

# Vergleich zweier Methoden zur Erstellung eines Schlafprofils

- Automatische Analyse mittels Quisi 1.0® -  
versus

- Manuelle Auswertung einer Polysomnographie -



T. Rotermund, W. Neukäter, J. Jörg

Klinik für Neurologie und klin. Neurophysiologie - Universität Witten/Herdecke - Klinikum Wuppertal

## Einleitung

Bei vielen Patienten mit der anamnestischen Angabe von Schlafstörungen im stationären und vor allem im ambulanten Bereich wäre eine ausreichend sichere und für den Patienten einfach zu handhabende Screening-Methode zur Beurteilung des Schlafprofils wünschenswert. Seit vielen Jahren wird an einer automatischen Analyse des Schlaf-EEG zur Erstellung eines Schlafstadienstaging gearbeitet. Diese automatischen Systeme wurden jeweils mit unterschiedlichem Erfolg gegen eine Polysomnographie als Goldstandard getestet. Zuletzt wurde mit dem Quisi-Recorder® ein sehr handliches, ambulant anwendbares, nur einkanaliges Gerät vorgestellt (1). Es werden drei Elektroden nahe den Punkten Fp1, Fz und Fp2 angebracht. Nach Verstärkung der Signale in Elektrodennähe, einer Filterung mittels eines Band Pass und eines Notch Filters, sowie einer weiteren Bearbeitung der Signale mit einer Fourier-Transformation und mit verschiedenen Algorithmen erfolgt eine Klassifikation der verschiedenen Schlafstadien mittels sogenannter neuronaler Netze. Diese Auswertung erfolgt vollautomatisch und kann mittels eines zur Auswertung angeschlossenen Computers ausgedruckt werden. Im Rahmen dieser Untersuchung sollten die Ergebnisse von Quisi®-Schlafstadienanalysen den parallel erhobenen Ergebnissen einer manuell ausgewerteten PSG gegenübergestellt werden.

## Patienten und Methodik

Es wurden 40 Patienten (siehe auch Tab. 1), die zur Diagnostik in das Schlaflabor der Klinik für Neurologie und klin. Neurophysiologie des Klinikums Wuppertal kamen, parallel zur Polysomnographie mit einem Quisi-Recorder® untersucht. Es handelte sich um 14 Frauen und 26 Männer mit einem mittleren Alter von 57,8 Jahren (41-75 Jahre). Das im Rahmen der Polysomnographieauswertung erarbeitete Schlafprofil, sowie die Parameter TST (total sleep time), SPT (sleep period time), SOT (sleep onset time), SEI (sleep efficiency index), RLT (REM latency), AWA (wake), S1, S2, SWS (slow wave sleep) MT (movement time) wurden mit der automatischen Auswertung des Quisi-Recorders® verglichen. Die Auswertung der mit dem Polysomnographiesystem BrainLab® der Fa. Schwarzzer erstellten Polysomnographie erfolgte immer durch den gleichen Somnologen mit einer jahrelangen Erfahrung in der Schlafmedizin. Die statistische Auswertung wurde mittels SPSS 7.5 durchgeführt. Es wurden Korrelationskoeffizienten und lineare Regressionen errechnet zum Vergleich der einzelnen Klassifikationsparameter. Nach Dichotomisierung der Schlafprofile in pathologisch und normal wurden die Sensitivität und Spezifität sowie positiver und negativer Vorhersagewert ermittelt.

Patient	Sex	Alter	Diagnose
1****	W	58	Medialinfarkt links
2****	M	36	Obstruktives SAS
8****	W	72	Obstruktives SAS
4****	W	82	CPAP-Kontrolle / OSAS
5****	M	54	Restless legs Syndrom
6****	W	67	Medialinfarkt rechts
7****	M	57	CPAP-Kontrolle / OSAS
8****	W	49	Medialinfarkt rechts
9****	M	56	Obstruktives SAS
10****	M	62	Obstruktives SAS
11****	M	74	Medialinfarkt links
12****	M	49	CPAP-Kontrolle / OSAS
13****	M	52	CPAP-Kontrolle / OSAS
14****	M	76	Zentrales SAS
15****	M	71	Obstruktives SAS
19****	W	78	Insomnie bei DP
17****	W	52	Restless legs Syndrom
18****	M	63	CPAP-Kontrolle / OSAS
19****	M	65	Obstruktives SAS
20****	M	61	Obstruktives SAS
21****	M	61	CPAP-Kontrolle
22****	M	51	Zentrales SAS
23****	W	49	Narkolepsie
24****	W	41	Insomnie bei DP
25****	M	58	CPAP-Kontrolle / OSAS
26****	W	74	Obstruktives SAS
27****	W	41	Obstruktives SAS
28****	W	53	Insomnie bei DP
29****	M	71	Zentrales SAS
30****	M	58	Medialinfarkt links
31****	M	54	Obstruktives SAS
32****	M	71	Gemischtes SAS
33****	W	44	Obstruktives SAS
34****	M	56	Obstruktives SAS
35****	M	52	Insomnie bei DP
36****	M	51	Obstruktives SAS
37****	W	57	Obstruktives SAS
38****	M	66	Zentrales SAS
39****	M	54	Obstruktives SAS
40****	M	57	CPAP-Kontrolle / OSAS

Tab. 1: Charakteristika der 40 untersuchten Patienten

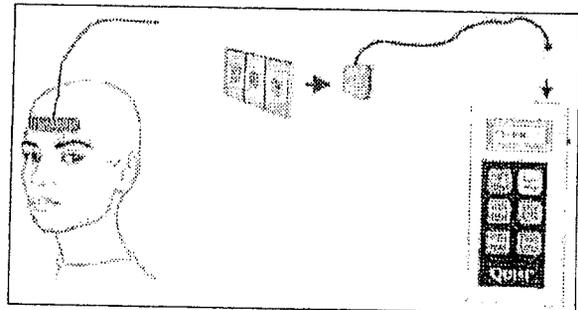


Abb. 1: Schematische Abbildung der Position zur Anbringung der Elektroden an der Stirn des Patienten (links), die dort aufgeklebt werden und Darstellung des Quisi®-Gerätes (rechts). (Die Abbildung stammt aus der Website der Fa. Alphapharm)

## Ergebnisse

Als erster Schritt wurden die mit beiden Methoden ermittelten allgemeinen Klassifikationsparameter eines Schlafprofils TST, SPT, SOT, SEI, RLT, AWA, REM, S1, S2, SWS und MT miteinander verglichen. Die Korrelationskoeffizienten mit der entsprechenden Signifikanz für jeden Parameter sind in Tabelle 2 verzeichnet. Insgesamt ergaben sich für die Parameter TST, SPT, SOT, SEI und SWS gute Übereinstimmungen, für die Parameter AWA, REM und S2 mäßige Übereinstimmungen und für die Parameter RLT, S1 und MT schlechte Übereinstimmungen zwischen den beiden Methoden. In Abbildung 2 finden sich die Ergebnisse beider Methoden für die Parameter TST, SPT, SOT und SEI als Punktwolke aufgetragen mit den entsprechenden Regressionsgeraden, wobei die gute Übereinstimmung erneut deutlich wird.

Parameter	r	p
TST	0,77	<0,001
SPT	0,78	<0,001
SOT	0,87	<0,001
SEI	0,77	<0,001
RLT	0,14	0,377
AWA	0,44	0,005
REM	0,39	0,012
S1	0,17	0,302
S2	-0,54	<0,001
SWS	0,72	<0,001
MT	0,05	0,769

Tab. 2: Korrelationskoeffizienten und deren Signifikanz für die verschiedenen Klassifikationsparameter

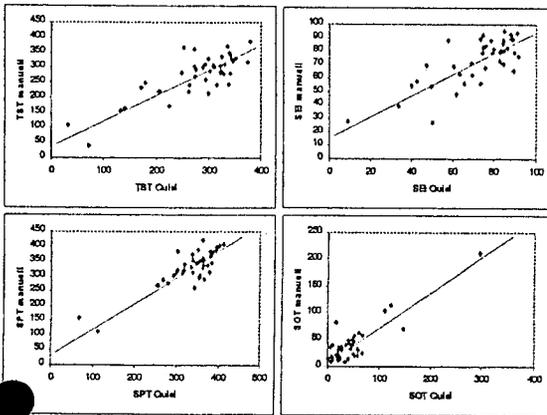


Abb. 2: Punktwolken und Regressionsgeraden der Ergebnisse für TST, SPT, SOT und SEI

Der Vergleich der mittels der beiden Methoden erhobenen Zeiten für die einzelnen Klassifikationsparameter und Schlafstadien ergab die in Tab. 3 wiedergegebenen Ergebnisse.

Parameter	MW Quisi [min]	MW PSG [min]	Abweichung
TST	283,7	282	1,7
SPT	338,7	336,6	2,1
SOT	46,6	40,2	6,4
SEI	72,6	73,7	-1,1
AWA	43,7	59,7	-10
REM	51,3	51,9	-0,6
S1	34,1	39,3	-5,2
S2	137,7	122,8	14,9
SWS	52,3	67,4	-15,1
MT	10,8	0,5	10,3

Tab. 3: Mittelwerte der für einige Klassifikationsparameter sowie für die Schlafstadien ermittelten Zeiten und die Abweichung beider Verfahren

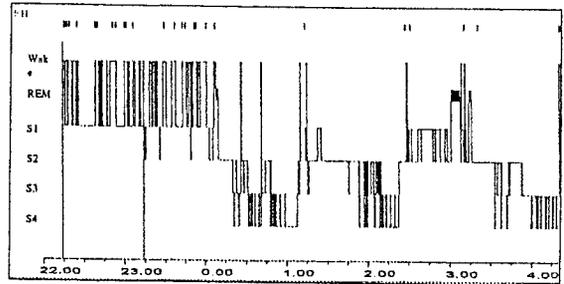


Abb. 3a: Schlafprofil von Patient 9 automatisch von Quisi® erstellt

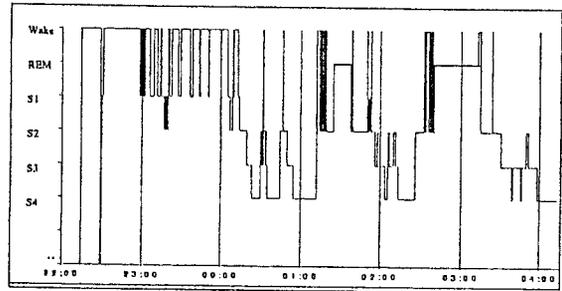


Abb. 3b: Schlafprofil von Patient 9 manuell PSG erstellt

Im Rahmen des visuellen Vergleichs der durch beide Methoden erstellten Schlafprofile wurde zunächst der optische Eindruck bezüglich der Übereinstimmung der beiden Profile für jeden Patienten verglichen. Es fanden sich folgende Ergebnisse:

- \*\*\*\* nahezu komplette Übereinstimmung in 12 Fällen => 30 %
- \*\*\* ca. 75% Übereinstimmung in 17 Fällen => 42,5 %
- \*\* ca. 50% Übereinstimmung in 5 Fällen => 12,5 %
- \* < 50% Übereinstimmung in 6 Fällen => 15 %

Es bleibt festzuhalten, daß 72,5% der Ableitungen eine Übereinstimmung der sehr guten und guten Kategorie \*\*\*\* bzw. \*\*\* beim visuellen Vergleich zeigten.

In der Abb. 3a und 3b wird ein Beispiel für diese visuellen Gegenüberstellung aufgezeigt.

Im weiteren wurden die unauffälligen und die pathologischen Schlafprofile innerhalb der Quisi®-Analyse daraufhin untersucht, ob dieses Ergebnis in der manuell ausgewerteten PSG ebenfalls gefunden wurde. Es fanden sich die folgenden Ergebnisse:

	PSG path.	PSG normal	
Quisi path.	26	6	Sensitivität: 100%
Quisi normal	0	6	Spezifität: 50%

Aus diesen Ergebnissen läßt sich ein positiver Vorhersagewert von 82 % und ein negativer Vorhersagewert von 100 % errechnen.

## Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung wurde ein vollautomatisches Screening-Gerät zur Erstellung eines Schlafprofils (Quisi 1.0<sup>®</sup>) hinsichtlich der Übereinstimmung der erhobenen Ergebnisse mit einer manuell ausgewerteten PSG als derzeit gültigem Goldstandard verglichen. Es findet sich für die Parameter TST, SPT, SOT, SEI und SWS eine gute Übereinstimmung und für AWA, S1 und S2 eine mäßige Übereinstimmung, während diese für RLT, S1 und MT nicht gegeben ist (siehe Tab.2 und Abb.2). Beim Vergleich der von beiden Methoden ermittelten Zeiten für die einzelnen Klassifikationsparameter und Schlafstadien (Tab.3) findet sich für die Mittelwerte eine Unterbewertung durch Quisi<sup>®</sup> von AWA, S1 und SWS, während SOT, S2 und MT überbewertet wurden. Für die übrigen Parameter (speziell auch REM) fand sich keine deutliche Abweichung der Mittelwerte. Der visuelle Vergleich der Schlafprofile, wie in Abb. 3a und 3b gezeigt, ergab in 72,5% der Fälle eine Übereinstimmung der Schlafprofile von 75% oder mehr. In 15% fand sich eine schlechte Übereinstimmung der Profile mit zum Teil erheblichen Diskrepanzen, wobei hierbei im wesentlichen Fehleinschätzungen von SWS und REM vorlagen. Nach einer Dichotomisierung der Schlafprofile durch visuelle Inspektion in pathologische und unauffällige Ergebnisse konnte in Bezug auf die PSG als Goldstandard eine Sensitivität des Quisi<sup>®</sup>-Screenings von 100 % sowie eine Spezifität von 50 % errechnet werden. Der positive Vorhersagewert der Quisi<sup>®</sup>-Untersuchung für das Vorliegen eines pathologischen Schlafprofils lag bei 82 % und der negative Vorhersagewert bei 100 %.

Ehler et al. (1) haben 1998 für 38 Patienten, die parallel mit Quisi<sup>®</sup> und einer PSG untersucht wurden, ebenfalls gute Korrelationen für die Parameter TST, SPT, SOT und SEI beschrieben, wobei sie geringere Korrelationen für SWS und höhere für RLT fanden. In der damaligen Arbeit wird eine Überbewertung von REM und SWS beschrieben, die in der vorliegenden Untersuchung nicht nachvollzogen werden konnte. Fehleinschätzungen von REM waren zwar die Hauptursache für die schlechte Übereinstimmung einiger Schlafprofile, was in geringerem Maße auch in dem aufgeführten Beispiel (Abb. 3a und 3b) nachzuvollziehen ist. Im Vergleich der Mittelwerte der von beiden Verfahren ermittelten Zeiten von allen 40 Patienten für REM findet sich keine nennenswerte Abweichung, so daß sich in der vorliegenden Untersuchung die Über- und Unterbewertungen von REM ausgeglichen haben müssen. Festzuhalten bleibt, daß die Einschätzung von REM und SWS die Hauptfehlerquelle für Quisi<sup>®</sup> zu sein scheint. Für andere automatische Analysensysteme wurden wechselnde Fehlbewertungen für die einzelnen Schlafstadien beschrieben (1,2,3,4), wobei die größten Probleme für REM, SWS und S2 bestanden, was mit den Ergebnissen dieser Untersuchung übereinstimmt. Insgesamt sind die Ergebnisse mit vorherigen Untersuchungen vergleichbar oder besser (1,2,3,4). Weiterhin wurden von Kubicki et al. (2) 1989 auch nicht unerhebliche Unterschiede bei der Bewertung einer PSG durch unterschiedliche Auswerter beschrieben. Wir fanden für das Quisi<sup>®</sup>-Gerät eine Sensitivität von 100 % und eine Spezifität von 50 % bei der Erkennung eines pathologischen Schlafprofils. Ehler et al. (1) beschrieben sogar für beide Parameter einen Wert von 100 %. Die Ergebnisse für den positiven Vorhersagewert von 82 % und den negativen Vorhersagewert von 100 % erscheinen uns im Hinblick auf die Praxistauglichkeit als ambulantes Screeninggerät noch wichtiger zu sein als die hohe Spezifität, da das Gerät zwar einige Schlafprofile fehlerhaft als pathologisch erkannte, aber kein pathologisches Schlafprofil nicht erkannt hat.

Insgesamt findet sich mit dem Quisi<sup>®</sup>-Gerät ein kleines, leicht zu handhabendes Screeninggerät zur Erfassung eines Schlafprofils mit einer guten Übereinstimmung für allgemeine Schlafklassifikationsparameter wie TST, SPT, SOT, SEI und SWS, das ferner in der Lage war, mit großer Sicherheit pathologische Schlafprofile zu entdecken. Da beim visuellen Vergleich 27,5 % der Schlafprofile zum Teil erhebliche Diskrepanzen aufwiesen und 6 in der PSG unauffällige Schlafprofile pathologisch verändert dargestellt wurden, kann durch das Quisi<sup>®</sup>-Gerät eine PSG in einem Schlaflabor nicht ersetzt werden. Speziell im ambulanten Bereich erscheint es uns zum Beispiel für Insomnie-Patienten oder bei Verdacht auf eine Schlafwahrnehmungsstörung als Screening vor einer möglichen weiteren Untersuchung im Schlaflabor geeignet.

### Literatur

1) Ehler, I. et al.: A Comparison between EEG-Recording and Scoring by DUBI Version 1.0 and Standard PSG with Visual scoring. *Somnologie* 2, 104-116, 1998.

2) Kubicki, S. et al.: Sleep EEG evaluation: a comparison of results obtained by visual scoring and automatic analysis with the Oxford sleep stager. *Sleep*, 12(2), 140-149, 1989.

3) Obergettsberger, S.: Möglichkeiten und Beschränkungen der automatisierten Schlafstadienanalyse mit dem Oxford-System. *EEG EMG* 21(1), 29-34, 1990.

4) Sforza, E. et al.: Automatic Oxford-Medilog 9200 sleep staging scoring: comparison with visual analysis. *J Clin Neurophysiol* 13(3), 227-233, 1996.