



©creativa/fotolia.com

REM-TRACKER

Prototyp einer berührungslosen Messtechnik zur Behandlung von Alpträumen mittels induzierter Klarträume

Die Behandlung von Alpträumen erfolgt bislang meist psychotherapeutisch. Ein in der Praxis bewährtes Verfahren ist die Imagery Rehearsal Therapy (IRT). Untersuchungen zeigen, dass die Effektivität der IRT erhöht werden kann, wenn der Patient

die Fähigkeit zum Klarträumen erlangt. Die gängige Technologie zur Klartrauminduktion kann bislang nur in entsprechend qualifizierten Schlaflaboren eingesetzt werden.

Der REM-TRACKER bietet erstmals die Möglichkeit der Klartrauminduktion mittels einer einfach handhabbaren Technologie, die auch im häuslichen Umfeld eingesetzt werden kann.

FRIEDRICH GAUGER; GERHART SCHROFF; WILHELM STORK

Der Schlaf sollte eigentlich erholsam sein. Werden wir jedoch von Alpträumen geplagt, wird das Einschlafen zur Qual. Wir empfinden den Schlaf dann nicht mehr als erholsam. Wiederkehrende Alpträume führen dann schnell zu Schlafstörungen und werden für uns zur Belastung. Leider ist das Wissen bei Ärzten und Psychologen im Hinblick auf Alpträume und deren Behandlungsmöglichkeiten oft gering (1, 2). Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass Alpträume als eine unterdiagnostizierte und unterbehandelte Krankheit anzusehen sind und Patienten häufig keine adäquate Behandlung angeboten bekommen (2,3).

Grundsätzlich lassen sich Alpträume psychotherapeutisch behandeln. Ein etabliertes Verfahren ist die Imagery Rehearsal Therapy (4-7). Die Imagery Rehearsal Therapy (IRT) geht von der Erkenntnis aus, dass das Traumgeschehen durch im Wachzustand ausgeführte Handlungen be-

einflusst werden kann. Insbesondere, dass bereits bestehende Trauminhalte mit neuen Vorstellungen, Handlungen und Gefühlen im Gedächtnis verknüpft werden können. Das Ziel der IRT ist es also, den Albtraum umzuschreiben. Der Patient imaginiert hierzu intensiv und regelmäßig eine Traumgeschichte, die den Albtraum in eine für ihn angenehme Art und Weise abändert. Im Idealfall wird der Patient im Schlaf dann nach einiger Zeit nicht mehr den Albtraum, sondern die imaginierte Traumgeschichte träumen. Der Erfolg der IRT hängt somit davon ab, ob es dem Patienten gelingt, den Albtraum umzuschreiben.

Da Alpträume häufig mit dem Gefühl verbunden sind, dem Traumgeschehen hilflos ausgeliefert zu sein, gelingt dieses Umschreiben oft nicht. Der Patient hat zwar die Absicht, kann aber an das Gelingen, aufgrund der erlebten Hilflosigkeit im Traum, nicht so recht glauben. Die Effektivität der IRT kann jedoch deutlich erhöht werden, wenn sich der Patient bewusst an das imaginierte Traumgeschehen im Traum er-

Schlaf 2018;7:76–80

innert. Wenn der Patient die Fähigkeit zum Klarträumen erlangt, dann kann die imaginierte Traumgeschichte als eine Handlungsalternative erkannt werden. So kann die Erfahrung des Ausgeliefertseins gegenüber dem Albtraum durch die Erkenntnis ersetzt werden, dass das Traumgeschehen gestaltet werden kann (8). Der Traum muss dann nicht im Gedächtnis umgeschrieben, sondern nur noch erinnert werden.

Klassische Klartrauminduktion

Klarträume zeichnen sich dadurch aus, dass die träumende Person Bewusstsein über ihren Zustand erlangt, und zuvor memorierte Handlungsabsichten im Traum zielgerichtet ausgeführt werden können. So konnte bereits gezeigt werden, dass einfache mathematische Berechnungen im Klartraum ausgeführt werden können und dass eine interaktive Kommunikation zwischen der Außenwelt und dem Träumenden möglich ist (9).

Mittels vorab vereinbarter Abfolgen von Augenbewegungen können Informationen an die Außenwelt und mittels optischer oder akustischer Signale Informationen von der Außenwelt an die träumende Person übermittelt werden. Auch konnte gezeigt werden, dass eine Klartrauminduktion durch externe Reize möglich ist (10). Allerdings zeigen diese Untersuchungen auch, dass eine effektive, zielgerichtete Klartrauminduktion mittels vorab festgelegter, externer Reize nur bedingt möglich ist, da externe Reize sehr selektiv wahrgenommen werden. Eine Klartrauminduktion muss somit über einen längeren Zeitraum intensiv geübt werden.

Neuartiges Verfahren zur Klartrauminduktion

Bei der gängigen Technologie zur Erkennung der Schlafphasen, der Polysomnographie (11), sind Nasselektroden erforderlich. Nachteilig ist die Applikation der Klebeelektroden, welche sowohl Expertise bei der Platzierung, als auch eine Präparation der Klebestellen erfordert. Eine Langzeitanwendung ist aufgrund der unvermeidbaren Hautreizungen beim Anbringen der

Elektroden nur bedingt möglich. Das Ziel ist daher eine einfach handhabbare Technologie zu entwickeln, die eine Klartrauminduktion und eine Kommunikation mit der Außenwelt ermöglicht, die diese Nachteile vermeidet.

Im Schlaf hängt die mentale Aufmerksamkeit stark von der aktuellen Schlafphase ab. Die gängige Technologie zur Erfassung der Schlafphasen ist die Schlafpolygraphie (Polysomnographie). Bei der Schlafpolygraphie werden die nächtlichen Schlafphasen mittels EEG (Elektroenzephalogramm), EOG (Elektrookulogramm) und EMG (Elektromyogramm) bestimmt. In der REM-Phase (Rapid Eye Movement) können intensive, visuelle Träume wahrgenommen werden, die häufig auch mit starken Emotionen verbunden sind. Unsere Aufmerksamkeit ist dann in der Regel auf das visuelle Traumgeschehen fixiert.

Die in der REM-Phase auftretenden schnellen Bewegungen der Augen können zwar, bei ausreichend hoher Amplitude, mit dem EOG gemessen werden, für eine sichere Erkennung der REM-Phasen ist jedoch auch das EEG und das EMG erforderlich. Ohne EEG und EMG können die REM-Phasen im Rahmen der klassischen Schlafpolygraphie nicht sicher erkannt werden. Ein Grund hierfür ist, dass in den EOG-Signalen grundsätzlich Signalanteile aus dem EEG enthalten sein können (beispielsweise K-Komplexe) und diese Anteile ohne ein EEG nicht erkennbar sind. Erschwerend kommt hinzu, dass im EOG die in der REM-Phase gehäuft auftretenden schnellen Augenbewegungen mit kleiner Amplitude nicht erfasst werden (12).

Schnelle Bewegungen der Augen mit kleiner Amplitude könnten für die Erkennung der REM-Phase und die Erzeugung von auf die mentale Aufmerksamkeit abgestimmter externer Reize aber von entscheidender Bedeutung sein, wenn die folgende Annahme zutrifft: Wenn man davon ausgeht, dass sich die REM-Phase durch das Auftreten von visuellen Träumen von anderen Schlafphasen unterscheidet, so liegt die Vermutung nahe, dass die in der REM-Phase auftretenden schnellen Bewegungen der Augen die Bemühungen des Träumenden widerspiegeln, die Augen entsprechend den wahrgenommenen Traumgehalten zu bewegen. Da nun aber im Schlaf die optischen Eingangssignale fehlen, ist

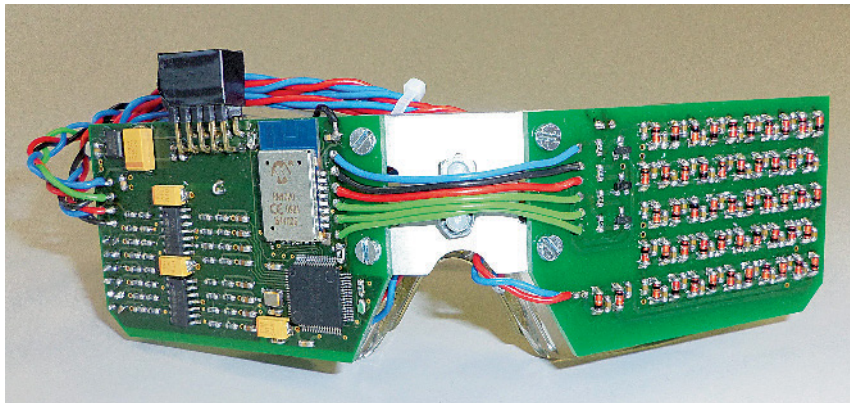


Abb. 1 Prototyp für Schlafmaske

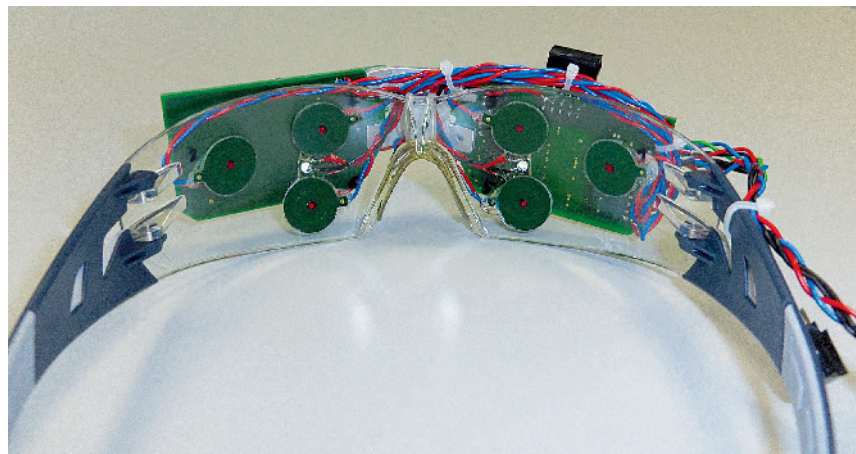


Abb. 2 Sensoranordnung Prototyp

es der schlafenden Person nicht möglich, einen Trauminhalt entsprechende Bewegung der Augen auszuführen, da die Augen sich im Schlaf nicht auf physikalische Objekte zielgerichtet ausrichten können. Stellt man sich das Ausrichten der Augen als einen Vorgang vor, bei dem das Gehirn versucht, mittels schneller Bewegungen der Augen mit kleiner Amplitude die optimale Ausrichtung der Augen zu ermitteln, so können Bewegungen der Augen mit kleinen Amplituden als Indikator für eine REM-Phase herangezogen werden.

Ausgehend von dieser Annahme wurde im Rahmen eines vom BMWi geförderten Forschungsprojektes (ZF 4050001 DB5) eine Technologie entwickelt, die es ermöglicht, schnelle

Augenbewegungen über die Änderung des elektrischen Feldes der Augen auch bei kleinen Amplituden sicher erkennen zu können (siehe hierzu auch 13). Diese ermöglicht es, die Bewegung der Augen berührungslos durch vor den Augen angeordnete Elektroden zu detektieren. In einem Prototyp des REM-TRACKER (► Abb. 1 und 2) wurden die entwickelten Sensoren zusammen mit der für die Signalauswertung erforderlichen Elektronik, einem BLE-Modul (Bluetooth Low Energy) zur drahtlosen Datenübertragung und LED als Signalgeber integriert. Das neuartige Verfahren wurde zum Patent angemeldet (14).

Methoden

Um die zugrunde gelegte Annahme verifizieren zu können, wurden Schlafaufzeichnungen durchgeführt. Für die Schlafaufzeichnungen standen zwei Probanden zur Verfügung. Proband G (männlich, 53 Jahre alt) und Proband C (weiblich, 53 Jahre alt). Beide Probanden sind Normalschläfer. Erkrankungen, die die Schlafphasen beeinflussen könnten, sind nicht bekannt.

Insgesamt wurden 28 Schlafaufzeichnungen erstellt. Alle Schlafaufzeichnungen wurden etwa fünf Minuten, nachdem der Proband sich hingelegt, die Sensorbrille aufgesetzt hatte und das Licht ausgeschaltet wurde, gestartet. Für die Aufzeichnung der Schlafphasen musste der Proband auf dem Rücken liegend schlafen, da die Sensorbrille ein Schlafen auf der Seite oder in Bauchlage nicht zulässt. Das Einschlafen in Rückenlage war für beide Probanden ungewohnt, da beide in der Regel in Seitenlage schlafen. Das Einschlafen und das daran anschließende entspannte Schlafen gelang den Probanden erst nach einiger Übung.

Während der Schlafaufzeichnung überwachte eine damit betraute Person den Schlaf des Probanden, um Bewegungen des Körpers und die dadurch eventuell hervorgerufenen Signale erfassen und manuell dokumentieren zu können. Elf Schlafaufzeichnungen waren zu kurz, da der Proband zu früh erwacht war (Dauer kleiner 60 Minuten). Bei sieben Schlafaufzeichnungen konnte der Proband nicht einschlafen (Auf-

zeichnungen wurden nach einer Stunde abgebrochen). Für die Schlafphasenanalyse konnten somit lediglich zehn Schlafaufzeichnungen herangezogen werden.

Ergebnisse

Bei der Auswertung der zehn Schlafaufzeichnungen, die zur Schlafphasenanalyse herangezogen wurden, zeigten sich charakteristische Signalformen (► Abb. 3). Es traten gehäuft schnelle Signale auf (im Folgenden als SBURST bezeichnet). Diese SBURSTs haben eine unterschiedliche Dauer von etwa 5s bis 30s, getrennt von Pausen, die bis zu etwa 50 Sekunden betragen können. Die Phasen, in denen diese SBURSTs auftreten, werden im Folgenden als SBURST-Phasen bezeichnet.

Die SBURST-Phasen der zehn Schlafaufzeichnungen, die zur Schlafphasenanalyse herangezogen wurden, sind in ► Abb. 4 dargestellt und dunkelgrau hervorgehoben. Außerhalb der SBURST-Phasen treten keine SBURSTs auf. Bis auf Schlafaufzeichnung (X) entspricht das Ende der Aufzeichnung dem Erwachen des Probanden. Bei den Schlafaufzeichnungen, die nicht zur Schlafphasenanalyse herangezogen wurden,

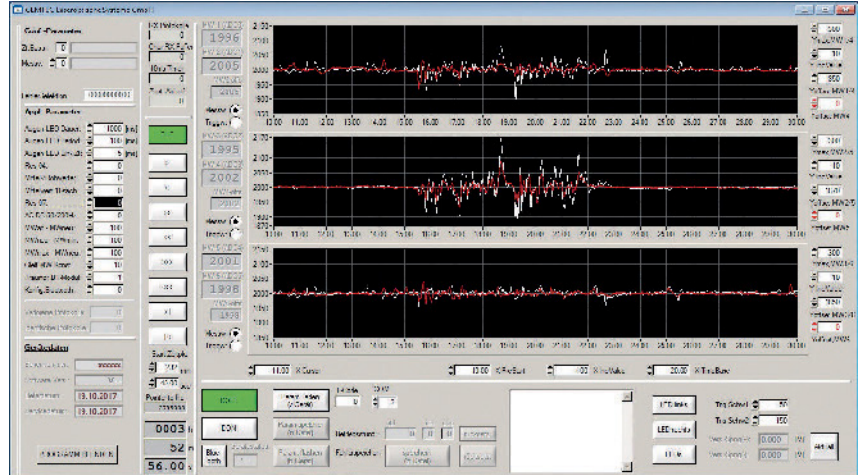


Abb. 3 Mittels der Analysesoftware aufgezeichnete SBURSTs (schnelle Signale)

traten keine SBURST-Phasen auf. Obwohl der Zeitpunkt des Einschlafens nicht mittels der klassischen Polysomnographie ermittelt werden konnte (Messtechnik für eine klassische Polysomnographie stand nicht zur Verfügung), zeigen die SBURST-Phasen eine zeitliche Verteilung, die stark an die von REM-Phasen erinnert. Bei der Schlafaufzeichnung (X) wurde der Proband C während der zweiten SBURST-Phase (etwa 6 Minuten nach Beginn der SBURST-Phase) mittels der in der Sensorbrille integrierten LEDs

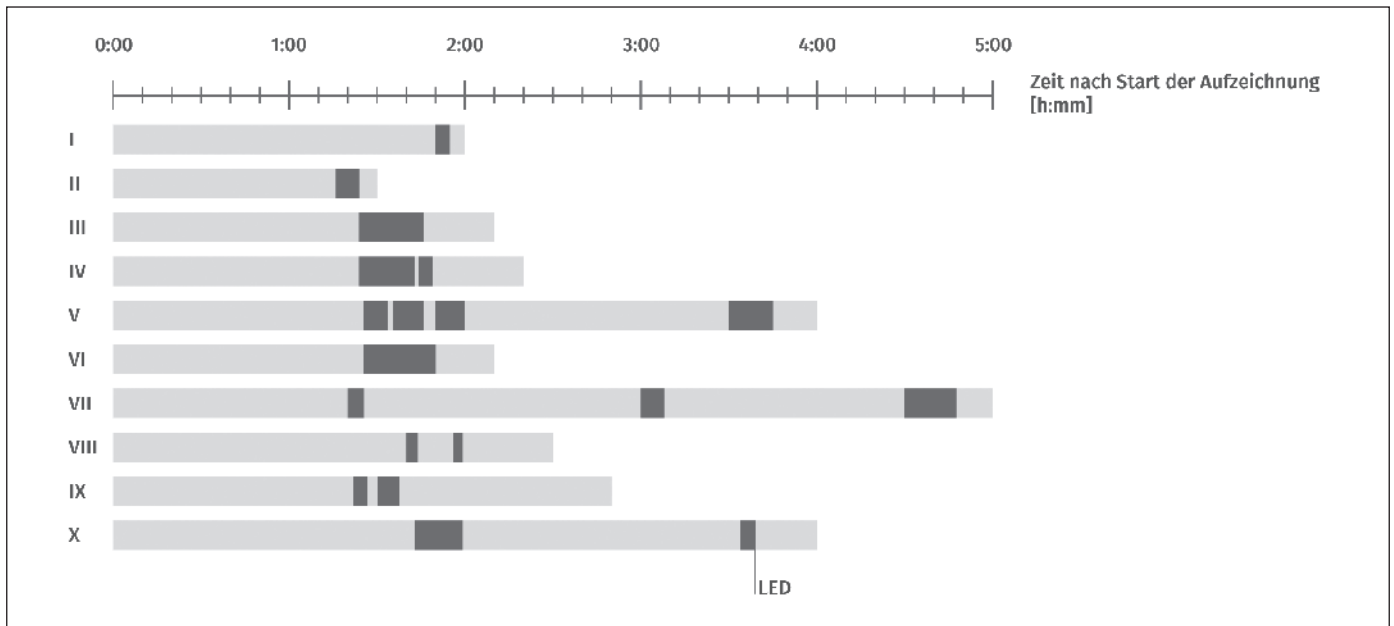


Abb. 4 Auswertung der aufgezeichneten Schlafphasen

Autoren

**Dipl. Wirt.-Ing. Friedrich Gauger**

FZI Forschungszentrum
Informatik
Embedded Systems and
Sensors Engineering
Haid-und-Neu-Str.10-14
76131 Karlsruhe
E-Mail: gauger@fzi.de

Dipl. Phys. Gerhart Schroff

GEMTEC Laseroptische
Systeme GmbH
Otto-Hahn-Str. 3
71364 Winnenden
E-Mail: schroff@gemtec-online.
de

Prof. Dr. Wilhelm Stork

KIT Karlsruhe
Kaiserstr. 12
76131 Karlsruhe
E-Mail: wilhelm.stork@kit.edu

geweckt (acht Lichtpulse, Pulsdauer 5 ms im Abstand von 170 ms). Das Erwachen fand ruhig und ohne Erschrecken statt, und der Proband konnte sich detailliert an einen intensiven Traum erinnern.

Um abschließend verifizieren zu können, dass die SBURST-Phasen mit den REM-Phasen übereinstimmen, müssen noch vergleichende Messungen unter Verwendung der klassischen Polysomnographie durchgeführt werden.

Literatur

1. Nadorff MR, Nadorff DK, Germain A. Nightmares: Under-reported, undetected, and therefore untreated. *J Clin Sleep Med* 2015;11:747–750.
2. Thünker J, Norpoth M, von Aspern M, Özcan T, Pietrowsky R. Nightmares: Knowledge and attitudes in health care providers and nightmare sufferers. *J Public Health Epidemiol* 2014;6:223–228.
3. Schredl M, Dehmlow L, Schmitt J. Interest in information about nightmares in patients with sleep disorders. *J Clin Sleep Med* 2016;12:973–977.
4. Augedal AW, Hansen KS, Kronhaug CR, Harvey AG, Pallesen S. Randomized controlled trials of psychological and pharmacological treatments for nightmares: a meta-analysis. *Sleep Med Rev* 2013;17:143–152.
5. Cranston CC, Davis JL, Rhudy JL, Favorite TK. Replication and Expansion of “Best Practice guide for the Treatment of Nightmare Disorder in adults”. *J Clin Sleep Med* 2011;7: 549–553.
6. Hansen K, Höfling V, Kröner-Borowik T, Stangier U, Steil R. Efficacy of psychological interventions aiming to reduce chronic nightmares: A meta-analysis. *Clin Psychol Rev* 2013;33:146–155.
7. Thünker J, Pietrowsky R. Effectiveness of manualized imagery rehearsal therapy for patients suffering from nightmare disorders with and without a comorbidity of depression or PTSD. *Behav Res Ther* 2012;50:558–564.
8. Holzinger B. Der luzide Traum. Wien, Facultas 2015.
9. Appel K, Leugering J, Pipa G. Kommunikation mit luziden Träumern in Echtzeit – aktuelle Möglichkeiten. (Abstract) *Somnologie* 2016;, Suppl 1 (17).
10. Erlacher D. Induktion von Klarträumen. (Abstract).. *Somnologie* 2016;Suppl 1 (16).
11. Zschocke S. *Klinische Elektroenzephalographie*; Springer Verlag, 1995
12. Sanchez-Lopez A, Escudero M. An accurate and portable eye movement detector for studying sleep in small animals; *J Sleep Res* 2015;24,466–473.
13. Gauger F, Schroff G. Dream Glasses – Prototyp einer berührungslosen Messtechnik zur Detektion von Augenbewegungen um Klarträume mittels geeigneter Signalgeber induzieren zu können, (Abstract); *Somnologie* 2017, Band 21, Sonderheft 2, S120, .
14. Schroff G. Verfahren zur berührungslosen Bestimmung der Augen- und/oder der Lidbewegung; Deutsche Patentanmeldung DE 10 2016 012192.0, 12.10.2016.