

# **Aktueller Stand der Telemedizin in der Schlafmedizin – die digitale Therapiebegleitung**

Ingo Fietze<sup>1</sup> & Martin Glos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Interdisziplinäres Schlafmedizinisches Zentrum, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin

## **Korrespondenzadresse**

Prof. Dr. Ingo Fietze, Interdisziplinäres Schlafmedizinisches Zentrum, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Charitéplatz 1, 10117 Berlin

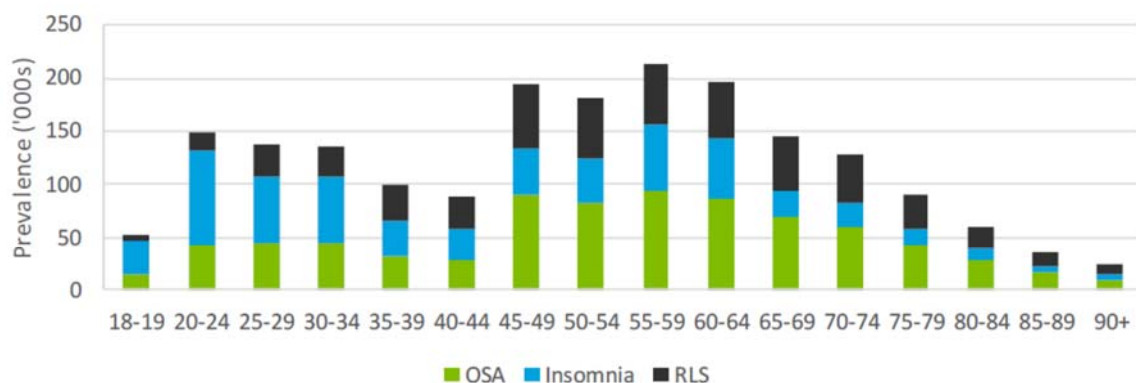
Email: [ingo.fietze@charite.de](mailto:ingo.fietze@charite.de)

## Inhaltsverzeichnis

1. Prävalenz der obstruktiven Schlafapnoe.....	3
2. Die Bedeutung von Diagnostik und Therapie der obstruktiven Schlafapnoe.....	4
2.1 Gesundheitliches Risiko der nicht-behandelten OSA .....	4
2.2 Gesellschaftliches Risiko: Kosten, Verkehrsunfälle, Arbeitsunfähigkeit, Erwerbsunfähigkeit, Haushaltsunfälle, Arbeitsunfälle .....	4
3. Versorgungssituation in Deutschland im Vergleich zu Frankreich, dem Vereinigten Königreich (UK) und den skandinavischen Ländern / USA (inkl. Auswirkungen der COVID-Pandemie).....	9
4. Telemedizin in der medizinischen Versorgung in Deutschland: Machbarkeit, Komfort, Einfachheit, Bezahlbarkeit und Sicherheit telemedizinischer Anwendungen auf Grundlage neuer Gesetzgebungen .....	12
4.1 Das Digitale-Versorgung-Gesetz (DVG) und die Digitale Gesundheitsanwendungen-Verordnung (DiGAV).....	12
4.2 Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGAs) .....	14
4.3 Andere digitale Anwendungen im Bereich Prävention und Therapiemanagement .....	14
4.4 Anwendung telemedizinischer Lösungen bei OSA .....	16
5. Telemonitoring in der Diagnostik und Therapie der obstruktiven Schlafapnoe ..	17
5.1 Bedeutung für Risikogruppen, Behinderte, Ältere, Pflegebedürftige, Kinder und stationäre Patienten im Krankenhaus.....	17
5.2 Aufklärung für Alle (Präventionsgesetz) .....	18
5.3 Ambulantes Schlafapnoe-Monitoring in Deutschland .....	19
6. Therapie.....	21
6.1 Stand der Therapieinitiierung und-Kontrolle und Rolle der Telemedizin .....	21
6.2 Neue Versorgungsstrukturen der Therapie der OSA.....	22
6.3 Nutzen der Telemedizin in der OSA-Langzeittherapie.....	23
7. Was sind die offenen Fragen? .....	28
8. Glossar.....	31
9. Literatur.....	32

## 1. Prävalenz der obstruktiven Schlafapnoe

Die obstruktive Schlafapnoe (OSA) ist durch einen wiederkehrenden Kollaps der oberen Atemwege während des Schlafs gekennzeichnet mit den Hauptsymptomen repetitives Schnarchen, Schlaffragmentierung und Tagesschläfrigkeit. OSA ist ein immer häufiger auftretendes Problem der öffentlichen Gesundheit. Die Prävalenz stieg im Laufe der letzten 10 Jahre aufgrund verbesserter Messmethoden, neuer Scoring-Definitionen, zunehmender Prävalenz von Adipositas und einer höheren Lebenserwartung (1). Bereits 2013 wurde nachgewiesen, dass die Prävalenz in einem Zeitraum von 20 Jahren, abhängig vom Phenotyp, um 14-55 % steigt (2). Die Schweizer HypnoLaus-Studie hat bis jetzt die höchste Prävalenzschätzung vorgelegt (72 %, AHI  $\geq 5$ ); (3), wobei diese Werte nicht die Symptomatik am Tage berücksichtigen und eine Kohorte untersucht wurde, die ein hohes Durchschnittsalter hat. Die in Deutschland durchgeführte „Study of Health in Pomerania“ (SHIP) fand bei 1.200 mittels Polysomnographie (PSG) untersuchten Probanden Prävalenzen von 46% (AHI  $\geq 5$ ) und 21% (AHI  $\geq 15$ ) (4). Eine Metaanalyse von Benjafield et al. (5) mit Studiendaten aus 16 Ländern kommt zu dem Schluss, dass geschätzt weltweit ca. 1 Milliarde Menschen von mindestens einer milden Schlafapnoe betroffen sind und ca. 4 Millionen Deutsche eine behandlungsbedürftige Schlafapnoe haben. Das obstruktive Schlafapnoe-Syndrom (OSAS) beinhaltet neben den nächtlichen Atmungsstörungen das Auftreten der klinischen Symptomatik von Tagesschläfrigkeit. Die Prävalenzzahlen für das OSAS sind niedriger als von OSA; so wurden in der SHIP-Studie eine Prävalenz von 6% für das OSAS berichtet (AHI  $\geq 5$  + ESS > 10) (4). Daten einer Analyse von Deloitte Access Economics (Deloitte) aus Australien geben eine Zahl von 0,78 Millionen Betroffenen mit moderater bis schwerer OSAS an; das entspricht einer Prävalenz von 3,9% (m=6,1%, f= 1,8%) in der dortigen über 15-jährigen Bevölkerung (ca. 20 Millionen) welche höher ist als die für primäre Insomnie (3,0 %) und für das Restless Legs Syndrom (RLS) (2,7 %) (6).



Source: Deloitte Access Economics analysis based on Peppard et al (2013), Ohayon and Reynolds (2009), Allen et al (2005) and Adams et al (2017).

## 2. Die Bedeutung von Diagnostik und Therapie der obstruktiven Schlafapnoe

### 2.1 Gesundheitliches Risiko der nicht-behandelten OSA

OSA ist signifikant korreliert mit einer erhöhten kardiovaskulären Morbidität und Mortalität. Die oft assoziierte Tagesschläfrigkeit senkt die Lebensqualität und die neurokognitive Leistungsfähigkeit (7, 8). CPAP, die Standardtherapie einer obstruktiven Schlafapnoe, senkt die Mortalität sowie das Herzkreislaufisiko und bessert die Lebensqualität (9).

### 2.2 Gesellschaftliches Risiko: Kosten, Verkehrsunfälle, Arbeitsunfähigkeit, Erwerbsunfähigkeit, Haushaltsunfälle, Arbeitsunfälle

Die obstruktive Schlafapnoe verursacht **direkte Kosten** durch den Aufenthalt der Betroffenen in einem Schlaflabor, durch die Versorgung mit einer adäquaten Therapie und die Kosten eines erhöhten Herzkreislaufisikos mit möglicherweise kostenintensiven medizinischen bzw. intensivmedizinischen Maßnahmen.

**Indirekte Kosten** entstehen durch Müdigkeit verursachte Arbeitsausfälle und Unfälle auf der Arbeit, zu Hause oder im Verkehr. Bei Verkehrsunfällen potenziert sich der Kostenfaktor durch die Beteiligung Dritter.

In den USA verursacht allein der Sekundenschlaf im Straßenverkehr circa 100.000 Unfälle im Jahr mit 1500 Toten. Von den insgesamt 328.000 jährlichen Verkehrsunfällen in den USA passieren circa 20 Prozent müdigkeitsbedingt, und circa 21 Prozent aller Unfälle mit tödlichem Ausgang (von 6 400 Toten jährlich) sind auch auf Müdigkeit zurückzuführen, was auch annähernd den o.g. Betroffenen mit dem Sekundenschlaf entspricht (10). In einer Untersuchung bei Kraftfahrern in den US-Bundesstaaten Washington DC und Virginia wurde Müdigkeit als wesentlicher Faktor bei 12% aller Unfälle registriert (11).

In Deutschland sind auch circa 11 Prozent der Unfälle wegen eingeschränkter Verkehrstüchtigkeit auf Müdigkeit zurückzuführen. Im Jahr 2019 wurden durch Müdigkeit am Steuer insgesamt 2037 Verkehrsunfälle mit 3303 Verunglückten dokumentiert; davon 1 028 Schwerverletzte und 49 Getötete (12). Diese Art der Unfälle nimmt im gesamten mittel- und westeuropäischen Raum jedoch ab. Ursache ist nicht die abnehmende Müdigkeit/ Schläfrigkeit, die nimmt eher zu, als vielmehr die zunehmenden Alkohol- und Geschwindigkeitskontrollen und -Restriktionen, ein gesteigertes Gefahrenbewusstsein und moderne Autos mit Sicherheitsassistent und intelligenten Warnsystemen.

Laut einer Umfrage des DVR (Deutscher Verkehrssicherheitsrat) geben 26 Prozent aller deutschen Autofahrer an, bereits einmal am Steuer eingeschlafen zu sein.

In Europa und in Deutschland ist das Thema Unfallrisiko auch erkannt und in einem Weißbuch von 2018 hat eine Europäische Expertengruppe dazu Stellung bezogen (13).

Zu den Berufsunfällen wegen Müdigkeit gibt es gute Daten aus der Schweiz (14-16). Eine Veröffentlichung von 2009 berichtet von 360 000 tödlichen Berufsunfällen jährlich, und mehr als 960.000 verletzten Beschäftigten jeden Tag! Je niedriger die Sicherheit am Arbeitsplatz desto gravierender ein solches Ausmaß. In der Schweiz erhöhen Schlafprobleme das Risiko für einen Berufsunfall um 78 Prozent, in Deutschland sind es „nur“ 63 Prozent. Katrin Uehli, Spezialistin für Betriebliches Gesundheitsmanagement in der Schweiz hat herausgefunden, dass pro Jahr rund 290 Millionen Schweizer Franken für die Folgen von Berufsunfällen aufgewendet werden, die auf Schlafprobleme zurückzuführen sind. Dies entspricht bei einer arbeitenden Bevölkerung von 4,6 Millionen im Erhebungsjahr 2010 etwa 63 Schweizer Franken pro Arbeitnehmer. Die Analyse der Berufsunfalldaten ergab auch, dass die bei Schlafproblemen am häufigsten vorkommenden Unfallarten Stürze und Verletzungen des Bewegungsapparates sind. Eine ebenso große Rolle spielen Unfälle mit oder durch Werkzeuge/Maschinen. Auch nicht zu unterschätzen sind Unfälle, die bei Tätigkeiten passieren, die eher nebenher also routinemäßig erledigt werden wie Aufräumen, Putzen oder einfach Herumgehen. Von Berufsunfällen, die mit Schlafproblemen assoziiert werden, sind hauptsächlich Arbeitende betroffen, die älter als 30 Jahre sind, die pro Nacht 7 oder weniger Stunden schlafen und pro Woche 50 Stunden und mehr arbeiten. Schlafapnoe Patienten sind in der Regel älter als 30 und leiden meist nicht an zu kurzer Schlaflänge, aber an mangelnder Schlafqualität. Sie ist der wesentliche Grund für eine Tagesschläfrigkeit bei OSA Patienten mit den o.g. Folgen.

Die Arbeits- und Wegeunfälle aufgrund von Schlafproblemen wurden kürzlich auch von Alhainen et al. (17) bei 89.543 finnischen Arbeitnehmern zwischen 2000 und 2012 objektiviert. Sowohl die Schlafdauer als auch Schlafprobleme waren mit Unfällen assoziiert. Arbeitnehmer mit weniger als 6.5 Stunden Schlaf hatten eine Odds Ratio von 1,07 für Arbeitsplatz- und 1,14 für Wege-Unfälle. Arbeitnehmer mit Schlafproblemen, worunter auch die Schlafapnoe Patienten fallen, hatten eine Odds Ratio von 1,09 für Arbeits- und 1,14 für Wege-Unfälle.

Schauen wir einmal auf die Kosten der Diagnostik und Therapie der Schlafapnoe unter Berücksichtigung telemedizinischer Versorgungsmodelle. Hierzu gibt es einige Studien welche die Kosteneffektivität nachgewiesen haben:

Zusammenfassend kann die Aussage getroffen werden, dass durch derartige Versorgungsmodelle Kosten eingespart werden. Lugo et al. (18) wiesen nach, dass die Gesamt- und OSA bezogenen Kosten in einer telemedizinisch versorgten Gruppe (VSU - Virtual Sleep Unit, out-of-hospital) geringer waren, als in einer Schlaflabor-Gruppe (HR - Hospital Routine). Isetta et al. (19) randomisierten 139 Patienten in eine telemedizinisch versorgte und eine Schlaflabor-

versorgte Gruppe. Nach 6 Monaten zeigten sich eine vergleichbare CPAP-Compliance, Tagesmüdigkeit, Lebensqualität und Zufriedenheit mit der Therapie. Obwohl in der Telemedizin Gruppe mehr Visiten durchgeführt wurden, war die Gruppe kostengünstiger.

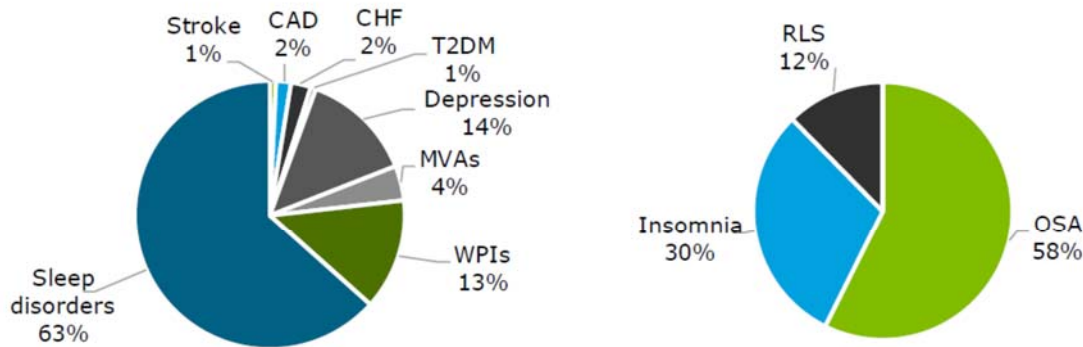
Munafo et al. und Anttalainen et al. berichten über eine Kostenersparnis auch durch weniger Personalaufwand. So wurden in einer Telemedizin-Gruppe nur  $24 \pm 26$  min, in der Schlaflabor Gruppe jedoch  $58 \pm 25$  min für die Aufklärung aufgewendet (20). Anttalainen et al. (21) berichten über 19 Minuten Einsparung von Zeit der medizinischen Fachkräfte.

Turino et al. (22) bestätigen, dass der telemedizinische Ansatz der CPAP-Therapie-Kontrollen kostensparender ist als die Standardbetreuung im Schlaflabor und zwar um 28%. Sie vermerken auch, dass diese Berechnung auch zeigt, dass durchaus Luft für Kostenerstattungen gegenüber den Providern möglich ist, denn die bekommen bisher zu wenig für ihre Dienstleistungen. Selbst bei einer 50%igen Steigerung der Provider-Kosten ist die Telemedizin noch kostengünstiger, wie die Autoren ausführen.

Beispielgebend für andere Länder soll hier auch ein Report aus Australien Erwähnung finden, der eine Kostenanalyse für die drei häufigen Schlafstörungen Insomnie, OSA und RLS vorstellt.

Im Bericht "Re-awakening Australia" von Deloitte aus dem Jahr 2010 (23) wurden diese Kosten für Australien auf 36,4 Milliarden Australische Dollar (AUD) geschätzt. Deloitte wurde von der Sleep Health Foundation beauftragt, die Kosten von Schlafstörungen auf der Grundlage neuer Entwicklungen in der Literatur zu schätzen, um aktualisierte Informationen für die australische Gesellschaft vorzulegen. Die aktualisierte Schätzung aus dem Jahr 2021 ermöglicht einen Vergleich mit anderen neueren Berichten, in denen die Kosten für unzureichenden Schlaf und die Kosteneffektivität von CPAP (Continuous Positive Airway Pressure) für Menschen mit obstruktiver Schlafapnoe (OSA) geschätzt werden (6). Die Bereitstellung eines zeitnahen Zeitrahmens für die Schätzung der Kosten von Schlafstörungen wird es der Gemeinschaft ermöglichen, besser zu verstehen, wie sich die Kosten auf die klinischen Schlafstörungen und auf unzureichenden Schlaf im Allgemeinen verteilen.

Die Kosten des Gesundheitssystems für Schlafstörungen umfassen die Kosten für die Diagnostik und Therapie der Schlafstörungen selbst und den Anteil der Gesundheitskosten für andere Erkrankungen, die auf Schlafstörungen zurückzuführen sind. Für Australien wurde geschätzt, dass die Gesundheitssystemkosten für Schlafstörungen in erster Linie auf OSA (58 %) zurückzuführen sind, gefolgt von Insomnie (30 %) und RLS (12 %) (6).



Source: Deloitte Access Economics analysis.

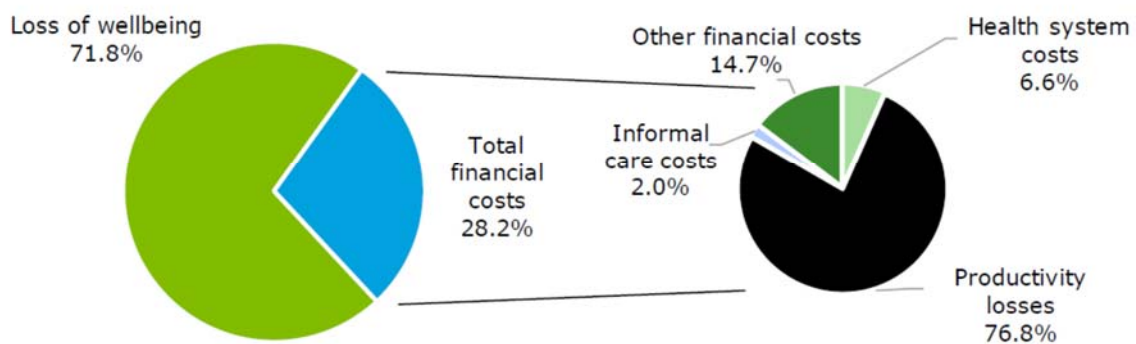
In Australien umfassten im Zeitraum 2019-20 die Kosten für das Gesundheitssystem 338,7 Mio. AUD an stationären Krankenhauseinweisungen (ca. 37%), 465,8 Mio. AUD an medizinischen Ausgaben außerhalb des Krankenhauses (ca. 50%), 108,8 Mio. AUD an Arzneimittelkosten (ca. 10%) und 30,5 Mio. AUD an sonstigen Kosten (ca. 3%) (6)

Zu den sonstigen finanziellen Kosten gehören Produktivitätsverluste, die Kosten für informelle Pflegekräfte (Familie, Freunde) und der volkswirtschaftliche Verlust für die Gesellschaft. Für Australien wurde geschätzt, dass sich die sonstigen finanziellen Kosten im Zusammenhang mit Schlafstörungen und den ihnen zuzuordnenden Erkrankungen im Zeitraum 2019-20 auf 13,4 Mrd. AUD beliefen, dabei entfiel der größte Anteil mit ca. 56% auf Verluste durch verringerte Produktivität bei der Arbeit gefolgt von Fehlzeiten oder Abwesenheit vom Arbeitsplatz mit ca. 16%. Krankheitsbezogen entfielen bei den sonstigen finanziellen Kosten 37 % auf OSA, 41 % auf Insomnie und die restlichen 22 % auf Menschen mit RLS (6).

Darüber hinaus verursachen Schlafstörungen auch nicht-finanzielle Kosten, da sie das Wohlbefinden der betroffenen Person beeinträchtigen. Menschen mit Schlafstörungen haben oft eine geringere Lebensqualität, die in behinderungs- / krankheitskorrigierten Lebensjahren / verlorene gesunde Lebensjahre; (Disease Adjusted Life Years - DALYs) gemessen werden kann. Die DALYs, die durch OSA, Insomnie, RLS und durch andere Erkrankungen, welche ursächlich auf Schlafstörungen zurückzuführen sind, verloren gehen, wurden berechnet, und es wurden Anpassungen vorgenommen, um Doppelzählungen zu vermeiden. Deloitte hat für Australien geschätzt, dass im Zeitraum 2019-20 insgesamt 173.319 DALYs aufgrund von Schlafstörungen verloren gegangen sind. OSA trug mit 64.788 DALYs den Hauptanteil, gefolgt von Insomnie mit 62.806 DALYs und RLS mit 45.724 DALYs. Wenn man jedes DALY mit dem Wert eines statistischen Lebensjahres (2019-20: 216.626 AUD) multipliziert, betrug die Gesamtverringerung des Wohlbefindens in Australien für 2019-20 geschätzt 36,6 Milliarden AUD (6).

Zusammenfassend lässt sich aus der Erhebung von Deloitte für Australien in 2019-20 schlussfolgern, dass sich die Gesamtkosten in erster Linie aus der nichtfinanziellen Minderung des Wohlbefindens aufgrund von Schlafstörungen zusammensetzen (72 %). Bei den finanziellen Kosten (28%) handelte es sich in erster Linie um Produktivitätsverluste (77 %) und andere finanzielle Kosten (15 %) wie Mitnahmeverluste und Unfallkosten. Die restlichen 8 % entfielen auf Kosten des Gesundheitssystems und informelle Pflege. Die Kosten aufgrund von Insomnie (19,1 Mrd. AUD) waren etwas höher als die Kosten aufgrund von OSA (18,9 Mrd. AUD) und RLS (13,0 Mrd. AUD) (6).

Chart iii: Breakdown of total costs (left) and total financial costs (right) of sleep disorders by cost component, 2019-20



Source: Deloitte Access Economics analysis.

Am Beispiel der Daten aus Australien ist nachgewiesen, dass Schlafstörungen eine erhebliche und anhaltende finanzielle Herausforderung darstellen. Da das Median-Alter dort mit 39 Jahren niedriger als das in Deutschland ist (44 Jahre), müssen für Deutschland sogar noch höhere gesundheitliche Kosten angenommen werden.

Von einer ersten Erhebung im Jahr 2010 (23) stiegen in Australien die geschätzten Kosten für Schlafstörungen von 36,4 Mrd. AUD auf 51,0 Mrd. AUD für 2019-20 (6) wobei Maßnahmen zur Verbesserung der Schlafgesundheit einen erheblichen Nutzen haben dürften.

In dem Bericht von 2019-20 (6) wurden ebenfalls Schlüsselempfehlungen der Regierung des Commonwealth zum Thema Schlafgesundheit zitiert; nämlich:

- Schlafgesundheit sollte eine nationale Priorität sein und ihre Bedeutung für Gesundheit und Wohlbefinden sollte neben Fitness und Ernährung anerkannt werden
- Aktualisierung der Richtlinien für optimale Schichtstrukturen und ein landesweit einheitlicher Ansatz für Arbeitszeiten und Ruhepausen für Schichtarbeiter



- Eine Überprüfung des Leistungsumfanges der Krankenversicherung in Bezug auf schlafmedizinische Leistungen
- Sicherstellung, dass alle Inhaber von Rentner- oder Krankenversicherungskarten mit mittelschwerer bis schwerer OSA Zugang zu einem kostenlosen Probetest der CPAP-Therapie haben und bis zum Erfolg des Probetests eine kostenlose kontinuierliche CPAP-Behandlung erhalten
- Entwicklung einer nationalen Kampagne zur Sensibilisierung für die Schlafgesundheit, um über die Ursachen und Auswirkungen von Schlafstörungen zu informieren und die Vorteile einer verbesserten Schlafgesundheit zu vermitteln
- Bewertung des derzeitigen Wissensstands von Allgemeinmedizinern, Krankenschwestern / Krankenpflegern und Psychologen in Bezug auf die Schlafgesundheit und Entwicklung wirksamer Schulungsmechanismen zur weiteren Verbesserung des Verständnisses.
- Finanzierung von Forschungsarbeiten durch die australische Regierung, die sich auf die Prävalenz von Schlafstörungen in wenig erforschten Bevölkerungsgruppen und auf seltene Schlafstörungen konzentrieren, die nicht gut erforscht sind
- Konzentration der Forschung auch auf Auswirkungen von Langzeit-Schichtarbeit auf die Schlafgesundheit sowie auf die Auswirkungen von digitalen Geräten und elektronischen Medien auf die Schlafgesundheit

Vergleichbare Überlegungen und Empfehlungen gibt es in Europa und speziell in Deutschland derzeit nicht.

### **3. Versorgungssituation in Deutschland im Vergleich zu Frankreich, dem Vereinigten Königreich (UK) und den skandinavischen Ländern / USA (inkl. Auswirkungen der COVID-Pandemie)**

Im Wesentlichen ist die Versorgung von Schlafapnoe-Patienten innerhalb Europas vergleichbar, wenngleich es auch Unterschiede gibt. Fietze et al. (24) haben in 22 europäischen Ländern genau dies untersucht und festgestellt, dass der ambulanten und stationären Diagnostik und Therapieinitiierung und -Kontrolle der OSA Patienten die gleichen Prozeduren zugrunde liegen, diese aber in unterschiedlichem Ausmaß zur Anwendung kommen. Der technologische Fortschritt und die Qualität der Diagnostik und Therapie ließen es zu, dass schon 2010 automatisierte PAP-Therapiegeräte zum Einsatz kamen und die ambulante Diagnostik schon vor 10 Jahren ein ähnliches Niveau wie heute (mit der 6+ Kanal Monitoring Technik) hatte. Infolge wurden bereits 2010 in einigen Ländern das ambulante Monitoring als apparatives Diagnoseinstrument anerkannt und zur Therapieinitiierung ohne Schlaflaboraaufenthalt verwendet (Schweden, Frankreich, UK, Niederlande u.a.). Unterschiede gab es hinsichtlich der Frage, ob

für die Titration im Schlaflabor die PG, die PSG oder keine Überwachung (bei APAP) verwendet wurde.

Wie sich die Situation 10 Jahre später zeigt, wurde in einer aktuellen Erhebung analysiert (Fietze et al. submitted). Eine spezifische Erhebung zur Ermittlung der Auswirkungen der COVID-Pandemie auf die Versorgungssituation hat ergeben, dass in 31 von 40 befragten Schlafzentren in Europa eine physische Betreuung der Patienten nicht möglich war, entweder aufgrund Schließung der Einrichtungen oder aufgrund von Reisebeschränkungen. Es wurde insgesamt ein Pandemie-bedingter Shutdown der schlafmedizinischen Versorgung in Europa von 80% geschätzt (25).

Die derzeitige Versorgungssituation in Deutschland steht seit geraumer Zeit im Widerspruch zu den gesetzlichen Vorgaben (NUB- / BUB-Richtlinie). Ursachen hierfür sind der steigende Versorgungsbedarf, die abnehmende Anzahl an Versorgungseinrichtungen/ Schlaflaboren und die heute Telemonitoring-fähige Therapie. Es gab im Jahr 2010 in Deutschland 338 DGSM-akkreditierte Schlaflabore und heute, 2021, sind es nur noch 288.

In der vom Gemeinsamen Bundesausschuss (G-BA) veröffentlichten Richtlinie zu Untersuchungs- und Behandlungsmethoden der vertragsärztlichen Versorgung (Richtlinie Methoden vertragsärztliche Versorgung) ist zur CPAP-Initiierung folgendes im Kapitel „Polygraphie und Polysomnographie im Rahmen der Differentialdiagnostik und Therapie der schlafbezogenen Atmungsstörungen“ formuliert:

*„ ... § 4 Ersteinstellung auf ein CPAP-Gerät: Bei gesicherter Indikation zur Überdrucktherapie mit CPAP oder verwandten Verfahren soll die Ersteinstellung auf das Gerät unter kontinuierlicher polysomnographischer Überwachung in der Regel in zwei aufeinanderfolgenden Nächten durchgeführt werden. Zur Ersteinstellung durch den qualifizierten Arzt müssen die schriftlichen Befunde und Ergebnisse der Stufen 1 bis 3 und ggf. der Stufe 4 vorliegen.“*

Weiterhin wird in der Richtlinie ausgeführt:

*„§ 5 Therapieverlaufskontrollen: (1) Eine erste Kontrolle der Überdrucktherapie soll 6 Monate nach Einleitung einer CPAP-Therapie mit einer kardiorespiratorischen Polygraphie nach Stufe 3 erfolgen. Hierbei soll auch festgestellt werden, ob der Patient das Therapiegerät ausreichend nutzt (Betriebsstundenzähler, ggf. Auslesung des Nutzungsprotokolls). Bei komplikationslosem Verlauf sind weitere routinemäßige polygraphische Kontrolluntersuchungen nicht erforderlich.“*

*(2) Eine erneute kardiorespiratorische Polysomnographie ist nur bei schwerwiegenden Therapieproblemen erforderlich, die mit der Polygraphie nicht erkannt und nicht behoben werden können.“*

Es ist zutreffend, dass man bei einigen Patienten bis zu zwei - oder gar drei - Therapienächte benötigt und dass bei ca. 50% der OSA-Patienten eine PSG-unterstützte Differentialdiagnostik im Schlaflabor notwendig ist. Jedoch gibt es bei den vielen Schlafapnoe-Patienten eine Subgruppe mit moderater bis schwerer OSA, Tagesmüdigkeit und ohne eine den Schlaf bzw. die OSA-Therapie beeinflussende Komorbidität, bei denen die 6-Kanal Polygraphie für eine Diagnostik ausreichend ist (26). Zum anderen gibt es genau innerhalb dieser Subgruppe eine Anzahl von Patienten, die darüber hinaus auch ohne Schlaflabor und PSG direkt auf eine Überdruckatmung eingestellt werden können (27). Das spart Kosten und Wartezeit für die Patienten und ist heute bereits gängige Praxis, die jedoch den Spezialisten vorbehalten sein sollte. Voraussetzung für die sogenannte ambulante Therapieeinstellung ist ein Telemonitoring-fähiges PAP-Gerät, womit die ersten Wochen der häuslichen Therapie engmaschig kontrolliert werden können sowie die Expertise des beteiligten medizinischen Fachpersonals (Ärzte, MTA, GuKP, Krankenpfleger usw.).

## 4. Telemedizin in der medizinischen Versorgung in Deutschland: Machbarkeit, Komfort, Einfachheit, Bezahlbarkeit und Sicherheit telemedizinischer Anwendungen auf Grundlage neuer Gesetzgebungen

### 4.1 Das Digitale-Versorgung-Gesetz (DVG) und die Digitale Gesundheitsanwendungen-Verordnung (DiGAV)

Die Telemedizin ermöglicht neue Formen einer zeit- und ortsunabhängigen Versorgung von Patienten womit eine neue integrierte Versorgung möglich wird, welche durch eine hohe Patientenzentrierung sowie eine digitale Umsetzung in einem wettbewerblichen Umfeld gekennzeichnet ist. Das „Gesetz für eine bessere Versorgung durch Digitalisierung und Innovation“, kurz: Digitale-Versorgung-Gesetz (DVG), ist im Dezember 2019 in Kraft getreten. Es dient dazu, die Versorgung von Patienten mit Medizinprodukten zu gewährleisten, „deren Hauptfunktion wesentlich auf digitalen Technologien beruht“. Die Einzelheiten zur Umsetzung wurde in einer nachfolgenden Rechtsverordnung, die Digitale Gesundheitsanwendungen-Verordnung (DiGAV) geregelt. Bei der Umsetzung sind die Regelungen des Patientendaten-Schutz-Gesetzes (PDSG) zu berücksichtigen und des Weiteren wird mit dem "Gesetz zur digitalen Modernisierung von Versorgung und Pflege" an das DVG und an das PDSG angeknüpft. Für das Schlafapnoe-Management bedeutet dies, ein Telemedizin-fähiges Schlafapnoe-Monitoring bzw. -Screening bei Risikogruppen zu etablieren und die Therapie der OSA kontinuierlich zu begleiten um somit eine effiziente Langzeitversorgung zu gewährleisten.

Telemedizin ist eine Medizin, die sich der elektronischen Kommunikation, der Informationstechnologie oder anderen Anwendungen bedient, wobei sich die Akteure an unterschiedlichen Orten befinden. Diese können das behandelnde medizinische Personal auf der einen und die Patienten auf der anderen Seite sein. Eine andere Konstellation könnte eine telemedizinische Fallkonferenz zwischen dem Schlafmediziner und dem betreuenden Hausarzt der Patienten sein. Aber auch Leistungserbringer für Hilfsmittel („Homecare-Provider“) können telemedizinisch eingebunden sein. Es gibt folgende telemedizinische Bereiche (28, 29):

- **Telediagnostik:** Diagnose für einen Patienten von einem Arzt, der zum Zeitpunkt der Befundung bzw. Diagnose nicht am Patientenort sein kann

- **(Online-)Videosprechstunde:** Gespräch zwischen Arzt und Patient über einen zertifizierten Video-Dienstleister mit Ende-zu-Ende verschlüsselter Kommunikation

- **Tele-Coaching:** therapieunterstützende Maßnahmen zwischen med. Leistungserbringern (z.B. Psychotherapeut) und Patient mithilfe von IKT

- **Telekonsultation / Telekonsil:** ein oder mehrere medizinische Experten werden gleichzeitig in den Diagnose- bzw. Therapievorgang mittels Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) verknüpft
- **Teletherapie:** Erbringung therapeutischer Maßnahmen und medizinischer Dienstleistungen aus der Ferne durch IKT.
- **Telemonitoring:** Überwachung von Patienten bzw. von Vitalfunktionen durch den Arzt oder das Pflegepersonal über eine räumliche Distanz hinweg; bei der Patientenversorgung unterscheidet man 1.) die Überwachung physiologischer Parameter, welche zunächst an eine Basisstation und von dort aus an ein telemedizinisches Servicezentrum weitergeleitet werden auf die der Arzt dann Zugriff hat und 2.) eine Kommunikation zwischen Leistungserbringern und Patient welche als Teil einer interaktiven Betreuung im Sinne eines Disease- bzw. Case-Managements fungiert
- **Gesundheitstelematik:** der Einsatz von IKT im Gesundheitswesen, um die räumliche und/oder zeitliche Distanz zwischen verschiedenen Teilnehmern zu überbrücken.
- **Telecare:** Unterstützung von älteren oder anderweitig hilfsbedürftigen Menschen ein unabhängiges Leben zu Hause zu ermöglichen bzw. zu verlängern; dabei werden lokale Netzwerke im Haus genutzt, um Geräte und Dienste zu verbinden, welche die Pflege unterstützen und via Internet eine Verbindung zu externen Gesundheits- und Sozialdiensten herstellen (30)
- **Telerehabilitation:** Anwendung telemedizinischer Lösungen für die Erbringung rehabilitativer medizinischer Leistungen über räumliche Distanzen
- **Telemetrie:** Übertragung von Messwerten eines an einem Messort befindlichen Sensors zu einer Empfangsstelle, die sich an einem anderen Ort befindet an der diese gesammelt und aufgezeichnet oder auch sofort ausgewertet werden
- **Teleexpertise / Telekonferenz:** ein oder mehrere Teilnehmer werden mittels IKT zusammengeschaltet; dabei findet zusätzlich der Austausch von Audio- und Video-Daten sowie weiterer relevanter (medizinischer) Daten statt.

Zu beachten ist, dass manchmal die Anwendungen dieser Bereiche überlappend bzw. nicht immer klar voneinander abzugrenzen sind. Bereits etabliert und praktisch gelebt wird die Telemedizin in der Kardiologie– z.B. bei Herzinsuffizienz (31) oder arterieller Hypertonie (32), der Rheumatologie (33, 34), der Dermatologie (35), der Pneumologie – z.B. bei COPD (36) oder Asthma (37), der Neurologie (38, 39) und anderen Disziplinen. Ein Beispiel aus der Rheumatologie: die passive Datenerfassung mit speziellen Applikationen beinhaltet z.B. eine Schrittzählerfassung inkl. Anpassung der Therapie bei Unterschreitung bestimmter Schwellenwerte. Sinkt die Schrittfrequenz, dann erfolgt eine Anpassung der Medikation per SMS-Message (z.B.

bei einer Methotrexat Therapie). Eine Überlegenheit gegenüber der Nichtnutzung ist hier bereits belegt. Der medizinische Nutzen ist noch zu studieren (40).

## 4.2 Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGAs)

Eine „Digitale Gesundheitsanwendung“ (DiGA) kann von ärztlichen oder psychotherapeutischen Leistungserbringern als erstattungsfähige Leistung bei Vorhandensein der entsprechenden Indikation verschrieben werden ([www.bfarm.de/DE/Medizinprodukte/Aufgaben/DiGA/\\_node.html](http://www.bfarm.de/DE/Medizinprodukte/Aufgaben/DiGA/_node.html)). Sie unterstützen die Diagnose von Krankheiten und werden therapeutisch bzw. im Krankheitsmanagement eingesetzt. In der Schlafmedizin ist eine erste solche DiGA („App auf Rezept“) die App „somnio“, eine Anwendung welche Inhalte der KVT-I zur Behandlung einer Insomnie verwendet.

DiGAs können ohne begleitende „Face-to-Face“ Patient-Arzt-Kontakt eingesetzt werden und sind eine ärztlich verordnete Anwendung („Medizinprodukt niedriger Risikoklasse“), welche bei entsprechend vorliegender Indikation auch direkt durch die gesetzlichen Krankenkassen den Versicherten zur Verfügung gestellt werden können. Die optimale Integration in gesamtheitliche Behandlungskonzepte mit allen Akteuren ist in vielen Fällen noch in Diskussion (41). Ist die Verordnung einer DiGA, eine digitale Behandlungsalternative, ein „Bridging“ zwischen zwei klassischen Behandlungen oder eine Maßnahme, um den Patienten erstmal einfach „zu beschäftigen“? -letzteres scheint nicht effektiv und nicht nachhaltig. Es ist für die Zukunft daher wünschenswert, dass eine DiGA fester Bestandteil des jeweiligen Diagnostik- bzw. Therapiekonzepts wird und von den verschreibenden Ärzten auch unterstützt und begleitet wird. 57% der DiGA-Nutzer berichten, dass sie das Ergebnis nicht mit ihrem Arzt besprechen. Die ausschließliche Verordnung der DiGA wird mit 2 Euro vergütet (GOP 01470, befristet für die Einführungsphase bis zum 31.12.2022) (42). Wenn allerdings für die DiGA auch Leistungen eines Arztes, Heilmittelerbringenden oder einer Hebamme erforderlich sind, können diese im Einheitlichen Bewertungsmaßstab (EBM) verankert werden (43). Ein Beispiel ist die Web-Anwendung „somnio“ zur Insomnie-Behandlung. Hier können einmalig zusätzlich für die Verlaufskontrolle und Auswertung 7,12€ (GOP 01471 / 64 Punkte) vergütet werden.

## 4.3 Andere digitale Anwendungen im Bereich Prävention und Therapiemanagement

Es gibt inzwischen auch für die OSA bzw. PAP-Therapie Apps und andere Internet-Anwendungen, bei denen es sich nicht um DiGAs sondern um Anwendungen handelt, welche vor

allem im Präventionssektor oder Disease-Management-Bereich angesiedelt sind. Im Präventionsbereich haben diese, wenn sie von den gesetzlichen Krankenkassen anerkannt und erstattungsfähig sind, ein Prüfsiegel der „Zentralen Prüfstelle Prävention“, eine Kooperationsgemeinschaft gesetzlicher Krankenkassen zur Zertifizierung von Präventionskursen – § 20 SGB, welches in den vier Handlungsfeldern Bewegung, Ernährung, Stress- und Ressourcenmanagement und Suchtmittelkonsum vergeben wird (44).

Im Schlafbereich können Themen, die mit diesen Anwendungen bearbeitet werden, z. B. sein: Was muss/ was kann der Patient selber tun, um den Schlaf zu verbessern? Bei Patienten mit der Beschwerdesymptomatik „Ein- und Durchschlafstörungen“ ist eine App-basierte Selbstreflexion / -kontrolle (Schlaf/Wach-Tagebuch) ein Anwendungsbeispiel aus dem o.g. Präventionsbereich.

Ein Beispiel aus dem Disease-Management-Sektor dagegen kann der Einsatz einer App bei Schlafapnoe-Patienten zur Adhärenzsteigerung / bzw. -aufrechterhaltung einer positiven Überdruckbeatmung (PAP) – Therapie sein, indem ein Feedback zur Nutzungszeit gegeben wird und daraus Empfehlungen und Motivationsmaßnahmen zur optimalen Nutzung abgeleitet werden.

In Verbindung mit einem Hilfsmittel sollten Apps auch eine Aufwandsentschädigung für den hilfsmittelversorgenden Homecare-Provider bieten. Die Bandbreite von Apps ist groß: Sie können Daten erfassen und interaktiv eine erste Selbsteinschätzung für den Patienten ermöglichen wie die telemedizinischen Schlafapnoe-Therapie-Angebote. Als elektronisches Tagebuch unterstützen sie dabei Symptome bzw. Unregelmäßigkeiten zu erfassen, Messwerte, z.B. die Nutzungszeit zu dokumentieren und diese auch auszuwerten. Nutzer der Apps können so Muster oder Veränderungen frühzeitig erkennen. Im Fall der Schlafapnoe-Therapie ist das der Nutzer selbst, der behandelnde Arzt und/oder der Versorger des Hilfsmittels.

Andere Anwendungen erinnern Patienten daran, Medikamente einzunehmen bzw. ihre Therapie anzuwenden oder Vorsorgetermine wahrzunehmen usw., stärken durch individuell erzeugte Informationen die Selbstständigkeit der Patienten oder unterstützen in anderer Art bei der Therapie.

Für die digitalen Geräte-bezogene Anwendungen in der Begleitung der Schlafapnoe-Therapie (z. B. mit „MyAir“, Resmed Inc.) bedeutet dies, dass Patienten ihre Therapie selbst kontrollieren können und entweder selbst intervenieren oder aber entscheiden, ob und wann sie den Arzt konsultieren. Oder die Patienten wählen passive Lösungen, bei denen sie vom Arzt oder Provider der Therapie aktiv kontaktiert werden, wenn die Therapie nicht mehr effektiv ist bzw. nicht mehr effektiv zum Einsatz kommt. Der Arzt und/oder der Provider sind somit fest in das digitale Konzept eingebunden, was diese Angebote von anderen unterscheidet und schon

heute zur Entlastung der Ärzte und zum Vorteil (Compliance-Verbesserung) der Patienten beiträgt, wie im Folgenden ausgeführt wird.

#### 4.4 Anwendung telemedizinischer Lösungen bei OSA

Erste Ansätze für telemedizinische Lösungen in der Schlafmedizin gab es bereits durch Shiomi in den 1990'er Jahren (45). Die Gesundheits-Apps in der Schlafmedizin sind dabei keine neuen Untersuchungs- und Behandlungsmethoden bzw. dieser Kategorie nicht zuzuordnen. Beim Diabetes mellitus ist die kontinuierliche interstitielle Glukosemessung mit Real-Time-Messgeräten (rtCGM) zur Therapiesteuerung bei Patienten mit insulinpflichtigem Diabetes mellitus eine Neue Untersuchungs- und Behandlungsmethode (NUB), nicht jedoch die App-basierte Glukose-Messung. So ist es auch bei der Schlafapnoe. Die PAP-Therapiegeräte werden derzeit nicht automatisch und rückgekoppelt selbst wirksam und verändern nicht den Therapiemodus oder den -druck. Dies muss der behandelnde Schlafmediziner tun, entweder „face-to-face“ oder digital. Sogenannte „Store-and-forward“-Systeme sind das Prinzip der heutige PAP-Telemedizin. Die in einem Gerät gespeicherten Daten werden in einer Cloud gesammelt und dann verteilt. Der sogenannte asynchrone Telemedizin-Modus beinhaltet, die retrospektive Analyse und Kommunikation. Hierbei sind zunächst eine pseudonymisierte Datenübertragung / -haltung sicherzustellen und ein alle Datenschutzaspekten, insbesondere die des PDSG, berücksichtigender rollenbasierter Zugriff mit entsprechenden Rechten restriktiver Zugang wichtige Voraussetzungen.

Zu den digitalen Gesundheitsanwendungen in der Behandlung der Schlafapnoe gehören neben den OSA-Therapie begleitenden Angeboten heute auch die kognitive Verhaltenstherapie (KVT), welche zur Compliance-Erhöhung und damit zur Erhöhung der Effektivität der PAP-Therapie beitragen kann, vor allem bei OSA-Patienten mit komorbider Insomnie (46). In Deutschland gibt es derartige Angebote aber nur vereinzelt. Es fehlt noch an entsprechenden Ressourcen und auch hier an einer adäquaten Vergütung.

Bei anderen Schlafstörungen, wie dem RLS, den Parasomnien oder den Hypersomnien besteht noch ein klares Angebotsdefizit für digitale Anwendungen; dies betrifft sowohl den Präventivbereich als auch den Diagnostik- und Therapiebereich (47).

Im Bereich der Schlafmedizin kann die Telemedizin auch dazu beitragen, den Zugang zur medizinischen Versorgung, insbesondere auch für Behinderte, Pflegbedürftige und chronisch Kranke zu verbessern, Wartezeiten zu mindern und die Adhärenz gegenüber der Therapie zu verbessern.



Die diagnostische Telemedizin hilft auch weitere Probleme zu lösen wie die einer großen Distanz zwischen Arzt und Patient, den damit verbundenen Verkehrsproblemen und dem Vermeiden von Arbeitsfehlzeiten durch Arztbesuche. Die Telekonsultation ist ein hilfreiches Tool, welches von 95% der befragten Patienten als hilfreich angesehen wird (48). Eine Zahl von 50-100% von ihnen ergänzen, dass diese Form der Kommunikation den Arztbesuch ersetzen kann. Insbesondere während der Corona-Pandemie hat sich zum einen die Nützlichkeit und zum anderen die Machbarkeit einer Telekommunikation gezeigt. Sie hat den „face-to-face“ Arztbesuch ersetzt und wurde von vielen Betroffenen dankbar angenommen. So spart in den USA die Telemedizin im Schnitt auch 145 Meilen (ca. 233 km) und 142 Minuten Fahrtzeit pro Visite (49). Diese Erfahrungen sollten die Grundlage für eine zukünftige Routine-Telekommunikation auch in der Schlafmedizin sein, die von den Ärzten und Betroffenen geschätzt und von den Kostenträgern auch vergütet wird. Zur Kostenersparnis gehört dann auch der Weg zum Arzt, der somit nicht notwendig wird.

Darüber hinaus könnte durch den Wegfall von Fahrten zum Arzt beim Einsatz von Telemedizin, vor allem bei Benutzung von PKWs, kontextabhängig ein nicht zu unterschätzender Beitrag zur Reduzierung des „CO<sub>2</sub>-Fingerabdrucks“ geleistet werden (50).

Die Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM) fordert daher mehr Unterstützung für innovative Ansätze auf diesem Gebiet: „Um die bereits bestehenden telemedizinischen Möglichkeiten in der Patientenversorgung nutzen und ausbauen zu können, ist die dringliche Kostenübernahme dieser Maßnahmen durch die Krankenkassen notwendig.“ (51)

## **5. Telemonitoring in der Diagnostik und Therapie der obstruktiven Schlafapnoe**

### **5.1 Bedeutung für Risikogruppen, Behinderte, Ältere, Pflegebedürftige, Kinder und stationäre Patienten im Krankenhaus**

Das Telemonitoring birgt mehr Chancen als Risiken und ist ein heute unabwendbares nützliches Tool im Gesundheitsmanagement. Beispielgebend ist die kontinuierliche Rhythmuskontrolle bei Patienten mit implantierten oder tragbaren Monitoren oder die App-basierte Blutzuckerkontrolle bei Diabetikern. Das telemonitorische Management kann den Gang zum Arzt ersparen, was besonders für Ältere, Pflegebedürftige und Kinder/Jugendliche von Interesse ist und es kann präventiv Probleme detektieren, die rechtzeitig behoben werden können, was insbesondere für Risikopatienten von enormer Bedeutung ist. Hier sei die Gewichtszunahme

bei Kindern/Jugendlichen oder bei Erwachsenen genannt, die eine schlafbezogene Atmungsstörung provozieren oder verstärken kann.

In der OSA-Diagnostik und Therapie der obstruktiven Schlafapnoe bedeutet das Telemonitoring konkret: Wo immer das diagnostische Monitoring stattfindet, zu Hause, auf einer Station im Krankenhaus, in der Pflegeeinrichtung oder beim Arbeitsmediziner: die Daten können zu einem Spezialisten übermittelt werden, der eine qualifizierte Diagnose stellt. Somit kommt die „Diagnostik zum Patienten“ und nicht zwingend der „Patient zur Diagnostik“. Davon profitieren nicht nur Patienten mit Behinderung oder in der Pflege, sondern auch andere Gruppen; so z.B. bestimmte Berufstätige, welche lange Anfahrtswege und die stationären Laboraufenthalte aufgrund des damit verbundenen Arbeitsausfalls / Krankschreibung vermeiden wollen oder andere Personen für die ein Laboraufenthalt mental eine große „Eingangshürde“ darstellt und deswegen nicht diagnostiziert und behandelt werden. Telemonitoring der OSA-Therapie bedeutet wiederum eine lückenlose nächtliche Dokumentation der Anwendung der Therapie zum Nutzen der Selbstkontrolle und der Kontrolle durch den Provider oder den behandelnden (niedergelassenen) Arzt bzw. das spezialisierte Schlafzentrum mit dem Ziel einer effektiven Therapie und hoher Anwendungsdisziplin (Compliance/Adhärenz) und dem zusätzlichen persönlichen und kostensparenden Nutzen für therapierte OSA Patienten, denen es nicht möglich ist, regulär Arztbesuche zu realisieren.

## 5.2 Aufklärung für Alle (Präventionsgesetz)

Vor der Diagnostik und Therapie der obstruktiven Schlafapnoe steht die Prävention. Die kann bei der OSA darin bestehen, auf das schon erwähnte Risiko Übergewicht aufmerksam zu machen oder aber über den Einfluss von Alkohol und sedierenden Medikamenten auf den Schlaf und die Atmung, auf den Einfluss der Körperlage, des Geschlechts und des Alters aufzuklären. In Deutschland gibt es bisher kein spezifisches Internet-basiertes Aufklärungs- und Präventionsmodul bzw. Programm zur obstruktiven Schlafapnoe. Traditionell lag dies bisher im Verantwortungsbereich der Fachgesellschaft DGSM ( [www.dgsm.de/gesellschaft/fuer-patienten/ratgeber-schlafstoerungen](http://www.dgsm.de/gesellschaft/fuer-patienten/ratgeber-schlafstoerungen) ) und der Selbsthilfegruppen, die für Betroffene Informationen auf ihren Webseiten zur Verfügung stellen. Überregional sind der *Bundesverband Schlafapnoe und Schlafstörungen Deutschlands* e.V. ( [www.bsd-selbsthilfe.de](http://www.bsd-selbsthilfe.de) ) und der *Bundesverband Gemeinnützige Selbsthilfe Schlafapnoe Deutschland* e.V. ( [www.gsd-schlafapnoe.de](http://www.gsd-schlafapnoe.de) ) sowie regional die *Schlafapnoe-Selbsthilfegruppen Wilhelmshaven- Friesland / Varel* ( [www.schlafapnoe-selbsthilfegruppe.de](http://www.schlafapnoe-selbsthilfegruppe.de) ) und die *Selbsthilfe Schlafapnoe in Essen* e.V. ( [www.schlafapnoe-essen.de](http://www.schlafapnoe-essen.de) ) u.a. aktiv.

Der neue 2021 vom GKV-Spitzenverband herausgegebene Präventionsleitfaden (52) enthält jetzt auch das Thema Schlaf im Rahmen der Stressprävention und bietet damit die Chance,

verschiedene Schlafstörungen betreffende Aspekte in speziellen Präventionsangeboten zu verankern. So sollte die Schlafprävention u.a. ein wichtiges Tool für Berufskraftfahrer sein. Bei ihnen muss die Bedeutung von gesundem und ausreichendem Schlaf sowie die Aufklärung über Schlafapnoe-spezifische Faktoren (wie z. B. Müdigkeit, Schläfrigkeit, Schlafdefizit, Übergewicht, Schichtarbeit) im Rahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung eine zunehmend wesentliche Rolle spielen. Beispielgebend sind Apps zur Aufklärung und möglichen Verbesserung der Schlafgesundheit, von denen es aber noch zu wenige gibt, vor allem nicht validiert und erprobt. Derartige Präventionsangebote können von den Krankenkassen vergütet werden, wenn sie das Prüfsiegel der Zentralen Prüfstelle Prävention haben. Damit eröffnet sich ein komplett neuer Baustein im OSA-Management, für den es einen hohen Bedarf gibt. In einer Forsa-Umfrage der Initiative „Deutschland schläft gesund“ e.V. gaben nur 5 % der Befragten an, dass sie wegen Schnarchen zum Arzt gehen. In diesem Zusammenhang wäre eine gute Prävention, sich rechtzeitig über die Vorboten einer Schlafapnoe - zu denen das Schnarchen gehört - und über mögliche Maßnahmen zu deren Verhinderung zu informieren, um somit ggf. der Entwicklung dieser Erkrankung entgegenzuwirken oder zumindest deren Auftreten aufzuschieben.

### 5.3 Ambulantes Schlafapnoe-Monitoring in Deutschland

Entsprechend der G-BA-Richtlinie erhält in Deutschland bis heute jeder Patient mit Verdacht (erhöhte Prätestwahrscheinlichkeit) auf eine schlafbezogene Atmungsstörung ein häusliches Schlafapnoe-Monitoring mit einem 6-Kanal –Polygraphie (PG) Messgerät. Es werden Schnarchen, Körperlage, Puls, Sauerstoffgehalt sowie Nase/Mund- und Brust- und/oder Bauchatmung registriert (26). Die Patienten bekommen ein solches Messgerät in der Facharztpraxis oder in der Schlafambulanz, legen es sich zum Nachtschlaf an und bringen es am nächsten Tag zurück. Die Sensitivität & Spezifität dieser Messmethode liegt bei 60-100% bzw. 41-100% (53). Die Ausfallrate beträgt immerhin noch 5-30 Prozent (54). Die Daten werden visuell ausgewertet, insbesondere dann, wenn sie für die Diagnosestellung verwendet werden. Telemedizin kann in diesem Zusammenhang bedeuten, dass auch nicht-schlafmedizinisch spezialisierte Arztpraxen, Reha-Einrichtungen, Krankenhaus-Abteilungen (z. B. Kardiologie), Pflegeeinrichtungen, Zahnarztpraxen usw. derartige Monitoring-Technik einsetzen und die Daten an den Spezialisten zur qualitätsgerechten Auswertung und Befundung verschicken (Tele-Konsil). Danach kann der geschulte Arzt/Ärztin oder geschulte Medizinisch-technische/r Assistent/in (MTA) oder eine andere schlafmedizinisch geschulte Fachkraft den Befund vermitteln oder es erfolgt eine Telekonsultation mit dem Schlafspezialisten. Diese Praxis wird bisher kaum umgesetzt, ist aber machbar und sinnvoll.

Noch vor der 6-Kanal-PG steht die Herausforderung, dass potenziell Betroffene identifiziert werden müssen. Da ein generelles OSA-Screening bisher nicht empfohlen wird (55), obwohl die Schlafapnoe eine Volkskrankheit ist, gilt es Risikogruppen zu definieren, die vornehmlich/vordringlich zu untersuchen sind und bei denen ggf. ein Screening sinnvoll ist. Zu ihnen gehören neben den schon erwähnten Berufskraftfahrern die adipösen Patienten, Patienten mit nicht-einstellbarem Hypertonus und/oder Non-Dipping, mit paroxysmalem Vorhofflimmern oder anderen nächtlichen Rhythmusstörungen, mit nachts entgleisendem Zucker, mit lautem Schnarchen und mit auffälliger Tagesschläfrigkeit. Hierzu sind Portale zur Aufklärung und Risiko-Selbsteinschätzung im Internet möglich und sinnvoll, aber auch die Aufklärung der Haus- und Fachärzte ebenso wie der Betriebsärzte und Arbeitsmediziner. In der Pneumologie und Kardiologie und bei den HNO-Ärzten kann man davon ausgehen, dass bereits ein breites Wissen um das Risiko Schlafapnoe besteht (56). Bei vielen anderen Fachärzten ist das nicht der Fall und es kommen somit selbst einfache Screening-Instrumente wie die Fragebögen Epworth Sleepiness Scale (ESS) zur Tagesschläfrigkeit oder „STOP-BANG“ zur Schlafapnoe nicht zum Einsatz. Durch elektronische Medien kann es hier einen wesentlichen Aufklärungsschub bei potentiell Betroffenen geben und eine breit angelegte Anwendung des telemedizinisch gestützten Monitorings (Screening oder 6-Kanal-PG) kann den Engpass der wenigen schlafmedizinisch spezialisierten Praxen ausgleichen. Ein Beispiel aus der eigenen Praxis haben wir 2020 publiziert (57). Wir haben zeigen können, dass die Logistik des ambulanten Monitorings auch von Drittanbietern übernommen werden kann. Potentiell Betroffene bekommen ein PG-Gerät zugesandt, wenden es nachts an und schicken es am nächsten Tag per Post zurück. Das Schlafzentrum bekommt die Daten und wertet sie aus. Das ist machbar und spart Personal und Zeit.

Es gibt demnach verschiedenen mögliche Versorgungsmodelle für die Diagnostik von schlafbezogenen Atmungsstörungen (SBAS). Es liegt an den ärztlichen Spezialisten, den Anbietern der Monitoring-Technik und den Kostenträgern hier weitere vergütete Versorgungsmodelle (z.B. Screening-Modelle) zu nutzen und nicht nur die konventionelle 6-Kanal-PG. Ein initiales Screening zum Filtern von potentiell Betroffenen in Schwerpunktambulanzen für Adipöse, für schwere Hypertoniker, für COPD-Patienten, für Diabetiker oder für Schlaganfall-Patienten kann z.B. mit reduzierten 1-3 Kanal-Polygraphiegeräten und/oder spezifischen Fragebögen erfolgen (58). Gleiches gilt für Patienten, die im Krankenhaus liegen und bei denen zusätzlich der Verdacht auf eine nächtliche Atmungsstörung besteht, z.B. durch die Anamnese vor einer Narkose oder durch das fremdbeobachtete Schnarchen im Patientenzimmer etc.. Darüber hinaus ist das Vorscreening auch bei Pflegebedürftigen, behinderten Personen und bei Kindern sinnvoll.

## 6. Therapie

### 6.1 Stand der Therapieinitiierung und-Kontrolle und Rolle der Telemedizin

Das Vorgehen der Therapieinitiierung und der Kontrolle ist in den bereits ausgeführten G-BA-Richtlinie verankert. Diese Richtlinien wurden zunächst gut umgesetzt, was durch das zahlenmäßig gute Angebot an stationären Schlaflaboren in Deutschland gut möglich war. Sie waren aber von Anfang an bei den Experten auch umstritten. Aktuell hat uns der hohe Versorgungsbedarf und die damit verbundene Versorgungslücke sowie die Therapie-Technologie ein- und überholt. Wir müssen daher wie bereits ausgeführt effizienter und breiter screenen und diagnostizieren und zusätzlich die Betroffenen effizienter und kostensparender mit einer Therapie versorgen. Neue Verfahren wie den Atemwegsdruck variabel gestaltende Therapiegeräte (APAP – Automatic Positive Airway Pressure), eine beim Übergang von Ein- zu Ausatmung applizierte Druckentlastung (Pressure Relief) sowie neue kleinere und leisere Geräte und bessere Masken haben dafür gesorgt, dass man viele Patienten initial besser / optimaler auf die nächtliche Atmungstherapie einstellen und sie daraufhin versorgen kann. Das ist heute für einige Patienten, wie beschrieben, auch ohne die PSG möglich. Wie wir heute wissen, sind entscheidend für die initiale Adhärenz und die Langzeit-Nutzung die ersten 2 Wochen bis 3 Monate (59); wozu insbesondere die Qualität der Erstversorgung, zu der die qualifizierte Aufklärung und Schulung und die initiale Begleitung der Therapie gehören, beitragen (60, 61). Es ist bekannt, dass die initiale durchschnittliche nächtliche Nutzungszeit zu Beginn der Therapie durchaus niedrig sein kann, da sie bei guter Adhärenz in den ersten drei Monaten der Anwendung kontinuierlich von 2 auf mindestens 4 Stunden pro Nacht ansteigt. (62)). Daraus kann geschlussfolgert werden, dass es vorteilhaft ist, früh mit den möglichen Interventionen anzufangen. Die erste Woche der Compliance bestimmt die Compliance nach einem Monat und die nach einem Monat die nach 3-6 Monaten (63, 64).

Dieser Prozess der Therapieinitiierung sollte unbedingt begleitet werden, was ohne Telemedizin bisher ja nicht getan wurde. Jahrzehntlang wurden die Patienten mit der PAP-Therapie nach 1-2 Nächten im Schlaflabor nach Hause geschickt und nach ca. 6 Monaten zur ersten Kontrolle wieder einbestellt. Dazwischen und danach kam es meist nur zum Kontakt, wenn der Betroffene sich proaktiv meldete.

Die Auswirkungen dieses Vorgehens zeigt die Auswertung von Daten der Therapie-Nutzung. In einer ersten Studie aus Frankreich aus dem Jahr 1996 berichten Krieger et al. (65) noch über eine Compliance-Rate von 90 Prozent nach 3 Jahren und 85 Prozent nach 7 Jahren. Die mittlere CPAP-Nutzungszeit betrug im Mittel 5,7 Stunden pro Tag. Derartige Raten werden aktuell nicht mehr erreicht (66), sollten aber wieder Ziel sein. In einem Review von Buysse et al. (67) aus dem Jahr 2021 wurden Abbruchraten der CPAP-Therapie in den ersten 3 Monaten

der Anwendung zwischen 12,4% (Belgien) und 31,1% (USA) berichtet. Das ist eine beträchtliche Anzahl. Eine Ursache dafür ist die mangelnde Therapiebegleitung, die ja nicht zwingend durch einen Arzt oder MTA / MFA vor Ort erfolgen muss, sondern, wie wir heute wissen, auch telemedizinisch erfolgen kann.

Daher setzt genau hier die Telemedizin an und muss sie auch, denn eine Aufstockung des schlafmedizinischen Personals ist in den nächsten Jahrzehnten nicht absehbar und nicht finanzierbar. In Deutschland sind z.Z. ca. 1 Millionen Schlafapnoe-Patienten mit einer PAP-Therapie versorgt. Ausgehend von ca. 1 200 Schlafmedizinern in Deutschland kontrolliert jeder Arzt ca. 1 250 Patienten pro Jahr. Geht man davon aus, dass pro Jahr noch mehr als 100 000 Patienten dazu kommen, dann sind dies pro Arzt mehr als 80 Patienten im Jahr zusätzlich und das Jahr für Jahr. Das übersteigt die Kapazitäten der Ambulanzen und Fachärzte und der Schlaflabore bei Weitem. In den USA stellt sich die Infrastruktur so dar, dass 1 Schlafspezialist auf 45.000 Einwohner kommt. Für die Depression sieht das Verhältnis übrigens deutlich besser aus: 1:30.000. In Deutschland ergibt sich ein Verhältnis von ca. 1:800.000, was den Schlafspezialisten betrifft. Es besteht also ein gravierender Mangel an Spezialisten und es fehlt an einer adäquaten Vergütung für flächendeckende, auch ambulante Therapieeinstellungen und für die Therapie-Kontrollen. Da Kontrollen in den Facharztpraxen teuer sind, kann gespart werden, indem rechtzeitig interveniert wird, um die Therapieadhärenz zu verbessern oder die Therapie auch mal abubrechen, wenn diese nicht genutzt wird. Und genau dazu braucht es telemedizinische Lösungen, die in der Schlafmedizin heute auch schon Anwendung finden.

## 6.2 Neue Versorgungsstrukturen der Therapie der OSA

Neue Versorgungsmodelle in der PAP-Therapie sind notwendig geworden, da der Erstversorgungsbedarf zu hoch ist und weiter ansteigt und die Masse an therapierten Patienten face-to-face und regelmäßig in den Praxen oder Schlafzentren nicht dauerhaft kontrolliert werden kann.

Fietze et al. (27) prüften in Deutschland ein Modell der ambulanten PAP-Ersttherapie einer bestimmten Gruppe von OSA Patienten mit schwerer Schlafapnoe, Tagesmüdigkeit und ohne wesentliche Komorbidität, die ohne Titration und Kontrolle im Schlaflabor versorgt wurden. Dabei bestätigte sich wie in vielen anderen Studien auch, dass diese Form der Versorgung, die häusliche automatische PAP-Titration (Home Auto-adjusting Pressure Titration) machbar und im Vergleich zur Standardversorgung, der PAP-Titration im Schlaflabor, genauso effektiv ist (27, 68-73). Die ambulante Telemedizin-basierte Einstellung auf eine PAP-Therapie spart im Vergleich zur herkömmlichen Einstellung im Schlaflabor zudem Kosten und Wartezeit (ca. 38 Tage) (Fietze et al. 2021). Durch das ambulante Management werden zudem Ressourcen in den Schlafzentren gespart und stehen für Patienten mit Komorbiditäten und besonderer

Erkrankungsschwere zur Verfügung. Darüber hinaus werden, wie im Kap. 2.2. dargestellt, die Sozialsysteme und die Wirtschaft durch eine Reduktion von Arbeitsfehltagen und Wegfall von Arztbesuchen entlastet und Kosten gespart.

Eine derartige ambulante Erstversorgung ist wiederum nur möglich, weil die Therapiegeräte heute eine bedarfsgerechte automatische nächtliche Druckanpassung ermöglichen und weil die ersten entscheidenden Wochen der Therapie für die Langzeitadhärenz telemedizinisch überwacht werden können. Die meisten PAP-Geräte haben bereits Option einer Datenübertragung integriert und ermöglichen den Transfer von Behandlungsdaten (AHI, Leckage, Nutzungszeit u. a.) in die „Cloud“ auf die dann von den Schlafzentren oder den Providern zugegriffen werden kann (74, 75).

Somit ist auch für die schlafmedizinische Versorgung in Deutschland ein neues Vorgehen vorhanden, möglich und umsetzbar. Klärungsbedarf besteht jedoch noch bezüglich der Vergütung der Leistungserbringer und der Ärzte.

Es gibt aber auch Studien, welche bei der Home-APAP-Titration über Fehlerquoten von ca. 20% berichten (76). Eine Alternative wäre in solchen Fällen die durch Fernsteuerung unterstützte häusliche Titration (Remote-attended PAP titration). Dellaca et al. haben die Nützlichkeit nachgewiesen (77). Ein solches Management wurde bisher nur im Rahmen von Studien demonstriert. In der klinischen Routine erfordert so ein Vorgehen einen hohen Qualitätsstandard hinsichtlich der technischen und logistisch-personellen Umsetzung, welcher z. Zt. noch nicht etabliert und mit entsprechendem Aufwand umgesetzt werden müsste. Wenn dies jedoch unter Einbeziehung aller Beteiligten gelingt und ein entsprechendes Vergütungsmodell entwickelt werden würde, könnten damit eine neues, Patienten-zentriertes Verfahren der Therapie-Initiierung etabliert werden.

### 6.3 Nutzen der Telemedizin in der OSA-Langzeittherapie

Das telemetrische PAP-Monitoring ist vergleichbar mit täglichen Blutzucker-, Blutdruck- oder Herzrhythmus-Kontrollen, die mit demselben Ziel durchgeführt werden, nämlich die Effektivität einer Therapie zu kontrollieren, um bei Bedarf intervenieren zu können.

Bisher beschränkte sich die Langzeittherapiekontrolle in den letzten Jahrzehnten auf die jährliche PAP-Stundennutzung und eine Polygraphie-Kontrolle bei klinischer Notwendigkeit. Das ist jedoch nicht mehr zeitgemäß. Es gibt auf der einen Seite Patienten, die nach der Therapieinitiierung keiner regelmäßigen Kontrollen bedürfen, da sie gut eingestellt sind und auch subjektiv profitieren und eine hohe Motivation der Anwendung der Therapie mitbringen und es gibt auf der anderen Seite Patienten, welche Unterstützung, Motivation, Kontrolle und Selbstkontrolle benötigen.

Die USA prüfen alternative Versorgungs- und Bezahlmodelle für das Langzeit-Telemonitoring für die Provider von telemedizinischen Services. Viele Patienten ohne spezielle Herausforderungen sind mit der Kombination aus Face-to-Face, telemedizinischer Begegnungen mit dem Arzt, dem Cloud-basierten PAP-Monitoring und der Internet-basierten Kommunikation sowie dem Coaching sehr gut zu behandeln. Selbst wenn es (noch) keine Vergütung gibt, könnten auch Arbeitgeber, zum Beispiel für Berufskraftfahrer, bereit sein, sich an der Vergütung derartiger Leistungen zu beteiligen.

In der klinischen Praxis in Deutschland sind es digitale Gesundheits-Plattformen, wie z.B. für die Behandler / Provider AirView™ (Resmed Inc.), „Care Orchestrator“ (Philips N.V.), „prisma CLOUD“ (Löwenstein Medical SE & Co. KG) und andere bzw. für die Patienten die Apps „my-Air“ (Resmed Inc.), „DreamMapper“ (Philips N.V.), „prisma JOURNAL“ (Löwenstein Medical SE & Co. KG), „SmartLink“ (DeVilbiss Healthcare LLC) und andere, welche dabei unterstützen, Abweichungen zu erkennen und Patienten zu begleiten. Apps, die Menschen mit Verletzungen oder Behinderung digital unterstützen oder den Blutzucker tracken oder den Herzrhythmus haben eine vergleichbare Funktion.

Browserbasierte Anwendungen oder sonstige Software, die die oben genannten Funktionen erfüllen sind eine Alternative zu den Apps und auch in der Schlafmedizin, speziell für die Schlafapnoe verfügbar, z.B. in den USA bereitgestellt durch das Kriegsveteranenministerium (Remote Veterans Apnea Management Platform - REVAMP, VA Web Application). Ein Modell der Telemedizin ist dort das „VA TeleSleep program“ (78). Es zeigt den Nutzen von Telemedizin für eine Verbesserung des Zugangs zur Versorgung von Schlafapnoe-Patienten. Zusammenfassend berichteten die Patienten, dass mithilfe der Telemedizin die Versorgung verbessert wurde, insbesondere durch eine Verringerung des Reiseaufwands, eines verbesserten Zugangs zu den Ärzten sowie durch die Möglichkeit der Fernüberwachung und in Bezug auf Gesundheit und Lebensqualität. Den Patienten werden elektronische Fragebögen zur Einschätzung des Therapieerfolgs (Patient Reported Outcome - PRO) angeboten, sie können den Anbieter ihrer Therapie kontaktieren und mit ihm kommunizieren, es gibt ein Online Selbsthilfe-Tutorial und sie können ihre eigenen CPAP-Therapiedaten abfragen. Der Provider wiederum wertet die Fragebögen und die elektronische Gesundheitsakte (Electronic Health Record - EHR) aus und bietet dem Patienten Televisiten bzw. zeitversetzt elektronische Konsultationen an. Sogar das Schlafapnoe-Monitoring zur Therapiekontrolle wird zum Teil bereits von den Providern angeboten und durchgeführt.

Die Implementation dieses Modells in Deutschland wäre sicher sinnvoll und auch machbar, aber es müssen auch dazu passende Finanzierungsmodelle entwickelt werden. Darüber hinaus gibt es auch einige Nachteile, die zu diskutieren sind. Dazu gehören ein hoher, zusätzlicher Arbeitsaufwand für den Hausarzt bzw. den Spezialisten, (bisher) nicht bezahlte Arbeits-



zeit, Unsicherheit darüber welche Akteure den Follow-Up-Service leisten sollen (inkl. „Ownership“), die Struktur mit sehr vielen unterschiedlichen Providern, Versicherungsfragen, die Frage der unklaren Komorbiditäten und die Tatsache, dass Remote-Daten i. d. R. ausschließlich retrospektive Werte sind und – abhängig von der zur Verfügung stehender Datenmenge und Datenaktualität - sich von der aktuellen („Echtzeit-“)Situation unterscheiden können. Zudem ist zu berücksichtigen, dass aufgrund unterschiedlicher Hardware und Berechnungsalgorithmen sich der ermittelte AHI, die Leckagen, die Nutzungszeit etc. zwischen verschiedenen PAP-Geräten / -Herstellern unterscheiden können.

Nichtsdestotrotz ist das Remote-Monitoring in der PAP-Therapie auch in Deutschland bereits ein Behandlungsstandard, obwohl es anders als zum Beispiel in den USA hier bisher kein OSA-Telemedizin-Angebot von Versicherungen gibt, sondern dieser Service von Providern - die hier Vorreiter sind - angeboten wird. Beispielgebend dafür ist die bereits aufgeführte „AirView™“, ggf. in Kombination mit der App „myAir“ (Resmed Inc.).

AirView™ ist ein cloudbasiertes Fernüberwachungssystem welches sich drahtlos mit den PAP-Therapiegeräten von ResMed verbinden lässt und es medizinischen Fachkräften ermöglicht, die Compliance und die Therapieeffizienz aus der Ferne („remote“) zu begleiten und zu überwachen. Darüber hinaus können Patienten mit suboptimaler Adhärenz aus der Ferne identifiziert und kontaktiert werden, um die Gründe zu eruieren und die Behandlung entsprechend anzupassen, die Fernunterstützungsfunktion ermöglicht eine Fehlerbehebung bei technischen Geräteproblemen aus der Ferne. Dem medizinischen Fachpersonal ist es somit möglich, die Geräteeinstellungen eines Patienten bei Bedarf zu ändern, ohne dass sich der Patient persönlich vorstellen muss.

„myAir“ dagegen ist ein Online Support-Programm von ResMed, welches den Patienten ermöglicht, die Nutzung ihrer Schlaftherapie mit bestimmten PAP-Geräten des Herstellers zu verfolgen und es bietet persönliche Anreize dafür, die Behandlung fortzusetzen, was zu einer höheren Adhärenz führen soll. Dies schließt auch eine interaktive Beratung, Aufklärung und Selbsthilfetools ein. Die cloud-basierte App kann auf einem Smartphone o.ä. installiert werden und kommuniziert drahtlos mit dem PAP-Gerät. Ähnliche Angebote gibt es in Deutschland von den Firmen Philips und Löwenstein Medical.

Zur Telemedizin-gestützten Versorgung von OSA Patienten gehört letztendlich auch die Teledukation, da ohne qualifiziertes Personal keine qualifizierte Telemedizin möglich ist. Ein Beispiel dafür ist die von der American Academy of Sleep Medicine (AASM) entwickelte Plattform „Sleep™“ (sleeptm.com), die das Ziel verfolgt, den Ärzten bei der Anwendung telemedizinischer Lösungen in der Schlafmedizin zu helfen (79). Ein wichtiger Aspekt ist auch die Involvierung der Pflegefachkräfte und des medizinischen Fachpersonals (z.B. MTAs) in die

Einführung der Telemedizin (61). Früher gab es ausschließlich eine „Center-to-Patient“-Versorgung, heute sind auch Provider eingeschlossen. Neue Strategien in dem Zusammenhang sind daher „Out-of-Center“- Modelle, in denen der Patient hauptsächlich durch den jeweiligen Provider versorgt und begleitet wird. Diese Strategien sind in der Diskussion, werden zum Teil in Deutschland aber auch schon praktiziert (47).

Der Umsetzung von neuen Telemedizin-basierten Versorgungsmodellen in die Praxis liegen bereits zahlreiche wissenschaftliche Erkenntnisse zugrunde. Einschränkend anzumerken ist jedoch, dass bisherige Studien vornehmlich nur eine Dauer von 1-6 Monate hatten!

Allen untersuchten neuen Ansätzen ist gemein, dass die Adhärenz der Patienten gegenüber der Therapie verbessert werden soll (80, 81) und das Kosten gespart werden (82)). Hierzu einige Angaben aus der Literatur. Die Adhärenz ist mit Telemonitoring deutlich besser, wie z.B. Hoet et al. (83) nachweisen konnten (5.7 h/Nacht mit Telemonitoring vs. 4.2 h/Nacht ohne Telemonitoring). Auch andere Studien belegen eine Erhöhung der Nutzungszeit, so die von Aardom et al. um ca. 30 Minuten (70, 84). Infolge verbessert sich auch die Schlafqualität (70) und die Tagesmüdigkeit nimmt ab wie bei einem Vergleich von Nutzung >6 h/Nacht vs. <2 h/Nacht nachgewiesen wurde. (85). Auch das Herzkreislaufsystem profitiert von einer längeren Nutzung wie bei einem Vergleich der Nutzungszeiten von 6.9 h/Nacht versus 5.2 h/Nacht nachgewiesen werden konnte (86).

Weiterhin berichten Hoet et al. (83) darüber, dass der Zeitraum von der CPAP-Titration bis zur ersten Intervention (Maskenwechsel, Druckoptimierung etc.) um 18 Tage gekürzt werden kann, wenn man Telemonitoring anwendet. In der bisherigen Standardversorgung werden die Patienten wie bereits ausgeführt, erst zu den vorgegebenen Kontrollterminen beim Arzt vorgestellt, oder wenn es wegen Ineffektivität, Nebenwirkungen etc. nicht mehr geht. Insgesamt ist das Nutzen/Aufwand Verhältnis derartiger digitaler Lösungen sehr günstig wie auch in einem Review von Verbraecken festgestellt wurde (87).

Ein Aspekt dabei ist u.a. das Unfall- bzw. Verletzungsrisiko bei nicht- oder nicht effektiv therapierten müden Schlafapnoe Patienten. Mit jedem Zuwachs des Ausmaßes der (Rest-) Atmungsstörungen unter der Therapie von 10/Stunde steigt das Unfallrisiko um 15 Prozent. Bei gewerblichen Unfällen beträgt die Odds-Ratio sogar 2,8. All das kann mit einer schnellen und effektiven PAP-Therapie inklusive telematischer Langzeitbetreuung verhindert werden.

Zur Langzeitbetreuung der therapierten OSA Patienten gehört auch die bereits erwähnte Tele-CPAP-Edukation. Sie ist ein einfaches Tool zur Verbesserung der Adhärenz wie es z.B. in den Apps „myAir“ (Resmed Inc.) und „DreamMapper“ (Philips N.V.) umgesetzt ist. Obwohl es mittlerweile ein großes Angebot an Sleep-Trackern, Sleep-Apps u.ä. im Consumerbereich gibt, welche häufig auch edukative Elemente zum Thema gesunder Schlaf beinhalten, ist die Tele-CPAP-Edukation in Deutschland bisher kaum entwickelt.

Beim Tele-Monitoring ist gerade der Zugang zu den eigenen Therapiedaten ein sehr wichtiges Tool für die Patienten, wie die Wissenschaft zeigen konnte. Das wirkt sich positiv auf die Adhärenz aus (71). Es zeigt sich aber auch, dass das Interesse der Patienten mit der Zeit nachlässt. In den ersten Wochen der Therapie ist der Zugriff auf die eigenen Therapiedaten hoch, danach wird er niedriger. Schaltet man das Feedback System jedoch ab, dann nimmt die Adhärenz innerhalb der nächsten drei Monate deutlich ab (88). Deswegen werden intelligente Lösungen benötigt, die einen Patienten „unaufgeregt“ aber effektiv zur dauerhaften Anwendung der Therapie ermuntern. Das kann insbesondere für die Patienten von Bedeutung sein, welche die Therapie ohne Nutzen hinsichtlich der Tagesbefindlichkeit, aber mit hohem Nutzen hinsichtlich eines Herzkreislauftrisikos anwenden.

Die bereits vorhandenen Systeme sind hier gute Vorreiter. Es gibt Apps für mobile Endgeräte (Smartphone, Tablet etc.), für den PC und interaktive Webseiten wie „MyCPAP“ (89), die 88-94% der Nutzer nützlich finden. Nach 2 Monaten Anwendung war die Adhärenz höher als ohne die Webanwendung. Engelman et al. (90) haben gezeigt, dass solche Anwendungen die CPAP-Nutzungszeit um 1,1h/Nacht erhöhen können. Kommt zum Tele-Monitoring noch ein „Patient Engagement“-Programm dazu (z.B. AirView plus myAir) dann steigt die Nutzungszeit noch einmal mehr (81, 91). Es werden ca. 5,9 Stunden erreicht, im Vergleich zu 4,9 h bei einer Gruppe mit Standard-Procedure (91).

Zusammenfassend kann die Aussage getroffen werden, dass die telemedizinisch begleitete PAP-Therapie bei Patienten mit einer obstruktiven Schlafapnoe durchführbar, sinnvoll, effektiv und kostensparend ist, was durch wissenschaftliche Studien und die Erfahrungen aus der klinischen Praxis belegt ist. Es fehlen jedoch klare gesetzliche Regularien und ein Verfahren zur adäquaten Kostenerstattung.

Im Folgenden werden offene Fragen diskutiert und Anregungen für Themen gegeben, bei denen noch Forschungsbedarf besteht (sogenannte „to-do's“).

## 7. Was sind die offenen Fragen?

- Wie kann man zukünftig aus den Daten einer elektronischen Patientenakte (z.B. männlich, adipös, hyperten, müde) potentielle OSA Patienten erkennen? Das ist wichtig, da es ja kein flächendeckendes Screening gibt. Prädiktoren sind nicht nur zu definieren (92), sondern sollten in Zukunft auch automatisch erfassbar sein. Dabei stellt sich auch die Frage, ob „Machine learning“-Programme hier unterstützen können und ob sie dann auch die komplizierten Fälle identifizieren können?
- Es ist in wissenschaftlichen Studien nachzuweisen, inwieweit bei OSA Patienten eine Kombination aus Verhaltenstherapie (niedrige Evidenz; (80)) in Kombination mit der Telemedizin einen positiven Einfluss auf den Therapieerfolg und die Langzeit-Adhärenz haben kann (93). Es gibt erste Hinweise für die Nützlichkeit von Telemedizin plus CBTI bei der Kombination OSA + Insomnie (94-96).
- Die Machbarkeit und Nützlichkeit der Anwendung telemedizinischer Verfahren in der Diagnostik und Therapie von Schlafstörungen, speziell auch SBAS bei Kindern und Jugendlichen bedarf des wissenschaftlichen Nachweises. Hierzu fehlen Studien. Das Gleiche gilt für Risikopatienten, z.B. mit einer geistigen oder körperlichen Behinderung, Patienten in der Pflege und generell für Ältere. Im Jahr 2016 gab es weltweit zirka 205 Millionen Menschen die älter als 60 Jahre waren. 2050 werden es bereits 2 Milliarden sein. Da die Schlafapnoe auch eine Erkrankung des Alters ist, nach dem 60. Lebensjahr nicht abnimmt und andere häufige Schlafstörungen eher im Alter zunehmen (Insomnie, Restless-Legs-Syndrom - RLS) stehen wir vor einer zunehmenden Herausforderung hinsichtlich Versorgung und Langzeitbetreuung, die nur mit Hilfe der modernen Telemedizin machbar scheint.
- Zu den konkreten zukünftigen Forschungsaufgaben gehört auch die Implementierung der telemedizinisch erhobenen Daten in die bereits existierenden europäischen und weltweiten Datenbanken wie der European Sleep Apnea Database (ESADA) und des Sleep Apnea Global Interdisciplinary Consortium(SAGIC). Vorreiter sind hier die Datenbanken der Provider, welche der Wissenschaft zur Verfügung gestellt werden, z. B. Woehrle et al. (81).
- Umsetzung des Präventionsgesetzes: OSA-Prävention stärken mit Edukations-Apps, Schulungen etc. Es ist in diesem Zusammenhang der Stellenwert der telemedizinischen webbasierten Edukation zu untersuchen. Sie ist ein Werkzeug im Rahmen der Prävention. So führte die Aufklärung über die Schlafapnoe in einer Studie von Hwang et al. zu einer 10-prozentigen Zunahme der OSA-Diagnostik. (88)
- Untersuchung des Nutzens der Telemedizin auf internationaler Ebene. Die Telemedizin sollte vergleichbare Inhalte und Schnittstellen haben. Schließlich ist das schlafmedizinische Management bereits vergleichbar und annähernd ähnlich (24) und darüber hinaus sind die Hardware- und Software-Lösungen nicht Länder-spezifisch (ausgenommen die Sprache).

- Es sollten Notfall-Protokolle definiert und etabliert werden: was passiert, wenn die Daten plötzlich das Auftreten von „serious“-Herzrhythmusstörungen zeigen, lange Atempausen auftreten, viele Tage andauerndes Aussetzen der Therapie auftritt usw.. Was passiert, wenn zwischen Detektion von Problemen mit der PAP-Therapie und Intervention des Arztes ein „Event“ (Unfall etc.) passiert? Wer ist in diesem Fall verantwortlich? Muss jeder Patient gewarnt werden, wenn die Adhärenz nachlässt?
- Eruierung der Möglichkeiten einer Integration von Wearables in das Langzeit-Telemonitoring (97). Hier ist die Aussagekraft noch unklar, vor allem, weil es sich oft nicht um Medizinprodukte handelt; deshalb sollte das als wissenschaftliche Fragestellung in Studien untersucht werden.
- Etablierung von Standards in Bezug auf die Fragen: Wen sollte man, wie oft sollte man und wie sollte man kontrollieren? Hierzu werden Empfehlungen von Fachgesellschaften oder Expertengruppen benötigt.
- Es ist die Rolle der Adhärenz in Outcome-Studien zur Mortalität und Morbidität zu definieren. Die bisher unzureichende Berücksichtigung ist eine Erklärung für die meist negativen Ergebnisse dazu (z.B. Studie Sleep Apnea Cardiovascular Endpoints - SAVE). Darüber hinaus müssen neue Outcome-Parameter definiert werden.
- Neue Ideen einer Verbesserung der Adhärenz der Patienten sollten auf eine bei Bedarf auch zunächst niedrige Adhärenz abzielen, da diese im Laufe der Therapiegewöhnung zunimmt (62).
- Es ist eine Schulung der in Deutschland aktiven Schlafzentren zur Anwendung telematischer Angebote notwendig, wie z.B. bei der beschriebenen Internetplattform zu OSA „REVAMP“ (98)
- Können multidisziplinäre Telemedizin-Zentren in Deutschland auch SBAS-Patienten betreuen?!
- Über Konzepte einer Tele-Reha nachdenken, ähnlich wie bei der chronisch respiratorischen Insuffizienz. Hier zeigte sich nämlich, dass eine Tele-Reha ebenso effektiv ist wie die konventionelle Rehabilitation (99).
- Wie kann man Gerätedaten der PAP-Apps am besten und sinnvollsten mit klinischen Daten kombinieren (Quality of Life, Excessive Daytime Sleepiness, Komorbidität etc.)?
- Es müssen Langzeitstudien (>12 Monate) zur Tele-PAP-Versorgung durchgeführt werden.
- Es muss erforscht werden, welche Personengruppen (z.B. Ältere, Sozial-schwache) einen erschwerten Zugang zur Telemedizin haben; siehe (100, 101)
- Es ist wissenschaftlich nachzuweisen, ob die Kombination aus „Remote“-Konsultationen + „Real-time“-Telemonitoring klinisch valide, akzeptiert und kostensparend ist.
- Es ist abzuklären, ob zusätzliche Apps, welche Lifestyle-Themen berücksichtigen (Diät, Fitness etc.) Sinn machen. Bisher fehlt dazu ein wissenschaftlicher Nachweis (102).

- Das Thema Telemedizin ist nur zu bewegen und zu klären im Einvernehmen von wissenschaftlichen Organisationen, Fachgesellschaften, Krankenhäusern, Gesetzgebern und den Homecare-Providern. Ein positives Beispiel ist Frankreich, wo seit 2018 Vergütungsrichtlinien für die Telekommunikation (Arzt-Patient) und die Teleexpertise (Austausch Arzt mit Arzt) eingeführt wurden. Eine derartige Allianz ist in Deutschland noch nicht etabliert.
- Es ist die Rolle von Nicht-Schlafspezialisten in Deutschland zu klären! (Hausarzt, Pflegefachkräfte, Medizinische Fachangestellte(r)). In den USA beträgt der Marktanteil in der Schlafmedizin dieser „Non-Physician Provider“ (NPP) bereits 40%. In Deutschland gibt es die Spezialisierung zum „Somnologen“ auch für medizinisch-technische und pflegerische Mitarbeiter /Mitarbeiterinnen. Genau diese Berufsgruppen können eng in einen telemedizinischen Ansatz integriert werden und damit können auch Arzt-Kosten gespart werden. Alternativ ist eine Möglichkeit, eine Mischung aus verschiedenen Care-Providern anzubieten. Dem Spezialisten obliegen die komplizierten Fälle, und die NPPs können die Standard-Fälle abdecken. In dieser Weise wird es in den USA im „Veterans Affair System“ im „Self-insured Kaiser Permanente System“ praktiziert, die eine Art Vorreiter-System in der schlafmedizinischen Telemedizin darstellen. Dabei ist die Edukation der Team-Mitglieder, der Grundversorger und der anderen Teilnehmer in so einem Netzwerk von großer Bedeutung. In Deutschland gibt es bisher keine derartigen Ansätze.
- Es ist wissenschaftlich fundiert zu untersuchen, ob und wie die Telemedizin das Problem lösen kann, dass aufgrund einer EU-Richtlinie von 2016 ein Kraftfahrer mit V.a. OSA alle drei und ein Berufskraftfahrer alle 12 Monate hinsichtlich OSA und Tagesschläfrigkeit zu untersuchen ist. Bisher kann diese Richtlinie größtenteils nicht angewendet werden, weil sie aufgrund fehlender Ressourcen nicht umsetzbar ist. Nur die Telemedizin könnte hier, am besten in Zusammenarbeit mit den Arbeitgebern dazu beitragen, praktikable Lösungen zu finden.
- Es werden eine größere Anzahl von Umfragen und Studien benötigt, die Aussagen darüber treffen, wie die Patienten die Telemedizin beurteilen. In der Studie von Turino et al. (22) fanden zum Beispiel 40% der Patienten das PAP-Telemedizin-Gerät aufdringlich. In Deutschland gibt es dazu bisher keine Studien. Telemedizin muss nicht nur machbar und effektiv sein, sondern von den Betroffenen auch angenommen werden. Hierzu braucht es das wissenschaftlich begleitete Feedback der Nutzer.
- „Last but not least“ braucht es eine Koalition der Fachgesellschaft, sonstiger Organisationen, die sich dem gesunden Schlaf widmen, der Selbsthilfegruppen, der Schlafmediziner und der schlafmedizinisch interessierten Ärzte, des nicht-medizinischen Personals, der Heil- und Hilfsmittelerbringer sowie der Kostenträger, um aus den bereits vorhanden telemedizinischen Möglichkeiten eine effiziente und zum Wohle der Betroffenen optimale Tele-Schlafmedizin in Deutschland zu etablieren.

## 8. Glossar

Allgemeine Ortskrankenkasse	AOK
American Academy of Sleep Medicine	AASM
Apnoe-Hypopnoe-Index	AHI
Automatic Positive Airway Pressure	APAP
Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte	BfArM
Chronisch obstruktive pulmonale Erkrankung	COPD
Continuous Positive Airway Pressure	CPAP
Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin	DGSM
Digitale Gesundheitsanwendungen	DiGA
Digitale Gesundheitsanwendungen-Verordnung	DiGAV
Digitale-Versorgung-Gesetz	DVG
Disease Adjusted Life Years –	DALYs
Electronic Health Record	EHR
Epworth Sleepiness Scale	ESS
European Sleep Apnea Database	ESADA
kognitive Verhaltenstherapie	KVT
kognitive Verhaltenstherapie für Insomnie	KVT-I
Gemeinsamer Bundesausschuss	G-BA
Non-Physician Provider	NNP
obstruktive Schlafapnoe	OSA
obstruktives Schlafapnoe-Syndrom	OSAS
Patientendaten-Schutz-Gesetzes	PDSG
Polysomnographie	PSG
Positive Airway Pressure	PAP
Remote Veterans Apnea Management Platform	REVAMP
Restless-Legs-Syndrom	RLS
Sleep Apnea Cardiovascular Endpoints	SAVE
Sleep Apnea Global Interdisciplinary Consortiums	SAGIC

## 9. Literatur

1. Flegal KM, Carroll MD, Kit BK, Ogden CL. Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999-2010. *Jama*. 2012;307(5):491-7.
2. Peppard PE, Young T, Barnet JH, Palta M, Hagen EW, Hla KM. Increased prevalence of sleep-disordered breathing in adults. *American journal of epidemiology*. 2013;177(9):1006-14.
3. Heinzer R, Vat S, Marques-Vidal P, Marti-Soler H, Andries D, Tobback N, et al. Prevalence of sleep-disordered breathing in the general population: the HypnoLaus study. *The Lancet Respiratory medicine*. 2015;3(4):310-8.
4. Fietze I, Laharnar N, Obst A, Ewert R, Felix SB, Garcia C, et al. Prevalence and association analysis of obstructive sleep apnea with gender and age differences - Results of SHIP-Trend. *Journal of sleep research*. 2019;28(5):e12770.
5. Benjafield AV, Ayas NT, Eastwood PR, Heinzer R, Ip MSM, Morrell MJ, et al. Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: a literature-based analysis. *The Lancet Respiratory medicine*. 2019;7(8):687-98.
6. Deloitte Access Economics. Rise and try to shine: the social and economic costs of sleep disorders. North Strathfield, NSW, Australia: Sleep Health Foundation; 2021.
7. Engleman HM, Martin SE, Douglas NJ. Compliance with CPAP therapy in patients with the sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Thorax*. 1994;49(3):263-6.
8. Yaggi HK, Concato J, Kernan WN, Lichtman JH, Brass LM, Mohsenin V. Obstructive Sleep Apnea as a Risk Factor for Stroke and Death. *New England Journal of Medicine*. 2005;353(19):2034-41.
9. Engleman HM, Kingshott RN, Wraith PK, Mackay TW, Deary IJ, Douglas NJ. Randomized placebo-controlled crossover trial of continuous positive airway pressure for mild sleep Apnea/Hypopnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159(2):461-7.
10. Fischer P. WAKE UP CALL! Understanding Drowsy Driving and What States Can Do 2016. Available from: <https://www.ghsa.org/resources/drowsydriving16>.
11. Dingus TAK, S.G.; Neale, V. L.; Petersen, A.; Lee, S. E.; Sudweeks, J.; Perez, M. A.; Hankey, J.; Ramsey, D.; Gupta, S.; Bucher, C.; Doerzaph, Z. R.; Jermeland, J.; Knipling, R.R. The 100-Car Naturalistic Driving Study, Phase II – Results of the 100-Car Field Experiment. In: Transportation USDo, editor. Springfield, VA: National Technical Information Service; 2006.
12. Statistisches Bundesamt. Verkehrsunfälle Zeitreihen. Wiesbaden: Destatis; 2021.
13. Akerstedt T, ; Bassetti, C.; cirignotta, F.; Garcia-Borreguero, D.; Gonzalves, M.; Horne, J.; Leger, D.; Partinen, M.; penzel, T.; Philip, P.; Verster, J.C. Sleepiness at the wheel, White paper. Paris: Institut National du Sommeil et de la Vigilance; 2018.
14. Uehli K, Mehta AJ, Miedinger D, Hug K, Schindler C, Holsboer-Trachsler E, et al. Sleep problems and work injuries: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev*. 2014;18(1):61-73.
15. Uehli K, Miedinger D, Bingisser R, Dürr S, Holsboer-Trachsler E, Maier S, et al. Sleep problems and work injury types: a study of 180 patients in a Swiss emergency department. *Swiss medical weekly*. 2013;143:w13902.
16. Uehli K, Miedinger D, Bingisser R, Dürr S, Holsboer-Trachsler E, Maier S, et al. Sleep quality and the risk of work injury: a Swiss case-control study. *Journal of sleep research*. 2014;23(5):545-53.
17. Alhainen M, Härmä M, Pentti J, Ervasti JM, Kivimäki M, Vahtera J, et al. Sleep duration and sleep difficulties as predictors of occupational injuries: a cohort study. *Occupational and environmental medicine*. 2021.
18. Lugo VM, Garmendia O, Suarez-Girón M, Torres M, Vázquez-Polo FJ, Negrín MA, et al. Comprehensive management of obstructive sleep apnea by telemedicine: Clinical improvement and cost-effectiveness of a Virtual Sleep Unit. A randomized controlled trial. *PloS one*. 2019;14(10):e0224069.
19. Isetta V, Negrín MA, Monasterio C, Masa JF, Feu N, Álvarez A, et al. A Bayesian cost-effectiveness analysis of a telemedicine-based strategy for the management of sleep apnoea: a multicentre randomised controlled trial. *Thorax*. 2015;70(11):1054-61.



20. Munafo D, Hevener W, Crocker M, Willes L, Sridasome S, Muhsin M. A telehealth program for CPAP adherence reduces labor and yields similar adherence and efficacy when compared to standard of care. *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*. 2016;20(2):777-85.
21. Anttalainen U, Melkko S, Hakko S, Laitinen T, Saaresranta T. Telemonitoring of CPAP therapy may save nursing time. *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*. 2016;20(4):1209-15.
22. Turino C, de Batlle J, Woehrle H, Mayoral A, Castro-Grattoni AL, Gómez S, et al. Management of continuous positive airway pressure treatment compliance using telemonitoring in obstructive sleep apnoea. *The European respiratory journal*. 2017;49(2).
23. Deloitte Access Economics. Re-awakening Australia: the economic cost of sleep disorders in Australia, 2010. North Strathfield, NSW, Australia: Sleep Health Foundation; 2011.
24. Fietze I, Penzel T, Alonderis A, Barbe F, Bonsignore MR, Calverly P, et al. Management of obstructive sleep apnea in Europe. *Sleep medicine*. 2011;12(2):190-7.
25. Grote L, McNicholas WT, Hedner J. Sleep apnoea management in Europe during the COVID-19 pandemic: data from the European Sleep Apnoea Database (ESADA). *The European respiratory journal*. 2020;55(6).
26. Stuck BA, Arzt M, Fietze I, Galetke W, Hein H, Heiser C, et al. Teil-Aktualisierung S3-Leitlinie Schlafbezogene Atmungsstörungen bei Erwachsenen. *Somnologie*. 2020;24(3):176-208.
27. Fietze I, Herberger S, Wewer G, Woehrle H, Lederer K, Lips A, et al. Initiation of therapy for obstructive sleep apnea syndrome: a randomized comparison of outcomes of telemetry-supported home-based vs. sleep lab-based therapy initiation. *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*. 2021.
28. Deutsche Gesellschaft für Telemedizin e. V.. Telemedizin - Glossar: Deutsche Gesellschaft für Telemedizin e. V.; [Available from: <https://www.dgtelemed.de/de/telemedizin/glossar>].
29. BIOPRO Baden-Württemberg GmbH. Die Telemedizin und ihre Anwendungsgebiete: BIOPRO Baden-Württemberg GmbH; [Available from: <https://www.telemedbw.de/digitalegesundheit/telemedizin-und-ihre-anwendungsgebiete>].
30. Turner KJ. The ecology of home sensor networks for telecare. In: Saito N, Menga D, editors. *Ecological Design of Smart Home Networks*: Woodhead Publishing; 2015. p. 51-66.
31. Köhler F, Prescher S, Köhler K. [Telemedicine in heart failure]. *Der Internist*. 2019;60(4):331-8.
32. Beger C, Haller H, Limbourg FP. Telemonitoring und E-Health bei arterieller Hypertonie. *Der Internist*. 2021;62(3):263-8.
33. Lockwood MM, Wallwork RS, Lima K, Dua AB, Seo P, Bolster MB. Telemedicine in Adult Rheumatology: In Practice and In Training. *Arthritis care & research*. 2021.
34. Krusche M, Mühlensiepen F, Aries P, Welcker M, Knitzka J. [Telemedicine in rheumatology]. *Zeitschrift für Rheumatologie*. 2020;79(9):883-92.
35. Elsner P, Bauer A, Diepgen TL, Drexler H, Fartasch M, John SM, et al. Position paper: Telemedicine in occupational dermatology - current status and perspectives. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft = Journal of the German Society of Dermatology : JDDG*. 2018;16(8):969-74.
36. Barbosa MT, Sousa CS, Morais-Almeida M, Simões MJ, Mendes P. Telemedicine in COPD: An Overview by Topics. *Copd*. 2020;17(5):601-17.
37. Davies B, Kenia P, Nagakumar P, Gupta A. Paediatric and adolescent asthma: A narrative review of telemedicine and emerging technologies for the post-COVID-19 era. *Clinical and experimental allergy : journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*. 2021;51(3):393-401.
38. Hatcher-Martin JM, Adams JL, Anderson ER, Bove R, Burrus TM, Chehrena M, et al. Telemedicine in neurology: Telemedicine Work Group of the American Academy of Neurology update. *Neurology*. 2020;94(1):30-8.
39. Eggers C, Wellach I, Groppa S, Strothjohann M, Klucken J. Versorgung von Parkinson-Patienten in Deutschland: Status quo und Perspektiven im Spiegel des digitalen Wandels. *Der Nervenarzt*. 2021;92(6):602-10.
40. Heidel A, Hagist C. Potential Benefits and Risks Resulting From the Introduction of Health Apps and Wearables Into the German Statutory Health Care System: Scoping Review. *JMIR mHealth and uHealth*. 2020;8(9):e16444.

41. Deloitte. Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA): Studie zum Status quo und zu den Chancen für gesetzliche Krankenkassen. München: Deloitte GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft; 2021.
42. Kassenärztliche Bundesvereinigung. Verordnung von Gesundheits-Apps: Vergütung geregelt Berlin: Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV); [Available from: [https://www.kbv.de/html/1150\\_51239.php](https://www.kbv.de/html/1150_51239.php)].
43. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte. Das Fast-Track-Verfahren für digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) nach § 139e SGB V, Version 3.0. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM).
44. Zentrale Prüfstelle Prävention. Qualitätsportal für Präventionskurse Essen: Zentrale Prüfstelle Prävention; [Available from: <https://www.zentrale-pruefstelle-praevention.de>].
45. Shiomi T. [Telemedicine and lifestyle modifications in obstructive sleep apnea patients]. Nihon rinsho Japanese journal of clinical medicine. 2000;58(8):1689-92.
46. Sweetman A, Lack L, Catchside PG, Antic NA, Smith S, Chai-Coetzer CL, et al. Cognitive and behavioral therapy for insomnia increases the use of continuous positive airway pressure therapy in obstructive sleep apnea participants with comorbid insomnia: a randomized clinical trial. Sleep. 2019;42(12).
47. Shamim-Uzzaman QA, Bae CJ, Ehsan Z, Setty AR, Devine M, Dhankikar S, et al. The use of telemedicine for the diagnosis and treatment of sleep disorders: an American Academy of Sleep Medicine update. Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine. 2021;17(5):1103-7.
48. Isetta V, León C, Torres M, Embid C, Roca J, Navajas D, et al. Telemedicine-based approach for obstructive sleep apnea management: building evidence. Interactive journal of medical research. 2014;3(1):e6.
49. Watson NF. Expanding Patient Access to Quality Sleep Health Care through Telemedicine. Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine. 2016;12(2):155-6.
50. Purohit A, Smith J, Hibble A. Does telemedicine reduce the carbon footprint of healthcare? A systematic review. Future healthcare journal. 2021;8(1):e85-e91.
51. hil/aerzteblatt.de. Schlafapnoe: Telemedizin kann Versorgung verbessern. aerzteblattde [Internet]. 2020 04.11.2021. Available from: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/114046/Schlafapnoe-Telemedizin-kann-Versorgung-verbessern>.
52. Hupfeld JW, V.; Schreiner-Kürten, K. Leitfaden Prävention – Handlungsfelder und Kriterien nach § 20 Abs. 2 SGB V. Berlin: GKV-Spitzenverband; 2021.
53. Qaseem A, Dallas P, Owens DK, Starkey M, Holty J-EC, Shekelle P. Diagnosis of Obstructive Sleep Apnea in Adults: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians. Annals of Internal Medicine. 2014;161(3):210-20.
54. Bruyneel M, Ninane V. Unattended home-based polysomnography for sleep disordered breathing: Current concepts and perspectives. Sleep Medicine Reviews. 2014;18(4):341-7.
55. Bibbins-Domingo K, Grossman DC, Curry SJ, Davidson KW, Epling JW, Jr., García FA, et al. Screening for Obstructive Sleep Apnea in Adults: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. Jama. 2017;317(4):407-14.
56. Fietze I, Penzel T, Baumann G, Bönner G, Kamke W, Podszus T. [Management of sleep-related abnormal breathing by cardiologists and hospital departments of cardiology]. Deutsche medizinische Wochenschrift (1946). 2010;135(5):178-83.
57. Lederer KG, M.; Zimmermann, S.; Alt, L.; Maass, M.; Blau, A.; Fietze, I.; Penzel, T. Ein optimierter Versorgungsprozess bei Patienten mit schlafbezogenen Atmungsstörungen – Pilotstudie. Somnologie. 2020;24(2):83-9.
58. Glos M, Triché D, Schöbel C. Schlafapnoescreening mit reduzierten Systemen. Somnologie. 2021;25(2):155-65.

59. Patil SP, Collop NA, Chediak AD, Olson EJ, Vohra KP. Optimal Noninvasive Medicare Access Promotion: Patients with Obstructive Sleep Apnea A Technical Expert Panel Report from the American College of Chest Physicians, the American Association for Respiratory Care, the American Academy of Sleep Medicine, and the American Thoracic Society. *Chest*. 2021.
60. Askland K, Wright L, Wozniak DR, Emmanuel T, Caston J, Smith I. Educational, supportive and behavioural interventions to improve usage of continuous positive airway pressure machines in adults with obstructive sleep apnoea. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2020;4(4):Cd007736.
61. López-López L, Torres-Sánchez I, Cabrera-Martos I, Ortíz-Rubio A, Granados-Santiago M, Valenza MC. Nursing Interventions Improve Continuous Positive Airway Pressure Adherence in Obstructive Sleep Apnea With Excessive Daytime Sleepiness: A Systematic Review. *Rehabilitation nursing : the official journal of the Association of Rehabilitation Nurses*. 2020;45(3):140-6.
62. Hill NS, Criner GJ, Branson RD, Celli BR, Macintyre NR, Sergew A. Optimal Noninvasive Medicare Access Promotion: Patients with COPD Technical Expert Panel Report from the American College of Chest Physicians, the American Association for Respiratory Care, the American Academy of Sleep Medicine, and the American Thoracic Society. *Chest*. 2021.
63. Kribbs NB, Pack AI, Kline LR, Getsy JE, Schuett JS, Henry JN, et al. Effects of one night without nasal CPAP treatment on sleep and sleepiness in patients with obstructive sleep apnea. *The American review of respiratory disease*. 1993;147(5):1162-8.
64. Reeves-Hoche MK, Meck R, Zwillich CW. Nasal CPAP: an objective evaluation of patient compliance. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149(1):149-54.
65. Krieger J, Kurtz D, Petiau C, Sforza E, Trautmann D. Long-term compliance with CPAP therapy in obstructive sleep apnea patients and in snorers. *Sleep*. 1996;19(9 Suppl):S136-43.
66. Luo K, Zhang L, Zhang X, Han T, Li Y, Wang C. Acceptance of and six-month adherence to continuous positive airway pressure in patients with moderate to severe obstructive sleep apnea. *The clinical respiratory journal*. 2021;15(1):56-64.
67. Buyse B, Bruyneel M, Verbraecken J, Testelmans D. High adherence to continuous positive airway pressure (CPAP) in patients with obstructive sleep apnea (OSA) in Belgium: a narrative review. *Acta clinica Belgica*. 2021:1-11.
68. Berry RB, Hill G, Thompson L, McLaurin V. Portable monitoring and autotitration versus polysomnography for the diagnosis and treatment of sleep apnea. *Sleep*. 2008;31(10):1423-31.
69. Berry RB, Sriram P. Auto-adjusting positive airway pressure treatment for sleep apnea diagnosed by home sleep testing. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*. 2014;10(12):1269-75.
70. Chen C, Wang J, Pang L, Wang Y, Ma G, Liao W. Telemonitor care helps CPAP compliance in patients with obstructive sleep apnea: a systemic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Therapeutic advances in chronic disease*. 2020;11:2040622320901625.
71. Kuna ST, Gurubhagavatula I, Maislin G, Hin S, Hartwig KC, McCloskey S, et al. Noninferiority of functional outcome in ambulatory management of obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011;183(9):1238-44.
72. Rosen CL, Auckley D, Benca R, Foldvary-Schaefer N, Iber C, Kapur V, et al. A multisite randomized trial of portable sleep studies and positive airway pressure autotitration versus laboratory-based polysomnography for the diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea: the HomePAP study. *Sleep*. 2012;35(6):757-67.
73. Skomro RP, Gjevre J, Reid J, McNab B, Ghosh S, Stiles M, et al. Outcomes of home-based diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea. *Chest*. 2010;138(2):257-63.
74. Hwang D. Monitoring Progress and Adherence with Positive Airway Pressure Therapy for Obstructive Sleep Apnea: The Roles of Telemedicine and Mobile Health Applications. *Sleep medicine clinics*. 2016;11(2):161-71.
75. Zia S, Fields BG. Sleep Telemedicine: An Emerging Field's Latest Frontier. *Chest*. 2016;149(6):1556-65.

76. Stewart SA, Skomro R, Reid J, Penz E, Fenton M, Gjevre J, et al. Improvement in obstructive sleep apnea diagnosis and management wait times: A retrospective analysis of home management pathway for obstructive sleep apnea. *Canadian respiratory journal*. 2015;22(3):167-70.
77. Dellacà R, Montserrat JM, Govoni L, Pedotti A, Navajas D, Farré R. Telemetric CPAP titration at home in patients with sleep apnea-hypopnea syndrome. *Sleep medicine*. 2011;12(2):153-7.
78. Nicosia FM, Kaul B, Totten AM, Silvestrini MC, Williams K, Whooley MA, et al. Leveraging Telehealth to improve access to care: a qualitative evaluation of Veterans' experience with the VA TeleSleep program. *BMC health services research*. 2021;21(1):77.
79. Singh J, Badr MS, Diebert W, Epstein L, Hwang D, Karres V, et al. American Academy of Sleep Medicine (AASM) Position Paper for the Use of Telemedicine for the Diagnosis and Treatment of Sleep Disorders. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*. 2015;11(10):1187-98.
80. Hu Y, Su Y, Hu S, Ma J, Zhang Z, Fang F, et al. Effects of telemedicine interventions in improving continuous positive airway pressure adherence in patients with obstructive sleep apnoea: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*. 2021.
81. Woehrle H, Arzt M, Graml A, Fietze I, Young P, Teschler H, et al. Effect of a patient engagement tool on positive airway pressure adherence: analysis of a German healthcare provider database. *Sleep medicine*. 2018;41:20-6.
82. Lugo V, Villanueva JA, Garmendia O, Montserrat JM. The role of telemedicine in obstructive sleep apnea management. *Expert review of respiratory medicine*. 2017;11(9):699-709.
83. Hoet F, Libert W, Sanida C, Van den Broecke S, Bruyneel AV, Bruyneel M. Telemonitoring in continuous positive airway pressure-treated patients improves delay to first intervention and early compliance: a randomized trial. *Sleep medicine*. 2017;39:77-83.
84. Aardoom JJ, Loheide-Niesmann L, Ossebaard HC, Riper H. Effectiveness of eHealth Interventions in Improving Treatment Adherence for Adults With Obstructive Sleep Apnea: Meta-Analytic Review. *Journal of medical Internet research*. 2020;22(2):e16972.
85. Barbé F, Durán-Cantolla J, Capote F, de la Peña M, Chiner E, Masa JF, et al. Long-term effect of continuous positive airway pressure in hypertensive patients with sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;181(7):718-26.
86. Bouloukaki I, Giannadaki K, Mermigkis C, Tzanakis N, Mauroudi E, Moniaki V, et al. Intensive versus standard follow-up to improve continuous positive airway pressure compliance. *European Respiratory Journal*. 2014;44(5):1262-74.
87. Verbraecken J. Telemedicine Applications in Sleep Disordered Breathing: Thinking Out of the Box. *Sleep medicine clinics*. 2016;11(4):445-59.
88. Hwang D, Chang JW, Benjafield AV, Crocker ME, Kelly C, Becker KA, et al. Effect of Telemedicine Education and Telemonitoring on Continuous Positive Airway Pressure Adherence. *The Tele-OSA Randomized Trial*. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;197(1):117-26.
89. Stepnowsky C, Edwards C, Zamora T, Barker R, Agha Z. Patient perspective on use of an interactive website for sleep apnea. *International journal of telemedicine and applications*. 2013;2013:239382.
90. Engleman H, Stitt C, Creswick L, Cachada N, Thomas M, Leahy J, et al. Effects on CPAP use of a patient support mobile app. *European Respiratory Journal*. 2018;52(suppl 62):PA2257.
91. Malhotra A, Crocker ME, Willes L, Kelly C, Lynch S, Benjafield AV. Patient Engagement Using New Technology to Improve Adherence to Positive Airway Pressure Therapy: A Retrospective Analysis. *Chest*. 2018;153(4):843-50.
92. Mehrtash M, Bakker JP, Ayas N. Predictors of Continuous Positive Airway Pressure Adherence in Patients with Obstructive Sleep Apnea. *Lung*. 2019;197(2):115-21.
93. Bakker JP, Weaver TE, Parthasarathy S, Aloia MS. Adherence to CPAP: What Should We Be Aiming For, and How Can We Get There? *Chest*. 2019;155(6):1272-87.
94. Edinger JD, Arnedt JT, Bertisch SM, Carney CE, Harrington JJ, Lichstein KL, et al. Behavioral and psychological treatments for chronic insomnia disorder in adults: an American Academy of Sleep

- Medicine systematic review, meta-analysis, and GRADE assessment. *Journal of clinical sleep medicine* : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine. 2021;17(2):263-98.
95. Edinger JD, Arnedt JT, Bertisch SM, Carney CE, Harrington JJ, Lichstein KL, et al. Behavioral and psychological treatments for chronic insomnia disorder in adults: an American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline. *Journal of clinical sleep medicine* : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine. 2021;17(2):255-62.
96. Paruthi S. Telemedicine in Pediatric Sleep. *Sleep medicine clinics*. 2020;15(3s):e1-e7.
97. Guillodo E, Lemey C, Simonnet M, Walter M, Baca-García E, Masetti V, et al. Clinical Applications of Mobile Health Wearable-Based Sleep Monitoring: Systematic Review. *JMIR mHealth and uHealth*. 2020;8(4):e10733.
98. Chang YHA, Folmer RL, Shasha B, Shea JA, Sarmiento K, Stepnowsky CJ, et al. Barriers and facilitators to the implementation of a novel web-based sleep apnea management platform. *Sleep*. 2021;44(4).
99. Cox NS, Dal Corso S, Hansen H, McDonald CF, Hill CJ, Zanaboni P, et al. Telerehabilitation for chronic respiratory disease. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2021;1(1):Cd013040.
100. Eberly LA, Kallan MJ, Julien HM, Haynes N, Khatana SAM, Nathan AS, et al. Patient Characteristics Associated With Telemedicine Access for Primary and Specialty Ambulatory Care During the COVID-19 Pandemic. *JAMA network open*. 2020;3(12):e2031640.
101. Patel SY, Mehrotra A, Huskamp HA, Uscher-Pines L, Ganguli I, Barnett ML. Trends in Outpatient Care Delivery and Telemedicine During the COVID-19 Pandemic in the US. *JAMA internal medicine*. 2021;181(3):388-91.
102. Mendelson M, Vivodtzev I, Tamisier R, Laplaud D, Dias-Domingos S, Baguet JP, et al. CPAP treatment supported by telemedicine does not improve blood pressure in high cardiovascular risk OSA patients: a randomized, controlled trial. *Sleep*. 2014;37(11):1863-70.