

Telemonitoring bei Schlafapnoe

Evidenzbasierter Diskussionsbeitrag der Deutschen Gesellschaft für
Telemedizin e. V. (DGTelemed)

Beauftragung der ZTG Zentrum für Telematik und Telemedizin GmbH
Hagen, Mai 2024

Deutsche Gesellschaft für Telemedizin e.V.

Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin

Tel. 030 – 62936929-0 | Fax 030 – 62936929-9

E-Mail: info@dgtelemed.de | www.dgtelemed.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis.....	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Relevanz und Zielsetzung des evidenzbasierten Diskussionsbeitrags.....	1
2 Hintergrundinformationen	3
2.1 Gesundheitliche Fragestellung	3
2.2 Technologie / telemedizinisches Verfahren.....	6
3 Methodik	8
4 Ergebnisse.....	10
4.1 Literaturrecherche	10
4.2 Charakteristika der eingeschlossenen systematischen Reviews (Suche 1).....	13
4.3 Ergebnisse der eingeschlossenen Reviews (Suche 1).....	15
4.4 Methodische Qualität der eingeschlossenen Reviews (Suche 1)	23
4.5 Charakteristika, Ergebnisse und methodische Qualität der Primärstudien mit Studiensetting in Deutschland (Suche 2).....	24
5 Diskussion.....	27
5.1 Diskussion der Ergebnisse	27
5.2 Forschungsbedarf	30
5.3 Limitationen.....	31
6 Schlussfolgerungen.....	32
Literaturverzeichnis	34
Anhang	41
Glossar.....	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Flussdiagramm in Anlehnung an das PRISMA Flow Chart	12
---	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht der Studie Aardoom et al. 2020.....	17
Tabelle 2 Übersicht der Studie Hu et al. 2021	18
Tabelle 3 Übersicht der Studie Labarca et al. 2021	19
Tabelle 4 Übersicht der Studie Niu et al. 2023	21

Abkürzungsverzeichnis

95%-KI	95%-Konfidenzintervall
AASM	American Academy of Sleep Medicine
ABIM	American Board of Internal Medicine
AHI	Apnoe-Hypopnoe-Index
APAP	Automatic Positive Airway Pressure
BMI	Body-Mass-Index
BPAP	Bilevel Positive Airway Pressure
CPAP	Continuous Positive Airway Pressure
DGK	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie
DGSM	Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin
ESS	Epworth Sleepiness Scale
G-BA	Gemeinsamer Bundesausschuss
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
ICSD-3	International Classification of Sleep Disorders
MCID	Minimal Clinically Important Difference / Minimal klinisch bedeutsame Differenz
MeSH	Medical Subject Headings
NIV	Nicht-invasive Beatmungstherapie, Nicht invasive Beatmung
OSA	Obstruktive Schlafapnoe
PAP	Positive Airway Pressure
PG	Polygraphie
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses
PSG	Polysomnographie
RCT	Randomized Controlled Trial/ Randomisiert Kontrollierte Studie
RoB	Risk-of-Bias
SBAS	Schlafbezogene Atmungsstörungen
ZSA	Zentrale Schlafapnoe

1 Relevanz und Zielsetzung des evidenzbasierten Diskussionsbeitrags

Der vorliegende evidenzbasierte Diskussionsbeitrag wurde im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Telemedizin e.V. (DGTelemed) von der ZTG Zentrum für Telematik und Telemedizin GmbH (ZTG) erstellt. Die Initiative zu dieser Studie entstand auf dem Nationalen Fachkongress Telemedizin der DGTelemed im Jahr 2023. Dort wurde die Schlafapnoe als relevantes Beispiel für Telemonitoring hervorgehoben und breit diskutiert. Es wurde deutlich, dass Regularien für eine Regelversorgung noch fehlen. Da dabei die Evidenz immer wieder in den Mittelpunkt gerückt wird, will die DGTelemed mit diesem Beitrag für Transparenz sorgen.

Medizinisch relevant ist das Telemonitoring bei Schlafapnoe sowohl für deren Diagnostik als auch für die Therapieinitiation und -begleitung. Dieser Diskussionsbeitrag thematisiert schwerpunktmäßig die Telemonitoring-gestützte Therapiebegleitung. Die Positivdruck-Atemwegstherapie (PAP-Therapie), insbesondere die kontinuierliche Positivdruck-Atemwegstherapie (CPAP-Therapie) stellt zwar nachweislich eine effektive Behandlungsmethode für Patient:innen mit obstruktiver Schlafapnoe (OSA) dar, jedoch hängt die langfristige Wirksamkeit der Therapie stark von der (Langzeit-)Adhärenz der Patient:innen ab. Insbesondere die Aufrechterhaltung der Therapieadhärenz ist jedoch im Rahmen der CPAP-Therapie häufig problematisch. Um Adhärenzprobleme frühzeitig erkennen und entsprechend intervenieren zu können, empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM) in der S3-Leitlinie „Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörung“ in dem Kapitel „Schlafbezogene Atmungsstörungen bei Erwachsenen“ u. a. den **ergänzenden Einsatz von Telemonitoring zur Begleitung der CPAP-Therapie** (Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e. V. 2017). Mithilfe des Telemonitorings können Probleme in der Adhärenz frühzeitig wahrgenommen sowie die direkte Kontaktaufnahme mit den Patient:innen und notwendige Interventionen gezielt ermöglicht werden. Zudem werden weitere Vorteile gesehen, wie die Vereinfachung von Prozessabläufen, die Gewährleistung einer standardisierten Qualität in der Versorgung, die Reduktion von Wartezeiten oder die Vermeidung von Aufenthalten im Schlaflabor zur Therapiekontrolle.

Trotz der Anerkennung des Nutzens des Telemonitorings als ergänzende Maßnahme zur Routineversorgung von Patient:innen mit OSA durch Fachgesellschaften wie die DGSM und deren Forderung zur Kostenübernahme steht dessen Integration in die Regelversorgung bislang aus. Ausnahmen bilden lediglich einzelne Behandlungsangebote im Rahmen von Selektivverträge (Deutsches Ärzteblatt 2020; Techniker Krankenkasse o. J.).

Die Integration neuer (digitaler) Anwendungen in die Regelversorgung in Deutschland ist langwierig und erfordert die Erfüllung einer Reihe von Kriterien hinsichtlich ihrer Wirksamkeit, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit. Die Generierung von Evidenz aus (internationalen) Studien stellt auf dem Weg in das GKV-Versorgungssystem einen zentralen Schritt dar, da im Bereich telemedizinischer Anwendungen

seitens der Kostenträger teils auf eine fehlende Evidenz verwiesen wird. Grundsätzlich handelt es sich bei Telemonitoring-Anwendungen nach Ansicht der DGTelemed im Allgemeinen um keine neue medizinische Methode, sondern vielmehr um eine Optimierung des Prozesses. Das bedeutet, dass Telemonitoring nicht als separate Behandlungsmethode betrachtet werden sollte, sondern als ein Werkzeug, das die bestehenden Methoden verbessert und die Patientenversorgung effizienter gestaltet (Deutsche Gesellschaft für Telemedizin e. V. 2023).

Als Ausgangsthese lässt sich auch für das Telemonitoring zur Begleitung der CPAP-Therapie bei Patient:innen mit einer OSA also feststellen, dass es sich hierbei um keine neue medizinische Methode, sondern lediglich um eine Prozessinnovation handelt, da der Nutzen der zugrundeliegenden medizinischen Therapie, d. h. der CPAP-Therapie, bereits belegt und anerkannt ist. Anstatt einer generellen Suche nach Evidenz für den Nutzen der CPAP-Therapie an sich, liegt der Fokus dieses Beitrags daher auf der Evidenz, die spezifisch den Nutzen des Telemonitorings im Rahmen der CPAP-Therapie belegt. Der zu untersuchende fragliche potenzielle Nutzen wird in diesem Beitrag als eine Steigerung der Therapieadhärenz definiert, da die Adhärenz zur Therapie in der Fachliteratur in einen direkten Zusammenhang mit dem klinischen Erfolg der Therapie, insbesondere im Zusammenhang mit Auswirkungen auf die Tagesschläfrigkeit, die Kognition, den Blutdruck und die Lebensqualität, gebracht wird (Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e. V. 2017).

Die Studienlage zum Einsatz telemedizinischer Verfahren, insbesondere des Telemonitorings, bei der Behandlung schlafbezogener Atmungsstörungen (SBAS), vornehmlich der OSA, wird in der Fachliteratur heterogen bewertet (Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e. V. 2017). Ursächlich dafür ist vor allem, dass die in den Studien verwendeten telemedizinischen Konzepte erheblich in Bezug auf die erfassten Daten, die Art der Datenübermittlung, Datenspeicherung, Datenauswertung und die daraus resultierenden Interventionen an den Patient:innen, variieren.

Untersuchungsgegenstand vieler Studien ist die Auswirkung von (telemedizinischen) Interventionen auf die Adhärenz der Therapie, während die Therapieeffekte häufig als sekundäre Endpunkte in die Betrachtung einfließen. Einige Studien zeigen positive Effekte auf die Adhärenz, insbesondere die nächtliche Nutzungsdauer der Therapie, während andere keine wesentlichen positiven Effekte nachweisen.

Der vorliegende evidenzbasierte Diskussionsbeitrag verfolgt das Ziel, den gegenwärtigen Stand der Forschung hinsichtlich der Effektivität telemedizinischer Ansätze, insbesondere des Telemonitorings, bei der Therapie von SBAS, speziell der OSA, zu untersuchen. Der Beitrag soll außerdem bestehende Lücken in der Forschung identifizieren und Empfehlungen für zukünftige Studien und/oder die klinische Praxis geben. Im engeren Sinne soll folgende Fragestellung beantwortet werden:

- **Welches Potenzial bieten Telemonitoring-basierte Betreuungsmodelle für Patient:innen mit einer OSA, die eine PAP-Therapie, insbesondere eine CPAP-Therapie erhalten, im Hinblick auf die Verbesserung der Therapieadhärenz?**

2 Hintergrundinformationen

2.1 Gesundheitliche Fragestellung

SBAS zählen zu den am weitesten verbreiteten Schlafstörungen. Sie manifestieren sich primär während des Schlafs und resultieren in Atmungsstörungen, die auf Veränderungen im zentralen Nervensystem und/ oder den Muskeln, die die Atmung steuern, basieren. Die gestörte Atmung äußert sich vor allem durch Episoden von Atemaussetzern (Apnoen), teilweisen Atemaussetzern (Hypopnoen) mit oder ohne Verengung im Rachenraum sowie durch unzureichende Atmung (Hypoventilationen). Es gibt verschiedene Arten von SBAS, die sich alle durch charakteristische Merkmale unterscheiden.

Nach der „International Classification of Sleep Disorders“ (ICSD-3) werden die folgenden fünf Hauptgruppen von SBAS unterschieden:

- Obstruktive Schlafapnoe (OSA),
- zentrale Schlafapnoe (ZSA),
- schlafbezogene Hypoventilationen
- schlafbezogene Hypoxie und
- isolierte Symptome und Normvarianten.

Zusätzlich zu diesen Hauptgruppen beschreibt die ICSD-3 insgesamt 18 spezifische Krankheitsbilder innerhalb der SBAS (Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e. V. 2017; Schulz et al. 2020).

Die Prävalenz von SBAS wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst, darunter das Lebensalter, das Geschlecht, der Body-Mass-Index (BMI), anatomische Merkmale der oberen Atemwege sowie kardiale und nichtkardiale Begleiterkrankungen. Männer sind deutlich häufiger von SBAS betroffen als Frauen. Insbesondere die Prävalenz der OSA ist sehr hoch und zeigt eine steigende Tendenz. Gemäß den Kriterien des ICSD-3 sind ca. 3 bis 7 % der erwachsenen Männer und 2 bis 5 % der erwachsenen Frauen von dieser Störung betroffen. Die Ergebnisse einer Gesundheitsstudie aus Mecklenburg-Vorpommern mit dem Titel „Study of Health in Pomerania“ (SHIP-Studie) bestätigen die hohe Prävalenz auch für Deutschland (Mengden et al. 2011).

Die geschätzte Prävalenz der OSA betrug in dieser Studie 46 % (59 % Männer, 33 % Frauen) für einen Apnoe-Hypopnoe-Index (AHI) ≥ 5 und 21 % (30 % Männer, 13 % Frauen) für

einen AHI ≥ 15 . Der AHI gibt an, wie oft pro Stunde Schlaf Atempausen (Apnoen und Hypopnoen) auftreten. Ein Wert über 5 pro Stunde wird als abnorm angesehen. Der Schweregrad der OSA wird anhand des AHI festgelegt, wobei Werte von 5-15 pro Stunde als leichtgradig, 15-30 pro Stunde als mittelgradig und Werte über 30 pro Stunde als schwerwiegend betrachtet werden. In den vergangenen zwei Jahrzehnten wurde ein Anstieg der Prävalenz der OSA um 14 bis 55 % beobachtet. Die steigende Prävalenz wird vor allem durch die zunehmende Häufigkeit der Adipositas, die Überalterung der Bevölkerung und den verbreiteten Einsatz diagnostischer Methoden wie der Polygraphie (PG) erklärt. Auch im Zusammenhang mit überstandenen COVID-19-Infektionen wird eine OSA sehr häufig diagnostiziert (Fietze et al. 2019; Fox et al. 2021; Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e. V. 2017).

SBAS, insbesondere die OSA, sind von erheblicher klinischer Bedeutung. Die OSA ist stark mit ausgeprägter Tagesmüdigkeit oder -schläfrigkeit assoziiert, was das Risiko für Unfälle erhöhen und kognitive Funktionen beeinträchtigen kann. Darüber hinaus ist das kardiovaskuläre Risiko bei OSA unabhängig von anderen Faktoren wie Übergewicht, Diabetes mellitus und Rauchen deutlich erhöht. Die Prävalenz kardiovaskulärer Folgeerkrankungen, wie arterieller Hypertonie wird begünstigt. Patient:innen mit OSA zeigen auch eine erhöhte Prävalenz des metabolischen Syndroms, das Adipositas, Hypertonie, Diabetes mellitus und Hyperlipidämie umfasst. Epidemiologische Studien weisen zudem darauf hin, dass mit zunehmendem Schweregrad der OSA eine Zunahme von Krebserkrankungen in Bezug auf Inzidenz und Mortalität einhergeht. Eine frühzeitige Erkennung und Behandlung von SBAS kann demnach nicht nur das Unfallrisiko reduzieren und die Lebensqualität verbessern, sondern auch die Morbidität und Mortalität der Betroffenen senken. Es wird zudem angenommen, dass unbehandelte OSA zu einer Kostensteigerung im Gesundheitswesen führt, während eine effektive Therapie unter gesundheitsökonomischen Gesichtspunkten als kosteneffiziente Maßnahme betrachtet wird. Die durch die OSA verursachten ökonomischen Auswirkungen beinhalten vor allem direkte Kosten durch den Aufenthalt der Patient:innen in einem Schlaflabor sowie das Behandlungserfordernis korrelierter Folgeerkrankungen. Indirekte Kosten können durch die resultierende Tagesmüdigkeit entstehen, wenn beispielsweise Unfälle oder Arbeitsausfälle die Folge sind (Fietze und Glos 2022).

Bei der Diagnosestellung und den Therapieentscheidungen spielen die Schwere und Art der SBAS eine entscheidende Rolle, wobei eine umfassende Berücksichtigung klinischer Beschwerden und komorbider Erkrankungen erforderlich ist (Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e. V. 2017; Schulz et al. 2020; Fox et al. 2021). Die Diagnostik von SBAS folgt einem standardisierten Stufenplan gemäß den Richtlinien der DGSM sowie den „BUB-Richtlinien“ des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA). Aufgrund der Häufigkeit des Krankheitsbildes und den damit verbundenen Einschränkungen der Lebensqualität hat die DGSM außerdem praktische

Empfehlungen für die Diagnose und Behandlung von OSA erstellt (Stuck et al. 2021). Diese Empfehlungen sind an die Choosing-Wisely-Kampagne des American Board of Internal Medicine (ABIM) sowie an die Empfehlungen der American Academy of Sleep Medicine (AASM) angelehnt. Sie basieren auf der aktuellen S3-Leitlinie der DGSM zu SBAS und Positionspapieren, an denen die DGSM beteiligt war. Der Diagnoseprozess umfasst verschiedene Schritte, darunter die Verwendung von Fragebögen wie der Epworth Sleepiness Scale (ESS) zur Erfassung des Symptoms Tagesschläfrigkeit und die körperliche Untersuchung, die sich nach dem klinischen Bild und vorhandenen Komorbiditäten richtet, einschließlich der Untersuchung der oberen Atemwege. Die apparative Diagnostik erfolgt durch PG und Polysomnographie (PSG). Die PSG im Schlaflabor wird empfohlen, wenn auf Basis der meist ambulant durchgeführten PG keine klare Therapieentscheidung möglich ist oder trotz unauffälliger PG weiterhin der Verdacht auf eine SBAS besteht. Je nach Bedarf werden die Diagnoseverfahren kombiniert, wobei die PSG im Schlaflabor mit schlafmedizinischem Fachpersonal als Grundinstrument und Referenzmethode empfohlen wird. Hierbei wird unter anderem der AHI gemessen. (Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e. V. 2017; Schulz et al. 2020; Stuck et al. 2021).

Die PAP-Therapie, insbesondere die CPAP-Therapie, ist seit fast 40 Jahren der Goldstandard für die Behandlung der OSA. Sie beinhaltet eine nächtliche Überdruckbeatmung, die die oberen Atemwege pneumatisch stabilisieren soll. Die CPAP-Therapie ist indiziert ab einem AHI ≥ 15 pro Stunde. Bei Komorbiditäten oder einer bestimmten Symptomatik, die beispielsweise von einer ausgeprägten Tagesschläfrigkeit gekennzeichnet ist, kann die Einleitung der Therapie auch bei einem AHI zwischen 5 und 15 pro Stunde in Erwägung gezogen werden. Sie kann Schnarchen, Atempausen und Schlafhypoxie signifikant reduzieren, die Schlafarchitektur verbessern und hat günstige Auswirkungen auf das Herz-Kreislauf-System. Das Ziel der CPAP-Therapie ist die Herstellung eines ungestörten Schlafes mit einem AHI < 15 pro Stunde sowie eine Reduzierung der Tagesmüdigkeit. Gemäß den „Klug entscheiden“-Empfehlungen zur obstruktiven Schlafapnoe ist **für einen klinischen Erfolg die Nutzung der CPAP-Therapie über mindestens vier Stunden pro Nacht und mehr als 70 % der Nächte notwendig**. Bei ausreichender Anwendungsdauer können positive Effekte auf die kardiovaskuläre Morbidität und die Tagesschläfrigkeit beobachtet werden. Allerdings liegt die Langzeitadhärenz nur bei ca. 70 % und die mittlere Nutzungszeit pro Nacht beträgt laut einem aktuellen Review lediglich 4,5 Stunden. In der S3-Leitlinie der DGSM wird die regelmäßige Nutzungszeit der CPAP-Therapie bei 29 bis 83 % der OSA-Patient:innen sogar mit weniger als vier Stunden beschrieben, wobei die Nutzungszeit in den ersten vier Jahren der Therapie mit 5,3 Stunden pro Nacht bei 70 % der Patient:innen im Durchschnitt noch höher liegt. Probleme im Zusammenhang mit der Therapieadhärenz treten insbesondere aufgrund von Nebenwirkungen wie Druckstellen, Undichtigkeit (Leckage) der Maske und trockenen Schleimhäuten auf. Als entscheidender Zeitraum für die Beeinflussung der Adhärenz werden die ersten drei Monate der Therapie betrachtet, wobei intensive

Unterstützung und Beratung der Patient:innen entscheidend sind (Schulz et al. 2020; Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e. V. 2017; Stuck et al. 2021).

Neben der etablierten CPAP-Therapie stehen modifizierte Positivdrucktherapieverfahren wie die automatische Positivdruck-Atemwegstherapie (APAP-Therapie), biphasische Positivdruck-Atemwegstherapie (BPAP-Therapie) und druckverzögerte Therapie zur Verfügung. Es gibt Hinweise darauf, dass die APAP-Therapie bei mittelgradiger bis schwerer OSA wirksam ist, insbesondere bei Patient:innen ohne signifikante Begleiterkrankungen. Die APAP-Therapie wird daher als mögliche Alternative zur CPAP-Therapie betrachtet, jedoch bleibt die Überlegenheit in Bezug auf Effektivität und Langzeitnutzen gegenüber der CPAP-Therapie noch unklar. Empfehlungen für die Anwendung von APAP-Geräten schließen eine Diagnosestellung mittels APAP-Verfahren aus und betonen die Kontraindikationen bei bestimmten kardio-pulmonalen Erkrankungen. Bei Patient:innen, die die CPAP-Therapie ablehnen oder bei denen die Anwendung kontraindiziert ist, können alternative Verfahren wie APAP- oder BPAP-Therapie in Erwägung gezogen werden. Die Auswahl des geeigneten Therapieverfahrens sollte unter Berücksichtigung der individuellen Charakteristika der Patient:innen, der Art der Atemwegserkrankung, des Therapieerfolgs und der Therapieadhärenz erfolgen. Obwohl die CPAP-Therapie als kosteneffektive Therapie betrachtet wird, zeigt sich, dass sie nicht in allen Patient:innenpopulationen überlegen ist. Nichtsdestotrotz wird empfohlen, bei schwerer OSA zunächst eine CPAP-Therapie zu initiieren (Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e. V. 2017).

2.2 Technologie / telemedizinisches Verfahren

Medizinische Fachgesellschaften, wie die DGSM und die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (DGK) haben in Positionspapieren und Leitlinien die Möglichkeiten der Anwendung von Telemedizin im Bereich der Schlafmedizin diskutiert (Randerath et al. 2017; Fox et al. 2021). Insgesamt erkennen diese Gesellschaften vielversprechende Ansätze zur Unterstützung der Diagnostik und Therapie von SBAS, insbesondere der OSA durch Telemedizin an. Die DGK bezieht sich dabei auch auf die Empfehlungen von Fachgesellschaften im internationalen Raum, wie der AASM. Insbesondere im Bereich der Telediagnostik werden vielversprechende Ansätze gesehen. Telemedizinische Anwendungen aus dem Bereich der Telediagnostik bieten theoretisch die Möglichkeit, benötigte fachmedizinische Expertise an Standorten, ohne direkte schlafmedizinische Versorgungsstrukturen zur Verfügung zu stellen. Dabei wird auch die Möglichkeit der frühzeitigen Bereitstellung schlafmedizinischer Expertise durch Videosprechstunden im Zusammenhang mit der Ersteinschätzung von Patient:innen erwähnt, um die limitierten Kapazitäten für die PSG besser zu verteilen. Zusätzlich werden Apps zur Vorabdiagnose von OSA genannt. Diese Apps arbeiten mit zertifizierten Screeningmethoden wie z. B. dem NoSAS-Score

oder dem STOP-BANG-Score, um Atemstörungen im Schlaf zu erkennen. Es wird auch die Möglichkeit erwähnt, Wearables oder andere Sensoren im Bereich der Diagnostik einzusetzen. Allerdings wird darauf hingewiesen, dass für die klinische Anwendung dieser Technologien eine klinische Validierung gegenüber dem diagnostischen Goldstandard, der PSG, noch aussteht (Fox et al. 2021).

Trotz dessen, dass Fachgesellschaften der Anwendung von Telemedizin durchaus einen Nutzen in der Versorgung zusprechen, wird der Einsatz telemedizinischer Anwendungen in Form von Telediagnostik, Teletherapie und Telekonsilen in der gegenwärtigen deutschen Routineversorgung von Patient:innen mit SBAS allerdings, aufgrund der bislang unzureichenden Evaluation, noch nicht empfohlen. Ebenfalls ausgeschlossen ist derzeit die Anwendung des Telemonitorings in der nicht-invasiven Beatmungstherapie (NIV), ebenfalls aufgrund der bislang unzureichenden Evidenzlage (Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e. V. 2017).

Lediglich für den Einsatz des Telemonitorings im Rahmen der PAP-/CPAP-Therapie bei OSA spricht die DGSM in der S3-Leitlinie „Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörung“ in dem Kapitel „Schlafbezogene Atmungsstörungen bei Erwachsenen“ eine direkte Empfehlung aus. Der Einsatz von Telemonitoring wird in diesem Zusammenhang als hilfreich, u.a. zwecks Förderung der Therapieadhärenz, betrachtet. Es wird aber auch darauf verwiesen, dass die Effekte bislang wissenschaftlich wenig untersucht seien, einige Studien allerdings durchaus positive Effekte aufweisen, insbesondere auf die nächtliche Nutzungsdauer der Therapie (Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e. V. 2017; Randerath et al. 2017).

Zur Beschreibung des Begriffs Telemonitoring existieren in der Fachliteratur und in Expert:innenkreisen verschiedene Definitionen. Die Autor:innen des hier vorliegenden Diskussionspapiers haben sich für ein im Folgenden besseres Verständnis auf die folgende Definition festgelegt:

Als Telemonitoring wird die Fernüberwachung des aktuellen Patient:innenzustands anhand von in der Häuslichkeit der Patient:innen erhobenen Gesundheitsindikatoren bezeichnet, die an die Versorgenden übertragen und sodann hinsichtlich eines Handlungserfordernisses bewertet werden. Telemonitoring ermöglicht ein zeitgerechtes, individuell angepasstes Handeln und stärkt Selbstmanagement sowie Patient:innensouveränität.

Telemonitoring-basierte Betreuungsmodelle für Patient:innen mit OSA sind häufig konzipiert, um spezifische Therapiedaten, wie beispielsweise die Nutzung von CPAP-Geräten und das Auftreten von Leckagen, digital und regelmäßig (z. B. täglich) oder in Echtzeit an medizinische Versorger wie Homecare-Provider, Ärzt:innen oder Schlaflabore zu übermitteln. Die Daten werden einer Bewertung hinsichtlich eines Handlungsbedarfs unterzogen. Durch diese regelmäßigen Kontrollen wird eine frühzeitige Identifizierung von Abweichungen in der Therapie ermöglicht, wodurch entsprechende

Maßnahmen zur Optimierung eingeleitet werden können. Zusätzlich können verschiedene Formen des Feedbacks, wie beispielsweise ereignisbasierte Nachrichten sowie Schulungsangebote eingesetzt werden, um Patient:innen wichtige Informationen zur Therapie zu vermitteln mit dem Ziel, insbesondere die Therapieadhärenz und -nutzungsdauer zu verbessern. Solche Modelle ermöglichen ein individualisiertes Therapiemanagement und eine frühzeitige Erkennung potenzieller Probleme während der Behandlung. Dies kann dazu beitragen, Wartezeiten zu reduzieren, Schlaflaboraufenthalte zur Therapiekontrolle zu vermeiden und Versorgungslücken zu schließen, die insbesondere in ländlichen Gebieten die Qualität der Versorgung gefährden könnten (Arzt 2022).

Die Technologie des Telemonitorings zur Überwachung des Therapieverlaufs der CPAP-Therapie von Patient:innen mit OSA befindet sich in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium. Auf dem deutschen Markt existieren diverse Anbietende, die in ihre Therapiegeräte unterschiedliche Optionen zur Datenübertragung implementiert haben. Zusätzlich bieten die Hersteller:innen Softwareprodukte an, die die Auswertung der übertragenen Daten ermöglichen, einschließlich Daten, die Auskunft über Therapieadhärenz und -effizienz geben können. Die angebotenen Datenschnittstellen können je nach Hersteller:in variieren. Des Weiteren bieten die Hersteller:innen Funktionen der Fernsteuerung von Therapiegeräteeinstellungen und der Fernerkennung von Gerätefehlern an. Die Fernbetreuung der CPAP-Therapie beinhaltet oft die Anpassung der Geräteeinstellungen, der Maske und die Förderung der Therapiemotivation durch die Anbietenden der Geräte. Die Auswertung der Therapiedaten kann durch die behandelnden Ärzt:innen oder das Personal im Schlaflabor erfolgen. Patient:innen können den Therapieverlauf häufig mit Hilfe einer App mitverfolgen und Informationen zu ihrer Erkrankung erhalten.

3 Methodik

Zur Erschließung der wissenschaftlichen Evidenz, auf der dieser evidenzbasierte Diskussionsbeitrag und die Beantwortung der formulierten Forschungsfrage fußen, wurde eine teilsystematische Recherche der wissenschaftlichen Literatur zur Thematik durchgeführt.

Zunächst erfolgte eine Suche nach aktuellen systematischen Reviews und/oder Metaanalysen in der Literaturdatenbank PubMed. Dazu wurde eine Suchstrategie verwendet, die sich aus den Gebieten Schlafapnoe, PAP-Therapie (speziell CPAP) und Telemonitoring bzw. Telemedizin zusammensetzt. Trotz des Fokus dieses Diskussionsbeitrags auf Telemonitoring-Interventionen wurde aufgrund der Ergebnisse vorheriger Testrecherchen während der Suchstring-Entwicklung eine Erweiterung auf telemedizinische Interventionen im Allgemeinen erforderlich. Denn zum einen wird in Studien zu Telemonitoring-Interventionen gerade im englischsprachigen Raum nicht durchgängig der Begriff Telemonitoring (bzw. „remote monitoring“), sondern z. T. nur der übergeordnete Begriff der

telemedizinischen Intervention verwendet. Zum anderen, ggf. auch in Zusammenhang mit dem erstgenannten Grund, zeigte sich, dass bisher keine systematischen Reviews zur Indikation vorliegen, die sich auf die Untersuchung der Wirkung speziell eines therapiebegleitenden Telemonitorings fokussieren. Für die drei Gebiete wurden jeweils Synonyme, verwandte Begriffe und Schlagwörter (Medical Subject Headings (MeSH)-Terms) als alternative Begriffe zugelassen (ODER-Verknüpfung innerhalb der drei Gebiete). Die drei Begriffsgruppen wurden kombiniert (UND-Verknüpfung). Der konkrete angewandte Suchstring kann Anhang 1 entnommen werden. Der Suchzeitraum reichte bis zu einem Publikationszeitpunkt bis einschließlich März 2024. Systematische Reviews und Metaanalysen wurden über die Anwendung einer Filterung der Ergebnisse nach Artikeltyp selektiert. Die Suche wurde auf Studien, die seit 2020 veröffentlicht wurden, begrenzt. Die Definition dieses Suchzeitraums erfolgte zunächst, da eine Beschränkung auf aktuelle Studien angestrebt wurde und gerade bei systematischen Reviews, deren eingeschlossene Primärstudien wiederum früher veröffentlicht wurden, hierzu eine enge Begrenzung notwendig erscheint. Ferner ist die Beschränkung auf systematische Reviews der 2020er-Jahre sinnvoll, da, vor dem Hintergrund der COVID-19-Pandemie sowie den sich zuspitzenden Herausforderungen unserer alternden Gesellschaft, die Relevanz von Telemonitoring seitdem indikationsübergreifend erheblich gestiegen ist. In Deutschland ist dies etwa auch an dem erstmaligen Übergang von Telemonitoring in die Regelversorgung für die Indikation der fortgeschrittenen Herzinsuffizienz erkennbar. Es wird vermutet, dass die Steigerung der Relevanz auch die Evidenzgenerierung befördert hat. Der Suchzeitraum reichte bis zu einem Publikationszeitpunkt bis einschließlich März 2024. Das Screening der Ergebnisse und die Selektion der Studien erfolgten unabhängig voneinander durch zwei Reviewerinnen. Bei Uneinigkeiten wurde der Einschluss, moderiert durch eine dritte unabhängige Person, zwischen den beiden Reviewerinnen diskutiert und eine gemeinsame Entscheidung gefällt. Zur Selektion wurden folgende Ein- und Ausschlusskriterien angewendet:

- Systematisches Review und/oder Metaanalyse mit Publikationszeitpunkt zwischen 2020 und 2024
- Patient:innen mit diagnostizierter OSA und PAP-Therapie
- Kein Fokus auf eine bestimmte Bevölkerungsgruppe (Alter, Ethnizität, Bildung, Einkommen etc.)
- Untersuchung der Wirkung einer therapiebegleitend ergänzend eingesetzten telemedizinischen Intervention (mit besonderem Fokus auf Telemonitoringlösungen) auf die Therapieadhärenz im Vergleich zur gewöhnlichen Versorgung/Standardversorgung (PAP-Therapie ohne Einsatz einer telemedizinischen Intervention)
- Keine Untersuchung anderer Interventionsarten

Studiencharakteristika, methodische Qualität und Studienergebnisse werden über die eingeschlossenen Studien hinweg narrativ zusammengefasst.

Ergänzend wurde eine zweite Suche nach Primärstudien, deren Setting in Deutschland verortet ist, ebenfalls in PubMed, durchgeführt. Dazu wurde der Suchstring der ersten Suche erweitert um einen vierten Teil zum Ort „Deutschland“. Auch für diesen Teil wurden Synonyme, verwandte Begriffe und Schlagwörter (Medical Subject Headings (MeSH)-Terms) als alternative Begriffe hinzugefügt (ODER-Verknüpfung). Die neue vierte Begriffsgruppe wurde sodann mit den drei bestehenden Begriffsgruppen des ersten Suchstrings kombiniert (UND-Verknüpfung). Der konkrete angewandte Suchstring findet sich in Anhang 1. Begrenzt wurde die Suche auf Studien der letzten zehn Jahre (2014 bis 2024). Der Suchzeitraum reichte bis zu einem Publikationszeitpunkt bis einschließlich März 2024. Auch bei der zweiten Suche nahmen zwei Reviewerinnen unabhängig voneinander die Studienselktion vor und trafen bei Uneinigkeiten eine gemeinsame Entscheidung auf Basis einer Diskussion, begleitet durch eine unabhängige Moderatorin. Die Ein- und Ausschlusskriterien zur Selektion lauteten:

- Primärstudie (mit Originaldaten) mit Publikationszeitpunkt zwischen 2014 und 2024
- Patient:innen mit diagnostizierter OSA und PAP-Therapie
- Kein Fokus auf eine bestimmte Bevölkerungsgruppe (Alter, Ethnizität, Bildung, Einkommen etc.)
- Untersuchung der Wirkung eines therapiebegleitend ergänzend eingesetzten Telemonitorings¹ auf die Therapieadhärenz im Vergleich zur gewöhnlichen Versorgung/Standardversorgung (PAP-Therapie ohne Einsatz eines Telemonitorings)
- Studiensetting in Deutschland

Studiencharakteristika, methodische Qualität und Studienergebnisse werden über die eingeschlossenen Studien hinweg narrativ zusammengefasst.

4 Ergebnisse

4.1 Literaturrecherche

In der ersten Suche nach aktuellen systematischen Reviews und/oder Metaanalysen wurden insgesamt sieben Ergebnisse identifiziert. Auf Basis eines Titel- und Abstract-Screenings wurden drei Artikel aufgrund eines Abweichens von den inhaltlichen Kriterien zum Untersuchungsgegenstand ausgeschlossen:

¹ Das Einschlusskriterium hinsichtlich der Interventionsart wurde für die zweite Suche bewusst strenger definiert, da die Evidenzlage eine Beschränkung auf Telemonitoring-Interventionen zuließ.

- ein Artikel aufgrund der Untersuchung eines Ersatzes von Patientenkontakten in Präsenz durch Fernkontakte per Telefon oder Videokommunikation (Alsaif et al. 2022),
- ein Artikel aufgrund der Untersuchung verschiedener verhaltensbezogener oder psychosozialer Interventionen (Chaiard und Bhatarasakoon 2023) und
- ein Artikel aufgrund dessen Fokus auf Patient:innen einer bestimmten Bevölkerungsgruppe mit Schlafstörungen jeglicher Art (Richter et al. 2020).

Die verbleibenden vier Artikel (Aardoom et al. 2020; Hu et al. 2021; Labarca et al. 2021; Niu et al. 2023) wurden in das narrative Review dieses Diskussionsbeitrags eingeschlossen.

Die zweite Suche nach Primärstudien mit Studiensetting in Deutschland lieferte insgesamt 28 Ergebnisse. Mittels eines reinen Titelscreenings wurden im ersten Schritt neun Artikel ausgeschlossen:

- drei Artikel aufgrund dessen, dass es sich um keine Publikation zu einer Primärstudie handelte (Tomás et al. 2016; Pépin und Randerath 2023; Richter et al. 2020),
- ein Artikel aufgrund eines Studiensettings außerhalb Deutschlands (Correia et al. 2024) und
- fünf Artikel aufgrund eines Abweichens von den inhaltlichen Kriterien zum Untersuchungsgegenstand, davon
 - zwei Artikel aufgrund der Untersuchung einer Therapieumstellung (Pépin et al. 2018; Benjafield et al. 2019),
 - ein Artikel aufgrund der Untersuchung einer diagnostischen Methode (Braun et al. 2023),
 - ein Artikel aufgrund der Untersuchung einer alternativen Therapieform (Steffen et al. 2023) und
 - ein Artikel aufgrund des Vergleichs der Therapieadhärenz zwischen den Studiensettings verschiedener Länder (Drager et al. 2021).

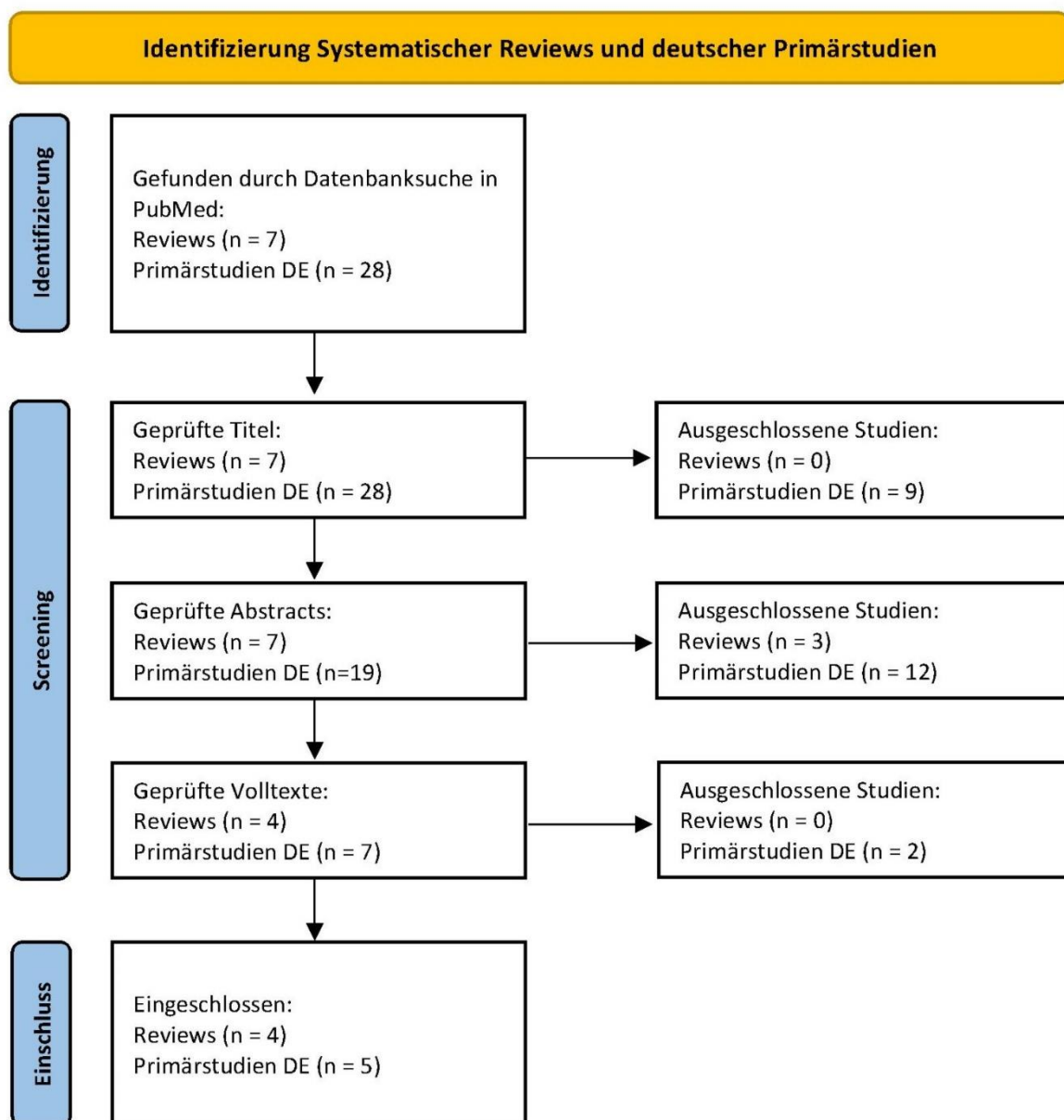
Von den verbleibenden 19 Artikeln wurden weitere zwölf im Abstract-Screening ausgeschlossen:

- drei Artikel aufgrund dessen, dass es sich um keine Publikation zu einer Primärstudie handelte (Arzt 2022; Dietz-Terjung et al. 2022; Weaver 2019) und
- neun Artikel aufgrund eines Abweichens von den inhaltlichen Kriterien zum Untersuchungsgegenstand, davon
 - sieben Artikel aufgrund dessen, dass ihr Abstract keinen Hinweis auf die Untersuchung eines therapiebegleitenden Telemonitorings enthielt, davon ist 1 Artikel zusätzlich ein Duplikat (Braun et al. 2022; Hetzenecker et al. 2018; Koehler et al. 2022, 2023; Liu et al. 2017; Madaeva et al. 2021; Polasky et al. 2021)
 - ein Artikel, bei dem nicht der interessierende Endpunkt untersucht wurde (Richter et al. 2023) und

- ein Artikel, bei dem kein Vergleich des Telemonitorings mit der gewöhnlichen Versorgung erfolgte (Woehrle et al. 2018).

Von den verbleibenden sieben Artikeln wurden zwei weitere auf Basis des Volltext-Screenings aufgrund eines Studiensettings außerhalb Deutschlands ausgeschlossen (Isetta et al. 2015; Turino et al. 2017). Die verbleibenden fünf Artikel (Fietze et al. 2022; Franke et al. 2024; Nilius et al. 2019; Woehrle et al. 2017; Woehrle et al. 2024) wurden in das narrative Review dieses Diskussionsbeitrags eingeschlossen. Der Selektionsprozess beider Suchen ist ebenfalls in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1 Flussdiagramm in Anlehnung an das PRISMA Flow Chart



Quelle: Eigene Darstellung nach Page et al. 2021

4.2 Charakteristika der eingeschlossenen systematischen Reviews (Suche 1)

Bei den vier eingeschlossenen Artikeln (Aardoom et al. 2020; Hu et al. 2021; Labarca et al. 2021; Niu et al. 2023) handelt es sich durchgängig um systematische Reviews zu randomisiert-kontrollierten Studien (RCT). Diese gehören, gemäß der vom G-BA verwendeten Evidenzklassifizierung für therapeutische Methoden, der höchsten Evidenzklasse I a an (Gemeinsamer Bundesausschuss 2013). Die Studien beinhalten allesamt Metaanalysen, die die Ergebnisse aller oder einzelner eingeschlossener Primärstudien quantitativ zusammenfassen. Die Reviews umfassen zwischen elf und 33 RCTs mit insgesamt 1.358 bis 8.689 Studienteilnehmenden. Die Settings der jeweils eingeschlossenen Primärstudien sind überwiegend in Europa und Nordamerika verortet, ein geringerer Anteil zudem in Asien und Ozeanien. Die Suchzeiträume waren mit mindestens 16 Jahren relativ groß. Die Zeiträume sind entweder nur einseitig bis zum Zeitpunkt der Reviewerstellung begrenzt oder beidseitig mit einem Beginn in den frühen 2000er Jahren und einem Ende zum Zeitpunkt der Reviewerstellung.

Anhang 2 listet auf, welche Primärstudien in welchem Review enthalten sind und inwiefern es hierbei zu Überschneidungen kommt. Drei der in die Reviews eingeschlossenen Studien kommen aus Deutschland bzw. ist ihr Studiensetting in Deutschland lokalisiert (Nilius et al. 2012; Nilius et al. 2019; Fietze et al. 2022). Sechs Studien sind Teil aller Reviews. Niu et al. 2023 haben die höchste Anzahl an Studien eingeschlossen und decken einen Großteil der eingeschlossenen Studien der übrigen Reviews ab. Die Überschneidungen hinsichtlich der eingeschlossenen RCTs zwischen den vier Reviews werden als relativ hoch bewertet. Dies war angesichts der ähnlichen Einschlusskriterien und Suchzeiträume, die sich auch aus den Selektionskriterien dieses evidenzbasierten Diskussionsbeitrags ergeben, zu erwarten.

Die in den Reviews untersuchten Interventionen sind bei allen Studien generisch als telemedizinische Interventionen definiert. Dabei verwenden die Autor:innen z. T. unterschiedliche Namensgebungen. So spricht Aardoom et al. 2020 etwa von eHealth-Interventionen und Niu et al. 2023 vom Telemedizinbasierten Follow-up-Management. Unabhängig von der Namensgebung charakterisiert die Interventionen einen Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien und eine Erbringung aus der Ferne bzw. in der Häuslichkeit der Patient:innen ohne Anwesenheit der Behandelnden. Entsprechend der generischen Definition scheinen die Interventionen der in die systematischen Reviews eingeschlossenen RCTs, auf Basis der limitierten Angaben in den systematischen Reviews, vielfältig. Die Interventionen der eingeschlossenen Primärstudien werden in den Reviews grob geclustert, jedoch nicht durchgängig umfassend beschrieben. Sie beinhalten häufig, aber nicht durchgängig ein Telemonitoring, das unterschiedlich stark technisiert bzw. automatisiert ist, mit einer Reaktion, die von automatisch generierten Feedbacknachrichten bis zu bedarfsabhängigen Behandelnde-Patient:in-Kontakten per Telefon, Videosprechstunde oder in Präsenz reicht. Teilweise

handelt es sich um komplexe Interventionen, die verschiedene Komponenten, einschließlich edukativer Maßnahmen, beinhalten. Damit scheint gemäß den Angaben in den Reviews ein beträchtlicher Teil der in den eingeschlossenen RCTs erprobten Interventionen über den Fokus dieses Diskussionsbeitrags auf Telemonitoring-Interventionen entsprechend der in Kapitel 2.2 dargelegten Definition hinauszugehen – weil sie

- erstens kein Telemonitoring umfassen oder
- zweitens ein Telemonitoring umfassen, das jedoch keine Datenübertragung, -bewertung und ggf. Reaktion der Behandelnden vorsieht, oder
- drittens ein Telemonitoring nur eine Komponente von mehreren verschiedenen gemeinsam eingesetzten Interventionskomponenten darstellt.

Den Ein- und Ausschlusskriterien entsprechend untersuchen die systematischen Reviews allesamt die Wirkung einer telemedizinischen Intervention auf die Therapieadhärenz von erwachsenen OSA-Patient:innen, die eine CPAP-Therapie erhalten im Vergleich zur gewöhnlichen Versorgung bzw. Standardversorgung ohne Einsatz der entsprechenden Intervention. Alle vier Reviews operationalisieren für die Metaanalyse die Therapieadhärenz als durchschnittliche Nutzungsdauer der CPAP-Therapie pro Tag bzw. Nacht in Zeiteinheiten (Stunden bzw. Minuten). Diese Operationalisierung findet in den jeweils eingeschlossenen RCTs am häufigsten Anwendung, sodass die Ergebnisse für sie die höchste Aussagekraft aufweisen. Labarca et al. 2023 und Niu et al. 2023 analysieren zusätzlich weitere Operationalisierungen der Therapieadhärenz per Metaanalyse. Diese greifen verschiedene Definitionen einer guten Adhärenz auf. Diese umfassen die Wahrscheinlichkeit einer Nutzungsdauer der CPAP-Therapie von mindestens vier Stunden pro Nacht (Labarca et al. 2023), den Anteil der Tage mit einer Nutzungsdauer der CPAP-Therapie von mehr als vier Stunden sowie den Anteil der Patient:innen, die in ≥ 70 % der Nächte während des Behandlungszeitraums eine CPAP-Therapie erhalten und diese mehr als vier Stunden pro Nacht anwenden (beide Niu et al. 2023). Die eingeschlossenen Primärstudien beinhalten z. T. weitere alternative Operationalisierungen der Adhärenz, die im Rahmen der Reviews jedoch nicht tiefergehend betrachtet werden.

Zusätzlich untersuchen Labarca et al. 2023 und Niu et al. 2023 die Wirkung der telemedizinischen Intervention auf weitere patientenrelevante Endpunkte. Diese umfassen die Schlafqualität, die Tagesschläfrigkeit gemäß der ESS, die Schwere der OSA gemäß dem AHI, die Lebensqualität und den BMI. Niu et al. 2023 analysierten ferner die Wirkung auf zwei systemrelevante bzw. kostenbezogene Endpunkte, die Kosteneffektivität und den Workload des Gesundheitspersonals, die jedoch beide nur narrativ aggregiert werden (können).

Die Beobachtungszeiträume der je Metaanalyse berücksichtigten Daten betragen bei zwei Reviews ein bis sechs Monate nach Beginn der Intervention (Aardoom et al. 2020; Hu et al. 2021). Labarca et al.

2021 bezogen Daten mit Beobachtungszeiträumen von ein bis zwölf Monaten nach Beginn der Intervention in ihre Metaanalysen ein. Niu et al. 2023 machen keine durchgängigen Angaben zu den Beobachtungszeiträumen der berücksichtigten Daten, geben aber Interventionsdauern von ein bis 24 Monaten an.

Die Tabellen 1 bis 4 geben einen Überblick über zentrale Studiencharakteristika.

4.3 Ergebnisse der eingeschlossenen Reviews (Suche 1)

Alle vier eingeschlossenen systematischen Reviews stellen in ihren Metaanalysen einen positiven und statistisch signifikanten gepoolten Gesamteffekt für die Therapieadhärenz, operationalisiert als durchschnittliche Nutzungsdauer der CPAP-Therapie pro Tag bzw. Nacht fest. Die telemedizinische Intervention erhöht die tägliche Nutzungsdauer durchschnittlich um ca. eine halbe Stunde (29,5 Min. bis 36,6 Min.). Das konkrete Ausmaß des positiven Effekts ist mit Unsicherheit behaftet, was an den 95%-Konfidenzintervallen (95%-KI) ablesbar ist. Der niedrigste untere Grenzwert der 95%-KI des gepoolten Gesamteffekts aller vier Metaanalysen zu diesem Endpunkt beträgt 11,8 Minuten, der höchste obere Grenzwert liegt bei 49,8 Minuten. Zu beachten gilt dabei, dass die Heterogenität der Ergebnisse zwischen den RCTs, die jeweils in die Metaanalysen gingen, in drei von vier Reviews beträchtlich oder hoch ausfällt.

In allen durchgeführten Subgruppenanalysen der vier eingeschlossenen Reviews zum Endpunkt Therapieadhärenz gemäß obiger Operationalisierung wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den jeweils untersuchten Subgruppen festgestellt. Dies schließt u. a. Subgruppenanalysen nach der Art der Intervention ein. Für einen Großteil der Subgruppen ist der gepoolte Gesamteffekt weiterhin statistisch signifikant. Keine statistische Signifikanz schreiben Aardoom et al. 2020 dem gepoolten Gesamteffekt der Subgruppe der „vollautomatisierten“ Interventionen zu, Labarca et al. 2021 u. a. den Subgruppen der webbasierten Interventionen und der Interventionen unter Verwendung konnektiver Devices und Niu et al. 2023 u. a. der Subgruppe mit einer Interventionsdauer von ≥ 24 Wochen.

Labarca et al. 2021 und Niu et al. 2023, die die Wirkung telemedizinischer Interventionen auch für alternative Operationalisierungen der Therapieadhärenz untersuchen, stellen positive und statistisch signifikante Gesamteffekte auf die Wahrscheinlichkeit bzw. den Anteil der Tage einer Nutzungsdauer der CPAP-Therapie von mindestens bzw. über vier Stunden pro Nacht fest. So erhöhte die telemedizinische Intervention den Anteil der Nächte mit einer Nutzungsdauer der CPAP-Therapie von über vier Stunden um durchschnittlich 10,67 % (hohe Heterogenität im Studienkollektiv) (Niu et al. 2023). Die Wahrscheinlichkeit einer Nutzungsdauer der CPAP-Therapie von mindestens vier Stunden

pro Nacht wurde durch die telemedizinische Intervention um durchschnittlich 9 % erhöht (niedrige Heterogenität im Studienkollektiv) (Labarca et al. 2021).

Die von Labarca et al. 2023 und Niu et al. 2023 zusätzlichen Metaanalysen zur Wirkung auf weitere patientenrelevante Endpunkte lieferten zum Großteil keine statistisch signifikanten gepoolten Gesamteffekte. Einzig für die Tagesschläfrigkeit gemäß ESS stellten Labarca et al. 2021 einen statistisch signifikanten gepoolten Gesamteffekt fest. Niu et al. 2023 stellen für den Endpunkt Kosteneffektivität mittels narrativer Zusammenfassung von sechs Studien fest, dass die telemedizinische Intervention im Vergleich zur gewöhnlichen Versorgung ohne eine solche eine höhere Kosteneffektivität aufweist. Hinsichtlich des Workloads des Gesundheitspersonals bestehen Uneinigkeiten zwischen den eingeschlossenen RCTs, die diesen Endpunkt betrachten, ob es zu einer Erhöhung, Verringerung oder keiner Veränderung kommt.

Die Tabellen 1 bis 4 geben einen ausführlicheren Überblick über die zentralen Ergebnisse der vier Reviews. Der Fokus der tabellarischen Ergebnisdarstellung liegt aufgrund ihrer im Vergleich höchsten Aussagekraft auf den Ergebnissen der Metaanalysen zur Therapieadhärenz gemessen als durchschnittliche Nutzungsdauer. Sensitivitäts- und Subgruppenanalysen werden an dieser Stelle entsprechend nur für diesen Endpunkt berichtet.

Tabelle 1 Übersicht der Studie Aardoom et al. 2020

Aardoom et al. 2020			
Aardoom, J. J.; Loheide-Niesmann, L.; Ossebaard, H. C.; Riper, H. (2020): Effectiveness of eHealth Interventions in Improving Treatment Adherence for Adults With Obstructive Sleep Apnea: Meta-Analytic Review. In: <i>Journal of medical Internet research</i> 22 (2), e16972. DOI: 10.2196/16972.			
Eingeschlossene Studien	Interventionen der eingeschlossenen Studien	Untersuchte Parameter (Endpunkte)	Ergebnisse
<ul style="list-style-type: none"> • 19 RCT-Studien in das Review eingeschlossen • Settings der eingeschlossenen Studien in Europa (n=9, davon 1 in DE), Nordamerika (n=8) und Asien (n=2) • Suchzeitraum: Januar 2000 bis März 2018 	<p>Clustering der Interventionen der eingeschlossenen Studien durch die Autor:innen des Reviews:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eHealth als Supplement (Ersatz) (n=5) <ul style="list-style-type: none"> ○ Videosprechstunde + Telefonanrufe (n=1) ○ Telemonitoring + gemeinsam zwischen Patient:innen und Behandelnden vereinbarte Reaktion (n=1) ○ Telemonitoring + bedarfsabhängige Ärzt:in-Patient:in-Termine (n=2) ○ Videosprechstunde + bedarfsorientierte Telefonate + webbasiertes Portal (n=1) • eHealth als Add-on zur gewöhnlichen Versorgung (Zusatz) (n=14) <ul style="list-style-type: none"> ○ ausschließlich ergänzende eHealth-Komponente (n=9) <ul style="list-style-type: none"> - Telemonitoring + Telefonanrufe (n=7, darunter 1 nicht in Metaanalyse eingegangen) - Webbasiertes Portal + automatisierte Feedback-Nachrichten (n=1) - Smartphone mit App zum Selbstmonitoring ○ ergänzende eHealth-Komponente + persönliche Betreuung (n=5) <ul style="list-style-type: none"> - Telefonanrufe + Beratung in Präsenz (n=4) - Telefonanrufe + Kurzprogramm zur Motivationssteigerung (n=1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Therapieadhärenz gemessen als durchschnittliche nächtliche Nutzungsdauer der CPAP-Therapie in Stunden • Beobachtungszeiträume der berücksichtigten Daten zwischen 1 und 6 Monate nach Beobachtungsbeginn 	<ul style="list-style-type: none"> • Positiver und statistisch signifikanter gepoolter Gesamteffekt der telemedizinischen Intervention mit hoher Heterogenität im Studienkollektiv • Mittelwertdifferenz: 0,54 (95%-KI: 0,29-0,79; I² = 90 %) <ul style="list-style-type: none"> ○ Erhöhung der durchschnittlichen Nutzungsdauer um 32,4 Min. • 18 Studien und insgesamt 22 Vergleiche in Metaanalyse eingegangen mit insgesamt 5.429 Studienteilnehmenden <p>Ergebnisse der Subgruppenanalysen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keine statistische Signifikanz des gepoolten Gesamtschätzers bei der Subgruppe „vollautomatisierte“ eHealth-Intervention (insbesondere automatisiertes Feedback auf erfasste Daten eines Telemonitorings) • Keine signifikanten Unterschiede in der Therapieadhärenz zwischen: <ul style="list-style-type: none"> ○ „Add-on-Studien“/„Supplement-Studien“ ○ ausschließlicher Anwendung der eHealth-Intervention/Kombination aus eHealth-Intervention + persönlicher Betreuung ○ „vollautomatisierten“ eHealth-Intervention/„geführten“ (nicht vollautomatisierten) eHealth-Interventionen (mit aktiver Rolle der Behandelnden)

Quelle: Eigene Darstellung nach Aardoom et al. 2020

Tabelle 2 Übersicht der Studie Hu et al. 2021

Hu et al. 2021			
Hu, Y.; Su, Y.; Hu, S.; Ma, J.; Zhang, Z.; Fang, F.; Guan, J. (2021): Effects of telemedicine interventions in improving continuous positive airway pressure adherence in patients with obstructive sleep apnoea: a meta-analysis of randomised controlled trials. In: <i>Sleep & breathing = Schlaf & Atmung</i> 25 (4), S. 1761–1771. DOI: 10.1007/s11325-021-02292-5.			
Eingeschlossene Studien	Interventionen der eingeschlossenen Studien	Untersuchte Parameter (Endpunkte)	Ergebnisse
<ul style="list-style-type: none"> • 11 RCT-Studien mit 1.358 Studienteilnehmenden • Settings der eingeschlossenen Studien in Nordamerika (n=7) und Europa (n=4) • Suchzeitraum: Januar 2004 bis Februar 2020 	<ul style="list-style-type: none"> • telemedizinische Interventionen der meisten eingeschlossenen Studien beinhalten Telemonitoring mit Datenübertragung von Patient:innen an Behandelnde + individuelles Feedback/Reaktion durch Behandelnde • Unterschiede in der verwendeten Technologie zur Datenübertragung und Kommunikation zwischen Patient:in und Behandelnden <p>Clusterung der Interventionen der eingeschlossenen Studien durch die Autor:innen des Reviews:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computersoftware (n=2) • Internetbasierte Monitoringsysteme (n=5) • Kabellose Modems (n=3) • Smarte Devices (n=1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Therapieadhärenz gemessen als durchschnittliche tägliche Nutzungsdauer der CPAP-Therapie in Stunden • Beobachtungszeiträume der berücksichtigten Daten zwischen 1 und 6 Monate nach Beobachtungsbeginn 	<ul style="list-style-type: none"> • Positiver und statistisch signifikanter gepoolter Gesamteffekt der telemedizinischen Intervention mit geringer Heterogenität im Studienkollektiv • Mittelwertdifferenz: 0,57 (95%-KI: 0,33-0,8; p < 0,00001; I² = 7 %) <ul style="list-style-type: none"> ○ Erhöhung der durchschnittlichen Nutzungsdauer um 34,2 Min. • Alle 11 Studien und 11 Vergleiche in Metaanalyse eingegangen <p>Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keine Veränderung der statistischen Signifikanz des gepoolten Gesamteffekts in Sensitivitätsanalysen <ul style="list-style-type: none"> ○ Nach Art der telemedizinischen Intervention ○ Nach Analyse der Komorbiditätslast ○ Nach Schwere der OSA <p>Ergebnisse der Subgruppenanalysen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weiterhin statistische Signifikanz des gepoolten Gesamteffekts bei und keine signifikanten Unterschiede in der Therapieadhärenz zwischen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Kurzen/langen Beobachtungszeiträumen (1-3 Mo. vs. 4-6 Mo.) ○ Höherem/niedrigerem Lebensalter (über 50 J. vs. unter 50 J.) ○ Studien mit/ohne Untersuchung der Tagesschläfrigkeit anhand der ESS

Quelle: Eigene Darstellung nach Hu et al. 2021

Tabelle 3 Übersicht der Studie Labarca et al. 2021

Labarca et al. 2021 Labarca, G.; Schmidt, A.; Dreyse, J.; Jorquera, J.; Barbe, F. (2021): Telemedicine interventions for CPAP adherence in obstructive sleep apnea patients: Systematic review and meta-analysis. In: <i>Sleep medicine reviews</i> 60, S. 101543. DOI: 10.1016/j.smrv.2021.101543.			
Eingeschlossene Studien	Interventionen der eingeschlossenen Studien	Untersuchte Parameter (Endpunkte)	Ergebnisse
<ul style="list-style-type: none"> • 16 RCT-Studien mit 3.039 Studienteilnehmenden • Settings der eingeschlossenen Studien in Europa (n=9), USA (n=6) und Asien (n=1) • Suchzeitraum: bis November 2020 	Clusterung der Interventionen der eingeschlossenen Studien durch die Autor:innen des Reviews: <ul style="list-style-type: none"> • anruf-/videokonferenzbasierte Interventionen (n=6) • webbasierte Interventionen (n=5) • Interventionen unter Verwendung konnektiver Devices (n=5) 	<ul style="list-style-type: none"> • Therapieadhärenz gemessen als <ul style="list-style-type: none"> ○ durchschnittliche Nutzungsdauer der CPAP-Therapie in Minuten pro Nacht (A1) ○ Wahrscheinlichkeit einer Nutzungsdauer der CPAP-Therapie von ≥ 4 Stunden pro Nacht (A2) • Beobachtungszeiträume der berücksichtigten Daten zwischen 1 und 12 Monate nach Beobachtungsbeginn 	A1) und A2) <ul style="list-style-type: none"> • Positiver und statistisch signifikanter gepoolter Gesamteffekt der telemedizinischen Intervention • A1) mit beträchtlicher Heterogenität im Studienkollektiv <ul style="list-style-type: none"> ○ Mittelwertdifferenz: 29,25 Minuten/Nacht (95%-KI: 11,84-45,55; $p < 0,00001$; $I^2 = 75\%$) ○ Erhöhung der durchschnittlichen Nutzungsdauer um 29,25 Min. ○ 15 Studien und insgesamt 16 Vergleiche in Metaanalyse eingegangen • A2) mit geringer Heterogenität im Studienkollektiv <ul style="list-style-type: none"> ○ Relatives Risiko: 1,09 (95%-KI: 1,02-1,17; $p = 0,01$; $I^2 = 22\%$) ○ Wahrscheinlichkeit einer Nutzungsdauer der CPAP-Therapie von ≥ 4 Stunden pro Nacht bei telemedizinischer Intervention um 9 % erhöht ○ 10 Studien und 10 Vergleiche in Metaanalyse eingegangen mit insgesamt 1.800 Studienteilnehmenden Ergebnisse der Subgruppenanalysen A1) <ul style="list-style-type: none"> • In einzelnen Subgruppen keine statistische Signifikanz des gepoolten Gesamteffekts <ul style="list-style-type: none"> ○ Studien mit hohem Risk of Bias ○ Studienteilnehmende ohne Tagesschläfrigkeit nach ESS ○ Studien mit einem Beobachtungszeitraum von 1 Mo. ○ Webbasierte Interventionen und Interventionen unter Verwendung konnektiver Devices • Keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Therapieadhärenz zwischen

			<ul style="list-style-type: none"> ○ Niedrigem/hohem Risk of Bias ○ Keiner/vorhandener Tagesschläfrigkeit gemäß ESS ○ Kurzen/mittleren/langen Beobachtungszeiträumen (1 Mo. vs. 2-3 Mo. vs. 3-6 Mo.) ○ den verschiedenen Interventionsarten <p>Ergebnisse der Meta-Regression A1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Es wurden positive statistische Zusammenhänge nachgewiesen für <ul style="list-style-type: none"> ○ Anrufbasierte Interventionen ○ Durchschnittlichen BMI ○ Bluthochdruck
		<p>Weitere Endpunkte mit Metaanalyse:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Tagesschläfrigkeit gemäß ESS ● BMI 	<ul style="list-style-type: none"> ● ESS: <ul style="list-style-type: none"> ○ Positiver und statistisch signifikanter gepoolter Gesamteffekt mit moderater Heterogenität im Studienkollektiv ○ Mittelwertdifferenz: 0,52 (95%-KI: 0,12-0,93; $I^2 = 46\%$); Ergebnis über 7 Studien, 795 Studienteilnehmende ● BMI: <ul style="list-style-type: none"> ○ Kein statistisch signifikanter gepoolter Gesamteffekt ○ Mittelwertdifferenz: 0,0 (95%-KI: -0,41-0,41; $I^2 = 0\%$); Ergebnis über 4 Studien, 437 Studienteilnehmende

Quelle: Eigene Darstellung nach Labarca et al. 2021

Tabelle 4 Übersicht der Studie Niu et al. 2023

Niu et al. 2023			
Niu, Y.; Xi, H.; Zhu, R.; Guo, Y.; Wang, S.; Xiong, X. et al. (2023): Effects of telemedicine-based follow-up management on adults with obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. In: <i>International journal of medical informatics</i> 176, S. 105108. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2023.105108.			
Eingeschlossene Studien	Interventionen der eingeschlossenen Studien	Untersuchte Parameter (Endpunkte)	Ergebnisse
<ul style="list-style-type: none"> • 33 RCT-Studien mit 8.689 Studienteilnehmenden • Settings der eingeschlossenen Studien in Europa (n=20, davon 3 in DE), Nordamerika (n=7), Asien (n=5) und Ozeanien (n=1) • Suchzeitraum: bis April 2023 	<p>Clusterung der Interventionen der eingeschlossenen Studien durch die Autor:innen des Reviews:</p> <ul style="list-style-type: none"> • webbasierte Interventionen (n=11) • anrufbasierte Interventionen (n=4) • nachrichtenbasierte Interventionen (n=2) • keine Angaben zur spezifischen Form der telemedizinischen Interventionen (n=16) • bei 10 Studien wird in der weiterführenden Kurzbeschreibung der eingeschlossenen Studien Telemonitoring ausdrücklich als Komponente der telemedizinischen Intervention benannt 	<ul style="list-style-type: none"> • Therapieadhärenz gemessen als <ul style="list-style-type: none"> ○ Durchschnittliche tägliche Nutzungsdauer der CPAP-Therapie in Stunden (A1) ○ Anteil der Tage mit einer Nutzungsdauer der CPAP-Therapie von mehr als 4 Stunden in % (A2) ○ Anteil der Patient:innen, die in ≥ 70 % der Nächte während des Behandlungszeitraums eine CPAP-Therapie erhalten und diese mehr als 4 Stunden pro Nacht anwenden (A3) • Keine durchgängige Angabe zu den Beobachtungszeiträumen der je Metaanalyse berücksichtigten Daten im Review; bekannt ist eine Interventionsdauer zwischen 1 und 24 Monaten 	<p>A1) und A2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Positiver und statistisch signifikanter gepoolter Gesamteffekt der telemedizinischen Intervention mit hoher Heterogenität im Studienkollektiv • A1) <ul style="list-style-type: none"> ○ Gewichtete Mittelwertdifferenz: 0,61 ((95%-KI: 0,39-0,83; $p < 0.001$; $I^2 = 93,8$ %) ○ Erhöhung der durchschnittlichen Nutzungsdauer um 36,6 Min. ○ 29 Studien und 43 Vergleiche in Metaanalyse eingegangen mit insgesamt 8.498 Studienteilnehmenden • A2) <ul style="list-style-type: none"> ○ Gewichtete Mittelwertdifferenz: 10,67 (95%-KI: 4,97-16,37; $p < 0.001$; $I^2 = 83,9$ %) ○ Erhöhung des Anteils der Nächte mit einer Nutzungsdauer der CPAP-Therapie von über 4 Stunden um 10,67 % ○ 8 Studien und 15 Vergleiche in Metaanalyse eingegangen <p>A3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kein statistisch signifikanter gepoolter Gesamteffekt • Odds Ratio (Chancenverhältnis): 1,13 (95%-KI: 0,72-1,76; $p < 0.001$; $I^2 = 82,2$ %) • 10 Studien und 14 Vergleiche in Metaanalyse eingegangen <p>Ergebnisse der Subgruppenanalysen A1):</p> <ul style="list-style-type: none"> • In einzelnen Subgruppen keine statistische Signifikanz des gepoolten Gesamteffekts <ul style="list-style-type: none"> ○ Interventionsdauer von ≥ 24 Wochen ○ Publikation zwischen 2000 und 2012 • Keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Therapieadhärenz zwischen

			<ul style="list-style-type: none"> ○ Interventionsdauern \leq 24 Wochen ○ Kleineren/größeren Samples (\leq 100 vs. $>$ 100 Studienteilnehmende) ○ Publikation zwischen 2000 bis 2012 vs. 2012 bis 2016 vs. 2017 bis 2021
		Weitere Endpunkte mit Metaanalyse: <ul style="list-style-type: none"> ● Schlafqualität (S) ● Tagesschläfrigkeit gemäß ESS ● Schwere der OSA gemäß AHI ● Lebensqualität (LQ) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Jeweils kein statistisch signifikanter gepoolter Gesamteffekt ○ S: Mittelwertdifferenz: 0,15 (95%-KI: -0,03-0,32; $p < 0.001$; $I^2 = 45,5 \%$); Ergebnis über 4 Studien ○ ESS: Mittelwertdifferenz: -0,26 (95%-KI: -0,79-0,28; $p < 0.001$; $I^2 = 88,7 \%$); Ergebnis über 14 Studien ○ AHI: Mittelwertdifferenz: -0,53 (95%-KI: -3,58 – 2,51; $p < 0.001$; $I^2 = 83,4 \%$); Ergebnis über 5 Studien ○ Gesamt-LQ: Mittelwertdifferenz: -0,20 (95%-KI: -0,42-0,02; $p < 0.001$; $I^2 = 0,00 \%$); Ergebnis über 4 Studien
		Weitere Endpunkte mit narrativem Review: <ul style="list-style-type: none"> ● Kosteneffektivität (KE) ● Workload (W) 	<ul style="list-style-type: none"> ● KE: 6 Studien berichten, dass die telemedizinische Intervention kosteneffektiver ist oder Kosteneinsparungen im Zusammenhang mit der telemedizinischen Intervention entstehen ● W: kein Konsens (jeweils eine Studie, die von einer Verbesserung, einer Verschlechterung und keinem Effekt berichtet)

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Niu et al. 2023

4.4 Methodische Qualität der eingeschlossenen Reviews (Suche 1)

Zur methodischen Qualität der eingeschlossenen systematischen Reviews lässt sich zusammengefasst Folgendes feststellen: Die Artikel folgen im Wesentlichen den Empfehlungen des PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) Statements 2020 (Page et al. 2021), wobei Labarca et al. 2021 und Niu et al. 2023 die Befolgung explizit benennen. An den Inhalten und der Struktur der beiden übrigen systematischen Reviews ist mindestens eine Orientierung an den Empfehlungen erkennbar. Drei der Reviews weisen eine Studienregistrierung aus, einzig Aardoom et al. 2020 benennt eine solche nicht. Studienselektion, Datenextraktion und die Bewertung des Verzerrungsrisikos (Risk-of-Bias (RoB)-Assessment) werden bei Labarca et al. 2021 und bei Niu et al. 2023 durch jeweils zwei Reviewer:innen unabhängig voneinander durchgeführt; bei Aardoom et al. 2021 und bei Hu et al. 2021 ist dieses Vorgehen nur für die Studienselektion und das RoB-Assessment beschrieben. Die Klärung von Uneinigkeiten zwischen den beiden Reviewer:innen erfolgt in den vier Reviews jeweils entweder durch bilaterale Diskussion oder mittels des Einbezugs einer dritten Person.

Alle Reviews führen ein RoB-Assessment durch, das auf einem entsprechenden Tool der Cochrane Collaboration beruht. Aardoom et al. 2020, Hu et al. 2021 und Labarca et al. 2021 nutzen das aus sieben Dimensionen bestehende RoB-Tool des „Handbook for Systematic Reviews of Interventions“ in der Version 5.1.0 von 2011 (Higgins und Green 2011). Niu et al. 2023 nutzen hingegen das aus fünf Dimensionen und einer Gesamtbewertung bestehende überarbeitete RoB-Tool für RCTs von 2019. Traffic-Light-Plots bzw. tabellarische Darstellungen zeigen in den Reviews die Ergebnisse des RoB-Assessments für jede eingeschlossene Primärstudie.

Die Metaanalysen von drei Reviews beruhen auf einem Random-Effects-Modell. Bei Hu et al. 2021 hing die Verwendung eines Random-Effects- oder Fixed-Effects-Modell von der Höhe der Heterogenität und des p-Wertes ab. Die Darstellung der Ergebnisse aller in die jeweilige Metaanalyse eingegangenen Primärstudien und der Metaanalyse (gepoolter Effektschätzer) erfolgt mittels eines Forest Plots. Die Sicherheit der Schätzung wird durchgängig mittels dem 95%-KI angegeben, die statistische Heterogenität mittels Higgins' und Thompson's I^2 . Alle Studien untersuchen mindestens mittels eines Funnel Plots, ob bei den eingeschlossenen Primärstudien ein Publikationsbias vorliegen könnte. Die Reviewautor:innen führen jeweils verschiedene Subgruppenanalysen und Sensitivitätsanalysen durch, um die Ursachen der statistischen Heterogenität zu untersuchen bzw. die Robustheit der gepoolten Effektschätzer zu bewerten. Labarca et al. 2021 nehmen zusätzlich Metaregressionen vor.

Zur methodischen Qualität der in die vier Reviews eingeschlossenen Primärstudien lassen sich auf Basis des RoB-Assessments der jeweiligen Reviewautor:innen folgende Aussagen treffen: Die Studienqualität variiert sowohl zwischen als auch innerhalb der Reviews. So bewerten Niu et al. 2023 das Verzerrungsrisiko bei zwanzig von 33 eingeschlossenen RCTs insgesamt als niedrig – davon sechs mit

niedrigem Risiko in allen Dimensionen – acht als hoch und fünf als mittelmäßig. Labarca et al. 2021 bewerten das Verzerrungsrisiko bei elf von 16 eingeschlossenen RCTs insgesamt als niedrig und bei fünf als hoch. Jede RCT wies ein hohes Verzerrungsrisiko in mindestens einer Dimension auf, was ebenso auf die eingeschlossenen RCTs von Aardoom et al. 2020 zutrifft, die keine Gesamtbewertung des Verzerrungsrisikos je RCT vornehmen. Hu et al. 2021 nutzen eine nicht-validierte Notenskala zur Gesamtbewertung des Verzerrungsrisikos, gemäß derer alle eingeschlossenen RCT die Note B erhalten (Skala von A bis C). Das Review weist für keine der eingeschlossenen RCT ein niedriges Verzerrungsrisiko in allen Dimensionen auf. Für einen erheblichen Anteil der Teilbewertungen je Dimension und Studie wird ein unklares Verzerrungsrisiko angegeben. Hohe Verzerrungsrisiken wurden in den Reviews insbesondere in der Dimension Verblindung der Teilnehmenden und des Personals festgestellt.

4.5 Charakteristika, Ergebnisse und methodische Qualität der Primärstudien mit Studiensetting in Deutschland (Suche 2)

Bei drei der fünf eingeschlossenen Studien (Fietze et al. 2022; Franke et al. 2024; Nilius et al. 2019) handelt es sich um RCTs (Evidenzklasse I b der vom G-BA verwendeten Evidenzklassifikation), bei zwei Studien (Woehrle et al. 2017; Woehrle et al. 2024) um retrospektive vergleichende Beobachtungsstudien (Evidenzklasse III). Die Studien wurden allesamt unter Beteiligung eines oder mehrerer in Deutschland angesiedelter schlafmedizinischer Institutionen bzw. Kliniken durchgeführt, darunter solche aus Nordrhein-Westfalen, Berlin (Charité), Bayern, Baden-Württemberg und Thüringen. An drei der Studien waren Hersteller bzw. deren wissenschaftliche Abteilungen beteiligt (Franke et al. 2024; Woehrle et al. 2024; Woehrle et al. 2017). Alle Studien wurden von Anbietenden von Therapiegeräten und zugehörigen Telemonitoring-Funktionalitäten finanziell gefördert (insbesondere ResMed Healthcare und Löwenstein Medical). Bei den zwei Beobachtungsstudien wurden die Studiendaten von einem Anbietenden bereitgestellt (Woehrle et al. 2017; Woehrle et al. 2024).

Die Zahl der Studienteilnehmenden beträgt bei den RCTs zwischen 80 und 224, wohingegen die retrospektiven Beobachtungsstudien mit rund 6.800 bzw. über 100.000 eingeschlossenen Patientendatensätzen deutlich größer angelegt sind. Das Studienkollektiv der Studien war nicht ausschließlich auf Patient:innen mit CPAP-Therapie begrenzt. Fietze et al. 2022 schlossen ausschließlich Patient:innen mit einer APAP-Therapie ein, Franke et al. 2023 und Woehrle et al. 2024 Patient:innen mit CPAP- oder APAP-Therapie und die übrigen beiden Studien generischer Patient:innen mit einer PAP-Therapie (Nilius et al. 2019; Woehrle et al. 2017). Nilius et al. 2019 weisen darauf hin, dass die PAP-Therapieform der eingeschlossenen Patient:innen i. d. R. die APAP war. Alle eingeschlossenen Studien

untersuchen die Wirkung einer telemedizinischen Intervention im Vergleich zur Standardversorgung in Deutschland.

Die telemedizinische Intervention beinhaltet über alle Studien hinweg jeweils ein therapiebegleitendes Telemonitoring, bei vier Studien mit regelmäßiger Datenüberprüfung durch Gesundheitspersonal (Fietze et al. 2022; Nilius et al. 2019; Woehrle et al. 2017; Woehrle et al. 2024). Fietze et al. 2022 untersuchten eine Telemonitoring-begleitete häusliche Initiierung einer APAP-Therapie mit fortgeführtem Telemonitoring über den weiteren Therapieverlauf. Die Telemonitoring-Komponente der Intervention beinhaltet bei Fietze et al. 2022 eine wöchentliche Überprüfung der Nutzungsdaten, einschließlich Nutzungsdauer, AHI, Leckage der Maske durch eine spezialisierte Pflegekraft im Telemonitoringzentrum der behandelnden schlafmedizinischen Institution. Die Daten wurden mittels konnektiver Devices automatisiert übermittelt. Bei Auffälligkeiten in den Daten kontaktierte das Gesundheitspersonal die Patient:innen telefonisch. Ferner war es den Patient:innen auch umgekehrt möglich, das Gesundheitspersonal eigeninitiativ telefonisch zu kontaktieren. Die Telemonitoring-Intervention bei Nilius et al. 2019 beinhaltet eine tägliche Übertragung der CPAP-Therapiedaten, einschließlich solchen zur Nutzungsdauer, an die behandelnde Institution, wo eine Computer-unterstützte Auswertung durch Gesundheitspersonal vorgenommen wurde. Fiel die wöchentliche durchschnittliche Nutzungsdauer unter vier Stunden pro Nacht, erhielten die Patient:innen der Interventionsgruppe einen kurzen standardisierten Telefonanruf. Bei Woehrle et al. 2017 bestand die Telemonitoring-Intervention in einem cloudbasierten Telemonitoring, bei dem die Therapiedaten automatisch durch konnektive Devices an ResMed Germany Healthcare als versorgender Homecare-Provider übertragen wurden. Die Patient:innen wurden innerhalb der ersten zwei Wochen telefonisch kontaktiert, sofern die nächtliche Nutzungsdauer nicht den Vorgaben entsprach (i. d. R., wenn sie unter vier Std. pro Nacht lag). Im Anschluss erfolgte bis sechs Monate nach Therapiebeginn eine Datenüberprüfung im Zwei-Wochen-Rhythmus mit entsprechender telefonischer Kontaktierung bei reduzierter Nutzung. Ab einer Therapiedauer von sechs Monaten erfolgte die Kontaktierung telefonisch oder per E-Mail. Die Intervention entspricht dem AirView™-Patientenmanagement von ResMed. Die Telemonitoring-Intervention von Woehrle et al. 2024 entspricht dem von Woehrle et al. 2017 untersuchten AirView™-Programm. Zusätzlich gibt es bei Woehrle et al. 2024 einen dritten Studienarm, dessen Intervention aus einer Kombination der Telemonitoring-Intervention des zweiten Studienarms und dem Einsatz einer Patientenmotivations-App (myAir™ von ResMed) besteht. Die myAir™-Intervention umfasst ein Echtzeit-Feedback und ein Coaching, jeweils angepasst an die Therapienutzungsdaten, die im Rahmen des AirView™-Telemonitorings gesammelt werden, einschließlich E-Mail-Nachrichten und dem Erhalt eines täglichen myAir™-Punktwerts. Franke et al. 2024 untersuchen eine webbasierte multifunktionale App zur Patientenunterstützung. Die App beinhaltet die automatische Übertragung von Therapienutzungsdaten via konnektiver Devices an die

App, die Erhebung patientenberichteter Endpunkte mittels entsprechender Fragebögen, den Erhalt eines personalisierten, automatisierten Feedbacks, digitale Schulungsmaterialien, die Möglichkeit zur Definition eines persönlichen Adhärenzziels und den Erhalt von Berichten über die CPAP-Therapienutzung. Eine Datenübertragung an und -bewertung durch das Gesundheitspersonal erfolgt ausschließlich am Studienende zur Vorbereitung auf einen anschließenden Patientenkontakt in Präsenz oder telefonisch.

Für die Wirkung der Interventionen auf die Therapieadhärenz verwenden die Studien unterschiedliche Operationalisierungen. Fietze et al. 2022, Franke et al. 2024 und Nilius et al. 2019 maßen die Therapieadhärenz als durchschnittliche Nutzungsdauer pro Tag bzw. Nacht in Zeiteinheiten. Woehrle et al. 2017 und Woehrle et al. 2024 analysierten die Therapieabbruchrate als extreme Form der Nicht-Adhärenz. Die Beobachtungszeiträume der RCTs betragen zwölf Wochen (Franke et al. 2024) oder sechs Monate (Nilius et al. 2019; Fietze et al. 2022). Bei den Beobachtungsstudien betragen diese ein Jahr (Woehrle et al. 2017) bzw. (mindestens) drei Jahre (Woehrle et al. 2024). Manche Studien betrachten zusätzliche Endpunkte. Fietze et al. 2022 untersuchen die Zeit bis zur Therapieinitiierung – angesichts dessen, dass die Intervention im Unterschied zu denen der übrigen Studien auch eine häusliche Telemonitoring-begleitete Initiierung beinhaltet anstelle einer standardmäßigen Initiierung im Schlaflabor. Fietze et al. 2022, Franke et al. 2024 und Nilius et al. 2019 betrachten die Tagesschläfrigkeit gemäß ESS. Nilius et al. 2019 und Fietze et al. 2022 analysieren außerdem weitere Endpunkte, die gesundheitsbezogene Lebensqualität und den Blutdruck (Nilius et al. 2019) bzw. die Schlafqualität und klinische respiratorische Endpunkte (Fietze et al. 2022).

Die Studien kommen zu folgenden Ergebnissen: Bei Fietze et al. 2022 handelt es sich um eine Nichtunterlegenheitsstudie. Die Autor:innen stellten keine Unterlegenheit der Intervention im Vergleich zur Standardbehandlung fest. Die durchschnittliche Nutzungsdauer lag in der Interventionsgruppe sechs Minuten höher als in der Kontrollgruppe. Es fand sich jedoch eine hohe Variation in den Ergebnissen, sodass die Nichtunterlegenheit nur in der Per-Protocol-Population und bei einer Nichtunterlegenheitsgrenze von -0,5 Stunden pro Nacht statistisch signifikant war, nicht aber in der Intention-To-Treat-Population. Verschiedene Subgruppenanalysen zeigten keine Vorteile der Intervention oder der Standardbehandlung in Teilpopulationen. Hinsichtlich der Zeit bis zur Therapieinitiierung war die Intervention der Standardbehandlung signifikant überlegen. Durchschnittlich erfolgte die Initiierung bei Erhalt der Intervention mehr als einen Monat früher. Bei den weiteren Endpunkten Schlafqualität, Lebensqualität und den respiratorischen Parametern zeigten sich keine Unterschiede zwischen Intervention und Standardbehandlung.

Franke et al. 2024 kommen zu dem Ergebnis, dass die Therapieadhärenz durch die telemedizinische Intervention signifikant gesteigert wurde, durchschnittlich um 70,1 Minuten pro Nacht. Zudem wurde

die Tagesschläfrigkeit gemäß ESS signifikant reduziert. Auch bei Nilius et al. 2019 zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Therapieadhärenz zwischen Interventionsgruppe (4,4 Stunden) und Kontrollgruppe (2,1 Stunden). Damit steigerte die Telemonitoring-Intervention die durchschnittliche tägliche Nutzungsdauer um 2,3 Stunden. Ferner stellten Nilius et al. 2019 signifikante Unterschiede bei der Tagesschläfrigkeit sowie dem systolischen Blutdruck fest, der jedoch aufgrund der Erforderlichkeit eines erneuten Präsenztermins im Schlaflabor nur bei einer Subgruppe von 55 Patient:innen nach sechs Monaten untersucht werden konnte.

In der Studie von Woehrle et al. 2017 wurde eine signifikant geringere Therapieabbruchrate innerhalb des ersten Jahres nach Therapiebeginn festgestellt als in der Kontrollgruppe mit Standardversorgung (5,4 % vs. 11,0 %). Die Reduktion der Abbruchraten war unabhängig von Geschlecht, Geräte- oder Versicherungsart. Einzig hinsichtlich des Lebensalters der Patient:innen zeigte sich, dass es bei jüngeren Patient:innen (unter 40 J.) keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Studienarmen gab. Woehrle et al. 2017 führten ein Propensity Score Matching durch, durch das es zu keinen signifikanten Unterschieden in den Baseline-Charakteristika zwischen den gematchten Gruppen kam. Woehrle et al. 2024 kommen zu dem Ergebnis, dass die Gesamtabbruchrate im Studienarm mit Telemonitoring-Intervention signifikant niedriger ist als in demjenigen mit Standardversorgung (20 vs. 27 %) und wiederum niedriger im dritten Studienarm mit einer kombinierten Telemonitoring- und Patientenmotivations-Intervention (11 %). Das durchschnittliche Follow-up betrug 3,3 Jahre. Signifikante Prädiktoren eines Therapieabbruchs, die mittels einer Regressionsanalyse ermittelt wurden, waren ein Lebensalter der Patient:innen unter 50 Jahre oder über 60 Jahre und die Nutzung einer Nasenpolster- oder Vollgesichtsmaske. Ein männliches Geschlecht, eine Nutzung der Telemonitoring-Intervention (ausschließlich oder in Kombination mit einer Patientenmotivations-Intervention) und eine private Versicherung waren signifikant mit niedrigeren Therapieabbruchraten assoziiert. Eine Analyse der Unterschiede zwischen den Studienarmen hinsichtlich ihrer Baseline-Charakteristika mittels t-Tests ergab einige numerisch kleine aber zugleich statistisch signifikante Gruppenunterschiede.

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Ergebnisse

In Bezug auf den Endpunkt der Therapieadhärenz, gemessen als durchschnittliche Nutzungsdauer der CPAP-Therapie pro Tag oder Nacht, **zeigt sich in allen vier eingeschlossenen systematischen Reviews eine konsistente Tendenz zugunsten eines positiven Effekts telemedizinischer Interventionen.** Denn im Rahmen der Metaanalysen wird für diese durchgängig ein positiver und statistisch signifikanter gepoolter Gesamteffekt festgestellt. Die Nutzungsdauer der CPAP-Therapie wird durch eine

telemedizinische Intervention im Durchschnitt um etwa eine halbe Stunde erhöht. Dies deutet darauf hin, dass telemedizinische Interventionen einen messbar positiven Einfluss auf die Adhärenz von Patient:innen mit OSA, die eine CPAP-Therapie erhalten, haben, indem sie die tägliche Therapienutzungsdauer erhöhen. Der in den Metaanalysen ermittelte positive und statistisch signifikante gepoolte Gesamteffekt ist mit Unsicherheit behaftet, wie durch die relativ breiten 95%-KI deutlich wird. Die in drei von vier Metaanalysen hohe Heterogenität der Ergebnisse zu dieser Operationalisierung der Therapieadhärenz zwischen den eingeschlossenen Studien deutet auf potenzielle Unterschiede in der Wirksamkeit der Interventionen je nach Studienkontext hin, einschließlich der Interventionsgestaltung und der Charakteristika der Studienteilnehmenden. Subgruppenanalysen zeigen keine signifikanten Unterschiede in der Therapieadhärenz zwischen verschiedenen Subgruppen oder Interventionstypen. Ggf. könnte diese Feststellung auch in einer geringen Probandenzahl je Subgruppe und damit zu niedriger Teststärke (Power) für die Identifikation eines vorhandenen (signifikanten) Unterschieds begründet liegen.

Mit den eingeschlossenen Primärstudien kann gezielter die Wirkung von Telemonitoring-Interventionen in der Versorgung von OSA-Patient:innen mit PAP-Therapie in Deutschland betrachtet werden. Es zeigt sich, dass Telemonitoring-Interventionen bei Patient:innen mit OSA und PAP-Therapie statistisch signifikante Verbesserungen der Therapieadhärenz mit sich bringen. Die retrospektiven Beobachtungsstudien von Woehrle et al. (2017, 2024) zeigen eine statistisch signifikante Reduktion der Therapieabbruchraten durch Telemonitoring-Interventionen von 11 auf 5,4 % bzw. von 27 auf 20 %. Insbesondere die Studie von Woehrle et al. (2024) mit ihrer großen Stichprobe von über 100.000 Patient:innen deutet darauf hin, dass eine Telemonitoring-Intervention gemäß der Definition des Kapitels 2.2 langfristig wirksam sein kann, wobei der Effekt bei einem kombinierten Einsatz mit motivationssteigernden digitalen Komponenten noch einmal höher ausfällt. So konnte die Therapieabbruchrate durch den zusätzlichen Einsatz der digitalen Komponente zur Patient:innenmotivation im Vergleich zur ausschließlichen Anwendung eines Telemonitorings von 20 auf 11 % gesenkt werden. In Bezug auf den Einsatz digitaler Komponenten konnten auch Franke et al. (2023) in ihrer Studie belegen, dass eine webbasierte App zur Patient:innenunterstützung die Therapieadhärenz signifikant steigern kann. Dies deutet darauf hin, dass Telemedizin nicht nur durch die Fernüberwachung im Rahmen eines Telemonitorings gemäß der Definition in Kapitel 2.2, sondern auch durch unterstützende Maßnahmen, wie digitale Schulungsmaterialien und personalisiertes Feedback, wirksam sein kann. Darüber hinaus konnten Fietze et al. 2022 zeigen, dass eine telemedizinische Intervention, wenn diese zusätzlich zur Therapiebegleitung bereits in der Phase der Therapieinitiation anstelle der Durchführung im Schlaflabor zum Einsatz kommt, eine frühzeitigere Initiierung bewirken kann. Insgesamt lässt sich feststellen, dass die beobachteten Effekte auf die Therapieadhärenz, gemessen als tägliche Therapienutzungsdauer, im Vergleich zu den Ergebnissen der

betrachteten Metaanalysen z. T. größer sind (Franke et al. 2023: + 70,1 Min., Nilius et al. 2019: + 2,3 Stunden). Dies legt nahe, dass die in den Primärstudien betrachteten Interventionen möglicherweise eine besonders effektive Maßnahme darstellten. Jedoch ist zu beachten, dass in den Primärstudien im Gegensatz zu den untersuchten Metaanalysen neben der CPAP-Therapie auch andere Formen der PAP-Therapie, insbesondere die APAP-Therapie, angewendet wurden. Es ist daher auch möglich, dass die größeren Effekte darauf zurückzuführen sind, dass die APAP-Therapie der CPAP-Therapie in dem jeweiligen Studienkontext, beispielsweise im Zusammenhang mit der untersuchten Studienpopulation, hinsichtlich der Therapieadhärenz möglicherweise überlegen ist.

Eine ausreichende Therapieadhärenz wird in der Literatur als wesentliches Kriterium für den klinischen Erfolg der CPAP-Therapie benannt (Stuck et al. 2021), was telemedizinischen und speziell Telemonitoring-Interventionen als adhärenzsteigernde Maßnahmen einen hohen Stellenwert verleiht. Solange jedoch auch mit dem Einsatz der telemedizinischen Intervention keine ausreichende Therapieadhärenz erzielt wird, stellen sich womöglich auch keine positiven Effekte auf patientenrelevante Endpunkte ein. Entsprechend stellt sich die Frage nach der klinischen Relevanz der statistisch signifikanten Steigerung der Therapieadhärenz. Diese kann nicht final beurteilt werden, da die minimale klinisch bedeutsame Differenz (MCID) nicht bekannt ist. Die untersuchten Reviews zeigen zwar, dass die Nutzungsdauer der CPAP-Therapie durch die telemedizinische Intervention durchschnittlich um etwa eine halbe Stunde pro Tag gesteigert wird (mit den 95%-KI 17,4-47,4; 19,8-48; 11,84-45,55 bzw. 23,4-49,8 Min.²). Zwei der drei Primärstudien mit Studiensetting in Deutschland, die die Therapieadhärenz, gemessen als Nutzungsdauer untersuchen, deuten auf noch deutlich größere Effekte hin. Es bleibt jedoch unklar, ob eine derartige Steigerung auch einen klinisch bedeutsamen Unterschied ausmacht, d. h. einen Unterschied im Gesundheitszustand oder den Behandlungsergebnissen der Patient:innen bewirkt. Dies gilt vor allem, da Effekte auf patientenrelevante Endpunkte in den Studien nur begrenzt untersucht wurden, ihre Erhebung auf die relativ kurzen Beobachtungszeiträume von RCTs beschränkt war und häufig keine Effekte festgestellt wurden. Lediglich vereinzelt ließen sich (statistisch signifikante) Effekte auf patientenrelevante Endpunkte, wie beispielsweise die Reduzierung der Tagesschläfrigkeit oder die Optimierung der Schlafqualität beobachten. Es ist jedoch auch anzumerken, dass entsprechende Parameter in den untersuchten Reviews nur als sekundäre Endpunkte untersucht wurden, während das Hauptaugenmerk auf der Untersuchung der Therapieadhärenz lag.

Die Beobachtung, dass trotz einer gesteigerten Adhärenz infolge einer telemedizinischen Intervention teilweise keine signifikanten patientenrelevanten Therapieeffekte festgestellt werden konnten, lässt

² Die 95%-KI der Metaanalysen zur Therapieadhärenz, gemessen als Nutzungsdauer pro Tag, wurden an dieser Stelle aus Verständnisgründen bei den drei Reviews, die die Zeiteinheit Stunden verwenden, in Minuten umgerechnet.

sich nur in begrenztem Maße der telemedizinischen Intervention zuschreiben. Ein entscheidender Grund könnte im medizinischen Wirkmodell der PAP-Therapie, das von der telemedizinischen Intervention unberührt bleibt, liegen. Die PAP-Therapie könnte so auch bei optimaler Adhärenz eine begrenzte Wirksamkeit auf die untersuchten patientenrelevanten Endpunkte wie die Tagesschläfrigkeit oder die Schlafqualität aufweisen oder nur bei bestimmten Patientengruppen entsprechend wirksam sein. So führt die Anwendung der PAP-Therapie etwa bei höheren Schweregraden der OSA oder besonders stark ausgeprägten Symptomen (beispielsweise besonders ausgeprägter Tagesschläfrigkeit) auch zu einem besseren klinischen Benefit (Stuck et al. 2021; Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e. V. 2017). Auch die Nachbeobachtungsdauern können eine Rolle in der z. T. mangelnden Feststellung patientenrelevanter positiver Effekte spielen.

Auf Basis der in die systematischen Reviews eingegangenen Vielfalt an verschiedenen telemedizinischen Interventionen stellt sich die Frage, welche das Mittel der Wahl darstellt. In Subgruppen- und Sensitivitätsanalysen nach Eigenschaften der Interventionen konnten i. d. R. keine signifikanten Wirkungsunterschiede festgestellt werden. Sofern tatsächlich keine signifikanten Wirkungsunterschiede ermittelt werden können, gilt es, sich für die effizienteste bzw. kostengünstigste Methode zu entscheiden. Das Telemonitoring dürfte bei Computer-unterstützter Datenauswertung und nur anlassbezogenem Personaleinsatz zu den effizienteren Methoden gehören. Hinsichtlich des Interventionsdesigns und der Untersuchung von Effektivitäts-, Effizienz- und Kostenfragen in Abhängigkeit zum Design besteht noch Forschungsbedarf (siehe Kapitel 6.3).

5.2 Forschungsbedarf

Im Rahmen dieses evidenzbasierten Diskussionsbeitrags wurde der Einsatz therapiebegleitender telemedizinischer Interventionen und speziell des Telemonitorings zur Unterstützung der PAP-Therapie und speziell der CPAP-Therapie von Patient:innen mit OSA untersucht. Hierbei wurde ein Bedarf an weiterführender Forschung, v. a. im Hinblick auf das Interventionsdesign erkannt. Es gilt, die Interventionsdesigns zu identifizieren, die den größten Einfluss auf den Behandlungserfolg und insbesondere die Steigerung der Therapieadhärenz aufweisen. Konkret sollten Studien durchgeführt werden, die die Effektivität verschiedener Telemedizin-Ansätze im Vergleich zu herkömmlichen Behandlungsmethoden genauer untersuchen. Darüber hinaus ist es wichtig, die Effektivität zusätzlicher motivationssteigernder digitaler Komponenten wie Patient:innen-Apps weiter zu evaluieren und mögliche Unterschiede zwischen verschiedenen Patient:innengruppen zu berücksichtigen, um eine personalisierte Behandlung zu ermöglichen. Schließlich sollten auch ökonomische Aspekte, weiter untersucht werden, die für eine Integration in die Regelversorgung ebenfalls relevant erscheinen. Dazu gehört die Bewertung der Kosten-Nutzen-Verhältnisse für spezielle Interventionsdesigns im Vergleich

zur herkömmlichen Versorgung, einschließlich der Analyse potenzieller Einsparungen durch den inkrementellen Nutzen einer verbesserten Therapieadhärenz und reduzierter Komplikationen. Insgesamt ist eine ganzheitliche (wissenschaftliche) Betrachtung notwendig, um das volle Potenzial einer therapiebegleitenden telemedizinischen bzw. Telemonitoring-Intervention zur Verbesserung der Behandlung von Patient:innen mit OSA und PAP-Therapie auszuschöpfen und seine Effektivität, Effizienz und Anwendbarkeit in der klinischen Praxis zu maximieren.

Zusätzlich sind weitere Untersuchungen erforderlich, um die MCID in der Therapieadhärenz zu bestimmen und so eine fundierte Bewertung der klinischen Relevanz festgestellter Effekte von Interventionen vornehmen zu können. Diese Erkenntnisse sind von entscheidender Bedeutung, um die Wirksamkeit von Telemedizin und speziell Telemonitoring zur Verbesserung der Therapieadhärenz präziser zu bewerten und geeignete klinische Entscheidungen zu treffen. Ferner sind weitere Studien notwendig, um die langfristige Wirksamkeit von Telemedizin-Interventionen bzw. die Nachhaltigkeit festgestellter Effekte auf die Behandlung von Schlafapnoe zu untersuchen.

Über den Fokus dieses Diskussionsbeitrags hinaus bestehen Evidenzlücken in der Schlafmedizin beispielsweise im Bereich des Einsatzes von Telemedizin bzw. Telemonitoring im Zusammenhang mit der Therapieinitiierung. Inwiefern mit Hilfe des Einsatzes von Telemedizin die schlafmedizinische Diagnose und ggf. Therapieeinleitung bei Patient:innen mit der Verdachtsdiagnose OSA beschleunigt werden kann, ist aktuell etwa Untersuchungsgegenstand des Innovationsfondsprojektes SleepWell. Erste Ergebnisse werden mit dem voraussichtlichen Abschluss des Projektes im September 2025 erwartet.

5.3 Limitationen

Die Erschließung der wissenschaftlichen Evidenz für diesen Diskussionsbeitrag weist Limitationen auf. Es wurden zwei teilsystematische Literaturrecherchen und -analysen durchgeführt, die selbstverständlich keine Abdeckung sämtlicher Evidenz zur Thematik sicherstellen. Die DGTelemed erhebt dementsprechend keinen Anspruch auf eine vollständige Abbildung der Studienlage. Dies war jedoch auch nicht das Ziel, zumal die DGTelemed als kleine Fachgesellschaft nicht über die Mittel zur Durchführung oder Beauftragung einer umfassenden systematischen Literaturrecherche zur Thematik verfügt. Stattdessen zielte die DGTelemed auf eine Abbildung der Evidenzlage nach dem Prinzip „quick-and-relevant“ ab, die die heterogene internationale Evidenzlage möglichst optimal aggregiert und zusätzlich die zentrale Studienevidenz für das Setting Deutschland ermittelt.

Die erste Strategie mit der Suche nach ausschließlich systematischen Reviews und/oder Metaanalysen zur Thematik mündete in einer Analyse der Ergebnisse von vier systematischen Reviews im Sinne eines

pragmatischen Umbrella-Reviews. Dieses weist entsprechend auch die typischen Limitationen eines Umbrella-Reviews auf. Zum einen waren die Informationen zu den telemedizinischen Interventionen auf die in den eingeschlossenen Reviews enthaltenen Inhalte begrenzt. Es fand keine Überprüfung bzw. Einholung ergänzender Informationen zu der Ausgestaltung der Interventionen auf Basis der Angaben der Primärstudien statt. Zum anderen hängt die Validität unseres pragmatischen Umbrella-Reviews entscheidend von der Qualität der eingeschlossenen systematischen Reviews und den Primärstudien, die in die systematischen Reviews eingeschlossen wurden, ab. Es erfolgte keine systematische Bewertung der eingeschlossenen systematischen Reviews mit einem entsprechenden Tool wie AMSTAR-2 (Shea et al. 2017) oder ROBIS (Whiting et al. 2016). Die generische Definition telemedizinischer Interventionen in den systematischen Reviews führte dazu, dass Primärstudien zu einer hohen Bandbreite an telemedizinischen Interventionen in die Reviews eingingen. Die limitierten Informationen zur Ausgestaltung der untersuchten Interventionen in den systematischen Reviews geben deutliche Hinweise darauf, dass die Interventionen weit über Telemonitoring-Interventionen entsprechend der in Kapitel 2.2 dargelegten Definition hinausgehen. Es lässt sich daher im Nachhinein diskutieren, ob ein Umbrella-Review generell angemessen zur Beantwortung der Forschungsfrage ist, solange es keine systematischen Reviews mit einer Fokussierung auf eine Telemonitoring-Intervention entsprechend der Definition des Kapitels 2.2 gibt. Darüber hinaus war der Suchzeitraum, entsprechend begründet, auf Publikationen zwischen einschließlich 2020 und 2024 begrenzt. Schließlich sei darauf verwiesen, dass durch die in der Suche nach systematischen Reviews und/oder Metaanalysen vorgenommene Filterung über den in PubMed hinterlegten Artikeltyp ein gewisses Risiko eines fälschlichen Ausschlusses von Publikationen zu systematischen Reviews oder Metaanalysen besteht, falls diese einem falschen oder keinem Artikeltyp zugeordnet waren.

Die zweite Strategie mit der Suche nach Primärstudien mit Studiensetting in Deutschland, die mit der Analyse von fünf Studien einherging, wies ebenfalls Limitationen auf. Zunächst sei zu betonen, dass die zweite Strategie ergänzenden Charakter hat, wohingegen der Fokus dieser Analyse hinsichtlich des Analyseaufwands für diesen Diskussionsbeitrag und der Ausführlichkeit der Darstellung in diesem Rahmen auf den Ergebnissen der ersten Suchstrategie lag. Der Suchzeitraum wurde auf eine Publikation zwischen einschließlich 2014 und 2024 begrenzt und es erfolgte ebenfalls keine systematische Bewertung der Studienqualität.

6 Schlussfolgerungen

Insgesamt wurden im Rahmen des evidenzbasierten Diskussionsbeitrags vier Metaanalysen und fünf deutsche Primärstudien identifiziert, die zur Beantwortung der eingangs formulierten Forschungsfrage nach dem Potenzial Telemonitoring-basierter Betreuungsmodelle für Patient:innen mit einer OSA, die

eine PAP-Therapie, insbesondere eine CPAP-Therapie, erhalten, herangezogen wurden. Daraus ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

Die vorliegenden Erkenntnisse unterstreichen die hohe Relevanz der Telemedizin und speziell des Telemonitorings als unterstützende Maßnahme in der Behandlung von OSA-Patient:innen. Die in diesen Diskussionsbeitrag eingegangene Evidenz legt eine Wirksamkeit telemedizinischer Interventionen und speziell Telemonitoring-Interventionen zur Steigerung der Therapieadhärenz von OSA-Patient:innen mit Erhalt einer PAP-Therapie trotz vorhandener Heterogenität und Unsicherheiten in der Effektgröße nahe. Außerhalb des Schwerpunkts dieses evidenzbasierten Diskussionsbeitrags bietet das Telemonitoring auch hohe Nutzenpotenziale für die vorherige Initiierungsphase. Wird nicht nur die Therapie nach der Initiierung durch eine telemedizinische Intervention begleitet, sondern auch die Initiierung selbst scheint so in Deutschland die Zeit bis zur Diagnose und Initiierung einer ggf. erforderlichen Therapie deutlich reduziert werden zu können.

Zusammenfassend liefert die Evidenz klare Hinweise darauf, dass telemedizinische und insbesondere Telemonitoring-Interventionen in der Behandlung von Patient:innen mit obstruktiver Schlafapnoe, die eine PAP-Therapie erhalten, wirksam sind. Sie verbessern die Therapieadhärenz, reduzieren die Therapieabbruchraten und ermöglichen eine frühzeitigere Therapieinitiierung. Die Kombination aus einer regelmäßigen Überwachung der Therapiedaten und unterstützenden Maßnahmen wie personalisiertem Feedback, digitalen Schulungsmaterialien und weiteren motivationssteigernden digitalen Elementen erscheint besonders effektiv.

Literaturverzeichnis

- Aardoom, J. J.; Loheide-Niesmann, L.; Ossebaard, H. C.; Riper, H. (2020): Effectiveness of eHealth Interventions in Improving Treatment Adherence for Adults With Obstructive Sleep Apnea: Meta-Analytic Review. In: *Journal of medical Internet research* 22 (2), e16972. DOI: 10.2196/16972.
- Alsaif, S. S.; Kelly, J. L.; Little, S.; Pinnock, H.; Morrell, M. J.; Polkey, M. I.; Murphie, P. (2022): Virtual consultations for patients with obstructive sleep apnoea: a systematic review and meta-analysis. In: *European respiratory review : an official journal of the European Respiratory Society* 31 (166). DOI: 10.1183/16000617.0180-2022.
- Anttalainen, U.; Melkko, S.; Hakko, S.; Laitinen, T.; Saaresranta, T. (2016): Telemonitoring of CPAP therapy may save nursing time. In: *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung* 20 (4), S. 1209–1215. DOI: 10.1007/s11325-016-1337-9.
- Arzt, M. (2022): Schlafbezogene Atmungsstörungen – Update 2021. In: *Somnologie : Schlafforschung und Schlafmedizin = Somnology : sleep research and sleep medicine* 26 (2), S. 111–124. DOI: 10.1007/s11818-022-00344-w.
- Bakker, J. P.; Wang, R.; Weng, J.; Aloia, M. S.; Toth, C.; Morrical, M. G. et al. (2016): Motivational Enhancement for Increasing Adherence to CPAP: A Randomized Controlled Trial. In: *Chest* 150 (2), S. 337–345. DOI: 10.1016/j.chest.2016.03.019.
- Benjafield, A. V.; Pépin, J.-L.; Valentine, K.; Cistulli, P. A.; Woehrle, H.; Nunez, C. M. et al. (2019): Compliance after switching from CPAP to bilevel for patients with non-compliant OSA: big data analysis. In: *BMJ open respiratory research* 6 (1), e000380. DOI: 10.1136/bmjresp-2018-000380.
- Bouloukaki, I.; Giannadaki, K.; Mermigkis, C.; Tzanakis, N.; Mauroudi, E.; Moniaki, V. et al. (2014): Intensive versus standard follow-up to improve continuous positive airway pressure compliance. In: *The European respiratory journal* 44 (5), S. 1262–1274. DOI: 10.1183/09031936.00021314.
- Braun, M.; Dietz-Terjung, S.; Taube, C.; Schoebel, C. (2022): Treatment preferences and willingness to pay in patients with obstructive sleep apnea: relevance of treatment experience. In: *Somnologie : Schlafforschung und Schlafmedizin = Somnology : sleep research and sleep medicine* 26 (1), S. 1–11. DOI: 10.1007/s11818-021-00331-7.
- Braun, M.; Stuck, B. A.; Schöbel, C.; Steffen, A. (2023): Use of drug-induced sleep endoscopy in Germany-an analysis based on claims data. In: *Somnologie : Schlafforschung und Schlafmedizin = Somnology : sleep research and sleep medicine* 27 (2), S. 102–108. DOI: 10.1007/s11818-023-00398-4.
- Chaiard, J.; Bhatarasakoon, P. (2023): Effectiveness of behavioral and psychosocial interventions for continuous positive airway pressure adherence among patients with obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. In: *Applied nursing research : ANR* 69, S. 151654. DOI: 10.1016/j.apnr.2022.151654.
- Chumpangern, W.; Muntham, D.; Chirakalwasan, N. (2021): Efficacy of a telemonitoring system in continuous positive airway pressure therapy in Asian obstructive sleep apnea. In: *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine* 17 (1), S. 23–29. DOI: 10.5664/jcsm.8772.
- Contal, O.; Poncin, W.; Vaudan, S.; Lys, A. de; Takahashi, H.; Bochet, S. et al. (2021): One-Year Adherence to Continuous Positive Airway Pressure With Telemonitoring in Sleep Apnea Hypopnea Syndrome: A Randomized Controlled Trial. In: *Frontiers in medicine* 8, S. 626361. DOI: 10.3389/fmed.2021.626361.

Correia, S.; Gonzalez, M.; Deger, M.; Pitts, P. (2024): The Value of Implementing a Digital Approach in the Obstructive Sleep Apnoea Patient Pathway: A Spanish Example. In: *Open respiratory archives* 6 (1), S. 100289. DOI: 10.1016/j.opresp.2023.100289.

DeMolles, D. A.; Sparrow, D.; Gottlieb, D. J.; Friedman, R. (2004): A pilot trial of a telecommunications system in sleep apnea management. In: *Medical care* 42 (8), S. 764–769. DOI: 10.1097/01.mlr.0000132353.99209.fe.

Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e. V. (2017): S3-Leitlinie Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörung - Kapitel „Schlafbezogene Atmungsstörungen bei Erwachsenen“. Online verfügbar unter https://register.awmf.org/assets/guidelines/063-001l_S3_SBAS_2017-08_2_verlaengert_und_Hinweis_Teil-Aktualisierung_2020-07.pdf.

Deutsche Gesellschaft für Telemedizin e. V. (2023): Chronisch Kranke besser versorgen mit Telemonitoring: Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Telemedizin e. V. (DGTelemed) zum Referentenentwurf für das Gesetz zur Beschleunigung der Digitalisierung im Gesundheitswesen (DigiG). Online verfügbar unter https://dgtelemed.de/wp-content/uploads/202307_Chronisch-Kranke-besser-versorgen-mit-Telemonitoring.pdf, zuletzt geprüft am 02.05.2024.

Deutsches Ärzteblatt (2020): Schlafapnoe: Telemedizin kann Versorgung verbessern. Online verfügbar unter <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/114046/Schlafapnoe%E2%80%90Telemedizin%E2%80%90kaenn%E2%80%90Versorgung%E2%80%90verbessern>, zuletzt geprüft am 22.05.2024.

Dietz-Terjung, S.; Große-Suntrup, M.; Schöbel, C. (2022): Adherence Monitoring Using Telemonitoring Techniques. In: *Advances in experimental medicine and biology* 1384, S. 331–337. DOI: 10.1007/978-3-031-06413-5_19.

Drager, L. F.; Malhotra, A.; Yan, Y.; Pépin, J.-L.; Armitstead, J. P.; Woehrle, H. et al. (2021): Adherence with positive airway pressure therapy for obstructive sleep apnea in developing vs. developed countries: a big data study. In: *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine* 17 (4), S. 703–709. DOI: 10.5664/jcsm.9008.

Fields, B. G.; Behari, P. P.; McCloskey, S.; True, G.; Richardson, D.; Thomasson, A. et al. (2016): Remote Ambulatory Management of Veterans with Obstructive Sleep Apnea. In: *Sleep* 39 (3), S. 501–509. DOI: 10.5665/sleep.5514.

Fietze, I.; Glos, M. (2022): Aktueller Stand der Telemedizin in der Schlafmedizin - die digitale Therapiebegleitung. Online verfügbar unter https://www.spectaris.de/fileadmin/Infothek/Medizintechnik/Themen/Hilfsmittelversorgung/Zielbild/Fietze-et-al_DigitalSleepMed_Review_04_2022.pdf, zuletzt geprüft am 05.04.2024.

Fietze, I.; Herberger, S.; Wewer, G.; Woehrle, H.; Lederer, K.; Lips, A. et al. (2022): Initiation of therapy for obstructive sleep apnea syndrome: a randomized comparison of outcomes of telemetry-supported home-based vs. sleep lab-based therapy initiation. In: *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung* 26 (1), S. 269–277. DOI: 10.1007/s11325-021-02371-7.

Fietze, I.; Laharnar, N.; Obst, A.; Ewert, R.; Felix, S. B.; Garcia, C. et al. (2019): Prevalence and association analysis of obstructive sleep apnea with gender and age differences - Results of SHIP-Trend. In: *Journal of sleep research* 28 (5), e12770. DOI: 10.1111/jsr.12770.

Fox, H.; Arzt, M.; Bergmann, M. W.; Bitter, T.; Linz, D.; Oldenburg, O. et al. (2021): Positionspapier „Schlafmedizin in der Kardiologie“, Update 2021. In: *Kardiologie* 15 (5), S. 429–461. DOI: 10.1007/s12181-021-00506-4.

Fox, N.; Hirsch-Allen, A. J.; Goodfellow, E.; Wenner, J.; Fleetham, J.; Ryan, C. F. et al. (2012): The impact of a telemedicine monitoring system on positive airway pressure adherence in patients with obstructive sleep apnea: a randomized controlled trial. In: *Sleep* 35 (4), S. 477–481. DOI: 10.5665/sleep.1728.

Franke, C.; Piezonna, F.; Schäfer, R.; Grimm, A.; Loris, L.-M.; Schwaibold, M. (2024): Effect of a digital patient motivation and support tool on CPAP/APAP adherence and daytime sleepiness: a randomized controlled trial. In: *Sleep and biological rhythms* 22 (1), S. 49–63. DOI: 10.1007/s41105-023-00479-9.

Frasnelli, M.; Baty, F.; Niedermann, J.; Brutsche, M. H.; Schoch, O. D. (2016): Effect of telemetric monitoring in the first 30 days of continuous positive airway pressure adaptation for obstructive sleep apnoea syndrome - a controlled pilot study. In: *Journal of telemedicine and telecare* 22 (4), S. 209–214. DOI: 10.1177/1357633X15598053.

Gemeinsamer Bundesausschuss (2013): Informationsblatt: Verfahrenstechnische und methodische Anforderungen an die Bewertung einer Untersuchungs- u. Behandlungsmethode. Online verfügbar unter https://www.g-ba.de/downloads/17-98-3562/Infoblatt_methodische-Anforderungen_2013-10-10.pdf, zuletzt geprüft am 08.04.2024.

Hetzenecker, A.; Fisser, C.; Stadler, S.; Arzt, M. (2018): Sleep Apnea. In: *Deutsche medizinische Wochenschrift (1946)* 143 (20), S. 1466–1471. DOI: 10.1055/a-0623-1283.

Higgins, J. P. T.; Green, S. (Hg.) (2011): *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Verfügbar unter: www.handbook.cochrane.org.

Hoet, F.; Libert, W.; Sanida, C.; van den Broecke, S.; Bruyneel, A. V.; Bruyneel, M. (2017): Telemonitoring in continuous positive airway pressure-treated patients improves delay to first intervention and early compliance: a randomized trial. In: *Sleep medicine* 39, S. 77–83. DOI: 10.1016/j.sleep.2017.08.016.

Hu, Y.; Su, Y.; Hu, S.; Ma, J.; Zhang, Z.; Fang, F.; Guan, J. (2021): Effects of telemedicine interventions in improving continuous positive airway pressure adherence in patients with obstructive sleep apnoea: a meta-analysis of randomised controlled trials. In: *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung* 25 (4), S. 1761–1771. DOI: 10.1007/s11325-021-02292-5.

Hui, D. S.; Chan, J. K.; Choy, D. K.; Ko, F. W.; Li, T. S.; Leung, R. C.; Lai, C. K. (2000): Effects of augmented continuous positive airway pressure education and support on compliance and outcome in a Chinese population. In: *Chest* 117 (5), S. 1410–1416. DOI: 10.1378/chest.117.5.1410.

Hwang, D.; Chang, J. W.; Benjafield, A. V.; Crocker, M. E.; Kelly, C.; Becker, K. A. et al. (2018): Effect of Telemedicine Education and Telemonitoring on Continuous Positive Airway Pressure Adherence. The Tele-OSA Randomized Trial. In: *American journal of respiratory and critical care medicine* 197 (1), S. 117–126. DOI: 10.1164/rccm.201703-0582OC.

Isetta, V.; Negrín, M. A.; Monasterio, C.; Masa, J. F.; Feu, N.; Álvarez, A. et al. (2015): A Bayesian cost-effectiveness analysis of a telemedicine-based strategy for the management of sleep apnoea: a multicentre randomised controlled trial. In: *Thorax* 70 (11), S. 1054–1061. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2015-207032.

Koehler, J.; Hildebrandt, O.; Cassel, W.; Conradt, R.; Mayr, P.; Alter, P.; Viniol, C. (2022): Adherence to CPAP Three Months after Starting Therapy in 1078 Patients with Obstructive Sleep Apnea (OSA). In: *Pneumologie (Stuttgart, Germany)* 76 (4), S. 251–259. DOI: 10.1055/a-1666-5369.

Koehler, J.; Hildebrandt, O.; Cassel, W.; Conradt, R.; Mayr, P.; Alter, P.; Viniol, C. (2023): Adherence to CPAP Three Months after Starting Therapy in 1078 Patients with Obstructive Sleep Apnea (OSA). In: *Laryngo- rhino- otologie* 102 (4), S. 291–299. DOI: 10.1055/a-1949-3026.

Kooij, L.; Vos, P. J.; Dijkstra, A.; Roovers, E. A.; van Harten, W. H. (2021): Video Consultation as an Adequate Alternative to Face-to-Face Consultation in Continuous Positive Airway Pressure Use for Newly Diagnosed Patients With Obstructive Sleep Apnea: Randomized Controlled Trial. In: *JMIR formative research* 5 (5), e20779. DOI: 10.2196/20779.

Kotzian, S. T.; Saletu, M. T.; Schwarzinger, A.; Haider, S.; Spatt, J.; Kranz, G.; Saletu, B. (2019): Proactive telemedicine monitoring of sleep apnea treatment improves adherence in people with stroke- a randomized controlled trial (HOPES study). In: *Sleep medicine* 64, S. 48–55. DOI: 10.1016/j.sleep.2019.06.004.

Kuna, S. T.; Shuttleworth, D.; Chi, L.; Schutte-Rodin, S.; Friedman, E.; Guo, H. et al. (2015): Web-Based Access to Positive Airway Pressure Usage with or without an Initial Financial Incentive Improves Treatment Use in Patients with Obstructive Sleep Apnea. In: *Sleep* 38 (8), S. 1229–1236. DOI: 10.5665/sleep.4898.

Kwon, J.-S.; Jung, H.-J.; Yu, J.-H.; Bae, S.-Y.; Park, Y.; Cha, J. Y.; Ahn, H.-J. (2022): Effectiveness of remote monitoring and feedback on objective compliance with a mandibular advancement device for treatment of obstructive sleep apnea. In: *Journal of sleep research* 31 (3), e13508. DOI: 10.1111/jsr.13508.

Labarca, G.; Schmidt, A.; Dreyse, J.; Jorquera, J.; Barbe, F. (2021): Telemedicine interventions for CPAP adherence in obstructive sleep apnea patients: Systematic review and meta-analysis. In: *Sleep medicine reviews* 60, S. 101543. DOI: 10.1016/j.smrv.2021.101543.

Lai, A. Y. K.; Fong, D. Y. T.; Lam, J. C. M.; Weaver, T. E.; Ip, M. S. M. (2014): The efficacy of a brief motivational enhancement education program on CPAP adherence in OSA: a randomized controlled trial. In: *Chest* 146 (3), S. 600–610. DOI: 10.1378/chest.13-2228.

Liu, D.; Armitstead, J.; Benjafield, A.; Shao, S.; Malhotra, A.; Cistulli, P. A. et al. (2017): Trajectories of Emergent Central Sleep Apnea During CPAP Therapy. In: *Chest* 152 (4), S. 751–760. DOI: 10.1016/j.chest.2017.06.010.

Lo Bue, A.; Salvaggio, A.; Isidoro, S. I.; Romano, S.; Marrone, O.; Insalaco, G. (2014): Usefulness of reinforcing interventions on continuous positive airway pressure compliance. In: *BMC pulmonary medicine* 14, S. 78. DOI: 10.1186/1471-2466-14-78.

Lugo, V. M.; Garmendia, O.; Suarez-Girón, M.; Torres, M.; Vázquez-Polo, F. J.; Negrín, M. A. et al. (2019): Comprehensive management of obstructive sleep apnea by telemedicine: Clinical improvement and cost-effectiveness of a Virtual Sleep Unit. A randomized controlled trial. In: *PLoS one* 14 (10), e0224069. DOI: 10.1371/journal.pone.0224069.

Madaeva, I. M.; Berdina, O. N.; Kurashova, N. A.; Semenova, N. V.; Ukhinov, E. B.; Belskikh, A. V.; Kolesnikova, L. I. (2021): Sleep Apnea and Serum Serotonin Level Pre- and Post-PAP Therapy: A Preliminary Study. In: *Neurology and therapy* 10 (2), S. 1095–1102. DOI: 10.1007/s40120-021-00290-z.

Mendelson, M.; Vivodtzev, I.; Tamisier, R.; Laplaud, D.; Dias-Domingos, S.; Baguet, J.-P. et al. (2014): CPAP treatment supported by telemedicine does not improve blood pressure in high cardiovascular risk OSA patients: a randomized, controlled trial. In: *Sleep* 37 (11), S. 1863–1870. DOI: 10.5665/sleep.4186.

Mengden, I. von; Blau, A.; Zimmermann, S.; Diecker, B.; Biró, C.; Rieger, I. et al. (2011): Die SHIP Studie: erste epidemiologische Ergebnisse zur Schlafapnoe. In: *Pneumologie* 65 (04). DOI: 10.1055/s-0031-1273041.

Munafo, D.; Hevener, W.; Crocker, M.; Willes, L.; Sridasome, S.; Muhsin, M. (2016): A telehealth program for CPAP adherence reduces labor and yields similar adherence and efficacy when compared to standard of care. In: *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung* 20 (2), S. 777–785. DOI: 10.1007/s11325-015-1298-4.

Murase, K.; Tanizawa, K.; Minami, T.; Matsumoto, T.; Tachikawa, R.; Takahashi, N. et al. (2020): A Randomized Controlled Trial of Telemedicine for Long-Term Sleep Apnea Continuous Positive Airway Pressure Management. In: *Annals of the American Thoracic Society* 17 (3), S. 329–337. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201907-494OC.

Nilius, G.; Cottin, U.; Domanski, U.; van't Hoog, T.; Franke, K.-J.; Burian, S.; Ruehle, K.-H. (2012): Effects of intensive outpatient training on the adherence of CPAP therapy for patients with OSA. In: *Somnologie* 16 (4), S. 251–256. DOI: 10.1007/s11818-012-0580-y.

Nilius, G.; Schroeder, M.; Domanski, U.; Tietze, A.; Schäfer, T.; Franke, K.-J. (2019): Telemedicine Improves Continuous Positive Airway Pressure Adherence in Stroke Patients with Obstructive Sleep Apnea in a Randomized Trial. In: *Respiration; international review of thoracic diseases* 98 (5), S. 410–420. DOI: 10.1159/000501656.

Niu, Y.; Xi, H.; Zhu, R.; Guo, Y.; Wang, S.; Xiong, X. et al. (2023): Effects of telemedicine-based follow-up management on adults with obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. In: *International journal of medical informatics* 176, S. 105108. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2023.105108.

Page, M. J.; McKenzie, J. E.; Bossuyt, P. M.; Boutron, I.; Hoffmann, T. C.; Mulrow, C. D. et al. (2021): The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. In: *BMJ (Clinical research ed.)* 372, n71. DOI: 10.1136/bmj.n71.

Pengo, M. F.; Czaban, M.; Berry, M. P.; Nirmalan, P.; Brown, R.; Birdseye, A. et al. (2018): The effect of positive and negative message framing on short term continuous positive airway pressure compliance in patients with obstructive sleep apnea. In: *Journal of thoracic disease* 10 (Suppl 1), S160-S169. DOI: 10.21037/jtd.2017.07.110.

Pépin, J.-L.; Jullian-Desayes, I.; Sapène, M.; Treptow, E.; Joyeux-Faure, M.; Benmerad, M. et al. (2019): Multimodal Remote Monitoring of High Cardiovascular Risk Patients With OSA Initiating CPAP: A Randomized Trial. In: *Chest* 155 (4), S. 730–739. DOI: 10.1016/j.chest.2018.11.007.

Pépin, J.-L.; Randerath, W. (2023): Continuous positive airway pressure for prevention of cardiovascular events and mortality: why evidence is evolving. In: *The European respiratory journal* 62 (6). DOI: 10.1183/13993003.01741-2023.

Pépin, J.-L.; Woehrle, H.; Liu, D.; Shao, S.; Armitstead, J. P.; Cistulli, P. A. et al. (2018): Adherence to Positive Airway Therapy After Switching From CPAP to ASV: A Big Data Analysis. In: *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine* 14 (1), S. 57–63. DOI: 10.5664/jcsm.6880.

Polasky, C.; Steffen, A.; Loyal, K.; Lange, C.; Bruchhage, K.-L.; Pries, R. (2021): Reconstitution of Monocyte Subsets and PD-L1 Expression but Not T Cell PD-1 Expression in Obstructive Sleep Apnea Patients upon PAP Therapy. In: *International journal of molecular sciences* 22 (21). DOI: 10.3390/ijms222111375.

- Randerath, W.; Bögel, M.; Franke, C.; Hellmann, A.; Jany, B.; Nilius, G. et al. (2017): Positionspapier zum Telemonitoring bei schlafbezogenen Atmungsstörungen. In: *Pneumologie (Stuttgart, Germany)* 71 (2), S. 81–85. DOI: 10.1055/s-0042-124083.
- Rhodes, S.; Waters, D.; Brockway, B.; Skinner, M. (2022): Exercise and motivational text messaging to support physical activity behaviour change in a population with obstructive sleep apnoea: a feasibility study. In: *Journal of primary health care* 14 (4), S. 318–325. DOI: 10.1071/HC22033.
- Richter, K.; Baumgärtner, L.; Niklewski, G.; Peter, L.; Köck, M.; Kellner, S. et al. (2020): Sleep disorders in migrants and refugees: a systematic review with implications for personalized medical approach. In: *The EPMA journal* 11 (2), S. 251–260. DOI: 10.1007/s13167-020-00205-2.
- Richter, M.; Schroeder, M.; Domanski, U.; Schwaibold, M.; Nilius, G. (2023): Reliability of respiratory event detection with continuous positive airway pressure in moderate to severe obstructive sleep apnea - comparison of polysomnography with a device-based analysis. In: *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung* 27 (4), S. 1639–1650. DOI: 10.1007/s11325-022-02740-w.
- Schoch, O. D.; Baty, F.; Boesch, M.; Benz, G.; Niedermann, J.; Brutsche, M. H. (2019): Telemedicine for Continuous Positive Airway Pressure in Sleep Apnea. A Randomized, Controlled Study. In: *Annals of the American Thoracic Society* 16 (12), S. 1550–1557. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201901-013OC.
- Schulz, R.; Hirche, T. O.; Stuck, B. A. (2020): Schlafbezogene Atmungsstörungen. In: *Hessisches Ärzteblatt* (10/2020), S. 532–538. Online verfügbar unter <https://www.laekh.de/heftarchiv/ausgabe/artikel/2020/oktober-2020/schlafbezogene-atmungsstoerungen>, zuletzt geprüft am 18.03.2024.
- Sedkaoui, K.; Leseux, L.; Pontier, S.; Rossin, N.; Leophonte, P.; Fraysse, J.-L.; Didier, A. (2015): Efficiency of a phone coaching program on adherence to continuous positive airway pressure in sleep apnea hypopnea syndrome: a randomized trial. In: *BMC pulmonary medicine* 15, S. 102. DOI: 10.1186/s12890-015-0099-7.
- Shea, B. J.; Reeves, B. C.; Wells, G.; Thuku, M.; Hamel, C.; Moran, J. et al. (2017): AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. In: *BMJ (Clinical research ed.)* 358, j4008. DOI: 10.1136/bmj.j4008.
- Smith, C. E.; Daus, E. R.; Clements, F.; Puno, F. N.; Cook, D.; Doolittle, G.; Leeds, W. (2006): Telehealth services to improve nonadherence: A placebo-controlled study. In: *Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association* 12 (3), S. 289–296. DOI: 10.1089/tmj.2006.12.289.
- Sparrow, D.; Aloia, M.; DeMolles, D. A.; Gottlieb, D. J. (2010): A telemedicine intervention to improve adherence to continuous positive airway pressure: a randomised controlled trial. In: *Thorax* 65 (12), S. 1061–1066. DOI: 10.1136/thx.2009.133215.
- Steffen, A.; Schöbel, C.; Vogler, J.; Bruchhage, K.-L.; Tilz, R. R. (2023): Concurrent hypoglossal and phrenic nerve stimulation in patients with obstructive and treatment emergent central sleep apnea. In: *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*. DOI: 10.1007/s11325-023-02939-5.
- Stepnowsky, C.; Edwards, C.; Zamora, T.; Barker, R.; Agha, Z. (2013): Patient perspective on use of an interactive website for sleep apnea. In: *International journal of telemedicine and applications* 2013, S. 239382. DOI: 10.1155/2013/239382.
- Stepnowsky, C. J.; Palau, J. J.; Marler, M. R.; Gifford, A. L. (2007): Pilot randomized trial of the effect of wireless telemonitoring on compliance and treatment efficacy in obstructive sleep apnea. In: *Journal of medical Internet research* 9 (2), e14. DOI: 10.2196/jmir.9.2.e14.

- Stuck, B. A.; Schöbel, C.; Wiater, A.; Triché, D. (2021): Obstruktive Schlafapnoe: Klug entscheiden, das Richtige tun. In: *Somnologie* 25 (4), S. 294–300. DOI: 10.1007/s11818-021-00309-5.
- Tamisier, R.; Treptow, E.; Joyeux-Faure, M.; Levy, P.; Sapene, M.; Benmerad, M. et al. (2020): Impact of a Multimodal Telemonitoring Intervention on CPAP Adherence in Symptomatic OSA and Low Cardiovascular Risk: A Randomized Controlled Trial. In: *Chest* 158 (5), S. 2136–2145. DOI: 10.1016/j.chest.2020.05.613.
- Taylor, Y.; Eliasson, A.; Andrada, T.; Kristo, D.; Howard, R. (2006): The role of telemedicine in CPAP compliance for patients with obstructive sleep apnea syndrome. In: *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung* 10 (3), S. 132–138. DOI: 10.1007/s11325-006-0059-9.
- Techniker Krankenkasse (o. J.): Telemedizin Schlafapnoe. Online verfügbar unter <https://www.tk.de/techniker/gesundheits-und-medizin/igv-vertraege/telemedizin-schlafapnoe-2097204>, zuletzt geprüft am 22.05.2024.
- Tomás, C. C.; Oliveira, E.; Sousa, D.; Uba-Chupel, M.; Furtado, G.; Rocha, C. et al. (2016): Proceedings of the 3rd IPLEiria's International Health Congress : Leiria, Portugal. 6-7 May 2016. In: *BMC health services research* 16 Suppl 3 (Suppl 3), S. 200. DOI: 10.1186/s12913-016-1423-5.
- Turino, C.; Batlle, J. de; Woehrle, H.; Mayoral, A.; Castro-Grattoni, A. L.; Gómez, S. et al. (2017): Management of continuous positive airway pressure treatment compliance using telemonitoring in obstructive sleep apnoea. In: *The European respiratory journal* 49 (2). DOI: 10.1183/13993003.01128-2016.
- Turino, C.; Benítez, I. D.; Rafael-Palou, X.; Mayoral, A.; Lopera, A.; Pascual, L. et al. (2021): Management and Treatment of Patients With Obstructive Sleep Apnea Using an Intelligent Monitoring System Based on Machine Learning Aiming to Improve Continuous Positive Airway Pressure Treatment Compliance: Randomized Controlled Trial. In: *Journal of medical Internet research* 23 (10), e24072. DOI: 10.2196/24072.
- Weaver, T. E. (2019): Novel Aspects of CPAP Treatment and Interventions to Improve CPAP Adherence. In: *Journal of clinical medicine* 8 (12). DOI: 10.3390/jcm8122220.
- Whiting, P.; Savović, J.; Higgins, J. P. T.; Caldwell, D. M.; Reeves, B. C.; Shea, B. et al. (2016): ROBIS: A new tool to assess risk of bias in systematic reviews was developed. In: *Journal of clinical epidemiology* 69, S. 225–234. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2015.06.005.
- Woehrle, H.; Arzt, M.; Graml, A.; Fietze, I.; Young, P.; Teschler, H.; Ficker, J. H. (2018): Effect of a patient engagement tool on positive airway pressure adherence: analysis of a German healthcare provider database. In: *Sleep medicine* 41, S. 20–26. DOI: 10.1016/j.sleep.2017.07.026.
- Woehrle, H.; Ficker, J. H.; Graml, A.; Fietze, I.; Young, P.; Teschler, H.; Arzt, M. (2017): Telemedicine-based proactive patient management during positive airway pressure therapy: Impact on therapy termination rate. In: *Somnologie : Schlafforschung und Schlafmedizin = Somnology : sleep research and sleep medicine* 21 (2), S. 121–127. DOI: 10.1007/s11818-016-0098-9.
- Woehrle, H.; Schoebel, C.; Ficker, J. H.; Graml, A.; Schnepf, J.; Fietze, I. et al. (2024): Positive airway pressure telehealth models and long-term therapy termination: a healthcare database analysis. In: *ERJ open research* 10 (1). DOI: 10.1183/23120541.00424-2023.

Anhang

Anhang 1: Suchstrings

Suchstring 1: Aktuelle systematische Reviews und Metaanalysen international

- Literatursuche in PubMed
- Suchstrategie setzt sich aus drei Teilen zusammen
 - 1) Schlafapnoe
 - 2) PAP-Therapie (speziell CPAP)
 - 3) Telemonitoring bzw. Telemedizin
- für die jeweils Synonyme, verwandte Begriffe und MeSH-Terms (Verschlagwortung von PubMed) als alternative Begriffe zugelassen wurden (ODER-Verknüpfung)
- die drei Begriffsgruppen wurden anschließend kombiniert (UND-Verknüpfung)
- es wurden zur weiteren Spezifizierung zwei Filteroptionen in PubMed genutzt:
 - Filter bei Artikeltypen: Meta-Analysis, Systematic Review (bzw. Artikel, die entsprechend als diese Artikeltypen in PubMed klassifiziert sind)
 - Filter bei Jahren: 2020-2024

Suchstring:

<p>Search: (Sleep apnea OR OSA OR sleep disordered breathing) AND (continuous positive airway pressure OR CPAP OR "APAP" OR PAP) AND (tele* OR eHealth OR e-Health OR (remote AND monitoring)) Filters: Meta-Analysis, Systematic Review, from 2020 - 2024 Sort by: Publication Date</p> <p>((("sleep apnoea"[All Fields] OR "sleep apnea syndromes"[MeSH Terms] OR ("sleep"[All Fields] AND "apnea"[All Fields] AND "syndromes"[All Fields]) OR "sleep apnea syndromes"[All Fields] OR ("sleep"[All Fields] AND "apnea"[All Fields]) OR "sleep apnea"[All Fields] OR "OSA"[All Fields] OR ("sleep apnea syndromes"[MeSH Terms] OR ("sleep"[All Fields] AND "apnea"[All Fields] AND "syndromes"[All Fields]) OR "sleep apnea syndromes"[All Fields] OR ("sleep"[All Fields] AND "disordered"[All Fields] AND "breathing"[All Fields]) OR "sleep disordered breathing"[All Fields])) AND ("continuous positive airway pressure"[MeSH Terms] OR ("continuous"[All Fields] AND "positive"[All Fields] AND "airway"[All Fields] AND "pressure"[All Fields]) OR "continuous positive airway pressure"[All Fields] OR "CPAP"[All Fields] OR "APAP"[All Fields] OR "PAP"[All Fields]) AND ("tele*" [All Fields] OR ("telemedicine"[MeSH Terms] OR "telemedicine"[All Fields] OR "ehealth"[All Fields]) OR "e-Health"[All Fields] OR ("remote"[All Fields] OR "remotely"[All Fields] OR "remoteness"[All Fields] OR "remotes"[All Fields]) AND ("monitor"[All Fields] OR "monitor s"[All Fields] OR "monitorable"[All Fields] OR "monitored"[All Fields] OR "monitoring"[All Fields] OR "monitoring s"[All Fields] OR "monitorings"[All Fields] OR "monitorization"[All Fields] OR "monitorize"[All Fields] OR "monitorized"[All Fields] OR "monitors"[All Fields]))) AND ((meta-analysis[Filter] OR systematicreview[Filter]) AND (2020:2024[pdat]))</p> <p>Translations</p> <p>Sleep apnea: "sleep apnoea"[All Fields] OR "sleep apnea syndromes"[MeSH Terms] OR ("sleep"[All Fields] AND "apnea"[All Fields] AND "syndromes"[All Fields]) OR "sleep apnea syndromes"[All Fields] OR ("sleep"[All Fields] AND "apnea"[All Fields]) OR "sleep apnea"[All Fields]</p> <p>sleep disordered breathing: "sleep apnea syndromes"[MeSH Terms] OR ("sleep"[All Fields] AND "apnea"[All Fields] AND "syndromes"[All Fields]) OR "sleep apnea</p>	<p>7 Ergebnisse</p>
---	-------------------------

<p>syndromes"[All Fields] OR ("sleep"[All Fields] AND "disordered"[All Fields] AND "breathing"[All Fields]) OR "sleep disordered breathing"[All Fields]</p> <p>continuous positive airway pressure: "continuous positive airway pressure"[MeSH Terms] OR ("continuous"[All Fields] AND "positive"[All Fields] AND "airway"[All Fields] AND "pressure"[All Fields]) OR "continuous positive airway pressure"[All Fields]</p> <p>eHealth: "telemedicine"[MeSH Terms] OR "telemedicine"[All Fields] OR "ehealth"[All Fields]</p> <p>remote: "remote"[All Fields] OR "remotely"[All Fields] OR "remoteness"[All Fields] OR "remotes"[All Fields]</p> <p>monitoring: "monitor"[All Fields] OR "monitor's"[All Fields] OR "monitorable"[All Fields] OR "monitored"[All Fields] OR "monitoring"[All Fields] OR "monitoring's"[All Fields] OR "monitorings"[All Fields] OR "monitorization"[All Fields] OR "monitorize"[All Fields] OR "monitorized"[All Fields] OR "monitors"[All Fields]</p>	
--	--

Suchstring 2: Einzelstudien aus DE (Studiensetting DE) der letzten 10 Jahre

- Gleiche Suchstrategie (verwendete Begriffe/Teile und Verknüpfungen) wie bei Suchstrategie 1 ergänzt um vierten Teil:
 - 4) Deutsch/Deutschland
- für den jeweils Synonyme, verwandte Begriffe und und MeSH-Terms (Verschlagwortung von PubMed) als alternative Begriffe zugelassen wurden (ODER-Verknüpfung)
- die neue vierte Begriffsgruppe wurde anschließend mit den drei Begriffsgruppen Schlafapnoe, PAP-Therapie (speziell CPAP) und Telemonitoring bzw. Telemedizin kombiniert (UND-Verknüpfung)
- es wurden zur weiteren Spezifizierung die folgende Filteroption in PubMed genutzt:
 - Filter bei Jahren: 2014-2024

Suchstring:

<p>Search: (Sleep apnea OR OSA OR sleep disordered breathing) AND (continuous positive airway pressure OR CPAP OR "APAP" OR PAP) AND (tele* OR eHealth OR e-Health OR (remote AND monitoring)) AND (Germany OR German) Filters: from 2014 - 2024 Sort by: Publication Date</p> <p>((("sleep apnoea"[All Fields] OR "sleep apnea syndromes"[MeSH Terms] OR ("sleep"[All Fields] AND "apnea"[All Fields] AND "syndromes"[All Fields]) OR "sleep apnea syndromes"[All Fields] OR ("sleep"[All Fields] AND "apnea"[All Fields]) OR "sleep apnea"[All Fields] OR "OSA"[All Fields] OR ("sleep apnea syndromes"[MeSH Terms] OR ("sleep"[All Fields] AND "apnea"[All Fields] AND "syndromes"[All Fields]) OR "sleep apnea syndromes"[All Fields] OR ("sleep"[All Fields] AND "disordered"[All Fields] AND "breathing"[All Fields]) OR "sleep disordered breathing"[All Fields])) AND ("continuous positive airway pressure"[MeSH Terms] OR ("continuous"[All Fields] AND "positive"[All Fields] AND "airway"[All Fields] AND "pressure"[All Fields]) OR "continuous positive airway pressure"[All Fields] OR "CPAP"[All Fields] OR "APAP"[All Fields] OR "PAP"[All Fields]) AND ("tele*" [All Fields] OR ("telemedicine"[MeSH Terms] OR "telemedicine"[All Fields] OR "ehealth"[All Fields]) OR "e-Health"[All Fields] OR ("remote"[All Fields] OR "remotely"[All Fields] OR "remoteness"[All</p>	<p>28 Ergebnisse</p>
---	--------------------------

Fields] OR "remotes"[All Fields]) AND ("monitor"[All Fields] OR "monitor s"[All Fields] OR "monitorable"[All Fields] OR "monitored"[All Fields] OR "monitoring"[All Fields] OR "monitoring s"[All Fields] OR "monitorings"[All Fields] OR "monitorization"[All Fields] OR "monitorize"[All Fields] OR "monitorized"[All Fields] OR "monitors"[All Fields])) AND ("germanies"[All Fields] OR "germany"[MeSH Terms] OR "germany"[All Fields] OR "germany s"[All Fields] OR "germanys"[All Fields] OR ("german people"[Supplementary Concept] OR "german people"[All Fields] OR "germans"[All Fields] OR "german"[All Fields] OR "germanic"[All Fields])) AND (2014:2024[pdat])

Translations

Sleep apnea: "sleep apnoea"[All Fields] OR "sleep apnea syndromes"[MeSH Terms] OR ("sleep"[All Fields] AND "apnea"[All Fields] AND "syndromes"[All Fields]) OR "sleep apnea syndromes"[All Fields] OR ("sleep"[All Fields] AND "apnea"[All Fields]) OR "sleep apnea"[All Fields]

sleep disordered breathing: "sleep apnea syndromes"[MeSH Terms] OR ("sleep"[All Fields] AND "apnea"[All Fields] AND "syndromes"[All Fields]) OR "sleep apnea syndromes"[All Fields] OR ("sleep"[All Fields] AND "disordered"[All Fields] AND "breathing"[All Fields]) OR "sleep disordered breathing"[All Fields]

continuous positive airway pressure: "continuous positive airway pressure"[MeSH Terms] OR ("continuous"[All Fields] AND "positive"[All Fields] AND "airway"[All Fields] AND "pressure"[All Fields]) OR "continuous positive airway pressure"[All Fields]

eHealth: "telemedicine"[MeSH Terms] OR "telemedicine"[All Fields] OR "ehealth"[All Fields]

remote: "remote"[All Fields] OR "remotely"[All Fields] OR "remoteness"[All Fields] OR "remotes"[All Fields]

monitoring: "monitor"[All Fields] OR "monitor's"[All Fields] OR "monitorable"[All Fields] OR "monitored"[All Fields] OR "monitoring"[All Fields] OR "monitoring's"[All Fields] OR "monitorings"[All Fields] OR "monitorization"[All Fields] OR "monitorize"[All Fields] OR "monitorized"[All Fields] OR "monitors"[All Fields]

Germany: "germanies"[All Fields] OR "germany"[MeSH Terms] OR "germany"[All Fields] OR "germany's"[All Fields] OR "germanys"[All Fields]

German: "German people"[Supplementary Concept] OR "German people"[All Fields] OR "germans"[All Fields] OR "german"[All Fields] OR "germanic"[All Fields]

Anhang 2: Auflistung der Primärstudien, die in die eingeschlossenen Reviews eingegangen sind

Eingeschlossene RCT	Aardoom et al. 2020	Hu et al. 2021	Labarca et al. 2021	Niu et al. 2023
Anttalainen et al. 2016				X
Bakker et al. 2016				X
Bouloukaki et al. 2014	X			X
Chumpangern et al. 2021				X
Contal et al. 2021				X
DeMolles et al. 2004	X	X		X
Fields et al. 2016	X		X	X
Fietze et al. 2022				X
Frasnelli et al. 2016				X
Fox et al. 2012	X	X	X	X
Hoet et al. 2017	X	X	X	X
Hui et al. 2000	X			X
Hwang et al. 2018	X	X	X	X
Isetta et al. 2015	X	X	X	X
Kooij et al. 2021				X*
Kotzian et al. 2019				X
Kwon et al. 2022				X*
Kuna et al. 2015	X			
Lai et al. 2014	X			X
Lo Bue et al. 2014	X*			
Lugo et al. 2019			X	X*
Mendelson et al. 2014	X		X	X
Munafo et al. 2016		X		
Murase et al. 2020			X	X
Nilius et al. 2012	X			X
Nilius et al. 2019				X
Pengo et al. 2018	X			X
Pépin et al. 2019		X	X	X
Rhodes et al. 2022				X*
Schoch et al. 2019			X	X
Sedkaoui et al. 2015	X		X	X
Smith et al. 2006			X*	
Sparrow et al. 2010			X	
Stepnowsky et al. 2013	X	X		
Stepnowsky et al. 2007	X	X		X
Tamisier et al. 2020			X	X
Taylor et al. 2006	X	X	X	X
Turino et al. 2017	X	X	X	X
Turino et al. 2021				X

* kein Eingang in Metaanalyse zu Endpunkt CPAP-Nutzungsdauer pro Tag/Nacht in Zeiteinheiten

Literaturverzeichnis - Anhang

- Anttalainen, U.; Melkko, S.; Hakko, S.; Laitinen, T.; Saaresranta, T. (2016): Telemonitoring of CPAP therapy may save nursing time. In: *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung* 20 (4), S. 1209–1215. DOI: 10.1007/s11325-016-1337-9.
- Bakker, J. P.; Wang, R.; Weng, J.; Aloia, M. S.; Toth, C.; Morrical, M. G. et al. (2016): Motivational Enhancement for Increasing Adherence to CPAP: A Randomized Controlled Trial. In: *Chest* 150 (2), S. 337–345. DOI: 10.1016/j.chest.2016.03.019.
- Bouloukaki, I.; Giannadaki, K.; Mermigkis, C.; Tzanakis, N.; Mauroudi, E.; Moniaki, V. et al. (2014): Intensive versus standard follow-up to improve continuous positive airway pressure compliance. In: *The European respiratory journal* 44 (5), S. 1262–1274. DOI: 10.1183/09031936.00021314.
- Chumpangern, W.; Muntham, D.; Chirakalwasan, N. (2021): Efficacy of a telemonitoring system in continuous positive airway pressure therapy in Asian obstructive sleep apnea. In: *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine* 17 (1), S. 23–29. DOI: 10.5664/jcsm.8772.
- Contal, O.; Poncin, W.; Vaudan, S.; Lys, A. de; Takahashi, H.; Bochet, S. et al. (2021): One-Year Adherence to Continuous Positive Airway Pressure With Telemonitoring in Sleep Apnea Hypopnea Syndrome: A Randomized Controlled Trial. In: *Frontiers in medicine* 8, S. 626361. DOI: 10.3389/fmed.2021.626361.
- DeMolles, D. A.; Sparrow, D.; Gottlieb, D. J.; Friedman, R. (2004): A pilot trial of a telecommunications system in sleep apnea management. In: *Medical care* 42 (8), S. 764–769. DOI: 10.1097/01.mlr.0000132353.99209.fe.
- Fields, B. G.; Behari, P. P.; McCloskey, S.; True, G.; Richardson, D.; Thomasson, A. et al. (2016): Remote Ambulatory Management of Veterans with Obstructive Sleep Apnea. In: *Sleep* 39 (3), S. 501–509. DOI: 10.5665/sleep.5514.
- Fietze, I.; Herberger, S.; Wewer, G.; Woehle, H.; Lederer, K.; Lips, A. et al. (2022): Initiation of therapy for obstructive sleep apnea syndrome: a randomized comparison of outcomes of telemetry-supported home-based vs. sleep lab-based therapy initiation. In: *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung* 26 (1), S. 269–277. DOI: 10.1007/s11325-021-02371-7.
- Fox, N.; Hirsch-Allen, A. J.; Goodfellow, E.; Wenner, J.; Fleetham, J.; Ryan, C. F. et al. (2012): The impact of a telemedicine monitoring system on positive airway pressure adherence in patients with obstructive sleep apnea: a randomized controlled trial. In: *Sleep* 35 (4), S. 477–481. DOI: 10.5665/sleep.1728.
- Frasnelli, M.; Baty, F.; Niedermann, J.; Brutsche, M. H.; Schoch, O. D. (2016): Effect of telemetric monitoring in the first 30 days of continuous positive airway pressure adaptation for obstructive sleep apnoea syndrome - a controlled pilot study. In: *Journal of telemedicine and telecare* 22 (4), S. 209–214. DOI: 10.1177/1357633X15598053.
- Hoet, F.; Libert, W.; Sanida, C.; van den Broecke, S.; Bruyneel, A. V.; Bruyneel, M. (2017): Telemonitoring in continuous positive airway pressure-treated patients improves delay to first intervention and early compliance: a randomized trial. In: *Sleep medicine* 39, S. 77–83. DOI: 10.1016/j.sleep.2017.08.016.
- Hui, D. S.; Chan, J. K.; Choy, D. K.; Ko, F. W.; Li, T. S.; Leung, R. C.; Lai, C. K. (2000): Effects of augmented continuous positive airway pressure education and support on compliance and outcome in a Chinese population. In: *Chest* 117 (5), S. 1410–1416. DOI: 10.1378/chest.117.5.1410.

Hwang, D.; Chang, J. W.; Benjafield, A. V.; Crocker, M. E.; Kelly, C.; Becker, K. A. et al. (2018): Effect of Telemedicine Education and Telemonitoring on Continuous Positive Airway Pressure Adherence. The Tele-OSA Randomized Trial. In: *American journal of respiratory and critical care medicine* 197 (1), S. 117–126. DOI: 10.1164/rccm.201703-0582OC.

Isetta, V.; Negrín, M. A.; Monasterio, C.; Masa, J. F.; Feu, N.; Álvarez, A. et al. (2015): A Bayesian cost-effectiveness analysis of a telemedicine-based strategy for the management of sleep apnoea: a multicentre randomised controlled trial. In: *Thorax* 70 (11), S. 1054–1061. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2015-207032.

Kooij, L.; Vos, P. J.; Dijkstra, A.; Roovers, E. A.; van Harten, W. H. (2021): Video Consultation as an Adequate Alternative to Face-to-Face Consultation in Continuous Positive Airway Pressure Use for Newly Diagnosed Patients With Obstructive Sleep Apnea: Randomized Controlled Trial. In: *JMIR formative research* 5 (5), e20779. DOI: 10.2196/20779.

Kotzian, S. T.; Saletu, M. T.; Schwarzwinger, A.; Haider, S.; Spatt, J.; Kranz, G.; Saletu, B. (2019): Proactive telemedicine monitoring of sleep apnea treatment improves adherence in people with stroke- a randomized controlled trial (HOPES study). In: *Sleep medicine* 64, S. 48–55. DOI: 10.1016/j.sleep.2019.06.004.

Kuna, S. T.; Shuttleworth, D.; Chi, L.; Schutte-Rodin, S.; Friedman, E.; Guo, H. et al. (2015): Web-Based Access to Positive Airway Pressure Usage with or without an Initial Financial Incentive Improves Treatment Use in Patients with Obstructive Sleep Apnea. In: *Sleep* 38 (8), S. 1229–1236. DOI: 10.5665/sleep.4898.

Kwon, J.-S.; Jung, H.-J.; Yu, J.-H.; Bae, S.-Y.; Park, Y.; Cha, J. Y.; Ahn, H.-J. (2022): Effectiveness of remote monitoring and feedback on objective compliance with a mandibular advancement device for treatment of obstructive sleep apnea. In: *Journal of sleep research* 31 (3), e13508. DOI: 10.1111/jsr.13508.

Lai, A. Y. K.; Fong, D. Y. T.; Lam, J. C. M.; Weaver, T. E.; Ip, M. S. M. (2014): The efficacy of a brief motivational enhancement education program on CPAP adherence in OSA: a randomized controlled trial. In: *Chest* 146 (3), S. 600–610. DOI: 10.1378/chest.13-2228.

Lo Bue, A.; Salvaggio, A.; Isidoro, S. I.; Romano, S.; Marrone, O.; Insalaco, G. (2014): Usefulness of reinforcing interventions on continuous positive airway pressure compliance. In: *BMC pulmonary medicine* 14, S. 78. DOI: 10.1186/1471-2466-14-78.

Lugo, V. M.; Garmendia, O.; Suarez-Girón, M.; Torres, M.; Vázquez-Polo, F. J.; Negrín, M. A. et al. (2019): Comprehensive management of obstructive sleep apnea by telemedicine: Clinical improvement and cost-effectiveness of a Virtual Sleep Unit. A randomized controlled trial. In: *PloS one* 14 (10), e0224069. DOI: 10.1371/journal.pone.0224069.

Mendelson, M.; Vivodtzev, I.; Tamisier, R.; Laplaud, D.; Dias-Domingos, S.; Baguet, J.-P. et al. (2014): CPAP treatment supported by telemedicine does not improve blood pressure in high cardiovascular risk OSA patients: a randomized, controlled trial. In: *Sleep* 37 (11), S. 1863–1870. DOI: 10.5665/sleep.4186.

Munafo, D.; Hevener, W.; Crocker, M.; Willes, L.; Sridasome, S.; Muhsin, M. (2016): A telehealth program for CPAP adherence reduces labor and yields similar adherence and efficacy when compared to standard of care. In: *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung* 20 (2), S. 777–785. DOI: 10.1007/s11325-015-1298-4.

Murase, K.; Tanizawa, K.; Minami, T.; Matsumoto, T.; Tachikawa, R.; Takahashi, N. et al. (2020): A Randomized Controlled Trial of Telemedicine for Long-Term Sleep Apnea Continuous Positive Airway

Pressure Management. In: *Annals of the American Thoracic Society* 17 (3), S. 329–337. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201907-494OC.

Nilius, G.; Cottin, U.; Domanski, U.; van't Hoog, T.; Franke, K.-J.; Burian, S.; Ruehle, K.-H. (2012): Effects of intensive outpatient training on the adherence of CPAP therapy for patients with OSA. In: *Somnologie* 16 (4), S. 251–256. DOI: 10.1007/s11818-012-0580-y.

Nilius, G.; Schroeder, M.; Domanski, U.; Tietze, A.; Schäfer, T.; Franke, K.-J. (2019): Telemedicine Improves Continuous Positive Airway Pressure Adherence in Stroke Patients with Obstructive Sleep Apnea in a Randomized Trial. In: *Respiration; international review of thoracic diseases* 98 (5), S. 410–420. DOI: 10.1159/000501656.

Pengo, M. F.; Czaban, M.; Berry, M. P.; Nirmalan, P.; Brown, R.; Birdseye, A. et al. (2018): The effect of positive and negative message framing on short term continuous positive airway pressure compliance in patients with obstructive sleep apnea. In: *Journal of thoracic disease* 10 (Suppl 1), S160-S169. DOI: 10.21037/jtd.2017.07.110.

Pépin, J.-L.; Jullian-Desayes, I.; Sapène, M.; Treptow, E.; Joyeux-Faure, M.; Benmerad, M. et al. (2019): Multimodal Remote Monitoring of High Cardiovascular Risk Patients With OSA Initiating CPAP: A Randomized Trial. In: *Chest* 155 (4), S. 730–739. DOI: 10.1016/j.chest.2018.11.007.

Rhodes, S.; Waters, D.; Brockway, B.; Skinner, M. (2022): Exercise and motivational text messaging to support physical activity behaviour change in a population with obstructive sleep apnoea: a feasibility study. In: *Journal of primary health care* 14 (4), S. 318–325. DOI: 10.1071/HC22033.

Schoch, O. D.; Baty, F.; Boesch, M.; Benz, G.; Niedermann, J.; Brutsche, M. H. (2019): Telemedicine for Continuous Positive Airway Pressure in Sleep Apnea. A Randomized, Controlled Study. In: *Annals of the American Thoracic Society* 16 (12), S. 1550–1557. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201901-013OC.

Sedkaoui, K.; Leseux, L.; Pontier, S.; Rossin, N.; Leophonte, P.; Fraysse, J.-L.; Didier, A. (2015): Efficiency of a phone coaching program on adherence to continuous positive airway pressure in sleep apnea hypopnea syndrome: a randomized trial. In: *BMC pulmonary medicine* 15, S. 102. DOI: 10.1186/s12890-015-0099-7.

Smith, C. E.; Daut, E. R.; Clements, F.; Puno, F. N.; Cook, D.; Doolittle, G.; Leeds, W. (2006): Telehealth services to improve nonadherence: A placebo-controlled study. In: *Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association* 12 (3), S. 289–296. DOI: 10.1089/tmj.2006.12.289.

Sparrow, D.; Aloia, M.; DeMolles, D. A.; Gottlieb, D. J. (2010): A telemedicine intervention to improve adherence to continuous positive airway pressure: a randomised controlled trial. In: *Thorax* 65 (12), S. 1061–1066. DOI: 10.1136/thx.2009.133215.

Stepnowsky, C.; Edwards, C.; Zamora, T.; Barker, R.; Agha, Z. (2013): Patient perspective on use of an interactive website for sleep apnea. In: *International journal of telemedicine and applications* 2013, S. 239382. DOI: 10.1155/2013/239382.

Stepnowsky, C. J.; Palau, J. J.; Marler, M. R.; Gifford, A. L. (2007): Pilot randomized trial of the effect of wireless telemonitoring on compliance and treatment efficacy in obstructive sleep apnea. In: *Journal of medical Internet research* 9 (2), e14. DOI: 10.2196/jmir.9.2.e14.

Tamisier, R.; Treptow, E.; Joyeux-Faure, M.; Levy, P.; Sapene, M.; Benmerad, M. et al. (2020): Impact of a Multimodal Telemonitoring Intervention on CPAP Adherence in Symptomatic OSA and Low Cardiovascular Risk: A Randomized Controlled Trial. In: *Chest* 158 (5), S. 2136–2145. DOI: 10.1016/j.chest.2020.05.613.

Taylor, Y.; Eliasson, A.; Andrada, T.; Kristo, D.; Howard, R. (2006): The role of telemedicine in CPAP compliance for patients with obstructive sleep apnea syndrome. In: *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung* 10 (3), S. 132–138. DOI: 10.1007/s11325-006-0059-9.

Turino, C.; Batlle, J. de; Woehrle, H.; Mayoral, A.; Castro-Grattoni, A. L.; Gómez, S. et al. (2017): Management of continuous positive airway pressure treatment compliance using telemonitoring in obstructive sleep apnoea. In: *The European respiratory journal* 49 (2). DOI: 10.1183/13993003.01128-2016.

Turino, C.; Benítez, I. D.; Rafael-Palou, X.; Mayoral, A.; Lopera, A.; Pascual, L. et al. (2021): Management and Treatment of Patients With Obstructive Sleep Apnea Using an Intelligent Monitoring System Based on Machine Learning Aiming to Improve Continuous Positive Airway Pressure Treatment Compliance: Randomized Controlled Trial. In: *Journal of medical Internet research* 23 (10), e24072. DOI: 10.2196/24072.

Glossar

95%-Konfidenzintervall (95%-KI): Ein Konfidenzintervall ist ein statistisches Maß, das verwendet wird, um die Genauigkeit von Schätzungen für einen Parameter in einer Population zu quantifizieren. Es liefert eine Spanne von Werten, innerhalb derer der wahre Wert des Parameters mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit liegt, typischerweise ausgedrückt als Prozentsatz. Um ein Konfidenzintervall zu berechnen, wird eine Stichprobe aus der Population genommen, und ein Schätzwert für den Parameter wird ermittelt, wie beispielsweise der Mittelwert, die Proportion oder die Regressionskoeffizienten. Anschließend werden statistische Methoden angewendet, um die Unsicherheit um diesen Schätzwert herum zu erfassen und ein Intervall zu konstruieren, das die möglichen Werte des Parameters abdeckt. Die Breite des Konfidenzintervalls hängt von der Stichprobengröße, der Streuung der Daten und dem gewählten Konfidenzniveau ab. Ein höheres Konfidenzniveau (z.B. 99%) führt zu einem breiteren Intervall, während ein niedrigeres Konfidenzniveau (z.B. 90%) zu einem schmalen Intervall führt. Ein breiteres Konfidenzintervall bedeutet eine größere Unsicherheit in der Schätzung, während ein schmaleres Intervall auf eine genauere Schätzung hinweist. Ein spezielles Beispiel für ein Konfidenzintervall ist das 95%-Konfidenzintervall. Es gibt an, dass es eine 95%ige Wahrscheinlichkeit gibt, dass der wahre Wert dieses Parameters innerhalb des angegebenen Intervalls liegt.

Adhärenz: Adhärenz in der Medizin bezeichnet das Ausmaß, in dem Patient:innen die Empfehlungen und Anweisungen ihres Gesundheitsdienstleisters befolgen, insbesondere im Hinblick auf die Einnahme von Medikamenten, die Einhaltung von Therapieplänen oder Verhaltensänderungen im Rahmen einer medizinischen Behandlung. Sie ist ein entscheidender Faktor für den Erfolg einer Therapie und kann starken Einfluss auf die Wirksamkeit einer Behandlung haben. In der wissenschaftlichen Forschung wird die Adhärenz oft als primärer oder sekundärer Endpunkt in klinischen Studien betrachtet, um die Wirksamkeit von Interventionen zu bewerten. Eine genaue Messung der Adhärenz ermöglicht es Forschern, die Wirksamkeit von Behandlungen besser zu verstehen und potenzielle Faktoren zu identifizieren, die die Einhaltung beeinflussen können.

AMSTAR 2: AMSTAR 2 steht für "A Measurement Tool to Assess systematic Reviews 2". Es ist ein Instrument zur Bewertung der methodischen Qualität von systematischen Reviews und Meta-Analysen im Bereich der evidenzbasierten Medizin. AMSTAR 2 wurde entwickelt, um sicherzustellen, dass systematische Reviews transparent, umfassend und methodisch angemessen durchgeführt werden. Das AMSTAR-2-Tool besteht aus 16 kritischen Domänen, die verschiedene Aspekte der Methodik und Berichterstattung von systematischen Reviews abdecken. Dazu gehören unter anderem die Klärung der Fragestellung, die Durchführung einer systematischen Literaturrecherche, die Auswahl und Bewertung der eingeschlossenen Studien, die Bewertung des Risikos von Bias sowie die angemessene Synthese der Ergebnisse. Die Verwendung von AMSTAR 2 ermöglicht es Forschern, Gutachtern und Lesern, die

Qualität von systematischen Reviews objektiv zu bewerten und die Vertrauenswürdigkeit der präsentierten Ergebnisse besser einzuschätzen. Eine gründliche Bewertung der Qualität von systematischen Reviews ist entscheidend, um fundierte Entscheidungen in der Forschung und Praxis zu treffen und sicherzustellen, dass die vorliegende Evidenz zuverlässig ist. AMSTAR 2 hat sich als nützliches Instrument zur Bewertung der Qualität von systematischen Reviews etabliert und wird von verschiedenen Organisationen und Institutionen weltweit verwendet, um die methodische Qualität von systematischen Reviews zu bewerten. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass AMSTAR 2 spezifische Anforderungen und Methoden für die Durchführung von systematischen Reviews im Bereich der evidenzbasierten Medizin adressiert und möglicherweise nicht für alle Arten von systematischen Reviews geeignet ist.

APAP-Therapie: APAP abgekürzt für „Automatic Positive Airway Pressure“ oder auf Deutsch „automatisierter kontinuierlicher Atemwegsdruck“ ist eine Behandlungsmethode zur Verbesserung der Atmung bei Patient:innen mit obstruktiver Schlafapnoe (OSA) oder anderen Schlafstörungen, die mit Atemwegsverschluss einhergehen. Im Gegensatz zur kontinuierlichen positiven Atemwegsdrucktherapie (CPAP-Therapie), bei der ein konstanter Druck während des gesamten Schlafs angewendet wird, passt sich die APAP-Therapie dynamisch den individuellen Atemwegsbedürfnissen des Patienten/der Patientin an. Ein APAP-Gerät überwacht kontinuierlich die Atmung und passt den Luftdruck entsprechend an, um Atemwegsobstruktionen zu verhindern und eine ausreichende Belüftung der Atemwege sicherzustellen.

Apnoe-Hypopnoe-Index (AHI): Der Apnoe-Hypopnoe-Index (AHI) ist ein wichtiges Maß zur Bewertung der Schweregrad von Schlafapnoe. Er wird verwendet, um die Anzahl der Atemaussetzer (Apnoen) und verminderten Atemanstrengungen (Hypopnoen) pro Stunde während des Schlafs zu quantifizieren. Apnoen sind Perioden, in denen die Atmung für mindestens zehn Sekunden vollständig aussetzt, während Hypopnoen eine teilweise Verengung der Atemwege aufweisen, was zu einer reduzierten Atemtiefe oder Atemfrequenz führt. Beide Ereignisse können den normalen Schlafzyklus stören und zu einer verringerten Sauerstoffsättigung im Blut führen. Der AHI wird durch die Anzahl der Apnoen und Hypopnoen pro Stunde Schlaf berechnet und in der Regel als Durchschnitt über die gesamte Schlafdauer angegeben. Ein höherer AHI deutet auf eine schwerere Schlafapnoe hin, wobei Schweregrade wie leicht, moderat oder schwer je nach spezifischem AHI-Wert eingestuft werden.

Beobachtungsstudien: In Beobachtungsstudien werden Patient:innenkollektive in Bezug auf ausgewählte gesundheitliche Fragestellungen unter nicht kontrollierten bzw. nicht bewusst gesteuerten Bedingungen untersucht. In Beobachtungsstudien werden Effekte einer medizinischen Methode auch teils ohne Vergleichsgruppe untersucht. Sie besitzen eine geringere Aussagekraft als RCTs.

BPAP-Therapie: Die Bilevel Positive Airway Pressure (BPAP)-Therapie, auch bekannt als BiPAP-Therapie, ist eine Behandlungsmethode zur Verbesserung der Atmung bei Patient:innen mit Schlafapnoe oder anderen respiratorischen Störungen. Sie ähnelt der CPAP-Therapie (kontinuierliche positive Atemwegsdrucktherapie), weist jedoch einige wichtige Unterschiede auf. Bei der BPAP-Therapie wird im Gegensatz zur CPAP-Therapie nicht nur ein konstanter Luftdruck während des gesamten Atemzyklus angewendet. Stattdessen bietet die BPAP-Therapie zwei verschiedene Druckniveaus: einen höheren Druck während des Einatmens (inspiratorischer Druck) und einen niedrigeren Druck während des Ausatmens (expiratorischer Druck). Diese "bilevel" (zweistufige) Druckanpassung ermöglicht eine effektivere Unterstützung der Atmung, insbesondere bei Patient:innen mit Schwierigkeiten beim Ausatmen gegen einen konstanten Druck, wie sie bei einigen Formen der Schlafapnoe auftreten können. Die BPAP-Therapie kann besonders für Patient:innen mit komplexen Schlafstörungen, chronischer Hyperkapnie, obstruktiver Schlafapnoe und anderen Atemwegserkrankungen nützlich sein.

CPAP-Therapie: CPAP, abgekürzt für "Continuous Positive Airway Pressure" oder auf Deutsch „kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck“, stellt eine gängige Therapie zur Behandlung von obstruktiver Schlafapnoe (OSA) und verwandten Schlafstörungen dar, die mit periodischen Atemaussetzern während des Schlafs einhergehen. Diese Therapieform wird durch ein Gerät implementiert, das einen konstanten Luftdruck erzeugt und über eine Maske an den Patienten abgibt. Die Maske kann über Nase, Mund oder beides getragen werden und gewährleistet die Offenheit der Atemwege der Patient:innen, indem sie einen gleichbleibenden Druck aufrechterhält. Dadurch wird während des Schlafs das Kollabieren oder Blockieren der Atemwege vermieden.

Epidemiologische Studien: Epidemiologische Studien sind Untersuchungen, die darauf abzielen, die Verteilung und Determinanten von Krankheiten oder Gesundheitszuständen in Bevölkerungsgruppen zu untersuchen. Ihr Hauptziel ist es, Muster, Ursachen und Risikofaktoren für Krankheiten zu identifizieren sowie Präventions- und Interventionsstrategien zu entwickeln. Epidemiologische Studien können verschiedene Formen annehmen, darunter Beobachtungsstudien, Kohortenstudien, Fall-Kontroll-Studien und Querschnittsstudien.

Epworth Sleepiness Scale (ESS): Die Epworth Sleepiness Scale (ESS) ist ein standardisiertes Instrument zur Bewertung der Tagesschläfrigkeit oder der Tagesmüdigkeit einer Person. Sie wurde 1991 von Dr. Murray W. Johns entwickelt und ist heute weit verbreitet in der medizinischen Praxis, insbesondere in der Schlafmedizin, der Neurologie und der Psychiatrie. Die ESS besteht aus einem einfachen Fragebogen, der acht alltägliche Situationen beschreibt, in denen Menschen üblicherweise schläfrig werden könnten. Der Proband wird gebeten, auf einer Skala von 0 bis 3 anzugeben, wie wahrscheinlich es ist, dass er in jeder Situation einschlafen würde. Die Gesamtpunktzahl reicht von 0 bis 24, wobei

höhere Werte auf eine größere Tagesschläfrigkeit hinweisen. Die ESS wird häufig verwendet, um das Ausmaß der Tagesschläfrigkeit bei Patient:innen mit Schlafstörungen wie obstruktiver Schlafapnoe, Narkolepsie oder Insomnie zu bewerten. Sie dient auch als nützliches Instrument zur Überwachung des Behandlungsverlaufs und der Wirksamkeit von Interventionen zur Verbesserung des Schlafs.

Evidenz/Evidenzbasierte Medizin: Evidenz bezeichnet alle verfügbaren Informationen, die die Basis für medizinische Entscheidungen bilden. Evidenzbasierte Medizin (EBM) nutzt systematisch aktuelle Forschungsergebnisse, klinische Expertise und Patient:innenpräferenzen, um die bestmögliche Versorgung sicherzustellen. Dieser Ansatz priorisiert hochwertige Studien wie randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) und Meta-Analysen. EBM fördert eine patient:innenzentrierte Versorgung, die auf solider wissenschaftlicher Evidenz basiert.

Evidenzklassifikation/Evidenzklassen: Die Evidenzklassifikation bezeichnet ein System zur Kategorisierung von wissenschaftlichen Beweisen nach ihrer Qualität und Zuverlässigkeit (Anfälligkeit für systematische Fehler). In der medizinischen Forschung und anderen Wissenschaftsbereichen wird dieses Konzept genutzt, um die Stärke der Beweislage für die Wirksamkeit von Behandlungen oder die Gültigkeit von Hypothesen zu bewerten. Evidenzklassen (auch als Evidenzstufen bezeichnet) sind oft in Hierarchien organisiert, an deren Spitze die stärksten Beweise stehen, wie randomisierte kontrollierte Studien, und an deren unterem Ende schwächere Beweisformen, wie Expertenmeinungen oder Fallberichte. Die Einteilung in Evidenzklassen hilft Fachleuten und Entscheidungsträgern, klinische und politische Entscheidungen auf der Grundlage der verfügbaren wissenschaftlichen Daten zu treffen. Im Rahmen dieses Diskussionsbeitrags wurde die folgende in der Verfahrensordnung des G-BA definierte Evidenzklassifikation für die Bewertung therapeutischer Methoden angewandt (Gemeinsamer Bundesausschuss 2013).

- **I a:** Systematische Übersichtsarbeiten von Studien der Evidenzstufe I b
- **I b:** Randomisierte klinische Studien
- **II a:** Systematische Übersichtsarbeiten von Studien der Evidenzstufe II b
- **II b:** Prospektive vergleichende Kohortenstudien
- **III:** Retrospektive vergleichende Studien
- **IV:** Fallserien und andere nicht vergleichende Studien
- **V:** Assoziationsbeobachtungen, pathophysiologische Überlegungen, deskriptive Darstellungen, Einzelfallberichte, u. ä.; nicht mit Studien belegte Meinungen anerkannter Expertinnen und Experten, Berichte von Expertenkomitees und Konsensuskonferenzen

Fixed-Effects-Modell: Das Fixed-Effects-Modell ist ein statistisches Verfahren, das in der Meta-Analyse und anderen Bereichen der Forschung verwendet wird, um die Ergebnisse mehrerer Studien zu kombinieren und einen gemeinsamen Effekt zu schätzen. Im Gegensatz zum Random-Effects-Modell,

das davon ausgeht, dass die beobachteten Effekte zwischen den Studien variieren können, nimmt das Fixed-Effects-Modell an, dass alle Studien denselben wahren Effekt haben. Im Fixed-Effects-Modell wird angenommen, dass die beobachteten Unterschiede zwischen den Studien nur aufgrund von Stichprobenfehlern auftreten und nicht aufgrund von echter Heterogenität. Das Modell schätzt daher einen einzigen Effekt für alle Studien, wobei die Gewichtung jeder Studie basierend auf ihrer Stichprobengröße erfolgt. Das Fixed-Effects-Modell kann nützlich sein, wenn die in den Studien untersuchten Effekte als homogen betrachtet werden können und keine echte Heterogenität zwischen den Studien besteht. Es liefert eine präzise Schätzung des gemeinsamen Effekts und kann in Situationen angewendet werden, in denen die Annahmen des Random-Effects-Modells nicht erfüllt sind oder die zwischen-Studien-Variabilität als vernachlässigbar betrachtet wird. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass das Fixed-Effects-Modell empfindlich auf Heterogenität reagieren kann und in solchen Fällen zu konservativen Schätzungen führen kann.

Funnel Plot: Ein Funnel Plot ist ein grafisches Werkzeug, das in Meta-Analysen verwendet wird, um die Möglichkeit von Publikationsbias oder anderen Arten von Selektionsbias zu untersuchen. Es visualisiert die Beziehung zwischen der Effektgröße jeder einzelnen Studie und deren Präzision, typischerweise durch die Standardfehler oder die inverse Stichprobengröße. Ein Funnel Plot besteht aus Punkten, die die Effektgröße jeder Studie darstellen, auf der horizontalen Achse gegenüber deren Präzision auf der vertikalen Achse. Typischerweise wird erwartet, dass Studien mit größerer Präzision (z. B. größere Stichprobengröße) näher am wahren Effekt liegen und eine symmetrische Verteilung um den Schätzwert aufweisen. Dies liegt daran, dass größere Studien tendenziell genauere Schätzungen des Effekts liefern. Abweichungen von dieser symmetrischen Verteilung können auf verschiedene Arten von Bias hinweisen. Ein asymmetrischer Funnel Plot, bei dem kleine Studien mit geringer Präzision fehlen, könnte beispielsweise auf Publikationsbias hinweisen, während ein "umgekehrter Trichter" mit einer Überrepräsentation kleiner Studien auf eine Selektionsverzerrung hinweisen könnte. Funnel Plots sind ein wichtiges Instrument zur Erkennung und Quantifizierung von Bias in Meta-Analysen. Sie können jedoch auch von anderen Faktoren beeinflusst werden, wie z. B. Heterogenität zwischen den Studien oder wahre Unterschiede in der Effektgröße. Daher ist es wichtig, Funnel Plots im Kontext anderer diagnostischer Werkzeuge zu interpretieren und nicht als alleiniges Maß für Bias zu verwenden.

Gepoolter Gesamteffekt: Der Begriff bezieht sich auf eine aggregierte Schätzung der Effektgröße über mehrere Studien hinweg, die in einer Meta-Analyse zusammengefasst werden. Dabei werden die Ergebnisse verschiedener Studien zu einem bestimmten Thema oder einer bestimmten Intervention kombiniert, um eine genauere Schätzung des tatsächlichen Effekts zu erhalten. Der gepoolte Gesamteffekt berücksichtigt die Ergebnisse aller einzelnen Studien unter Berücksichtigung ihrer Stichprobengröße und Varianz. Diese Zusammenführung ermöglicht es, eine robustere

Schlussfolgerung über den Effekt einer Intervention oder eines Phänomens zu ziehen, indem die Heterogenität zwischen den Studien berücksichtigt wird. Der gepoolte Gesamteffekt ist daher ein wichtiges Maß in der Meta-Analyse, das Forschern dabei hilft, konsolidierte Erkenntnisse aus einer Vielzahl von Studien zu gewinnen.

Hyperlipidämie: Hyperlipidämie bezeichnet einen erhöhten Spiegel von Fetten im Blut, besonders Cholesterin und Triglyceride. Sie ist ein Risikofaktor für Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Ursachen sind oft ungesunder Lebensstil und Genetik. Die Diagnose erfolgt durch Bluttests, und die Behandlung umfasst Lebensstiländerungen und gegebenenfalls Medikamente wie Statine.

I²: Der I²-Statistikwert (I-Quadrat), entwickelt von Julian Higgins und Simon Thompson, ist ein Maß für die Heterogenität in Meta-Analysen. Es quantifiziert den Prozentsatz der Variabilität zwischen den Studien, der auf tatsächliche Unterschiede in den Effekten zurückzuführen ist, anstatt auf zufällige Variation oder Messfehler. Ein I²-Wert kann zwischen 0% und 100% liegen. Ein Wert von 0% deutet darauf hin, dass keine Heterogenität zwischen den Studien vorliegt, während ein Wert von 100% darauf hinweist, dass die gesamte Variabilität auf Heterogenität zurückzuführen ist und keine zufällige Variation vorliegt.

Die Interpretation des I²-Werts ist wie folgt:

- 0% bis 25%: Geringe Heterogenität
- 25% bis 50%: Moderate Heterogenität
- 50% bis 75%: Hohe Heterogenität
- 75% bis 100%: Sehr hohe Heterogenität

Der I²-Wert ist ein wichtiges Instrument für die Bewertung der Konsistenz der Ergebnisse in Meta-Analysen. Hohe Werte deuten auf eine beträchtliche Heterogenität hin, was darauf hinweisen kann, dass die Ergebnisse zwischen den Studien variieren und dass zusätzliche Analysen erforderlich sein können, um die Gründe für diese Variation zu untersuchen. Niedrige Werte deuten auf eine größere Übereinstimmung der Ergebnisse hin und unterstützen die Robustheit der Schlussfolgerungen der Meta-Analyse.

ICSD-3: ICSD-3 steht für International Classification of Sleep Disorders, Third Edition, zu Deutsch Internationale Klassifikation der Schlafstörungen, Dritte Ausgabe. Es handelt sich um ein diagnostisches Klassifikationssystem, das von der American Academy of Sleep Medicine (AASM) entwickelt wurde und als maßgebliches Werkzeug zur Klassifizierung verschiedener Arten von Schlafstörungen dient.

MCID: MCID steht für "Minimal Clinically Important Difference" (Minimal Klinisch Relevanter Unterschied). Es ist ein Konzept, das in klinischen Studien und der medizinischen Forschung verwendet

wird, um festzustellen, welche Veränderung in einem Patient:innenergebnis als klinisch bedeutsam angesehen wird. Der MCID ist die kleinste Veränderung in einem Messwert, die von Patient:innen als spürbar oder klinisch relevant wahrgenommen wird. Er kann auf verschiedene Weise bestimmt werden, einschließlich Patient:innenbefragungen, klinischer Expertise oder statistischer Methoden. Die Bestimmung des MCID ist wichtig, um zu beurteilen, ob eine bestimmte Behandlung oder Intervention einen für den Patienten spürbaren Nutzen hat. Indem der MCID definiert wird, können Forscher:innen und Kliniker:innen besser verstehen, wie sich Veränderungen in den Ergebnissen auf die klinische Praxis auswirken und welche Interventionen als wirksam und bedeutsam betrachtet werden können. Der MCID wird häufig bei der Interpretation von Studienergebnissen und bei der Entwicklung von Behandlungsrichtlinien berücksichtigt.

Meta-Regression: Meta-Regression ist eine statistische Technik, die in Meta-Analysen angewendet wird, um den Einfluss von Studieneigenschaften oder anderen prädiktiven Variablen auf die beobachteten Effekte zu untersuchen. Ähnlich wie bei einer herkömmlichen Regression werden in einer Meta-Regression die Effekte jeder einzelnen Studie in Bezug auf bestimmte prädiktive Variablen modelliert, um deren Beziehung zu analysieren. Typischerweise werden Meta-Regressionen verwendet, um zu untersuchen, wie bestimmte Studieneigenschaften, wie beispielsweise die Stichprobengröße, die Interventionsdauer oder die Studienqualität, den beobachteten Effekt beeinflussen. Durch die Analyse dieser Faktoren können Forscher potenzielle Quellen für Heterogenität zwischen den Studien identifizieren und mögliche Erklärungen für Unterschiede in den beobachteten Effekten finden. Meta-Regressionen ermöglichen es, komplexe Fragen in Meta-Analysen zu adressieren und die Ergebnisse zu differenzieren, indem sie die Variation zwischen den Studien unter Berücksichtigung bestimmter Studieneigenschaften erklären. Sie bieten daher eine Möglichkeit, die Robustheit von Meta-Analyse-Ergebnissen zu verbessern und zusätzliche Einsichten in die betrachteten Effekte zu gewinnen. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass Meta-Regressionen bestimmte Annahmen erfordern und ihre Ergebnisse sorgfältig interpretiert werden müssen, um unangemessene Schlussfolgerungen zu vermeiden.

Meta-Studien/Systematische Reviews: Systematische Übersichtsarbeiten fassen die derzeit verfügbaren Forschungsergebnisse zu Fragen der Gesundheitsversorgung zusammen. Sie fokussieren etwa die Sicherheit, Wirksamkeit und gesundheitsökonomische Fragen von Interventionen/Methoden in Prävention, Therapie und Rehabilitation. Sie beruhen auf einer klaren Fragestellung. Auf Grundlage dieser Fragestellung werden Studien und Forschungsarbeiten nach bestimmten Kriterien recherchiert und auf ihre Eignung zur Beantwortung der Forschungsfrage hin bewertet. Systematische Übersichten und Meta-Studien betrachten und analysieren die gesamte Evidenz zu einer Fragestellung. Meta-Analysen untersuchen dabei zudem den Grad der Heterogenität der eingeschlossenen Studienergebnisse.

NIV-Therapie: Die Nicht-Invasive Beatmung (NIV)-Therapie ist eine Behandlungsmethode, die zur Unterstützung der Atmung bei Patient:innen mit akuten oder chronischen Atemwegserkrankungen eingesetzt wird, ohne dass ein endotrachealer Tubus oder eine Tracheotomie erforderlich ist. Bei der NIV-Therapie wird über eine spezielle Maske oder Nasenbrille ein positiver Luftdruck in die Atemwege der Patient:innen geleitet. Dieser Druck hilft dabei, die Atemwege offen zu halten und die Atmung zu unterstützen, insbesondere während des Schlafs oder bei Patient:innen mit Ateminsuffizienz während des Tages.

NoSAS-Score: Der NoSAS-Score ist ein klinisches Instrument, das zur Identifizierung von Personen mit einem erhöhten Risiko für obstruktive Schlafapnoe (OSA) entwickelt wurde. Der Score basiert auf fünf einfachen klinischen Parametern und kann als Screening-Tool in verschiedenen medizinischen Settings verwendet werden.

Die Buchstaben im NoSAS-Score stehen für die Parameter, die bewertet werden:

N: Neck circumference (Halsumfang)

o: Obesity (Adipositas)

S: Snoring (Schnarchen)

A: Age (Alter)

S: Gender (Geschlecht)

Jeder Parameter wird auf einer Skala von 0 bis 2 bewertet, wobei höhere Werte auf ein höheres Risiko für OSA hinweisen. Die Gesamtpunktzahl reicht von 0 bis 10. Der NoSAS-Score bietet eine schnelle und einfache Möglichkeit, Personen zu identifizieren, die möglicherweise einer weiteren diagnostischen Abklärung auf Schlafapnoe bedürfen. Ein höherer NoSAS-Score deutet auf ein erhöhtes Risiko für OSA hin und kann dazu beitragen, die Ressourcen für diagnostische Untersuchungen effizienter zu nutzen.

Obstruktive Schlafapnoe (OSA): Die Obstruktive Schlafapnoe ist eine häufige Schlafstörung, die durch wiederholte Blockaden oder Verengungen der Atemwege während des Schlafs verursacht wird. Diese Blockaden führen zu Atempausen, die oft von lauten Schnarchgeräuschen und einem unregelmäßigen Atemmuster begleitet werden. Typischerweise tritt die obstruktive Schlafapnoe auf, wenn die Muskeln im Rachen während des Schlafs erschlaffen und den hinteren Teil des Rachens verengen. Dadurch wird der normale Atemfluss behindert, was zu einer verminderten Sauerstoffzufuhr und einem gestörten Schlaf führen kann.

PAP-Therapie: Die Positive Airway Pressure (PAP)-Therapie, oder Positivdruck Atemwegstherapie ist eine bewährte Behandlungsmethode für obstruktive Schlafapnoe und andere schlafbezogene

Atemstörungen. Diese Therapieform zielt darauf ab, das Kollabieren der Atemwege während des Schlafs zu verhindern, indem sie einen konstanten Luftdruck verwendet, um die Atemwege offen zu halten. Die PAP-Therapie wird in der Regel mit einem speziellen Gerät, einem sogenannten PAP-Gerät, durchgeführt. Dieses Gerät erzeugt einen kontinuierlichen Luftstrom, der über eine Maske oder Nasenstück an den Patienten/die Patientin abgegeben wird. Die Maske oder das Nasenstück wird individuell angepasst, um einen sicheren und effektiven Luftdruck aufrechtzuerhalten, der das Kollabieren der Atemwege verhindert. Es gibt verschiedene Arten von PAP-Geräten, darunter Continuous Positive Airway Pressure (CPAP), Automatic Positive Airway Pressure (APAP) und Bi-Level Positive Airway Pressure (BiPAP/BPAP). Jede dieser Varianten bietet spezifische Vorteile und wird entsprechend den individuellen Bedürfnissen und Schweregraden der Schlafapnoe verschrieben. Die PAP-Therapie hat sich als äußerst effektiv erwiesen, um Symptome wie nächtliches Schnarchen, unregelmäßiges Atmen und nächtliche Atempausen zu reduzieren oder zu beseitigen. Darüber hinaus kann sie die Schlafqualität verbessern, Müdigkeit verringern und das Risiko für damit verbundene Gesundheitsprobleme wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes senken.

Polygraphie (PG): Polygraphie ist ein diagnostisches Verfahren in der Medizin, insbesondere in der Schlafmedizin, das zur Überwachung und Bewertung verschiedener physiologischer Parameter während des Schlafs verwendet wird. Bei der Polygraphie werden typischerweise mehrere Messgeräte an den Patient:innen angebracht, um Informationen über Atemmuster, Herzfrequenz, Sauerstoffsättigung im Blut, Körperposition und Bewegungen während des Schlafs aufzuzeichnen. Die Polygraphie ermöglicht es Ärzten, eine Vielzahl von Schlafstörungen zu diagnostizieren und zu überwachen, darunter obstruktive Schlafapnoe, periodische Gliedmaßenbewegungen während des Schlafs (PLMS), parasomnische Ereignisse wie Schlafwandeln oder REM-Schlaf-Verhaltensstörung und andere Störungen. Im Gegensatz zur Polysomnographie, die eine umfassendere und detailliertere Untersuchung des Schlafs durchführt und normalerweise in einem speziellen Schlaflabor durchgeführt wird, kann die Polygraphie oft bequem zu Hause durchgeführt werden. Die aufgezeichneten Daten werden dann von Fachleuten ausgewertet, um eine Diagnose zu stellen und Behandlungsempfehlungen zu geben.

Polysomnographie (PSG): Polysomnographie ist ein diagnostisches Verfahren in der Medizin, das zur umfassenden Bewertung und Überwachung verschiedener physiologischer Parameter während des Schlafs verwendet wird. Während einer Polysomnographie werden zahlreiche Körperfunktionen gleichzeitig aufgezeichnet, darunter Gehirnaktivität, Augenbewegungen, Muskelaktivität, Herzfrequenz, Atemmuster, Sauerstoffsättigung im Blut und manchmal auch Bewegungen des Körpers. Die Polysomnographie wird häufig eingesetzt, um Schlafstörungen wie obstruktive Schlafapnoe, Narkolepsie, periodische Gliedmaßenbewegungen während des Schlafs (PLMS), parasomnische Ereignisse wie Schlafwandeln oder REM-Schlaf-Verhaltensstörung und andere Schlafstörungen zu

diagnostizieren und zu überwachen. Typischerweise wird die Polysomnographie in einem speziellen Schlaflabor durchgeführt, wo der Patient/die Patientin für eine Übernachtung unter kontrollierten Bedingungen überwacht wird. Elektroden und Sensoren werden am Kopf, Gesicht, Brustkorb und Beinen angebracht, um die verschiedenen physiologischen Parameter aufzuzeichnen. Während des Schlafs werden die aufgezeichneten Daten kontinuierlich überwacht und aufgezeichnet.

PRISMA Statement 2020: Das PRISMA-Statement (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) ist ein Leitfaden für die transparente Berichterstattung von systematischen Reviews und Meta-Analysen in der wissenschaftlichen Forschung. Die PRISMA-Erklärung wurde entwickelt, um die Qualität und Vollständigkeit der Berichterstattung in diesen Studientypen zu verbessern, indem sie Forscher bei der Strukturierung und Berichterstattung ihrer Ergebnisse unterstützt. Das PRISMA-Statement bietet eine Checkliste von 27 Elementen, die in systematischen Reviews und Meta-Analysen berichtet werden sollten, um eine klare und umfassende Darstellung der Forschungsmethoden, Ergebnisse und Schlussfolgerungen zu gewährleisten. Die aktualisierte Version des PRISMA-Statements von 2020 berücksichtigt neue Entwicklungen in der Forschungsmethodik und ergänzt den ursprünglichen Leitfaden von 2009. Die Einhaltung des PRISMA-Statements erleichtert nicht nur die kritische Bewertung von systematischen Reviews und Meta-Analysen, sondern trägt auch zur Transparenz, Reproduzierbarkeit und Vertrauenswürdigkeit der wissenschaftlichen Literatur bei.

Propensity-Score-Matching: Propensity-Score-Matching ist eine statistische Methode, die in der Beobachtungsstudienforschung verwendet wird, um den Einfluss von Confounding-Variablen zu reduzieren und kausale Schlussfolgerungen zu erleichtern. Bei Beobachtungsstudien werden die Teilnehmer nicht zufällig einer Behandlungs- oder Vergleichsgruppe zugewiesen, was zu potenziellen Verzerrungen durch Confounding führen kann. Der Propensity Score ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Teilnehmer einer bestimmten Behandlungsgruppe basierend auf seinen Beobachtungsmerkmalen, wie Alter, Geschlecht, Krankheitsgrad usw., zugewiesen wird. Propensity-Score-Matching funktioniert, indem es Teilnehmer aus der Behandlungsgruppe mit Teilnehmern aus der Kontrollgruppe abgleicht, die ähnliche oder identische Propensity Scores haben. Auf diese Weise werden die Gruppen in Bezug auf die beobachteten Merkmale ausbalanciert, was dazu beiträgt, Confounding zu reduzieren. Durch das Propensity-Score-Matching wird versucht, die Behandlungs- und Kontrollgruppen so ähnlich wie möglich zu machen, um potenzielle Verzerrungen zu minimieren und die Kausalität genauer zu untersuchen. Es gibt verschiedene Matching-Verfahren, darunter Nearest-Neighbor-Matching, Kernel-Matching und Exact Matching, die je nach den spezifischen Bedürfnissen der Studie angewendet werden können. Propensity-Score-Matching ist eine nützliche Technik in Situationen, in denen randomisierte kontrollierte Studien nicht durchführbar oder ethisch nicht vertretbar sind. Es ermöglicht es Forschern, kausale Schlussfolgerungen aus Beobachtungsdaten zu ziehen, indem sie potenzielle Confounder kontrollieren und die interne Validität der Studie verbessern. Dennoch hat das

Verfahren auch seine Grenzen und erfordert eine sorgfältige Berücksichtigung verschiedener Annahmen und Methodenentscheidungen.

Random-Effects-Modell: Das Random-Effects-Modell ist ein statistisches Verfahren, das in der Meta-Analyse und anderen Bereichen der Forschung verwendet wird, um die Heterogenität zwischen den Studien zu berücksichtigen, die in eine Analyse einbezogen werden. Im Gegensatz zum Fixed-Effects-Modell, das davon ausgeht, dass alle Studien denselben wahren Effekt haben, erlaubt das Random-Effects-Modell die Annahme, dass die beobachteten Effekte in den einzelnen Studien variieren können. Im Random-Effects-Modell wird angenommen, dass die Effekte, die in den einzelnen Studien beobachtet werden, eine zufällige Variation um einen gemeinsamen wahren Effekt aufweisen. Diese Variation kann auf Unterschiede in den Studienpopulationen, den Studiendesigns oder anderen Faktoren zurückzuführen sein. Das Modell schätzt sowohl den mittleren Effekt als auch die zwischen-Studien-Variabilität, die die Heterogenität zwischen den Studien quantifiziert. Durch die Berücksichtigung der zwischen-Studien-Variabilität kann das Random-Effects-Modell eine konservativere Schätzung der Effektgröße liefern und ermöglicht es den Forschern, robustere Schlussfolgerungen über den wahren Effekt einer Intervention oder eines Phänomens zu ziehen, selbst wenn die Studien heterogen sind. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass das Random-Effects-Modell auf bestimmte Annahmen über die Verteilung der Effekte zwischen den Studien beruht und eine angemessene Modellierung erfordert, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen.

Randomisierte-kontrollierte Studie (RCT): Randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) gelten als der derzeitige Goldstandard in der klinischen Forschung für die Bewertung der Wirksamkeit und Sicherheit einer medizinischen Methode. In einem randomisierten und kontrollierten Studiendesign werden die Effekte (Wirksamkeit und Sicherheit) einer medizinischen Methode (Intervention) mit der einer Kontrollbehandlung (Placebo oder keine Intervention) miteinander verglichen. Die Patient:innen werden beiden Gruppen (Intervention- und Kontrollgruppe) randomisiert, d.h. zufällig zugewiesen. Sofern möglich, sind die Patient:innen und die Studienleiter:innen verblindet, d.h. beide Gruppen wissen nicht, ob sie die Intervention oder das Placebo erhalten. Dies ist jedoch nicht bei allen zu untersuchenden medizinischen Methoden möglich. Grundsätzlich gilt, dass die Studienpopulation klar definiert ist. D. h., dass die Patient:innen anhand definierter Ein- und Ausschlusskriterien in Bezug auf ihre Eignung für eine Studienteilnahme hin untersucht werden, damit eine homogene Studienpopulation entsteht.

Regressionsanalyse: Die Regressionsanalyse ist eine statistische Methode, die verwendet wird, um die Beziehung zwischen einer abhängigen Variablen (Y) und einer oder mehreren unabhängigen Variablen (X) zu untersuchen. Ihr Ziel ist es, die Natur und Stärke dieser Beziehung zu verstehen, indem sie ein mathematisches Modell erstellt, das die Beziehung zwischen den Variablen beschreibt.

RoB-Assessment: Das RoB-Assessment (Risk of Bias Assessment) ist ein Verfahren zur Bewertung der Qualität von Studien in systematischen Reviews und Meta-Analysen. Das Ziel des RoB-Assessments ist es, das Risiko von Verzerrungen oder systematischen Fehlern in den Ergebnissen von Studien zu bewerten, die in die Meta-Analyse einbezogen werden. Diese Verzerrungen können verschiedene Formen annehmen, wie beispielsweise eine unzureichende Randomisierung, eine mangelhafte Verblindung von Studienteilnehmern und Forschern, selektive Berichterstattung von Ergebnissen oder Interessenkonflikte.

ROBIS: ROBIS steht für "Risk Of Bias In Systematic reviews". Es ist ein Instrument zur Bewertung des Risikos von Bias in systematischen Reviews und Meta-Analysen. Das Ziel von ROBIS ist es, sicherzustellen, dass systematische Reviews transparent, umfassend und methodisch angemessen durchgeführt werden, um verlässliche Evidenz für klinische Entscheidungen zu liefern. ROBIS besteht aus drei Hauptphasen: der Bewertung des systematischen Reviews, der Identifizierung des Risikos von Bias und der Einschätzung der Vertrauenswürdigkeit der Ergebnisse. Innerhalb dieser Phasen werden verschiedene Domänen bewertet, einschließlich der Fragestellung und des Designs des systematischen Reviews, der Literatursuche und Auswahl der Studien, der Datensynthese und -analyse sowie der Interpretation der Ergebnisse. Durch die Verwendung von ROBIS können Forscher, Gutachter und Leser das Risiko von Bias in systematischen Reviews objektiv bewerten und die Vertrauenswürdigkeit der präsentierten Ergebnisse besser einschätzen. Eine gründliche Bewertung des Bias-Risikos ist entscheidend, um fundierte Entscheidungen in der Forschung und Praxis zu treffen und sicherzustellen, dass die vorliegende Evidenz zuverlässig ist. ROBIS hat sich als nützliches Instrument zur Bewertung des Risikos von Bias in systematischen Reviews etabliert und wird von verschiedenen Organisationen und Institutionen weltweit verwendet. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass ROBIS spezifische Anforderungen und Methoden für die Durchführung von systematischen Reviews adressiert und möglicherweise nicht für alle Arten von Literaturübersichten geeignet ist.

Schlafhypoxie: Schlafhypoxie bezeichnet einen Zustand, bei dem während des Schlafes eine unzureichende Sauerstoffversorgung des Körpers auftritt. Dies kann auf verschiedene Ursachen zurückzuführen sein, darunter obstruktive Schlafapnoe, zentrale Schlafapnoe, Hypoventilationssyndrome oder andere respiratorische Probleme während des Schlafs.

Sensitivitätsanalyse: Die Sensitivitätsanalyse ist eine statistische Methode, um die Auswirkungen von Unsicherheiten oder Variationen in den Eingangsparametern auf die Ergebnisse eines Modells oder einer Analyse zu untersuchen. Das Hauptziel einer Sensitivitätsanalyse besteht darin, die Robustheit von Modellen oder Entscheidungen zu bewerten, indem sie zeigt, wie sich Änderungen in den Eingangsvariablen auf die Ergebnisse auswirken. Dies ermöglicht es den Entscheidungsträgern, diejenigen Variablen zu identifizieren, die den größten Einfluss auf die Ergebnisse haben, und

gegebenenfalls ihre Strategien anzupassen oder zusätzliche Informationen zu sammeln, um die Unsicherheit zu reduzieren. Es gibt verschiedene Techniken zur Durchführung einer Sensitivitätsanalyse. Jede dieser Methoden bietet unterschiedliche Einblicke in die Sensitivität des Modells gegenüber den Eingangsparametern und kann je nach Kontext und Ziel der Analyse ausgewählt werden. Die Sensitivitätsanalyse ist ein wichtiger Bestandteil des Modellierungs- und Entscheidungsprozesses, da sie dazu beiträgt, die Zuverlässigkeit von Modellen zu verbessern und fundierte Entscheidungen in einer unsicheren Umgebung zu treffen. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass die Sensitivitätsanalyse ihre eigenen Einschränkungen hat und sorgfältig durchgeführt werden sollte, um aussagekräftige Ergebnisse zu gewährleisten.

Statistische Signifikanz: Statistische Signifikanz bezieht sich auf die Wahrscheinlichkeit, dass ein beobachteter Effekt in einem Datensatz nicht zufällig auftritt, sondern auf eine tatsächliche Ursache zurückzuführen ist. Sie wird üblicherweise durch p-Werte ausgedrückt, wobei ein kleinerer p-Wert darauf hinweist, dass die Wahrscheinlichkeit geringer ist, dass der beobachtete Effekt rein zufällig ist. In der Regel wird ein p-Wert von weniger als 0,05 als statistisch signifikant angesehen, was bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit, dass der beobachtete Effekt zufällig ist, weniger als 5% beträgt. Es ist wichtig zu beachten, dass statistische Signifikanz nicht unbedingt auf praktische Relevanz hinweist und andere Faktoren wie Stichprobengröße und Effektstärke berücksichtigt werden sollten.

STOP-BANG-Score: Der STOP-BANG-Score ist ein einfach zu verwendendes Screening-Tool zur Identifizierung von Personen mit einem erhöhten Risiko für obstruktive Schlafapnoe (OSA). Entwickelt wurde er auf der Grundlage verschiedener klinischer Parameter, die mit der Wahrscheinlichkeit einer Schlafapnoe assoziiert sind.

Die Buchstaben im STOP-BANG-Akronym stehen für:

S: Schnarchen (Snoring)

T: Müdigkeit (Tiredness)

O: Beobachtete Apnoen (Observed apnea)

P: Bluthochdruck (Pressure)

B: Body Mass Index (BMI)

A: Alter (Age)

N: Nackenumfang (Neck circumference)

G: Geschlecht (Gender)

Für jeden Parameter erhält der Patient/die Patientin einen Punkt, wenn er auf das Vorliegen des Risikofaktors hinweist, und keinen Punkt, wenn er nicht vorliegt. Die Gesamtpunktzahl reicht von 0 bis 8. Ein höherer STOP-BANG-Score deutet auf ein erhöhtes Risiko für OSA hin. Personen mit einem Score von 3 oder höher gelten als hochrisikobehaftet und sollten einer weiteren Untersuchung auf Schlafapnoe unterzogen werden.

Subgruppenanalyse: Die Subgruppenanalyse ist eine statistische Methode, die in der medizinischen Forschung, klinischen Studien und anderen empirischen Untersuchungen angewendet wird, um zu untersuchen, ob die Wirkung einer Behandlung oder Intervention in verschiedenen Teilgruppen der untersuchten Population unterschiedlich ist. Dabei werden die Teilnehmer oder Beobachtungen in verschiedene Subgruppen aufgeteilt, basierend auf bestimmten Merkmalen wie Alter, Geschlecht, Krankheitsstadium oder genetische Veranlagung. Das Hauptziel einer Subgruppenanalyse besteht darin, potenzielle Unterschiede in der Wirkung einer Behandlung zwischen den Subgruppen zu identifizieren. Diese Analyse kann dazu beitragen, personalisierte Behandlungsansätze zu entwickeln, indem sie Einblicke in die Wirksamkeit einer Intervention bei spezifischen Untergruppen von Patient:innen liefert. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass Subgruppenanalysen gewisse methodische Herausforderungen und Einschränkungen mit sich bringen. Zum Beispiel können Subgruppen möglicherweise nicht ausreichend groß sein, um statistisch signifikante Unterschiede zu erkennen, und es besteht die Gefahr von Scheinunterschieden aufgrund von zufälligen Variationen. Daher müssen die Ergebnisse von Subgruppenanalysen sorgfältig interpretiert und idealerweise durch weitere Forschung bestätigt werden.

Teststärke (Power): Die Teststärke, auch als Power bezeichnet, ist ein statistisches Konzept, das die Fähigkeit eines Hypothesentests angibt, eine wahre alternative Hypothese zu erkennen, wenn sie tatsächlich existiert. In anderen Worten beschreibt die Teststärke die Wahrscheinlichkeit, dass ein Hypothesentest einen signifikanten Unterschied oder Effekt feststellt, wenn ein solcher Unterschied oder Effekt in der Population tatsächlich vorhanden ist. Die Teststärke hängt von verschiedenen Faktoren ab, einschließlich der Stichprobengröße, dem Signifikanzniveau des Tests und der Stärke des tatsächlichen Effekts. Ein Test mit hoher Teststärke ist in der Lage, auch kleine Effekte zu erkennen, während ein Test mit geringer Teststärke möglicherweise nicht in der Lage ist, selbst große Effekte zu erkennen. Die Berechnung der Teststärke ist wichtig, um sicherzustellen, dass ein Hypothesentest ausreichend empfindlich ist, um relevante Unterschiede oder Effekte zu identifizieren. Eine niedrige Teststärke erhöht das Risiko von Typ-II-Fehlern, bei denen ein tatsächlicher Unterschied oder Effekt nicht erkannt wird. Daher ist es wichtig, die Teststärke bei der Planung von Studien und Experimenten zu berücksichtigen, um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse sicherzustellen.

Traffic Light Plots: Traffic Light Plots sind eine grafische Darstellungsmethode, die verwendet wird, um die Ergebnisse eines Risikobewertungsprozesses visuell darzustellen. Diese Plots, die oft in der klinischen Forschung und im Gesundheitswesen eingesetzt werden, dienen dazu, das Risiko von unerwünschten Ereignissen oder anderen Variablen in Bezug auf bestimmte Interventionen, Medikamente oder Verfahren zu veranschaulichen. In einem Traffic Light Plot werden die Ergebnisse normalerweise in Form von Ampelfarben präsentiert: Grün steht für ein niedriges Risiko, Gelb für ein moderates Risiko und Rot für ein hohes Risiko. Die Größe der Punkte oder Balken auf dem Plot kann auch variieren, um die Häufigkeit oder das Ausmaß des Risikos darzustellen.

t-Test: Der t-Test ist ein statistisches Verfahren, das verwendet wird, um festzustellen, ob es einen signifikanten Unterschied zwischen den Mittelwerten zweier Gruppen gibt. Er kann angewendet werden, wenn die Variablen normalverteilt sind und die Varianzen in den beiden Gruppen ungefähr gleich sind.

Es gibt verschiedene Arten von t-Tests, darunter:

- Ungepaarter (unabhängiger) t-Test: Dieser Test wird verwendet, wenn die Daten in den beiden Gruppen völlig unabhängig voneinander sind, z.B. wenn zwei verschiedene Behandlungen verglichen werden.
- Gepaarter (abhängiger) t-Test: Dieser Test wird verwendet, wenn die Daten in den beiden Gruppen miteinander verbunden sind, z.B. wenn derselbe Proband unter verschiedenen Bedingungen gemessen wird.

Der t-Test berechnet einen t-Wert, der angibt, wie groß der Unterschied zwischen den Mittelwerten der beiden Gruppen im Vergleich zu den Streuungen in den Gruppen ist. Basierend auf diesem t-Wert und einem vorgegebenen Signifikanzniveau (z.B. $\alpha = 0,05$), können Forscher entscheiden, ob der beobachtete Unterschied zwischen den Gruppen statistisch signifikant ist oder ob er auf Zufall beruhen könnte.

Umbrella-Review: Ein Umbrella-Review ist eine spezielle Art von Literaturübersicht, die darauf abzielt, eine umfassende Zusammenfassung und Bewertung der Evidenz aus mehreren systematischen Reviews und Meta-Analysen zu einem bestimmten Thema zu liefern. Im Gegensatz zu herkömmlichen Literaturübersichten, die sich auf einzelne Studien konzentrieren, umfasst eine Umbrella-Review mehrere systematische Reviews und Meta-Analysen. Durch die Zusammenführung mehrerer Studien können Umbrella-Reviews dazu beitragen, Trends und Muster in den Forschungsergebnissen zu identifizieren und wichtige Einblicke in die vorliegende Evidenz zu gewinnen. Sie bieten eine umfassende Übersicht über die verfügbare Evidenz zu einem bestimmten Thema und können dazu beitragen, die Qualität der Evidenzbasis zu bewerten. Dennoch gibt es potenzielle Nachteile, darunter

DGTelemed

die Heterogenität der eingeschlossenen Studien, Unterschiede in der Qualität der eingeschlossenen Studien sowie Inkonsistenzen zwischen den Ergebnissen. Trotz dieser potenziellen Nachteile können Umbrella-Reviews wertvolle Einblicke in die Forschungslage bieten und dazu beitragen, evidenzbasierte Entscheidungen zu unterstützen.