

# WITHINGS



THE TECH BEHIND

## ScanWatch

Überwachung der Atmung

Hybrid Smartwatch mit EKG,  
Herzfrequenzsensor und Oximeter

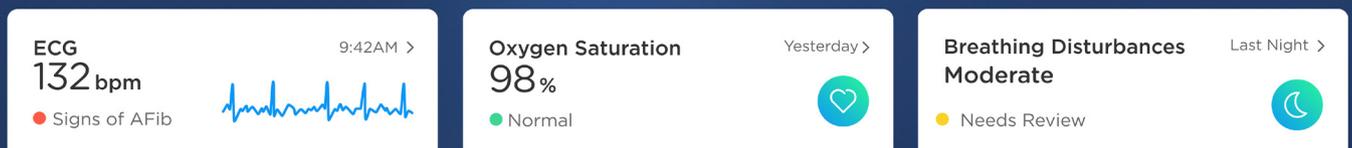
KLINISCH VALIDIERT

# Die Technologie hinter der Messung

Bei einer medizinischen Schlafanalyse werden während der Nacht mehrere elektrophysiologische Sensoren getragen. Das kann sowohl kostspielig als auch unbequem sein. Aufgrund des Zeitaufwands für die Analyse sind außerdem Ihre Ergebnisse möglicherweise nicht sofort verfügbar und der Prozess lässt sich auch nicht ohne weiteres von einer Nacht auf die andere reproduzieren.

ScanWatch hat eingebettete Sensoren, um Ihre Nacht zu scannen. Sie verwendet einen PPG-Sensor (Photoplethysmographie), um Ihre Herzfrequenz und Ihren Herzrhythmus, Ihre Atemfrequenz und Atemanstrengung sowie Ihre Sauerstoffsättigung kontinuierlich zu messen. Auch ein Beschleunigungsmesser kommt zum Einsatz, um Ihre Aktigraphie (Ruhe- und Aktivitätszyklen) zu überwachen. Dadurch kann ScanWatch Atmungsstörungen während Ihres Schlafs erkennen.

Da die Sauerstoffsättigung im Blut (oder SpO2) oft als fünftes Vitalzeichen neben Puls, Atemfrequenz, Blutdruck und Körpertemperatur genannt wird, ermöglicht ScanWatch dem Benutzer eine manuelle SpO2-Messung, um diese sowohl tagsüber als auch nachts zu überwachen.



# Die Entwicklung von ScanWatch

Wir alle verbringen ein Drittel unseres Lebens im Schlaf. Wie die Atmung oder die Verdauung ist Schlaf auch eine lebenswichtige Körperfunktion. Er spielt eine wichtige Rolle für die Lernfunktion und das Gedächtnis sowie für unser allgemeines Wohlbefinden [1] und unser Immunsystem [2]. Der Schlaf ermöglicht es uns, uns von physischer und psychischer Müdigkeit zu erholen, die sich im Laufe des Tages angesammelt hat [3].

Es kann jedoch schwierig sein, Ihre Schlafquote zu erreichen. Studien haben gezeigt, dass bestimmte Lebenssituationen in den Industrieländern den Schlaf und zirkadianen Rhythmus stören können [4]. Zu den Faktoren, die die Schlafqualität ebenfalls beeinflussen können, gehören:

ob Sie nachts arbeiten oder Ihre Arbeitsschichten häufig so ändern, dass sie sich auf Ihren Schlaf auswirken,  
Ihr sozialer Lebensstil,  
die häufige Verwendung von Geräten im Bett, die blaues Licht ausstrahlen, wie z. B. Smartphones, Tablets und Lesegeräte. Blaues Licht ist dafür bekannt, dass es die Produktion des Schlafhormons Melatonin blockiert [5],  
übermäßige Hitze, Feuchtigkeit oder Lärm [6],  
Ihr Alter [7].

Es ist bekannt, dass die Schlafqualität mit verschiedenen chronischen Krankheiten in Zusammenhang steht. So wurde zum Beispiel Schlafmangel als Risikofaktor für verschiedene Erkrankungen identifiziert, darunter Bluthochdruck und Adipositas [8,9]. Chronische Störungen können auch während des Schlafs auftreten: die weitgehend unterdiagnostizierten Konditionen wie Schlaflosigkeit oder Schlafapnoe können Ihre Gesundheit und Ihr Wohlbefinden stark beeinträchtigen. 80% der Menschen mit mäßiger bis schwerer Schlafapnoe sind sich ihrer Erkrankung gar nicht bewusst. [10]

Die etablierte Praxis der Schlafmessung im medizinischen Bereich beinhaltet das Tragen mehrerer elektrophysiologischer Sensoren während der Nacht, was zu einer Analyse führt, die sowohl kostspielig als auch unbequem ist. Darüber hinaus sind Ihre Ergebnisse aufgrund der für die Analyse erforderlichen Zeit möglicherweise nicht sofort verfügbar, und dieser Prozess lässt sich nicht ohne weiteres mehrere Nächte hintereinander wiederholen.

Der ScanWatch-Algorithmus zur Erkennung von Atmungsstörungen wurde in Zusammenarbeit mit Schlafexperten des Krankenhauses Bécclère in Paris, Frankreich, entwickelt und kalibriert, um die gründlichsten und genauesten Informationen zu liefern. Es erkennt Atmungsstörungen allein durch das Tragen der Uhr in der Nacht.

## ATMUNGSSTÖRUNGEN

Während des Schlafs kann es zu Atembeschwerden kommen, an die Sie sich morgens vielleicht gar nicht erinnern. Hin und wieder treten Atmungspausen bei Erwachsenen in der Nacht auf, sie haben aber keine merklichen Auswirkungen auf den Schlaf, die Gesundheit und das tägliche Leben. Wenn Atmungsstörungen jedoch zu oft während des Schlafs vorkommen, können sie zu einem chronischen Zustand werden, der als Schlafapnoe bezeichnet wird.

Die Wahrscheinlichkeit, Atmungsstörungen zu entwickeln, nimmt mit dem Alter und Gewicht zu und tritt häufiger bei Männern und Frauen nach der Menopause auf.

Sinkende Sauerstoffsättigungswerte können ein Zeichen für Atmungsstörungen sein. Wenn das Gehirn merkt, dass der Sauerstoffgehalt zu niedrig wird, löst es einen Sicherheitsalarm aus, der Sie aufweckt, um Luft zu holen. Wenn sich das während der Nacht öfter wiederholt, kommt der Körper schlecht zur Ruhe. Dies kann die Fähigkeit des Körpers, sich während des Schlafs zu erholen, stark beeinträchtigen und u.a. zu Tagesschläfrigkeit führen, die in bestimmten Situationen gefährlich ist, z.B. bei Arbeiten an Maschinen oder beim Autofahren.

Neben schlechtem Schlaf birgt eine gestörte Sauerstoffsättigung weitere Gefahren für die Gesundheit, wie z. B. negative Auswirkungen auf das Herz-Kreislauf-System und die kognitiven Funktionen.

Die Messung der Sauerstoffverfügbarkeit für die Versorgung des peripheren Gewebes ist bei der Einschätzung und Behandlung aller Patienten mit einem Risiko für eine Atemwegsfunktionsstörung von entscheidender Bedeutung. Die Pulsoxymetrie (Messung der Sauerstoffsättigung) spielt eine Rolle bei der Überwachung und Behandlung von Atemwegserkrankungen, indem sie eine Hypoxämie (niedriger Sauerstoffgehalt in den Blutgefäßen) feststellt. Obwohl sie keine genaue Beurteilung der wahren arteriellen Sättigung bei Schwerkranken ermöglicht, hat sie sich als adäquat zur Unterstützung der klinischen Entscheidungsfindung erwiesen, z.B. bei der Diagnose eines akuten Lungenschadens oder eines akuten Atemnotsyndroms.

Gegenwärtig wird die Sauerstoffsättigung entweder am Behandlungsort durch die Entnahme einer Blutprobe gemessen oder mit Hilfe eines nicht-invasiven Pulsoximeters, das im Allgemeinen am Finger getragen und mit einer Klemme gehalten wird. Keine der beiden Methoden ist für eine kontinuierliche Langzeitüberwachung geeignet, weshalb ein wachsendes Interesse an vernetzten Uhren mit einem Sensor zur Messung der Sauerstoffsättigung besteht. Allerdings gibt es nur sehr wenige Uhren mit dieser Funktion, die den Genauigkeitsgrad medizinischer Sauerstoffsättigungssensoren erfüllen, da es bekanntermaßen schwierig ist, ein gutes Pulssignal am Handgelenk zu erhalten. Wir haben ScanWatch mit einer hinreichend hohen qualitativen Messmethode entwickelt, um eine medizinisch genaue SpO<sub>2</sub>-Messung zur Erkennung von Pathologien zu gewährleisten, unter Verwendung eines speziell für eine Messung am Handgelenk entwickelten Oximetriesensors in Verbindung mit einem geeigneten Algorithmus.

ScanWatch ist die erste Uhr, die für die breite Öffentlichkeit erhältlich ist und eine genaue Messung der Sauerstoffsättigung durchführen kann, die den medizinischen Standards entspricht. Die Messung von SpO<sub>2</sub> erfordert eine perfekte Ruhelage. Deshalb haben wir die automatische SpO<sub>2</sub>-Messung in den nächtlichen Atmungs-Scan von ScanWatch integriert, um eine vollständige Aufzeichnung Ihrer Nächte zu erhalten.

# Tiefe Einblicke in die Technologie hinter der Überwachung der Atmung

ScanWatch verwendet die Pulsoxymetrie, eine indirekte, nicht-invasive Methode (d.h. es werden keine Instrumente in den Körper eingeführt), um die Herzfrequenz, Atemfrequenz und Sauerstoffsättigung zu messen. Die Pulsoxymetrie ist eine Anwendung der Photoplethysmographie: Sie verwendet optische Methoden, um Blutvolumenänderungen im mikrovaskulären Gewebe zu erkennen. In einem Photoplethysmographie-Sensor (PPG) sendet eine LED eine Lichtwelle auf die Haut, ein Teil dieser Welle wird von den Blutgefäßen des Handgelenks reflektiert/gestreut, zur Uhr zurückgesendet und von einer Photodiode aufgezeichnet. ScanWatch verwendet einen PPG-Sensor mit drei verschiedenen LEDs: grün, rot und infrarot.

## WIE FUNKTIONIERT DIE ATMUNGSÜBERWACHUNG?

### MESSUNG DES SAUERSTOFFSÄTTIGUNGSGRADS

SpO<sub>2</sub> steht für die periphere kapillare Sauerstoffsättigung, eine Schätzung der Sauerstoffmenge im Blut. Genauer gesagt handelt es sich dabei um den Prozentsatz des oxygenierten Hämoglobins (Hämoglobin beladen mit Sauerstoff) im Vergleich zur Gesamtmenge des Hämoglobins im Blut (oxygeniertes und desoxygeniertes Hämoglobin).

Hämoglobin ist ein Protein, das den Sauerstoff im Blut zu den Organen transportiert. Es befindet sich in den roten Blutkörperchen und verleiht ihnen ihre rote Farbe. Sobald sich Sauerstoff in unseren Organen befindet, wirkt er als Brennstoff, der unseren Zellen die Arbeit ermöglicht.

Blut reflektiert Licht unterschiedlich, je nach Sauerstoffgehalt in den Gefäßen:

- Sauerstoffreiches Blut absorbiert Infrarotlicht besser als sauerstoffarmes Blut.
- Sauerstoffarmes Blut absorbiert rotes Licht besser als sauerstoffreiches Blut. Aus diesem Grund ist venöses Blut dunkler als arterielles Blut.

Außerdem hängt die von den Blutgefäßen reflektierte Lichtmenge von mehreren Faktoren ab:

- Herzfrequenz (Kontraktion/Relaxation des Herzens)
- Atemfrequenz
- Handgelenkbewegungen während der Messung
- Messrauschen

ScanWatch nutzt die grünen, roten und infraroten Reflexionen in den Blutgefäßen im Handgelenk sowie die Daten des Beschleunigungsmessers. Wenn Ihr Herz schlägt, das Blut in Ihrem Handgelenk fließt und die Absorption des grünen Lichts größer ist, kann ScanWatch Ihre Herzfrequenz aus dem grünen Signal berechnen. Ein speziell entwickelter Algorithmus

vergleicht die Herzfrequenz, die Signale des Rot- und Infrarotsensors und die Daten des Beschleunigungsmessers, um die Variation des Signals aufgrund der Oxygenierung vom Rest zu trennen. Dann ermittelt er den SpO2-Wert, indem er die Differenz der Reflexionsraten zwischen rot- und infrarotgefilterten Signalen mit großer Genauigkeit berechnet, und zwar in nur wenigen Sekunden nach der Messung.

## **MESSUNG DER ATEMFREQUENZ**

Mit den Ergebnisswerten aus der grünen LED-Emission berechnet ScanWatch die Herzfrequenz. Um die Atemfrequenz zu erhalten, entwickelte Withings einen speziellen innovativen Algorithmus: Er basiert seine Berechnungen auf der Herzfrequenzmodulation und auf alternierenden und kontinuierlichen Variationen der PPG-Signale.

Herzfrequenz und Atemfrequenz sind zwei lebenswichtige Vitalzeichen, ScanWatch zeichnet sie auf und zeigt ihre Schwankungen in speziell entworfenen Diagrammen an, die nach der Nacht verfügbar sind.

## **SCHLAFPHASEN**

Der Schlaf in der Nacht kann grob in zwei Bereiche geteilt werden: Rapid Eye Movement (REM) oder paradoxer Schlaf, in dem wir träumen, und Non-Rapid Eye Movement (NREM), das leichten und tiefen Schlaf umfasst.

Die Nacht beginnt mit einer Phase, in der Sie weder vollkommen schlafen noch wach sind. Die Körperbewegungen sind unregelmäßig. Sie schlafen zwar, aber ein leichtes Geräusch könnte Sie problemlos wecken. Das ist leichter Schlaf.

Während des Tiefschlafs ist Ihr Körper unbeweglich. Es gibt nur sehr wenig Hirnaktivität oder Reaktion auf äußere Reize. Ihr Herzschlag und Ihre Atemfrequenz sind langsam und regelmäßig. Tiefschlafphasen sind entscheidende Zeiten für den Körper, um sich von körperlicher Ermüdung zu regenerieren. Im REM-Schlaf sind Ihre Augenlider geschlossen, aber Ihre Augen bewegen sich rasch unter den Lidern, was auf intensive Hirnaktivität und Träume hinweist. In dieser Phase können Sie sich von psychischer Ermüdung und Stress erholen. Es ist üblich, morgens am Ende einer Phase des REM-Schlafs plötzlich aufzuwachen.

Durch die periodische Messung der Herz- und Atemfrequenz sowie der Aktigraphie ist ScanWatch in der Lage zu verstehen, wann Sie wach sind oder schlafen, was wichtig für die Erkennung von Atmungsstörungen ist.

Darüber hinaus kann ScanWatch eine Karte Ihrer Nacht zeichnen, einschließlich der Leicht- und Tiefschlafphasen.

# Von der physiologischen Aufzeichnung zu nutzbaren Daten für Ärzte

## WELCHE ERKRANKUNGEN KANN DIE SCANWATCH ERKENNEN?

### SPO2

ScanWatch führt in der Regel alle 10 Minuten eine Herzfrequenzmessung durch. Mit dieser Messfrequenz ist die Uhr in der Lage zu erkennen, wann Sie wach sind und wann Sie schlafen. Wenn Sie jedoch einen Atmungs-Scan starten, nimmt ScanWatch häufigere Messungen vor, um Atmungsstörungen zu Ihrer Nachtkarte hinzufügen zu können.

Schwankungen der Sauerstoffsättigung sind normal. Wenn Sie jedoch kurzatmig sind oder Lungenprobleme haben, kann die Sauerstoffsättigung sinken, da weniger Sauerstoff in Ihre Organe gelangt. Höhenmeter, Herz- und Lungenprobleme sowie einige Arten von Schlafstörungen können Ihren SpO2-Wert beeinflussen. Aus diesem Grund ermöglicht ScanWatch neben der Funktion Atmungs-Scan auch jederzeit eine manuelle Messung bei Bedarf.

Der gemessene SpO2-Wert hängt stark von den Messbedingungen und dem Profil der Person ab, die die Messung durchführt. ScanWatch hilft Ihnen jedoch, Ihre Ergebnisse zu verstehen: Ein SpO2-Wert wird durch einen Prozentsatz dargestellt. Wenn Ihre ScanWatch 98 % anzeigt, bedeutet dies, dass jedes rote Blutkörperchen zu 98 % aus sauerstoffangereichertem und zu 2 % aus nicht sauerstoffangereichertem Hämoglobin besteht.

### **95 % bis 100 %: normal**

### **90 % bis 94 %: unterdurchschnittlich**

Bei dieser Messung wird festgestellt, dass Ihr Blutsauerstoffspiegel unter dem Durchschnitt liegt, aber immer noch normal ist. Die Ergebnisse können aufgrund einer Reihe von vielen Faktoren variieren, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Ihr Gesundheitsprofil (ob Sie rauchen, Asthma haben, ob Sie sehr sportlich sind oder nicht, ob Sie Tätowierungen haben, ob Sie bekannte Konditionen wie Hypotonie, Anämie usw. haben), Ihre Umgebung (Höhe, Temperatur), die Art und Weise, wie die Messung durchgeführt wird (Steh-/Sitzposition, wie fest das Armband anliegt usw.).

Wir empfehlen, dass Sie sich die besten Praktiken in der Health Mate App durchlesen und üben, um Ihre Technik zu verbessern.

Hinweis: Im Zusammenhang mit der Covid-19-Pandemie ist die Überwachung von SpO2 nützlich, um die Entwicklung des Virus zu verfolgen. Wenn Sie ein häuslich betreuter Covid-19-Patient sind, achten Sie bitte sehr genau auf diesen Wert: Wenn mindestens 5 aufeinanderfolgende Messungen ein Ergebnis unter 95 % ergeben, empfehlen wir Ihnen, sich mit Ihrem Arzt in Verbindung zu setzen, um Präventivmaßnahmen vorzunehmen.

### **Unter 90 %: niedrig**

Unter 90 % kann der Wert ein mögliches Anzeichen für eine Hypoxämie (niedriger Sauerstoffgehalt in Ihren roten Blutkörperchen) sein. Die Ergebnisse können basierend auf einer Reihe von Faktoren wie Ihrem Gesundheitsprofil, Ihrer Umgebung und der Art und Weise, wie die Messung durchgeführt wird, variieren.

Wir empfehlen Ihnen, die besten Praktiken in der Health Mate App durchzulesen und die Messung zu wiederholen.

Falls die Ergebnisse in diesem Bereich mit Symptomen verbunden sind, wenden Sie sich an Ihren Arzt oder eine medizinische Fachkraft, die Ihnen bei der Erstellung einer Diagnose und bei der Ergreifung von Präventivmaßnahmen helfen wird. Zu den Symptomen gehören Atemnot nach körperlicher Anstrengung, Husten, schneller oder langsamer Herzschlag, schnelle Atmung und Schwitzen.

### **SCHLAFPHASEN**

ScanWatch bietet drei Kategorien zur Einstufung des Schweregrads von Atmungsstörungen:

- Niedrig
- Mäßig
- Hoch

Ärztlicher Rat sollte bei mäßigen oder starken Atmungsstörungen eingeholt werden oder wenn Sie Symptome oder Bedenken haben.

### **SCHLAF-INDEX**

Durch das Verfolgen der physiologischen Parameter wie Herzaktivität und Handgelenkbewegung kann ScanWatch beurteilen, ob Sie wach sind oder schlafen und in welcher Schlafphase Sie sich befinden.

Zusätzlich zu den Schlafphasen bietet ScanWatch einen Schlaf-Index mit 4 Messwerten, damit Sie sehen können, wie erholsam die Nacht war.

Der Schlaf-Index wurde in Zusammenarbeit mit Schlafmedizinern entwickelt und vom Withings-Team implementiert. Zusätzlich erstellte das Team eine spezifische Gewichtung, die die Bedeutung der einzelnen Parameter für den menschlichen Körper während des Schlafs aus physiologischer Sicht widerspiegelt. Der wichtigste Messwert ist die Schlafdauer; sie macht mehr als 50% der Schlafbewertung aus. Der zweitwichtigste Parameter ist die Schlaftiefe (abhängig vom relativen Prozentsatz der einzelnen Schlafphasen). Die weiteren Parameter bilden Unterbrechungen und Regelmäßigkeit.

# Nahtlose Technologie für ein medizinisches Screening

## WANN SOLLTEN SIE EINE MESSUNG VORNEHMEN?

### ATMUNGS-SCAN

Der Atmungs-Scan erstellt eine vollständige Karte Ihrer Nacht. Sie können zwischen drei Arten von Erfahrungen wählen:

- Immer an: Jede Nacht wird ein Atmungs-Scan durchgeführt und Sie erhalten die Ergebnisse jeden Morgen. Die Akkulaufzeit wird in diesem Modus stark verkürzt.
- Automatisch: ScanWatch plant einmal pro Quartal automatisch einen Atmungs-Scan für mehrere Nächte in Folge. Sie werden am Vortag benachrichtigt und gefragt, ob Sie den Scan verschieben möchten. Diese Häufigkeit wird von Ärzten empfohlen, um mit dieser Funktion die besten Ergebnisse zu erzielen.
- Aus: Es wird kein Atmungs-Scan vorgenommen.

Vergessen Sie nicht, Ihre Uhr während der Nacht zu tragen!

Der Atmungs-Scan misst Ihre Herzfrequenz, Atemfrequenz und Sauerstoffsättigung während der Nacht. Wenn Sie zudem eine einmalige Sauerstoffsättigungsmessung durchführen möchten, achten Sie darauf, diese in Ruhe vorzunehmen (insbesondere nach körperlicher Aktivität sollten Sie einige Minuten warten).

### SPO2 AUF ABRUF

Drücken Sie einmal die digitale Krone, wenn Sie sich auf dem SpO2-Bildschirm befinden. Bitte bleiben Sie ruhig, bewegen oder sprechen Sie nicht und entspannen Sie sich. Am besten setzen Sie sich hin und legen den Arm auf das Bein. Versuchen Sie, die Arm- und Handmuskeln nicht anzuspannen. Ein geringer Blutfluss kann die Messung stören oder einen Fehler verursachen. Überprüfen Sie in diesem Fall, ob die Uhr richtig positioniert ist, und versuchen Sie es erneut.

Optimale SpO2-Werte variieren zwischen 95 und 100 %:

- 95 % bis 100 %: normal
- 90 % bis 94 %: unterdurchschnittlich
- unter 90 %: niedrig

Die Uhr vibriert, um den Benutzer zu benachrichtigen, dass die Messung abgeschlossen ist, und zeigt sofort das Ergebnis als Prozentwert an. Im Falle eines nicht schlüssigen Ergebnisses erscheint ein Kreuz.

Sie können die Ergebnisse auch in der Withings Health Mate App einsehen.

# Scanwatch, ein Game Changer

## **WAS SIND DIE VORTEILE EINES ATMUNGSSTÖRUNGS-DETEKTORS AM HANDGELENK?**

Dank seiner innovativen Sensoren und Schlaftracking-Algorithmen ist ScanWatch eine nicht-invasive Methode zur Erkennung von Atmungsstörungen. Jede Nacht kann ScanWatch eine vollständige Karte Ihres Schlafes erstellen und Einblicke in Ihre Herz-Kreislauf-Gesundheit geben.

## **WIE KÖNNEN SIE IHRE ERGEBNISSE WEITERLEITEN?**

Jede nächtliche Scan-Aufzeichnung sowie alle vorangegangenen Messdaten können leicht in der Health Mate App eingesehen und als PDF-Datei an einen Arzt oder eine medizinische Fachkraft weitergegeben werden, um Ihnen bei der Früherkennung von Atmungsstörungen und bei der Prävention helfen zu können.

# Literaturverzeichnis

- [1] Brown, Lee K. The Harvard Medical School guide to a good night's sleep. *J. Clin. Sleep Med. JCSM Off. Publ. Am. Acad. Sleep Med.* Aug 2008, pp. Med., vol. 4, no. 4, pp. 381-382.
- [2] H. Moldofsky. Sleep and the immune system. *International Journal of Immunopharmacology.* Issue 8, pp. 649-654, August 1995, vol. 17.
- [3] R. Kawahara, H. Maeda, and S. Yoshioka. Sleep disorder as a modern disease. *Jpn. Rev Tokyo. Jpn.* 2000.
- [4] G. Yetish, H. Kaplan, M. Gurven, B. Wood, H. Pontzer, P. R. Manger, C. Wilson, R. McGregor, and J. M. Siegel. Natural sleep and Its seasonal variations in three pre-industrial societies. *Curr. Biol.* Feb. 2015, vol. 25, no. 21, pp. 2862-2868.
- [5] P. Strøm-Tejsen, P. Wargocki, D. P. Wyon, and A. Kondracka. The effect of air quality on sleep. *Indoor Air* 2014. 2014, Vol. Proc. 13th Int. Conf. Indoor Air Qual. Clim.
- [6] Ingo Fietze M.D., Ph.D., Charlotte Barthe, Matthias Hölzl, Martin Glos, Sandra Zimmermann, Ralf Bauer-Diefenbach, and Thomas Penzel. The effect of room acoustics on the sleep quality of healthy sleepers. *Noise Health.* 2016 Sep-Oct, 18(84): 240-246.
- [7] Maurice M. Ohayon, MD, DSc, PhD; Mary A. Carskadon, PhD; Christian Guilleminault, MD; Michael V. Vitiello, PhD. Meta-analysis of quantitative sleep parameters from childhood to old age in healthy individuals: developing normative sleep values across the human lifespan. *Sleep.* 1 October 2004, vol. 27, Issue 7, pp. 1255-1273.
- [8] Gangwisch, J. E. A review of evidence for the link between sleep duration and hypertension. *Am. J. Hypertens.* Oct. 2014, vol. 27, no. 10, pp. 1235-1242.
- [9] Makaryus, M. Kohansieh and A. N. Sleep deficiency and deprivation leading to cardiovascular disease. *Int. J. Hypertens.* 2015, vol. 2015.
- [10] Young T, Evans L, Finn L, Palta M. Estimation of the clinically diagnosed proportion of sleep apnea syndrome in middle-aged men and women. *Sleep.* 1997 Sep, 20(9):705-6.