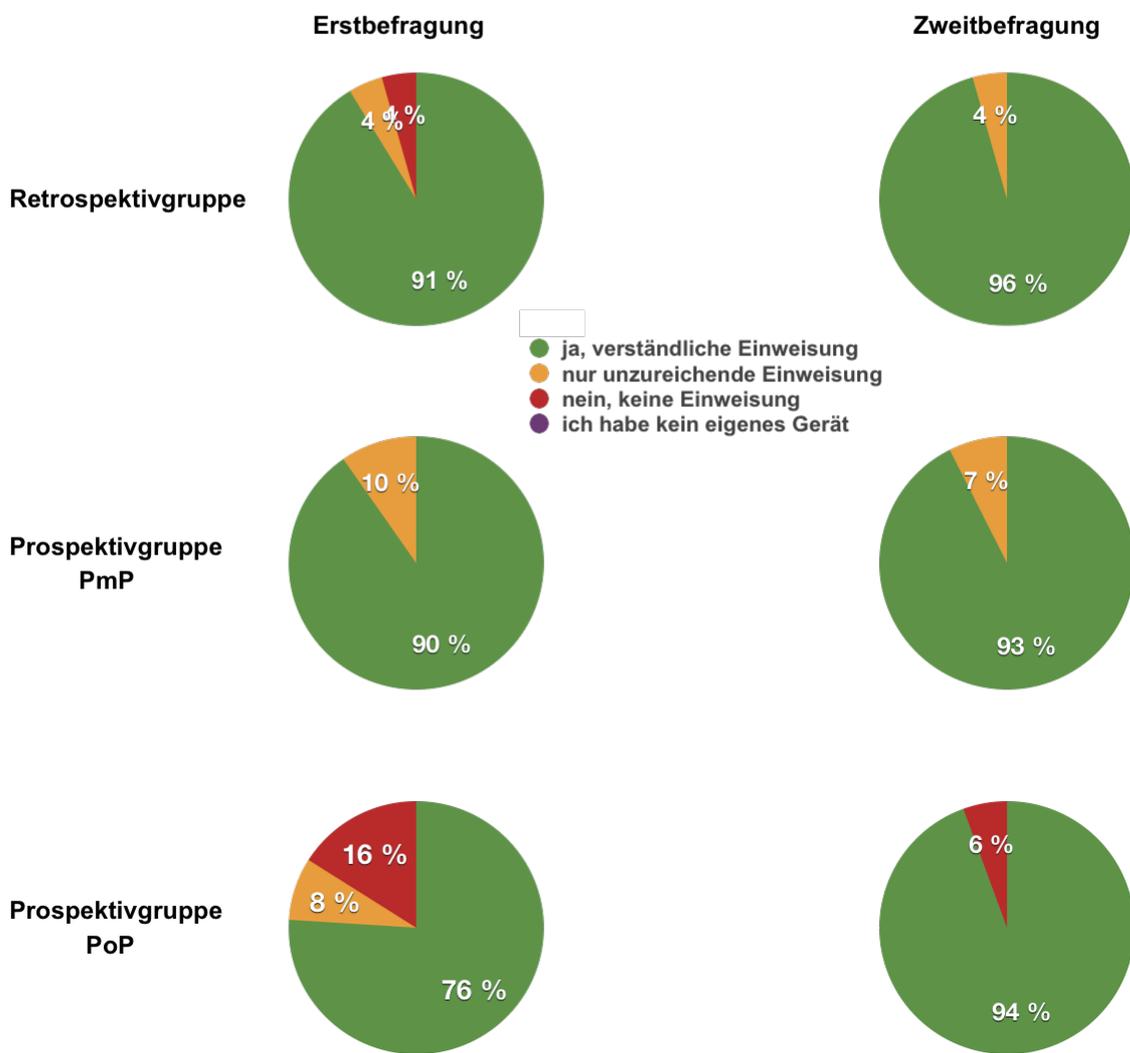


Abb. 28: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 13; Retro = Retrospektivgruppe, PMP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst

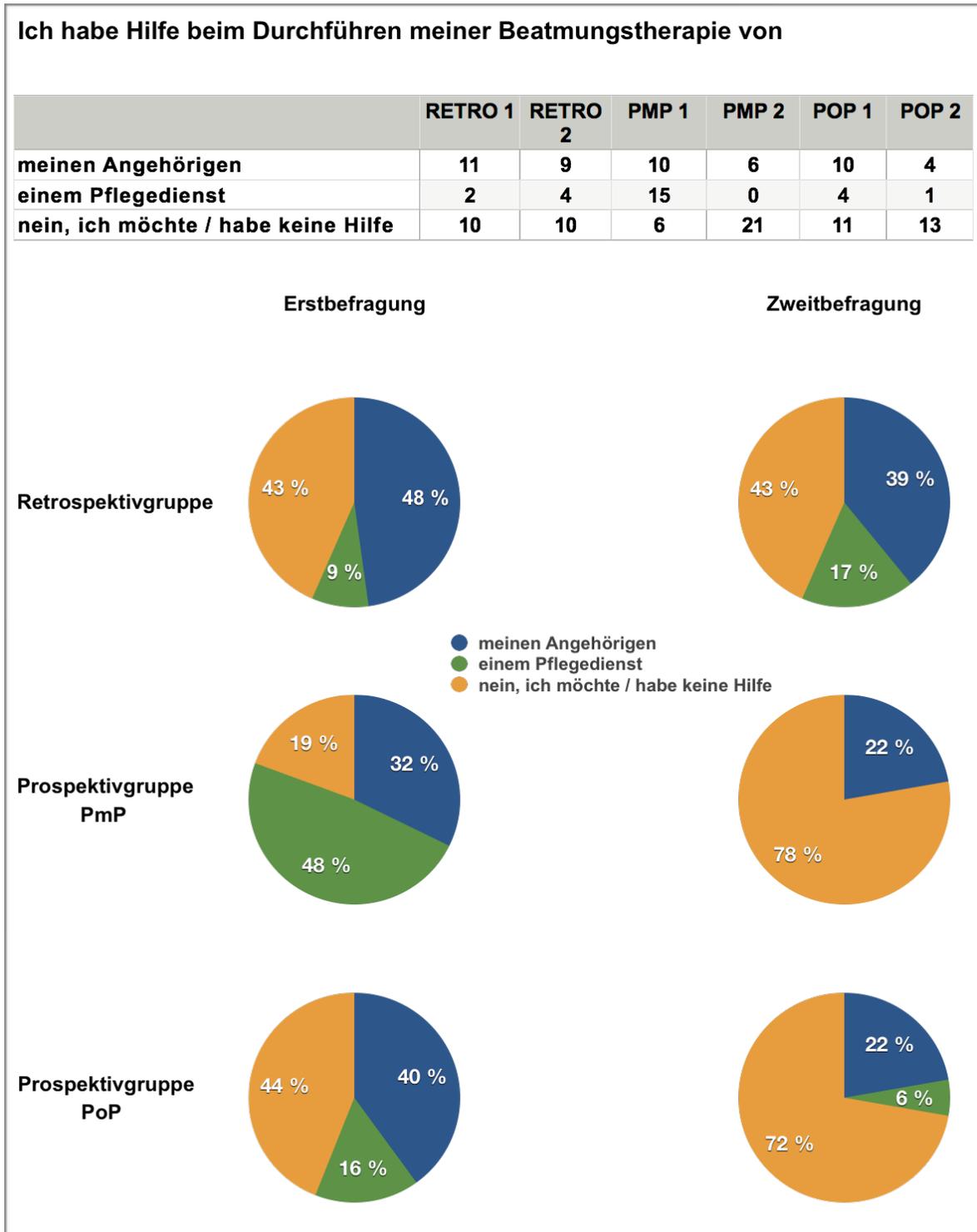


Abb. 29: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 14; Retro = Retrospektivgruppe, PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst

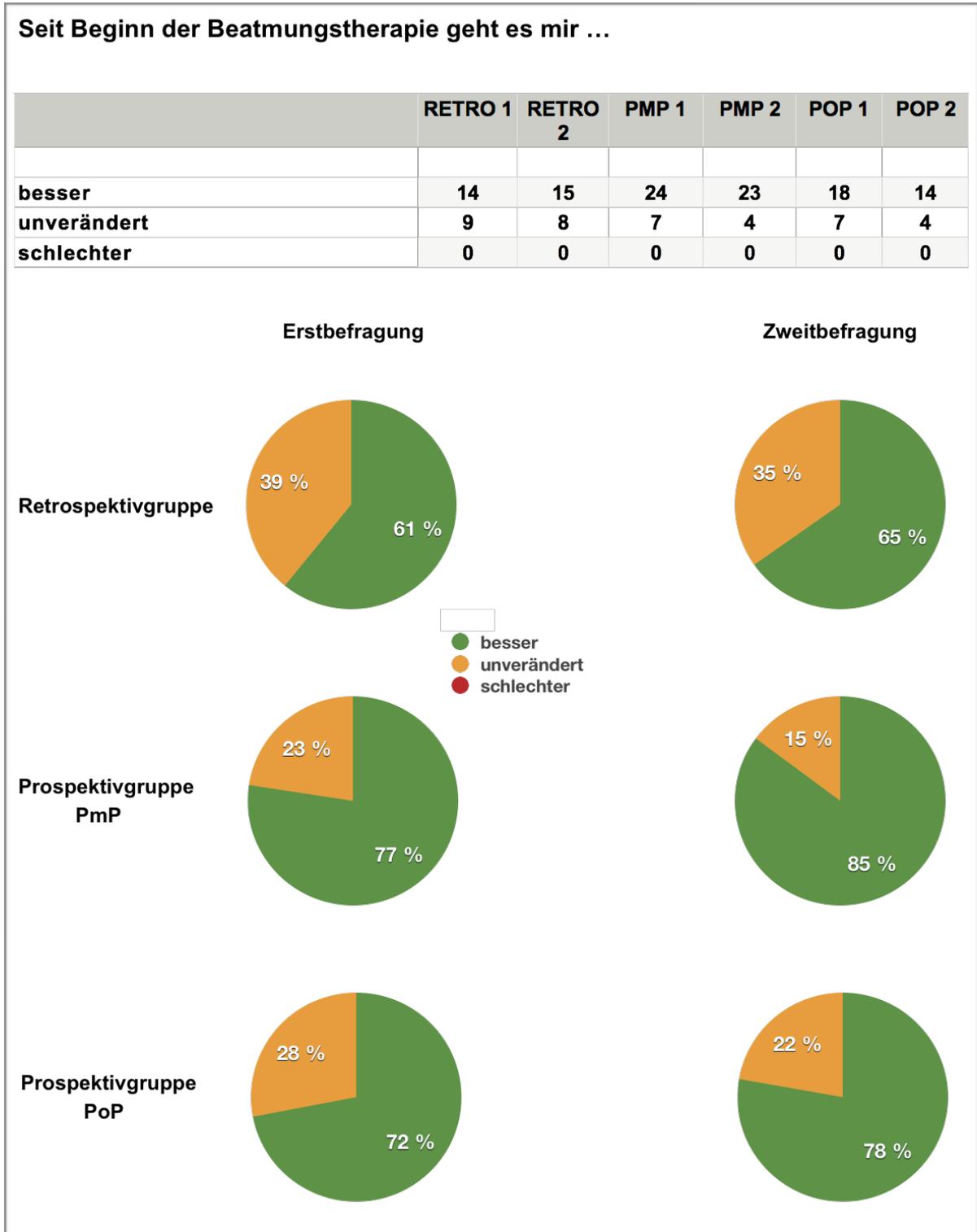


Abb. 30: Ergebnisse der Fragebogenauswertung in den verschiedenen Studiengruppen, Frage 15; Retro = Retrospektivgruppe, PmP = Prospektivgruppe mit Pflegedienst, PoP = Prospektivgruppe ohne Pflegedienst

4. Diskussion

Es ist mittlerweile im Rahmen zahlreicher Forschungsarbeiten nachgewiesen, dass Patienten mit chronischer ventilatorischer Insuffizienz in vielerlei Hinsicht von einer nichtinvasiven Beatmungstherapie profitieren können (vgl. Jones et al., 1998; Köhnlein et al., 2014; Schucher et al., 1999). Im Zuge dieses Erkenntnisgewinns kam es in den vergangenen zwei Jahrzehnten zu einem kontinuierlichen Anstieg der Indikationsstellungen für eine Heimbeatmungstherapie. Dies bedeutet für den klinischen Anwender, insbesondere in spezialisierten Beatmungszentren, dass eine stetig wachsende Patientenzahl adäquat und leitliniengerecht behandelt werden muss. Neben der Beatmungseinleitung an sich zählt hierzu die Organisation und Sicherstellung einer außerklinischen Versorgungsstruktur (Überleitmanagement) sowie die Durchführung regelmäßiger Verlaufskontrollen im Rahmen stationärer Aufenthalte des beatmeten Patienten. Vor dem Hintergrund knapper stationärer, personeller sowie finanzieller Ressourcen im deutschen Gesundheitswesen stellt sich die Frage, ob und inwieweit es möglich, praktikabel und nicht zuletzt sicher ist, einen Teil der vom Beatmungszentrum zu leistenden Betreuung im Rahmen eines partiell außerklinischen Modells anzubieten. Die Steigerung der Patientenzufriedenheit / Lebensqualität wäre hierbei ein gewünschter Nebeneffekt.

Zu diesem Zweck wurde in den beiden Prospektivgruppen der vorliegenden Studie die Hälfte der vorgesehenen stationären Verlaufskontrollen während der ersten 20 Monate nach Beatmungseinleitung durch eine häusliche Visite (ambulante Verlaufskontrolle) ersetzt. Geleistet wurden diese Visiten durch ein neu geschaffenes Team Außerklinische Beatmung (TAB).

Es finden sich bisher nur wenige Studien mit einem ähnlichen Konzept. In Spanien sowie in den Niederlanden wurden zuletzt Arbeiten publiziert, welche die Einleitung einer Heimbeatmung direkt in der Häuslichkeit des Patienten untersuchten. Beide Untersuchungen kamen zu dem Ergebnis, dass die Einleitung einer Beatmungstherapie im außerklinischen Bereich einer stationären Einleitung in Bezug auf die klinischen Ergebnisse nicht unterlegen ist und dabei zu einer deutlichen Kostenersparnis führt (Hazenberg et al., 2014; Pallero et al., 2014). Wenn hierbei auch der Beginn und nicht die Folgebe-

treuung einer Heimbeatmungstherapie im Fokus der Untersuchung stand, so weist der Ansatz gleichwohl eine Ähnlichkeit zur vorliegenden Studie auf.

4.1 Diskussion Primärergebnisse

Um heraus zu arbeiten, inwiefern das praktizierte Studienmodell tatsächlich zu einer Schonung stationärer Ressourcen und damit einhergehend einer Einsparung an stationär verbrachter Zeit für den einzelnen Patienten führt, wurden die während des Studienzeitraumes stattgehabten Krankenhauseinweisungen pro Patient sowie Krankenhaustage pro Patient erfasst und statistisch ausgewertet. Neben der Bewertung der Gesamteinweisungen /-tage erfolgte eine nochmalige Unterteilung in geplante (geplante stationäre Verlaufskontrollen) und ungeplante (Akutaufnahmen) Einweisungen / Tage. Als Kontrollgruppe diente eine Retrospektivgruppe aus der Versorgungsrealität der studienführenden Klinik direkt vor Studienbeginn.

Wie die in Abschnitt 3 präsentierten Ergebnisse zeigen, gelang es mithilfe des untersuchten Versorgungsmodells, die Gesamtzahl der Klinikeinweisungen in beiden Prospektivgruppen während des Beobachtungszeitraumes im Vergleich zur Retrospektivgruppe ungefähr zu halbieren. Anhand der weiterführenden Analyse wird deutlich, dass die Reduktion der Gesamteinweisungen hauptsächlich auf die geringere Zahl geplanter Einweisungen zurück zu führen ist. Die Reduktion sowohl der Gesamteinweisungen als auch der geplanten Einweisungen erreicht im CHI-Quadrat-Test nach Pearson ein statistisch signifikantes Niveau.

Die Unterschiede in der Auswertung der Akuteinweisungen zeigen dagegen keine Signifikanz, was so gedeutet werden mag, dass das untersuchte Studienmodell sich nicht zu Lasten der Patientensicherheit ausgewirkt hat, zumal die Prospektivgruppen tendenziell bessere Ergebnisse aufweisen als die Retrospektivgruppe. Gleichwohl waren Akuteinweisungen in allen drei Studiengruppen ein eher seltenes Ereignis. Dieser Umstand steht im Einklang mit einer Untersuchung von Coughlin et al. (2015), wonach die Etablierung einer Heimbeatmungstherapie zu einem signifikanten Rückgang an ungeplanten Krankenhauseinweisungen führte, wenngleich sich Coughlins Studie ausschließlich auf COPD-Patienten bezog, so dass ein Vergleich nicht unkritisch heran gezogen werden kann.

Betrachtet man die Auswertung der Krankenhaustage/Patient, so ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei den Einweisungen, was aufgrund des direkten Zusammenhanges nicht verwundern kann. Auch hier zeigt sich im CHI-Quadrat-Test nach Pearson sowohl bei den Gesamttagen/Patient als auch bei den geplanten Tagen/Patient eine statistisch hochsignifikante Reduktion im Vergleich der beiden Prospektivgruppen mit der Retrospektivgruppe.

Analog zur Auswertung der Akuteinweisungen/Patient stellt sich bei der Gegenüberstellung der Akut-Krankenhaustage/Patient kein signifikanter Unterschied zwischen den Studiengruppen ein. Unter den drei Gruppen zeigte die Prospektivgruppe PmP im arithmetischen Mittel die niedrigsten Werte.

In Ermangelung publizierter Arbeiten mit gleichem oder zumindest ähnlichem Modell fällt eine Einordnung der Studienresultate nicht leicht. Anhand der vorliegenden Ergebnisse kann zunächst einmal festgestellt werden, dass das Studienmodell mit den eingeschlossenen Patientengruppen wie erhofft funktioniert hat. Das Ziel, also die Reduktion stationärer Aufenthalte und Krankenhaustage bei gleichbleibender Patientensicherheit wurde trotz relativ geringer Fallzahl auf einer statistisch signifikanten Ebene erreicht.

4.2 Diskussion Mortalität

Die Mortalitätsraten der drei Gruppen liegen bei 13 - 21%, wobei die Prospektivgruppe mit initialer Betreuung durch einen ambulanten Beatmungspflegedienst (PmP) die niedrigste Rate zeigt. Die beiden anderen Gruppen liegen gleichauf bei 20 bzw. 21%. Die prozentualen Unterschiede zwischen den Gruppen erreichten kein statistisch signifikantes Niveau. Insgesamt sind die im Rahmen der vorliegenden Studie beschriebenen Mortalitätsraten mit den Zahlen bereits publizierter Arbeiten vergleichbar. So fanden Carone et al. (2016) im Rahmen einer Nachbeobachtungsstudie über 3 Jahre eine Mortalitätsrate von 19,5% für Patienten, die an einer COPD mit bestehender respiratorischer Insuffizienz litten. Als Prädiktoren für eine erhöhte Mortalität wurden ein höheres Alter, eine niedrigere FVC, eine höhere Gesamtmorbidität sowie eine höhere Sauerstoffsufflationsrate im Rahmen einer Langzeit-O₂-Therapie im Vergleich zum Stichprobendurchschnitt identifiziert. Die Patienten der zweiten Prospektivgruppe der vorliegenden Studie (PoP) waren, wenn auch nicht signifikant, älter als die Patienten der beiden anderen

Gruppen, was einen Erklärungsansatz für die leicht erhöhte Mortalität dieser Gruppe im Vergleich zur Gruppe PmP bieten könnte.

Eine landesweite schwedische Studie aus dem Jahr 2007 beschreibt die Mortalitätsraten für heimbeatmete Patienten in Abhängigkeit von der zugrunde liegenden Diagnose (Laub und Midgren, 2007). Hierbei zeigten Patienten mit ALS die weitaus höchste 2-Jahres-Mortalität mit ca. 80%. Die 2-Jahres-Mortalitätsraten der Nicht-ALS-Patienten lagen zwischen 5 und knapp 30%, wobei die Patienten mit Obesitas-Hypoventilationssyndrom die niedrigste, die COPD-Patienten („Pulmonary“) die höchste Rate zeigten. Die Retrospektivgruppe der vorliegenden Studie zeigte insgesamt den höchsten prozentualen Anteil an COPD-Patienten, was somit als mögliche Erklärung für die leicht höhere Sterblichkeit dieser Gruppe im Vergleich zur Gruppe PmP heran gezogen werden könnte.

Als weiterer Erklärungsansatz für die tendenziell niedrigere Mortalitätsrate der Prospektivgruppe PmP mag der Umstand dienen, dass sich in dieser Gruppe mehr Frauen als Männer fanden. Sowohl Camp und Goring (2007) als auch de Torres et al. (2009) wiesen in ihren Untersuchungen eine geringere Mortalität für das weibliche Geschlecht nach, wobei sich jedoch beide Untersuchungen lediglich auf Patienten mit der Diagnose COPD bezogen.

4.3 Diskussion Patientencharakteristika

Wie die im Abschnitt 3.2 aufgeführten Ergebnisse zeigen, wiesen die untersuchten Studiengruppen in Bezug auf die Patientencharakteristika ein vergleichbares Muster auf. Lediglich bei der Geschlechterverteilung fand sich ein statistisch signifikanter Unterschied. Die Prospektivgruppe PmP bestand im Gegensatz zu den beiden anderen Gruppen überwiegend aus weiblichen Patienten. Zwar ist dieser Umstand durch die ursprünglich nicht geplante Trennung des prospektiven Studienkollektivs (s. Abschnitt 2.2) bedingt und somit dem Zufall geschuldet, nichtsdestotrotz stellt sich die Frage, ob der vorliegende Unterschied der Geschlechterverteilung einen relevanten Einfluss auf die Studienergebnisse hatte. Beim Vergleich der beiden Prospektivgruppen untereinander finden sich in Bezug auf sämtliche Primärergebnisse jedoch ähnliche Resultate ohne signifikante Unterschiede. Auch die Gegenüberstellung mit der Retrospektivgruppe zeigt für beide Prospektivgruppen ein annähernd identisches Ergebnis mit jeweils hochsignifi-

kanter Reduktion der gesamten und geplanten Einweisungen / Tage sowie einer vergleichbaren Anzahl an Akuteinweisungen /-tagen. Somit scheint keine Verzerrung der Studienergebnisse durch den überwiegenden Anteil weiblicher Studienteilnehmer in der Gruppe PmP vorzuliegen. Lediglich die etwas geringere Sterblichkeit in dieser Gruppe könnte auf das gegenläufige Geschlechterverhältnis zurück zu führen sein; auch diesbezüglich ergab sich jedoch keine Signifikanz.

4.4 Diskussion Fragebogenergebnisse

Die Betrachtung der Fragebogenergebnisse ist insbesondere im Hinblick auf die in den beiden Prospektivgruppen erzielte Patientenzufriedenheit interessant. Ein statistisch signifikanter Unterschied im Antwortverhalten wurde lediglich bei einer der 15 Fragen gefunden; dies war die Frage 7 (Betreuung durch das Beatmungszentrum). Die Patienten beider Prospektivgruppen bewerteten die Betreuung durch das Beatmungszentrum sowohl in der Erst- als auch in der Zweitbefragung deutlich positiver als die Patienten der Retrospektivgruppe. Die Ursache hierfür kann nicht mit letzter Sicherheit benannt werden, da der Fragebogen keine Begründung der Bewertung forderte. Da die beiden Prospektivgruppen als gemeinsamen Unterschied zur Retrospektivgruppe jedoch lediglich das TAB-Versorgungsmodell aufwiesen, liegt der Schluss nahe, dass das untersuchte Studienmodell zumindest einen Anteil an der Verbesserung der Bewertung hatte. Dies zumal die Fragebögen im Rahmen der häuslichen Visite / ambulanten Verlaufskontrolle von den Patienten ausgefüllt wurden, also zu einem Zeitpunkt, an dem die Probanden den Benefit der Studie direkt erfuhren.

Dass der Ersatz eines Klinikaufenthaltes durch eine häusliche Visite sowie die Beratungsqualität von den Patienten der beiden Prospektivgruppen ausnahmslos positiv bewertet wurde (s. Abb. 24 und 25) mag als weiterer Beleg dafür dienen, dass die Patienten mit der angebotenen Versorgungsform zufrieden waren. Führt man sich vor Augen, dass die Anzahl der Krankenhauseinweisungen zu den Haupteinflussfaktoren auf die Lebensqualität (HrQOL) heimbeatmeter Patienten zählt (vgl. López-Campos et al., 2008), so erscheint dieser Schluss zumindest plausibel.

Von einigen wenigen Fragebogenergebnissen allein auf eine Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität der Studienpatienten zu schließen, führt sicherlich zu

weit. Nichtsdestotrotz zeigen die Ergebnisse der Befragung nach dem Befinden seit Beginn der Beatmungsbehandlung (s. Abb. 30), dass in beiden Prospektivgruppen tendenziell ein besseres Befinden als in der Retrospektivgruppe angegeben wurde, obschon diese Ergebnisse kein signifikantes Niveau erreichten.

4.5 Limitationen der Studie

Mögliche Limitationen sind in einer unter Umständen nicht vollständig erlangten Kenntnis über stattgehabte stationäre Aufenthalte außerhalb der studienführenden Klinik zu sehen, da diesbezüglich eine lückenlose Kommunikation seitens der Patienten oder Drittkliniken zwingend voraus zu setzen wäre. Der Gefahr eines diesbezüglichen Datenfehlers wurde durch gezieltes Nachfragen im Rahmen der stationären und ambulanten Verlaufskontrollen begegnet. Davon abgesehen betrifft diese mögliche Fehlerquelle alle drei Studiengruppen gleichermaßen.

Ferner könnte man den Studienergebnissen entgegenhalten, dass sich die beiden Prospektivgruppen lediglich aus Patienten zusammensetzen, die in die Teilnahme an der Studie nach erfolgter Aufklärung über Ablauf und Ziele der Untersuchung zugestimmt haben, wohingegen die Patienten, die die Teilnahme ablehnten unberücksichtigt blieben. Diesbezüglich könnte man postulieren, dass sich u.U. nur die ohnehin motivierten, aufgeschlossenen und therapiewilligen Patienten bzw. Menschen mit geordneten sozialen und Wohnverhältnissen auf die Teilnahme an einer derartigen Studie einlassen. Eigene Beobachtungen im Rahmen der häuslichen Visiten stützen diese These jedoch nicht. Ohnehin wäre dieser möglichen ungewollten Selektion nur durch eine Randomisierung sämtlicher neu auf eine Heimbeatmung eingestellter Patienten zu begegnen gewesen, was aus ethischen Überlegungen heraus nicht statthaft erschien, da man einem Teil der Patienten dadurch möglicherweise eine nicht gewünschte Versorgungsform aufgezwungen hätte. Nicht zuletzt setzt sich die Retrospektivgruppe darüber hinaus ebenfalls aus Patienten zusammen, die der Teilnahme an einer Studie (Nafe et al., 2017; ursprünglich als Studie über die Auswirkungen eines neu implementierten Überleitmanagements geplant) zugestimmt hatten, wenn auch das Studienthema differierte.

4.6 Schlussfolgerungen

Vor dem Hintergrund der erzielten Resultate bietet die vorliegende Studie ein interessantes Versorgungs- und Nachbetreuungsmodell für Patienten mit einer Heimbeatmungstherapie an. Bereits jetzt stellt die zunehmende Anzahl heimbeatmeter Menschen eine Herausforderung für die verschiedenen Instanzen des deutschen Gesundheitssystems dar. Systemimmanent sind hiervon insbesondere die Instanzen betroffen, bei welchen eine Konzentration der Fallzahlen stattfindet, also Beatmungszentren und Kostenträger. Spätestens wenn der Forderung der Fachgesellschaften, die Einleitung und Nachbetreuung sämtlicher Heimbeatmungsbehandlungen ausschließlich in Zentren mit nachgewiesener Expertise (im Idealfall einer Zertifizierung als Beatmungszentrum / Zentrum für außerklinische Beatmung) durchzuführen (vgl. Windisch et al., 2017), droht das Risiko einer mangelnden Versorgungskapazität für akut erkrankte Patienten in diesen Zentren. Das vorliegende Modell könnte als Ansatz dienen, diese Kapazitäten durch die partiell außerklinische Versorgung stabiler Patienten, die einer derartigen Versorgung zustimmen ohne Einbußen an Sicherheit wieder zu steigern. Gleichzeitig könnte das vorgestellte Versorgungsmodell den oftmals schwer und komplex erkrankten heimbeatmeten Patienten vermeidbare stationäre Aufenthalte ersparen und so zu einer Reduktion der subjektiv empfundenen Krankheitslast beitragen.

In der aktuellen S2k-Leitlinie der DGP ‚Nichtinvasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz - Revision 2017‘ wird in Kap. 5.4 auf die Möglichkeit der ambulanten Kontrolle einer Beatmungsbehandlung eingegangen. So stellen die Autoren fest, dass *„die Versorgungsstrukturen heute einem Wandel unterzogen“* sind und *„eine sektorenübergreifende Betreuung außerklinisch beatmeter Patienten grundsätzlich wünschenswert“* ist. Ferner wird ausgeführt, dass *„gegenwärtig die Frage diskutiert“* wird, *„ob auch ambulante Kontrollen einer außerklinischen Beatmung möglich sind“*. Dem Umstand geschuldet, dass diesbezüglich keine wissenschaftlichen Daten vorliegen, wird weiters festgestellt, dass *„vor dem Hintergrund der Patientensicherheit [...] daher dringend wissenschaftliche Studien zu diesem Punkt durchgeführt werden“* sollten (Windisch et al., 2017). Die vorliegende Studie bietet mit ihren Resultaten erste Erkenntnisse in diesem Bereich und kann somit als Baustein für den künftigen Umgang mit dieser Fragestellung genutzt werden. Flächendeckende und größer ange-

legte Untersuchungen wären jedoch sicher notwendig, um regionale oder interhospitaler Ergebnisunterschiede zu prüfen.

Voraussetzung für eine reguläre Anwendung des vorgestellten Modells wäre nicht zuletzt die Sicherstellung der Finanzierung einer derartigen Versorgung seitens der Kostenträger. Die nachweislich entfallenen Kosten für stationäre Aufenthalte sowie für häufig damit verbundene Krankentransporte könnten in diesem Zusammenhang als Anreiz dienen.

5. Zusammenfassung

In der Bundesrepublik Deutschland werden Patienten mit einer nichtinvasiven Heimbeatmungstherapie nach den Vorgaben der Fachgesellschaften einer engmaschigen Therapiekontrolle durch wiederholte stationäre Aufenthalte unterzogen. Dies bedeutet für die betroffenen Patienten einen hohen zeitlichen, logistischen und emotionalen Aufwand. Ferner resultieren daraus hohe Kosten durch stationäre Aufenthalte und Patiententransporte sowie eine Bindung stationärer und personeller Ressourcen im Beatmungszentrum.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden zwei der üblicherweise vier stationären Verlaufskontrollen in den ersten 20 Monaten nach Einleitung einer Heimbeatmungstherapie durch eine ambulante Verlaufskontrolle in der Häuslichkeit des Patienten ersetzt. Zu diesem Zweck wurde ein spezialisiertes ‚Team Außerklinische Beatmung (TAB)‘ implementiert, welches die häuslichen Visiten vornahm. Es wurden insgesamt 56 Patienten in zwei Prospektivgruppen eingeschlossen (Prospektivgruppe PmP n = 31 / Prospektivgruppe PoP n = 25). Die retrospektive Vergleichsgruppe umfasste 34 Patienten (Retrospektivgruppe n = 34).

Mithilfe dieses Modells gelang es in den beiden Prospektivgruppen, die Anzahl der Krankenhauseinweisungen/Patient (PmP: \bar{x} 2,259 / PoP: \bar{x} 2,055 / Retro: \bar{x} 4,269 ; PmP vs. Retro. und PoP vs. Retro jeweils $p < 0,0001$) sowie der Krankenhaustage/Patient (PmP: \bar{x} 3,111 / PoP: \bar{x} 5,833 / Retro: \bar{x} 10,153 ; PmP vs. Retro sowie PoP vs. Retro jeweils $p < 0,0001$) während des Untersuchungszeitraumes im Vergleich zur üblichen Versorgung signifikant zu reduzieren. Eine Häufung ungeplanter Akutaufnahmen konnte im Studienkollektiv nicht festgestellt werden, ebensowenig eine erhöhte Mortalität. Die Patientensicherheit wurde somit trotz deutlicher Reduktion der stationär verbrachten Zeit gewahrt.

Vor dem Hintergrund stetig zunehmender Fallzahlen im Bereich der Beatmungsmedizin stellt sich die Frage, wie sich eine leitliniengerechte Behandlung der wachsenden Zahl bestehender Heimbeatmungspatienten realisieren lässt, ohne dass dadurch die stationäre Aufnahmekapazität für akut Erkrankte sinkt. Die aktuelle S2k-Leitlinie ‚Nichtinvasi-

ve und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz' der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin führt die Möglichkeit der ambulanten, häuslichen Verlaufskontrolle einer Beatmungstherapie an. Mit dem Verweis auf fehlende wissenschaftliche Daten wird die Durchführung wissenschaftlicher Studien zu diesem Punkt gefordert (Windisch et al., 2017).

Die vorliegende Studie liefert erste, ermutigende Ergebnisse zu diesem Thema und könnte als Anreiz dienen, das vorgestellte Versorgungskonzept in einem größeren Rahmen auf seine Effektivität bezüglich Patientenkomfort und -sicherheit sowie der Schonung stationärer Ressourcen und Kostenersparnis zu überprüfen.

6. Anhang

Fragebogen TAB-Studie

<p>Krankenhausaufenthalte vor der Beatmungstherapie Anzahl der stationären Krankenhausaufenthalte vor Beginn der Beatmungstherapie</p>	<input type="checkbox"/> alle ___ Monate <input type="checkbox"/> einmal im Monat <input type="checkbox"/> mehrmals im Monat <input type="checkbox"/> einmal wöchentlich
<p>Befinden seit Beginn der Beatmungstherapie Seit Beginn der Beatmung geht es mir</p>	<input type="checkbox"/> besser <input type="checkbox"/> unverändert <input type="checkbox"/> schlechter
<p>Betreuung durch das Beatmungszentrum Die Betreuung durch das Beatmungszentrum (stationär/ambulant) empfinde ich als</p>	<input type="checkbox"/> sehr gut <input type="checkbox"/> ausreichend <input type="checkbox"/> nicht ausreichend
<p>Tageszeit der Beatmung Ich werde beatmet</p>	<input type="checkbox"/> vorwiegend am Tag,...h <input type="checkbox"/> vorwiegend in der Nacht,...h <input type="checkbox"/> Tag und Nacht gleichermaßen
<p>Haben Sie das Gefühl, bezüglich der Beatmungspflege gut beraten worden zu sein?</p>	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> teilweise <input type="checkbox"/> nein
<p>Arztbesuche Wo finden die Arztbesuche statt</p>	<p>_____ x pro Monat</p> <input type="checkbox"/> zu Hause <input type="checkbox"/> im Beatmungspflegeheim <input type="checkbox"/> in der WG <input type="checkbox"/> in der Arztpraxis
<p>Helfende Personen Ich habe Hilfe beim Durchführen meiner Beatmungstherapie von</p>	<input type="checkbox"/> meinen Angehörigen <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> einem Pflegedienst <input type="checkbox"/> wie häufig? <input type="checkbox"/> nein, ich möchte keine Hilfe

Fragebogen TAB-Studie

<p>Eigenes Beatmungsgerät</p> <p>5. In mein eigenes Beatmungsgerät bin ich von der Herstellerfirma verständlich eingewiesen worden</p>	<p><input type="checkbox"/> ich habe kein eigenes Gerät</p> <p><input type="checkbox"/> nein, keine Einweisung</p> <p><input type="checkbox"/> nur unzureichende Einweisung</p> <p><input type="checkbox"/> ja, verständliche Einweisung</p> <p>Mein Beatmungsgerät ist von der Firma:</p>
<p>Handhabung der Beatmungsmaske</p> <p>Die Handhabung der Beatmungsmaske wurde mir verständlich erklärt</p>	<p><input type="checkbox"/> ja, ich habe alles verstanden</p> <p><input type="checkbox"/> ich habe es nur teilweise verstanden</p> <p><input type="checkbox"/> ich habe es nicht richtig verstanden</p>
<p>Selbstbestimmung</p> <p>Trotz meiner Erkrankung habe ich das Gefühl, an Entscheidungen, die mein Leben und meine Person betreffen, mitbeteiligt zu sein</p>	<p><input type="checkbox"/> ja</p> <p><input type="checkbox"/> nur sehr eingeschränkt</p> <p><input type="checkbox"/> nein</p>
<p>Wo werden Sie (wird Ihr Angehöriger) versorgt?</p>	<p><input type="checkbox"/> 24-Stunden-Pflege zu Hause</p> <p><input type="checkbox"/> Beatmungspflegeheim</p> <p><input type="checkbox"/> betreutes Wohnen</p> <p><input type="checkbox"/> WG</p> <p><input type="checkbox"/> Sonstiges</p>
<p>Werden die Kosten für Hilfsmittel und Beatmungs-Pflege vollständig von der Krankenkasse übernommen?</p>	<p><input type="checkbox"/> ja</p> <p><input type="checkbox"/> nein, wir zahlen monatlich _____ € dazu</p>
<p>Empfinden Sie die ärztliche Visite bei Ihnen zu Hause zur Überprüfung der Beatmungstherapie als angenehm?</p>	<p><input type="checkbox"/> ja</p> <p><input type="checkbox"/> nein</p> <p><input type="checkbox"/> fühle mich im KH besser betreut</p> <p><input type="checkbox"/> fühle mich im KH sicherer</p>
<p>Fühlen Sie sich durch den ambulanten Beatmungspflegedienst und den Arzt zu Hause gut beraten?</p>	<p><input type="checkbox"/> ja</p> <p><input type="checkbox"/> nein</p> <p><input type="checkbox"/> im KH besser</p>

VISITEN PROTOKOLL vom 00.00.2014; 00.00 Uhr

BEATMUNGSEINSTELLUNG		VITALPARAMETER	
SOLL-Werte	IST-Werte		BGA <input type="checkbox"/> Spontan <input type="checkbox"/> Beatmung <input type="checkbox"/> mit O2 __
IPAP/ EPAP abs _____ / _____ mbar Pmax _____ mbar AF _____ /min I : E _____ Trigger I/E _____ / _____ Rampe _____ Vr _____ ml Apnoe _____ O2 _____ l/min ALARME V _T min _____ ml / V _T max _____ ml AFmin _____ /min / AFmax _____ /min	IPAP/ EPAP abs _____ / _____ mbar Pmax _____ mbar AF _____ /min I : E _____ Trigger I/E _____ / _____ Rampe _____ Vr _____ ml Apnoe _____ O2 _____ l/min ALARME V _T min _____ ml / V _T max _____ ml AFmin _____ /min / AFmax _____ /min	AF (/min): _____ Spontan / _____ mit Beatmung HF(/min): _____ Spontan / _____ mit Beatmung RR(mmHg): _____ / _____ SpO2(%): _____ Spontan / _____ mit Beatmung	pO2 _____ mmHg pCO2 _____ mmHg pH _____ HCO ₃ _____ BE _____ Hb/ HK _____ Na/ K _____
GERÄTECHECK		ANAMNESE	UNTERSUCHUNGSSTATUS
GERÄTETYP: _____ MODUS _____ MASKE/ TK: _____ BEATMUNGSZEITEN: TAG: _____ Nacht: _____ GERÄTE/ ATEMSTUNDEN: _____ O2-GABE: mit Beatmung: _____ l/min; ohne Beatmung: _____ l/min		Atemnot: Husten: Auswurf: Fieber: Schmerzen:	Größe/ Gewicht: Pulmo: Cor:
O.K.	Mängel	EMPFEHLUNGEN	
Maske: <input type="checkbox"/> TK: <input type="checkbox"/> Schlauchsystem: <input type="checkbox"/> Filter: <input type="checkbox"/> Beatmungsgerät: <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____		
Kopie an:	Datum:	Unterschrift:	

7. Publikationen

Das in dieser Arbeit vorgestellte TAB-Versorgungsmodell sowie die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind im Rahmen eines Artikels für die Deutsche Medizinische Wochenschrift publiziert worden (,Intersektorale Konzepte zur außerklinischen Beatmung', Nafe et al., 2017).

Zudem erfolgte eine Posterpräsentation auf dem DGP-Kongress 2017 in Stuttgart.

8. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Versorgungsinstanzen heimbeatmeter Patienten	S. 30
Abb. 2: Darstellung des Studienmodells, Teil 1	S. 37
Abb. 3: Mortalitätsraten der drei Studiengruppen	S. 45
Abb. 4: Altersverteilung der drei Studiengruppen	S. 47
Abb. 5: Beatmungsindikationen der drei Studiengruppen	S. 48
Abb. 6: Langzeit-Sauerstofftherapie in den Studiengruppen	S. 49
Abb. 7: Beatmungsmodi in den drei Studiengruppen	S. 50
Abb. 8: Geschlechterverhältnis in den drei Studiengruppen	S. 51
Abb. 9: Gesamteinweisungen in den Studiengruppen	S. 54
Abb. 10: geplante Einweisungen in den Studiengruppen	S. 55
Abb. 11: Akuteinweisungen in den Studiengruppen	S. 56
Abb. 12: Krankenhaustage, gesamt in den Studiengruppen	S. 59
Abb. 13: Krankenhaustage, geplant in den Studiengruppen	S. 60
Abb. 14: Krankenhaustage, akut in den Studiengruppen	S. 61
Abb. 15: Fragebogenauswertung, Frage 1	S. 63
Abb. 16: Fragebogenauswertung, Frage 2	S. 64
Abb. 17: Fragebogenauswertung, Frage 3	S. 65
Abb. 18: Fragebogenauswertung, Frage 4	S. 66
Abb. 19: Fragebogenauswertung, Frage 5	S. 67
Abb. 20: Fragebogenauswertung, Frage 6	S. 68
Abb. 21: Fragebogenauswertung, Frage 7	S. 69
Abb. 22: Signifikanzprüfung Frage 7	S. 70
Abb. 23: Fragebogenauswertung, Frage 8	S. 71
Abb. 24: Fragebogenauswertung, Frage 9	S. 72
Abb. 25: Fragebogenauswertung, Frage 10	S. 73
Abb. 26: Fragebogenauswertung, Frage 11	S. 74
Abb. 27: Fragebogenauswertung, Frage 12	S. 75
Abb. 28: Fragebogenauswertung, Frage 13	S. 76
Abb. 29: Fragebogenauswertung, Frage 14	S. 77
Abb. 30: Fragebogenauswertung, Frage 15	S. 78

9. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Vergleich nichtinvasive und invasive Beatmung	S. 14
Tab. 2: physiologische Veränderungen d. Atemvariablen im Schlaf	S. 21
Tab. 3: klinische Symptome bei chronischer respiratorischer Insuffizienz	S. 22
Tab. 4: Darstellung des Studienmodells, Teil 2	S. 36
Tab. 5: Patientencharakteristika in den drei Studiengruppen	S. 46
Tab. 6: Anzahl der Krankenhauseinweisungen	S. 52
Tab. 7: Anzahl der Krankenhaustage	S. 57

10. Literaturverzeichnis

- Ando H, Chakrabarti B, Angus RM, Cousins R, Thornton EW, Young CA. Experience of long-term use of non-invasive ventilation in motor neuron disease: an interpretative phenomenological analysis. *BMJ Support Palliat Care* 2014 Mar; 4: 50-56
- Bahns, E. Mit dem Pulmotor fing es an, Hundert Jahre maschinelle Beatmung; Lübeck: Dräger Medical AG & Co. KG, 2009: 10-29
- Barnes PJ. Chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2000 Jul 27; 343: 269-280
- Bause GS. Draeger Pulmotor. *Anesthesiology* 2009 Jun; 110: 1243
- Böing S, Randerath WJ. Chronic hypoventilation syndromes and sleep-related hypoventilation. *J Thorac Dis* 2015 Aug; 7: 1273-1285
- Brandes IF. Respiratorisches System. Atemmechanik. In: Graf BM, Sinner B, Zink W, Hrsg. *Anästhesie bei alten Menschen*. Stuttgart - New York: Georg Thieme Verlag, 2010: 19
- Camp PG, Goring SM. Gender and the diagnosis, management, and surveillance of chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc* 2007 Dec; 4: 686-691
- Cao Z, Luo Z, Hou A, Nie Q, Xie B, An X, Wan Z, Ye X, Xu Y, Chen X, Zhang H, Xu Z, Wang J, An F, Li P, Yu C, Liang Y, Zhang Y, Ma Y. Volumen-Targeted Versus Pressure-Limited Noninvasive Ventilation in Subjects With Acute Hypercapnic Respiratory Failure: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *Respir Care* 2016 Nov; 61: 1440-1450
- Carone M, Antoniu S, Baiardi P, Digilio VS, Jones PW, Bertolotti G; QuESS Group: Predictors of Mortality in Patients with COPD and Chronic Respiratory Failure: The Quality-of-Life Evaluation and Survival Study (QuESS): A Three-Year Study. *COPD* 2016; 13: 130-138
- Celik M, Sarikaya Y, Acar M, Kalenderoglu A, Dogan S, Kaskalan E, Karatas M. Effect of Continuous Positive Airway Pressure Treatment on Depression, Anxiety and Perceived Stress Levels in Patients with Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Turk Psikiyatri Derg* 2016; 27: 244-250
- CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Measuring healthy days: Population assessment of health-related quality of life. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia 2000. <https://www.cdc.gov/hrqol/pdfs/mhd.pdf> (letzter Zugriff am 17.01.2018)
- Clini EM, Magni G, Crisafulli E, Viaggi S, Ambrosino N. Home non-invasive mechanical ventilation and long-term oxygen therapy in stable hypercapnic chronic obstructive pulmonary disease patients: comparison of costs. *Respiration* 2009; 77: 44-50

Coughlin S, Liang WE, Parthasarathy S. Retrospective Assessment of Home Ventilation to Reduce Rehospitalization in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *J Clin Sleep Med*. 2015 Jun 15; 11: 663-670

Coughlin S, Peyerl FW, Munson SH, Ravindranath AJ, Lee-Chiong TL. Cost Savings from Reduced Hospitalizations with Use of Home Noninvasive Ventilation for COPD. *Value Health* 2017 Mar; 20: 379-387

Cox JM, Boehm JJ, Millare EA. Individual nasal masks and intranasal tubes. A non-invasive neonatal technique for the delivery of continuous positive airway pressure (CPAP). *Anaesthesia* 1974 Sep; 29: 597-600.

Criner GJ, Tzouanakis A, Kreimer DT. Overview of improving tolerance of long-term mechanical ventilation. *Crit Care Clin* 1994 Oct; 10: 845-866

Davies MG, Quinnell TG, Oscroft NS, Clutterbuck SP, Shneerson JM, Smith IE. Hospital outcomes and long-term survival after referral to a specialized weaning unit. *Br J Anaest* 2017 Apr 1; 118: 563-569

Davis JE, Sternbach GL, Varon J, Froman RE Jr.. Paracelsus and mechanical ventilation. *Resuscitation* 2000 Sep; 47: 3-5

de Torres JP, Cote CG, López MV, Casanova C, Díaz O, Marin JM, Pinto-Plata V, de Oca MM, Nekach H, Dordelly LJ, Aguirre-Jaime A, Celli BR. Sex differences in mortality in patients with COPD. *Eur Respir J* 2009 Mar; 33: 528-535

Döhner H, Kohler S, Lüdecke D. Pflege durch Angehörige - Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus der europäischen Untersuchung EUROFAMCARE. In: Deutsches Zentrum für Altersfragen, Hrsg. Informationsdienst Altersfragen, Berlin 2007: 9 - 14

Douglas SL, Daly BJ. Caregivers of long-term ventilator patients: physical and psychological outcomes. *Chest* 2003 Apr; 123: 1073-1081

Dreher M, Storre JH, Schmoor C, Windisch W. High-intensity versus low-intensity non-invasive ventilation in patients with stable hypercapnic COPD: a randomised crossover trial. *Thorax* 2010 Apr; 65: 303-308

Drinker P, Shaw LA. AN APPARATUS FOR THE PROLONGED ADMINISTRATION OF ARTIFICIAL RESPIRATION: I. A Design for Adults and Children. *J Clin Invest* 1929 Jun; 7: 229-247

Duiverman ML, Wempe JB, Bladder G, Vonk JM, Zijlstra JG, Kerstjens HA, Wijkstra PJ. Two-year home-based nocturnal noninvasive ventilation added to rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease patients: a randomized controlled trial. *Respir Res* 2011 Aug 23; 12: 112

Ellert U, Kurth BM. Gesundheitsbezogene Lebensqualität bei Erwachsenen in Deutschland. Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). Bundesgesundheitsblatt 2013; 56: 643-649

Evans R, Catapano MA, Brooks D, Goldstein RS, Avenando M. Family caregiver perspectives on caring for ventilator-assisted individuals at home. Can Respir J 2012 Nov-Dec; 19: 373-379

Fernández-Alvarez R, Rubinos-Cuadrado G, Cabrera-Lacalzada C et al. (2009): Home mechanical ventilation: dependency and burden of care in the home.; In: Arch Bronconeumol. 2009 Aug;45: 383-386

Garner DJ, Berlowitz DJ, Douglas J, Harkness N, Howard M, McArdle N, Naughton MT, Neill A, Piper A, Yeo A, Young A. Home mechanical ventilation in Australia and New Zealand. Eur Respir J 2013 Jan; 41: 39-45

Goldberg, AI. Noninvasive mechanical ventilation at home: building upon the tradition. Chest. 2002 Feb; 121: 321-324

Grassion L, Gonzalez-Bermejo J. Sleep and Mechanical Ventilation in Stable COPD Patients. COPD 2017 Aug; 14: 411-417

Hazenbergh A, Kerstjens HA, Prins SC, Vermeulen KM, Wijkstra PJ. Initiation of home mechanical ventilation at home: a randomised controlled trial of efficacy, feasibility and costs. Respr Med. 2014 Sep; 108: 1387-1395

Hirano YM, Yamazaki Y, Shimizu J, Togari T, Bryce TJ. Ventilator dependence and expressions of need: a study of patients with amyotrophic lateral sclerosis in Japan. Soc Sci Med 2006 Mar; 62: 1403-1412

Howard ME, Piper AJ, Stevens B, Holland AE, Yee BJ, Dabscheck E, Mortimer D, Burge AT, Flunt D, Buchan C, Rautela L, Sheers N, Hillman D, Berlowitz DJ. A randomised controlled trial of CPAP versus non-invasive ventilation for initial treatment of obesity hypoventilation syndrome. Thorax. 2017 May; 72: 437-444

Ingadóttir TS, Jonsdóttir H. Technological dependency—the experience of using home ventilators and long-term oxygen therapy: patients' and families' perspective. Scand J Caring Sci 2006 Mar; 20: 18-25

Jones SE, Packham S, Hebden M, Smith AP. Domiciliary nocturnal intermittent positive pressure ventilation in patients with respiratory failure due to severe COPD: long-term follow up and effect on survival. Thorax 1998 Jun; 53: 495-498

King AC. Long-term home mechanical ventilation in the United States. Respir Care 2012 Jun; 57: 921-930

Köhnlein T, Windisch W, Köhler D, Drabik A, Geiseler J, Hartl S, Karg O, Laier-Groeneveld G, Nava S, Schönhofer B, Schucher B, Wegscheider K, Criée CP, Welte T. Non-invasive positive pressure ventilation for the treatment of severe stable chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, multicentre, randomised, controlled clinical trial. *Lancet Respir Med* 2014 Sep; 2: 698-705

Lassen HCA. The Epidemic of Poliomyelitis in Copenhagen, 1952. *Proc R Soc Med* 1954 Jan; 47: 67-71

Laub M, Midgren B. Survival of patients on home mechanical ventilation: a nationwide prospective study. *Respir Med* 2007 Jun; 101: 1074-1078

Leger P, Bedicam JM, Cornette A, Reybet-Degat O, Langevin B, Polu JM, Jeannin L, Robert D. Nasal intermittent positive pressure ventilation. Long-term follow-up in patients with severe respiratory insufficiency. *Chest* 1994; 105: 100-105

Liu Y, Dai B, Su J, Peng Y, Tan W, Zhao HW. Effect of home noninvasive positive pressure ventilation on patients with severe stable chronic obstructive pulmonary disease: a meta-analysis. *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi* 2017 May 12; 40: 354-362

Llewellyn MA, Tilak KS, Swyer PR. A controlled trial of assisted ventilation using an oro-nasal mask. *Arch Dis Child* 1970 Aug; 45: 453-459

Lloyd-Owen SJ, Donaldson GC, Ambrosino N, Escarabill J, Farre R, Fauroux B, Robert D, Schoenhofer B, Simonds AK, Wedzicha JA. Patterns of home mechanical ventilation use in Europe: results from the Eurovent survey. *Eur Respir J* 2005 Jun; 25: 1025-1031

López-Campos JL, Falide I, Masa JF, Benitez-Moya JM, Barrot E, Ayerbe R, León-Jiménez A. Factors related to quality of life in patients receiving home mechanical ventilation. *Respir Med* 2008 Apr; 102: 605-612

Magnussen H, Kirsten AM, Köhler D, Morr H, Sitter H, Worth H. Leitlinien zur Langzeit-Sauerstofftherapie Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatungsmedizin e.V. *Pneumologie* 2008; 62: 48-56

Meichsner I. Geburt der Apparatedizin. Vor 80 Jahren: Künstlicher Atem aus der eisernen Lunge. *Deutschlandfunk* 2009; http://www.deutschlandfunk.de/geburt-der-apparatedizin.871.de.html?dram:article_id=126726 (letzter Zugriff am 17.01.2018)

Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001 Feb; 163: 540-577

Meyer JA. A practical mechanical respirator, 1929: the „iron lung“. *Ann Thorac Surg* 1990 Sep; 50: 490-493

MPBetreibV; Verordnung über das Errichten, Betreiben und Anwenden von Medizinprodukten (Meduzinprodukte-Betreiberverordnung-MPBetreibV),

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Ausfertigungsdatum: 29.06.1998

Murphy PB, Brignall K, Moxham J, Polkey MI, Davidson AC, Hart N. High pressure versus high intensity noninvasive ventilation in stable hypercapnic chronic obstructive pulmonary disease: a randomized crossover trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2012; 7: 811-818

Nafe M, Bretfeld S, Herberger K, Wiesner B, Grohé C. Konsequente nicht-invasive Beatmung steigert die FEV1 und senkt eindrücklich den pCO₂-Wert nach 6-monatiger Therapie auch bei „instabilen“ COPD III-IV-Patienten. *Pneumologie* 2017; 71: 1-125

Nafe M, Herberger K, Wiesner B, Grohé C. Intersektorale Konzepte zur außerklinischen Beatmung. *Dtsch med Wochenschr* 2017; 142: 1205-1210

NAMDRC. Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation - a consensus conference report. *Chest* 1999; 116: 521-534

Nasilowski J, Wachulski M, Trznadel W, Andrzejewski W, Migdal M, Drozd W, Pytel A, Suchanek R, Czajkowska-Malinowska M, Majszyk T, Szkulmowski Z, Chazan R. The evolution of home mechanical ventilation in Poland between 2000 and 2010. *Respir Care* 2015 Apr; 60: 577-585

Oczenski W. Nicht-invasive Beatmung (NIV = Non-Invasive Ventilation).; In: Oczenski, W, Hrsg. *Atmen - Atemhilfen*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2008: 291-294

Oscroft NS, Chadwick R, Davies MG, Quinell TG, Smith IE. Volume assured versus pressure preset non-invasive ventilation for compensated ventilatory failure in COPD. *Respir Med* 2014 Oct; 108: 1508-1515

Pallero M, Puy C, Güell R, Pontes C, Martí S, Torres F, Antón A, Muñoz X. Ambulatory adaption to noninvasive ventilation in restrictive pulmonary disease: a controlled trial with cost assessment. *Respr Med*. 2014 Jul; 108: 1014-1022

Price JL. The evolution of breathing machines. *Med Hist*. 1962 Jan; 6: 67-72

Radoschewski M. Gesundheitsbezogene Lebensqualität - Konzepte und Maße. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2000 Mar; 43: 165-189

Randerath WJ. Obesitas-Hypoventilations-Syndrom. *Somnologie* 2012 Sep; 16: 154-159

Roussos C. The failing ventilatory pump. *Lung* 1982; 160: 59-84

Schönhofer B, Geiseler J, Dellweg D, Moerer O, Barchfeld T, Fuchs H, Karg O, Rosseau S, Sitter H, Weber-Carstens S, Westhoff M, Windisch W. Prolongiertes Weaning, S2k-

Leitlinie herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V.. *Pneumologie* 2014a; 68: 19-75

Schönhofer B, Geiseler J, Herth F, Jany B, Pfeifer M, Westhoff M (WeanNet Study Group). WeanNet: The network of weaning units of the DGP (Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin) - results to epidemiology and outcome in patients with prolonged weaning. *Dtsch Med Wochenschr.* 2016 Sep; 141: e166-172

Schönhofer B, Geiseler J, Pfeifer M, Jany B, Herth F. WeanNet: Das Netzwerk pneumologischer Weaningzentren, Die neue Gruppe „5.1“ in der Sektion Intensiv- und Beatmungsmedizin der DGP. *Pneumologie* 2014b; 68: 737-742

Schönhofer B, Kuhlen R, Neumann P, Westhoff M, Berndt C, Sitter H. Nichtinvasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz, S3-Leitlinie herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin. *Pneumologie* 2008; 62: 449-479

Schönhofer B, Windisch W. Die Atempumpe. In: Bein T, Pfeifer M, Hrsg. *Intensivbuch Lunge: von der Pathophysiologie zur Strategie der Intensivtherapie.* Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft MWV, 2010: 25-41

Schucher B, Hein H, Magnussen H. Acceptance and long-term results of home mechanical ventilation in various thoracic diseases. *Med Klin (Munich)* 1999 Apr; 94: 22-26

Shaw RJ, Harvey JE, Bernard R, Gunary R, Tiley M, Steiner H. Comparison of short-term psychological outcomes of respiratory failure treated by either invasive or non-invasive ventilation. *Psychosomatics* 2009 Nov-Dec; 50: 586-591

Simonds AK. Home Mechanical Ventilation: An Overview. *Ann Am Thorac Soc* 2016 Nov; 13: 2035-2044.

Struik FM, Duiverman ML, Meijer PM, Nieuwenhuis JA, Kerstjens HA, Wijkstra PJ. Volume-targeted versus pressure-targeted noninvasive ventilation in patients with chest-wall deformity: a pilot study. *Respir Care* 2011 Oct; 56: 1522-1525

Stuck BA, Maurer JT. Atmungsregulation im Schlaf.; In: Stuck BA, Maurer JT, Schredl M, Weeß HG, Hrsg. *Praxis der Schlafmedizin.* Berlin - Heidelberg: Springer, 2013: 120-123

Sullivan CE, Berthon-Jones M, Issa FG. Remission of severe obesity-hypoventilation syndrome after short-term treatment during sleep with nasal continuous positive airway pressure. *Am Rev Respir Dis* 1983 Jul; 128: 177-181

Sullivan CE, Issa FG, Berthon-Jones M, Eves L. Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *Lancet* 1981 Apr 18; 1: 862-865

Tuggey JM, Plant PK, Elliott MW. Domiciliary non-invasive ventilation for recurrent acidotic exacerbations of COPD: an economic analysis. *Thorax* 2003 Oct; 58: 867-871

Tummons JL. A positive end-expiratory pressure-nasal-assist device (PEEP-NAD) for treatment of respiratory distress syndrome. *Anaesthesiology* 1973 Jun; 38: 592-595

van Kesteren RG, Velthuis B, van Leyden LW. Psychosocial problems arising from home ventilation. *Am J Phys Med Rehabil* 2001 Jun; 80: 439-446

Westhoff M, Schönhofer B, Neumann P, Bickenbach J, Barchfeld T, Becker H, Dubb R, Fuchs H, Heppner HJ, Janssens U, Jehser T, Karg O, Kilger E, Köhler HD, Köhnlein T, Max M, Meyer FJ, Müllges W, Putensen C, Schreiter D, Storre JH, Windisch W. Nicht-invasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz, S3-Leitlinie herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. *Pneumologie* 2015; 69: 719-756

WHO. <http://www.who.int/respiratory/copd/definition/en/> ; (letzter Zugriff am 17.01.2018)

Windisch W. Respiratorische Insuffizienz: O₂-Gabe oder Beatmung?. *Dtsch Arztebl* 2015; 112: 28

Windisch W, Brambring J, Budweiser S, Dellweg D, Geiseler J, Gerhard F, Köhnlein T, Mellies U, Schönhofer B, Schucher B, Siemon K, Walterspacher S, Winterholler M, Sitter H. Nichtinvasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz, S2-Leitlinie herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V.. *Pneumologie* 2010; 64: 207 - 240

Windisch W, Criée CP. Quality of life in patients with home mechanical ventilation. *Pneumologie* 2006 Sep; 60: 539-546

Windisch W, Dreher M, Geiseler J, Siemon K, Brambring J, Dellweg D, Grolle B, Hirschfeld S, Köhnlein T, Mellies U, Rosseau S, Schönhofer B, Schucher B, Schütz A, Sitter H, Stieglitz S, Storre J, Winterholler M, Young P, Walterspacher S, für die Leitliniengruppe „Nichtinvasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz“. S2k-Leitlinie: Nichtinvasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz - Revision 2017. *Pneumologie* 2017; 71: 722-795

Windisch W, Dreher M, Storre JH, Sorichter S. Nocturnal non-invasive positive pressure ventilation: physiological effects on spontaneous breathing. *Respir Physiol Neurobiol* 2006 Feb 28; 150: 251-260

Windisch W, Freidel K, Schucher B, Baumann H, Wiebel M, Matthys H, Petermann F. The Severe Respiratory Insufficiency (SRI) Questionnaire: a specific measure of health-related quality of life in patients receiving home mechanical ventilation. *J Clin Epidemiol* 2003 Aug; 56: 752-759

Windisch W, Kostic S, Dreher M, Virchow JC Jr, Sorichter S. Outcome of patients with stable COPD receiving controlled noninvasive positive pressure ventilation aimed at a maximal reduction of Pa(CO₂). *Chest* 2005 Aug; 128: 657-662

Windisch W, Storre JH, Sorichter S, Virchow JC Jr. Comparison of volumen- and pressure-limited NPPV at night: a prospective randomized cross-over trial. *Respir Med* 2005 Jan; 99: 52-59

11. Danksagung

Vielen Menschen bin ich im Zusammenhang mit der vorliegenden Dissertation zu großem Dank verpflichtet.

Allen voran möchte ich meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. med C. Grohé meinen herzlichen Dank für die Überlassung des Dissertationsthemas sowie die stets freundliche Unterstützung und konstruktive Beratung bei der Abfassung der Dissertationsschrift aussprechen.

Ebenso danke ich Frau Dr. med. B. Wiesner, die als meine Betreuerin immer ein offenes Ohr hatte und mir jederzeit mit kompetentem Rat zur Seite stand.

Frau Dr. med. Susan Brefeld danke ich für ihre tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung der häuslichen Visiten sowie ihre stets positive Einstellung und Kollegialität.

Ich danke Frau Dr. rer. medic. Heike Lüders für ihren wachsamem Blick und die konstruktive Kritik in allen statistischen Fragen.

Ebenfalls danke ich Frau Miranda Nafe, Janin Merbold, Antje Kassin, Corinna Fritz-Fischer, Elfi Taube, Simone Antmann, Jana Körner sowie Herrn Hans-Martin Schmidt. Sie alle hatten Anteil am Gelingen dieser zeitlich und organisatorisch aufwändigen Studie.

Herrn Dr. med. H. Brestrich danke ich für die gelegentliche Freistellung von meinen eigentlichen abteilungsinternen Aufgaben sowie für große Teile meiner medizinischen Ausbildung.

Nicht zuletzt danke ich ganz besonders meiner Familie für die fortwährende Unterstützung bei der Arbeit an dieser Studie. Trotz aller beruflichen Anforderungen wird sie immer der liebevolle Mittelpunkt meines Lebens sein.