

Dominik Weirich

Motorisches Lernen im Schlaf

**Seminararbeit im Rahmen des Seminars:
„Propädeutikum“**

Seminarleiterin: Heike Winchenbach

**Sportwissenschaftliches Institut
der Universität des Saarlandes**

Saarbrücken

WS 2006/2007

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	3
2	MOTORISCHES LERNEN IM SCHLAF.....	3
2.1	Das motorische Lernen im bewussten REM-Schlaf.....	3
2.1.1	Definition: Luzider Traum	3
2.1.2	Der luzide Traum als wissenschaftliches Phänomen.....	4
2.1.3	Anwendungsbeispiel für motorisches Lernen im luziden Traum	5
2.2	Das motorische Lernen im unbewussten REM-Schlaf.....	6
2.2.1	Prozedurale Wissenskonsolidierung im REM-Schlaf.....	6
2.2.2	Eine wichtige empirische Studie: Das Spiegelzeichnen	7
2.2.3	Techniktraining im Sport und der Schlaf	8
2.3	Die ethische Problematik	9
2.3.1	Der luzide Traum als ethisches Problem.....	9
2.3.2	Der moderne Trainingsvorsprung durch Pharmazie: ein Ausblick.....	9
3	ZUSAMMENFASSUNG	10
	LITERATURVERZEICHNIS	10

1 Einleitung

Dieses Referat beschäftigt sich mit einem momentan noch relativ unbekanntem Phänomen. Es handelt sich genauer gesagt um motorisches Lernen im Schlaf. Im folgenden wird zwischen unbewusstem und bewusstem motorischen Lernen im Schlaf unterschieden. Das unbewusste motorische Lernen während des Schlafes findet im allgemeinen bei allen Menschen statt, das bewusste Lernen hingegen steht jedoch nur den Menschen offen die bereit sind sich aktiv mit ihren Träumen auseinander zusetzen, über die Existenz des bewussten Träumens aufgeklärt sind und sich die Fähigkeit bewusst zu Träumen angeeignet haben. Träume in denen man bewusst und aktiv träumt nennt man luzide Träume, im deutschen auch Klarträume genannt. Forscher die dieses Feld bearbeiten und Pionierarbeit geleistet haben sind LaBerge und Tholey. Sie waren es mitunter auch die den luziden Traum als kognitive Trainingsform für den Sport erkannten. Nach Tholey dient der luzide Traum im Sport der Schulung des Raum-Lage-Gefühls (Tholey, 1987, S. 203). Das unbewusste Lernen hingegen läuft bei jedem ab und beschreibt auch viel mehr das Phänomen das, z.B. in einem Training, erlernte motorische Programme während des Schlafes verfestigt werden und dadurch beim nächsten anwenden effektiver ablaufen. Diese zwei Möglichkeiten des motorischen Lernens während des Schlafes werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert und gegeneinander abgegrenzt. Darüber hinaus werden Missbrauchsmöglichkeiten aufgezeigt und die, momentan noch nicht beantworteten, damit verbundenen ethischen Fragen aufgeworfen.

2 Motorisches Lernen im Schlaf

2.1 Das motorische Lernen im bewussten REM-Schlaf

2.1.1 Definition: Luzider Traum

Bevor man über Trainingsformen im luziden Traum spricht sollte man den Begriff des luziden Traums, auch Klartraum genannt, zunächst definieren: „Klarträume sind solche Träume, in denen man völlige Klarheit darüber besitzt, dass man träumt und nach eigenem Entschluss handelnd in das Traumgeschehen eingreifen kann.“ (Tholey, 1980, S. 175).

Um den Klartraumbegriff korrekt zu umreißen gibt es nach Tholey genau 7 Kriterien, wovon die ersten 4 unerlässliche Bedingungen darstellen:

1. Klarheit über den Bewusstseinszustand: darüber, dass man träumt;
2. Klarheit über die eigene Entscheidungsfreiheit: darüber ob man z.B. vor einer Alptraumfigur flüchtet oder sich mit ihr anzufreunden versucht;

3. Klarheit des Bewusstseins, im Gegensatz zum Trübungs-, Verwirrtheits- oder Dämmerzustand;
4. Klarheit über das Wachleben: darüber, wer man ist und was man sich für diesen Traum vorgenommen hat;
5. Klarheit der Wahrnehmung: dessen, was man sieht, hört, riecht, schmeckt und fühlt;
6. Klarheit über den Sinn des Traumes;
7. Klarheit der Erinnerung an den Traum. Dieser Punkt bezieht sich im Gegensatz zu den anderen nur indirekt auf den Traumzustand.

2.1.2 Der luzide Traum als wissenschaftliches Phänomen

Zunächst mag es einem unwahrscheinlich erscheinen dass man Vorgänge, die während eines Traumes ablaufen, wissenschaftlich festhalten kann. Dies liegt daran dass man mit träumenden Personen nicht verbal kommunizieren kann. Also beschäftigten sich die Forscher zunächst damit wie man das Phänomen des Klartraums wissenschaftlich belegen, aufzeichnen kann. Erst einmal musste man herausfinden in welchen Schlafphasen Träume im Allgemeinen, egal ob luzid oder nicht-luzid, entstehen. Dazu teilte man grob zwei Schlafphasen ein, die sogenannten REM- (Rapid-Eye-Movements, Schlafstadium MIT schnellen Augenbewegungen) und die N(on)REM (Schlafstadium 1-4 OHNE schnelle Augenbewegungen) Phasen. REM beschreibt die Augenbewegungen die in einer solchen Phase, mittels EOG (Elektrookulogramm), festgehalten werden können. Auf dem EOG lassen sich schnelle unkontrollierte Augenbewegungen festhalten, die soeben erwähnten Rapid-Eye-Movements. Nun gelang es durch das Wecken der jeweiligen Versuchsperson aus REM bzw. NREM Schlafphasen, kontrolliert durch EOG, festzustellen ob sich die Versuchsperson gerade in einem Traum befand. Weckte man Versuchspersonen aus REM Phasen so berichteten sie von Träumen jeglicher Art. Im Gegensatz dazu stellte man fest dass die Wahrscheinlichkeit von Träumen in NREM Phasen verschwindend gering ist. Daraufhin gelang es LaBerge eine Methode zu entwickeln mit Träumenden über EOG zu kommunizieren. Er stellte die Hypothese auf, dass man die Augenbewegungen in luziden Träumen willentlich steuern kann und sie sich durch ein EOG von den gewöhnlichen Rapid-Eye-Movements abheben lassen. So veranlasste er folgenden Versuch: Eine Versuchsperson sollte sobald sie erkannte, dass sie träumt, also einen luziden Traum hatte, willentlich eine Links-Rechts-Links-Rechts Augenbewegung (LRLR) durchführen. Nach dem Versuch stellte man auf dem EOG fest dass LaBerge 's Hypothese, dass man die LRLR Augenbewegung auf dem EOG ablesen kann, richtig war und somit konnte man fortan auf nonverbale Weise mit luziden Träumern kommunizieren (LaBerge et al., 1981, S. 727). Weiterhin werden in der

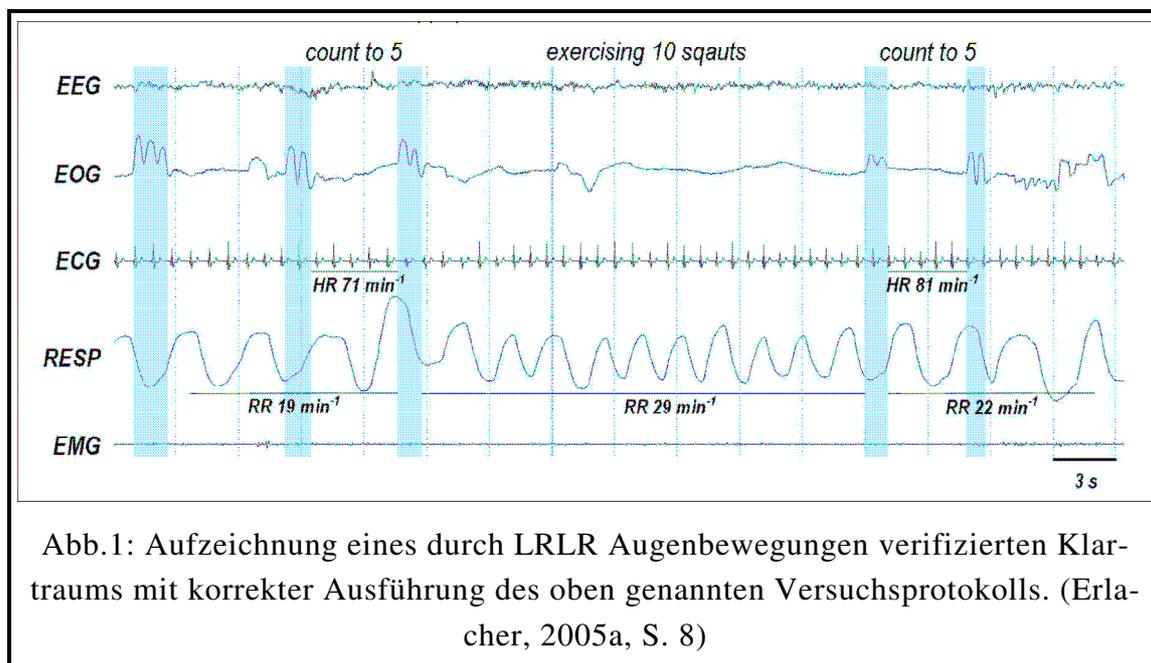
Traumforschung noch weitere Faktoren wie EEG (Elektroenzephalogramm), EMG (Elektromyogramm), HF (Herzfrequenz auch ECG / EKG = Elektrokardiogramm) und AF (Atemfrequenz, RESP) abgeleitet.

2.1.3 Anwendungsbeispiel für motorisches Lernen im luziden Traum

Hier zunächst ein ganz allgemeines Beispiel (siehe Abb.1) wie sich sportliche bzw. nicht sportliche Aktivität, im luziden Traum, auf die oben genannten Faktoren wie EEG, EOG, ECG (HF), RESP und EMG auswirken.

Die Versuchspersonen (geübte luzide Träumer), bei welchen die oben genannten Faktoren abgeleitet wurden, wurden wie folgt instruiert:

- (1) aufrecht hinstellen
- (2) von 21 bis 25 zählen, (3) zehn tiefe Kniebeugen durchführen und (4) noch einmal von 21 bis 25 zählen. Weiterhin sollten folgende Ereignisse durch zweifache Links-Rechts-Augenbewegungen (LRLR), die im luziden Traum realisierbar sind und im EOG gemessen werden können, signalisiert werden: den Beginn des luziden Traums den Anfang und das Ende jeder Sequenz (1-3) und das Ende der Aufgabe. (Erlacher, 2005a, S. 8)



Zu Abb.1: In dieser Abbildung sind die in der REM Phase zu gebenden LRLR Augenbewegungen im EOG klar zu erkennen. Darüber hinaus kann man im ECG einen Anstieg der Herzfrequenz bei körperlicher Belastung, in Form von Kniebeugen im Traum, erkennen. Ebenso ist ein damit verbundener Atemfrequenzanstieg in RESP zu

sehen. Und wie für REM Phasen typisch ist fast kein Muskeltonus, durch Schlafparalyse (eine schützende Lähmung während REM Phasen), im EMG festzustellen. Der REM Schlaf wird daher auch oft als paradoxer Schlaf bezeichnet da die EEG Aktivität hoch ist, ähnlich dem Wachzustand, jedoch die Muskulatur absolut entspannt ist.

Jetzt folgt ein ganz aktuelles Beispiel zu dem Phänomen das motorisches Lernen im luziden Traum möglich ist: In einer Pilotstudie wurde im Online Design folgende Aufgabe an die Teilnehmer gestellt. Bei den Teilnehmern handelt es sich um luzide Träumer. Die Aufgabe befasst sich mit Zielwurf, genauer gesagt sollen die Teilnehmer einen genau vorgegebene Versuchsaufbau zu Hause herstellen und folgendes Experiment durchführen. Sie sollen versuchen 20 Münzen in eine 2 Meter entfernte Tasse zu werfen und die Treffer aufschreiben. Über Nacht sollen die luziden Träumer genau diese Aufgabe im luziden Traum trainieren und am nächsten morgen noch mal ausführen. Insgesamt hatte man 18 Teilnehmer, davon übten 5 das Münzwurfen im luziden Traum, den anderen 13 war es in dieser Nacht nicht möglich luzid zu träumen von daher rührt die etwas ungleiche Aufteilung jedoch war das Ergebnis sehr bemerkenswert und fordert somit eine eingehende Untersuchung. Im Allgemeinen trafen die 18 Versuchsteilnehmer am Abend durchschnittlich 3 mal die Tasse. Am darauf folgenden morgen wurde die Tasse von den luziden Träumern durchschnittlich 5 mal von den nicht luziden Träumen jedoch weiterhin nur 3 mal getroffen. Also kann man festhalten dass die Zielwurfaufgabe von luziden Träumern durch Training im luziden Traum besser gelöst worden ist (Erlacher, 2005a, S. 8).

Insgesamt kann man festhalten dass durch mehrere Studien ein positiver Trainingseffekt bezüglich der Motorik durch Training im luziden Traum, bestätigt werden konnte.

2.2 Das motorische Lernen im unbewussten REM-Schlaf

2.2.1 Prozedurale Wissenskonsolidierung im REM-Schlaf

Einleitend sollte man zunächst erläutern was prozedurale Wissenskonsolidierung bedeutet. Prozedurale Wissenskonsolidierung:

- beschreibt die Festigung erlernter motorischer Programme indem die Wissensinhalte vom Kurz- ins Langzeitgedächtnis transferiert werden, und
- prozedurale Wissenskonsolidierung findet im REM-Schlaf statt (Maquet et al., 2003). Neuere Studien zeigen dass der Zusammenhang eher mit einem erhöhten Cortisolspiegel zu erklären ist, jedoch sind die Zusammenhänge zwischen REM Schlaf und Cortisolspiegel noch nicht hinreichend untersucht.

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln klar geworden ist dass man sich im luziden Traum, einem Phänomen des REM-Schlafs, gezielt mit motorischen Problemen auseinander setzen kann, stellt sich nun die Frage inwiefern der REM-Schlaf selbst für diese Wissenskonsolidierung verantwortlich ist. Es konnte durch diverse Studien insgesamt nachgewiesen werden dass Schlaf positive Effekte auf Wissenskonsolidierung hat (Plihal & Born, 1997). Zu unterscheiden ist die deklarative Wissenskonsolidierung welche im NREM-Schlaf stattfindet, im Gegensatz zur prozeduralen Wissenskonsolidierung welche im REM-Schlaf stattfindet und hier unter sportwissenschaftlichen Aspekten betrachtet werden kann. Wie aktuell dieses Thema ist spiegelt sich in der Forschung und deren Projekten wieder. Das gerade abgeschlossene Projekt, eine Studie von Erlacher und Schredl über eine Laufzeit von 2004-2006, befasst sich mit Korrelation zwischen REM-Schlaf und motorischem Lernen. Jedoch bleibt auch noch einiges ungeklärt. Am fraglichsten erscheint es Schredl (2005) wie groß der Zusammenhang zwischen der prozeduralen Wissenskonsolidierung im REM Schlaf und den nicht-luziden Träumen, welche bekanntermaßen bizarr anmuten, ist. Diese und viele weitere Fragen gilt es in weiteren Studien zu klären.

2.2.2 Eine wichtige empirische Studie: Das Spiegelzeichnen

Die Spiegelzeichenaufgabe stellt im Bereich der Schlafforschung bezüglich motorischer Fähigkeiten ein wichtiges Instrument da (siehe Abb.2). Diese Aufgabe wurde von Plihal und Born 1997 das erste mal eingeführt. Um den Versuchsablauf deutlich zu beschreiben erklärt Erlacher:

Die Spiegelzeichnen-Aufgabe erfordert von dem Versuchsteilnehmer mit einem elektronischen Stift bestimmte Figuren möglichst schnell und genau nachzuzeichnen. Durch eine Abdeckung sieht der Versuchsteilnehmer die Figur, den Stift und seine eigene Hand nur über einen Spiegel. Durch das spiegelverkehrte Feedback stellt sich die Aufgabe als sensomotorische Aufgabe dar, die neu gelernt werden muss. Für jeden Versuch wird die Gesamtzeit gemessen, die der Versuchsteilnehmer benötigt, um einmal die Figur nachzufahren. Zusätzlich wird jedes Verlassen der Figur mit dem Stift als ein Fehler gezählt. Der Anteil der Zeit, in der der Versuchsteilnehmer den Stift nicht auf der Figur hat, wird als prozentuale Fehlerzeit registriert. Es ergeben sich somit drei abhängige Variablen: Gesamtzeit, Fehler und prozentuale Fehlerzeit. (Erlacher, 2005b, S. 108)

Plihal und Born benutzen diese Aufgabe um 1997 eine Studie zur Wissenskonsolidierung im Schlaf zu machen. Sie gewährten der ersten Versuchsgruppe Schlaf nur während der ersten Nachthälfte, damit stellten sie sicher dass diese Versuchsgruppe eher in NREM Stadien als im REM Stadium verweilt. Entsprechend war bei der anderen Versuchsgruppe jedoch nur der Schlaf in der zweiten Nachthälfte gewährt und von daher

der Anteil von durchlaufenen REM Stadien höher und der zeitliche Anteil von NREM Stadien dementsprechend geringer. Neben der prozeduralen Aufgabe, dem Spiegelzeichnen, gab es noch eine deklarative Aufgabe in Form der Lernaufgabe „Wortpaar Assoziationen“. Durch diese Studie gelang es festzustellen dass deklarative Wissenskonsolidierung im NREM Schlaf stattfindet da die Verbesserung der Versuchsgruppe, welche in der ersten Nachthälfte Schlaf bekamen, bzgl. der deklarativen Aufgabe signifikant war. Umgekehrt, und hier wird es für die Sportwissenschaft interessant, ist die Verbesserung der Versuchsgruppe, welche nur in der zweiten Nachthälfte schliefen, bzgl. der prozeduralen Aufgabe signifikant. Festzuhalten gilt:

- NREM Schlaf ist mit deklarativer Wissenskonsolidierung gekoppelt,
- REM Schlaf ist hingegen mit der prozeduralen Wissenskonsolidierung gekoppelt.

Bei diesen Überlegungen gilt jedoch immer zu bedenken dass der Zusammenhang von Cortisolspiegel und den entsprechenden Schlafstadien noch nicht hinreichend geklärt ist, jedoch beschäftigen sich die Forschungsgruppe um Plihal und Born mit dieser Fragestellung (Plihal et al., 2000, S. 198).



Abb.2: Versuchsaufbau der Spiegelzeichnen-Aufgabe (links). Verschiedene Figuren, wie sie beispielsweise rechts dargestellt ist, müssen beim Spiegelzeichnen nachgezeichnet werden. (Erlacher, 2005b, S. 109)

2.2.3 Techniktraining im Sport und der Schlaf

Im vorangegangenen Kapitel wurde gezeigt dass durch Studien eine Abhängigkeit zwischen REM Schlaf und prozeduralen Lerninhalten verifiziert werden konnte. Nun muss man sich die Frage stellen welche Folgen dies für den Sport haben kann. Im Spitzensport spielt immer wieder das Techniktraining, bezüglich des Erfolges eines Athle-

ten, eine zentrale Rolle. Dies gab Erlacher, Schredl und Roth 2005 den Anlass ein ein-jähriges Projekt im Jahr 2006 zu starten. In dieser Studie wird überprüft ob motorisches Lernen den Schlaf der Folgenacht beeinflusst. Sollte es, wie zu erwarten, einen positiven Zusammenhang zwischen neu gelernten motorischen Aufgaben und physiologischen Parametern während des Schlafes geben so sollte dies in der Zukunft auch Einfluss auf den Trainingsalltag von Spitzensportlern haben. Diese sollten dann nämlich nach einen absolvierten Techniktraining die Möglichkeit von ausreichend Schlaf eingeräumt bekommen. In diesem Zusammenhang ist es wahrscheinlich auch von Vorteil techniklastige Trainingseinheiten auf den späteren Abend zu verschieben.

2.3 Die ethische Problematik

2.3.1 Der luzide Traum als ethisches Problem

Holzinger hält hierzu folgende Gedanken, bezüglich des luziden Traums als Technik der Psychotherapie, fest (1997, S. 107). Psychotherapeuten verschiedener Schulen, insbesondere Nachfolger C. G. Jungs, stoßen sich an dem Gedanken das Unbewusste bewusst zu erleben. Obwohl sie den Klartraum großes Interesse entgegenbringen sind sie besorgt über ein solches „Eingreifen“, dem willentlichen begegnen mit dem „Schatten“. In diesem Zusammenhang treten immer wieder drei strittige Fragen auf:

- „ Wird der Fluss des Unbewussten gestört, wenn wir in unsere Träume eingreifen ?“
- „ Darf man Träume beeinflussen ?“
- „ Ist das luzide Träumen nicht ein Durchbrechen von Abwehr und in diesem Sinne gefährlich ?“

Auf diesen Fragen basierend kann man, nach Meinung des Autors, folgende Fragen bezüglich luzidem Träumen im Sport aufwerfen:

- „ Ist es, falls im luziden Traum der Fluss des Unbewussten gestört wird, zu vertreten diese Technik für motorisches Lernen zu „missbrauchen“ ?“
- „ Darf man einen Abwehrmechanismus der Psyche, den luziden Traum, ausnutzen um einen Vorteil im sportlichen Wettbewerb zu erzielen ?“

2.3.2 Der moderne Trainingsvorsprung durch Pharmazie: ein Ausblick

Diese Kapitel sollte ausschließlich als Fiktion des Autors betrachtet werden. Wenn man davon ausgeht dass Wissenskonsolidierung positiv mit einem erhöhten Cortisolspiegel gekoppelt ist so wird diese Erkenntnis auch Auswirkungen auf den Pharma-

bereich haben. So könnte man davon ausgehen dass Medikamente, welche den Cortisolspiegel erhöhen, für Patienten mit einem gestörten Cortisolhaushalt entwickelt werden. Da es somit einen Gebrauch für diese Medikamente gibt kann man davon ausgehen dass der Missbrauch nicht lange auf sich warten lässt. Gesunde Menschen, eventuell Spitzensportler, könnten sich solche Präparate zu nutzen machen. Da angenommen die Wissenskonsolidierung, im Speziellen die prozedurale, positiv auf die künstliche Cortisolspiegelerhöhung reagiert könnten Spitzensportler verlockt werden entsprechende Präparate nach techniklastigen Trainingseinheiten zu konsumieren. Dadurch würde der Prozess der prozeduralen Wissenskonsolidierung künstlich induziert und würde somit zeitlich früher ablaufen. Eventuell wäre eine Verbesserung der motorischen Abläufe die Folge. Offen bleibt die Frage ob der betroffene Athlet im legalen oder illegalen Bereich agiert und ferner werden ethische Räte sich mit der Frage befassen müssen ob es vertretbar ist, ähnlich wie im luziden Traum, psychologische Abläufe zu beeinflussen. Zunächst scheint die Frage leicht zu beantworten aber was ist mit dem Marathonläufer der oft und gerne das Runners High hervorruft? Der Marathonläufer macht ja letztendlich auch nichts anderes als psychologische Abläufe zu beeinflussen.

3 Zusammenfassung

Dieser Artikel wurde verfasst um einen groben Einblick in die Schlafforschung zu gewähren. Ferner wird versucht darzustellen dass sich momentan ein interessantes Arbeitsfeld an der Schnittstelle von Schlafforschung und Bewegungswissenschaft auftut welches in Zukunft, nach heutiger Prognose, viel Angriffsfläche für wissenschaftliche Forschung bietet. Des weiteren werden geschichtliche Meilensteine in dieser Schnittstellenforschung aufgezeigt indem die Pioniere dieser Disziplin, allen voran der deutsche Forscher Tholey, genannt werden. Deren wichtigsten Veröffentlichungen sind als Grundlage dieser Arbeit zu sehen. Darüber hinaus werden die grundlegenden und somit wichtigsten Instrumente in der Schlafforschung allgemein verständlich vorgestellt. Letztendlich versucht der Autor, durch Fiktion, den Leser zu motivieren sich intensiver mit den verschiedensten, noch weitgehend unbekanntem, vielfältigen, Schlafphänomenen zu beschäftigen.

Literaturverzeichnis

Erlacher, D. (2005a). Motorisches Lernen im luziden Traum. *dvs-informationen*, 20, 7 - 9.

- Erlacher, D. (2005b). *Motorisches Lernen im luziden Traum: Phänomenologische und experimentelle Betrachtungen*. Universität Heidelberg. Zugriff am 07.10.2006 unter <http://www.ub.uni-heidelberg.de/archiv/5896>
- Holzinger, B. (1997). *Der luzide Traum: Phänomenologie und Physiologie*. Wien: WUV-Universitätsverlag
- LaBerge, S., Nagel, L., Dement, W. C. & Zarcone, V. (1981). Lucid dreaming verified by volitional communication during REM sleep. *Perceptual and Motor Skills*, 52, 727 – 732.
- Maquet, P., Smith, C. & Stickgold, R. (2003). *Sleep and brain plasticity*. New York: Oxford Press.
- Plihal, W. & Born, J. (1997). Effects of early and late nocturnal sleep on declarative and procedural memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9, 534 - 547.
- Plihal, W. & Born, J. (2000). Gedächtnisbildung im Schlaf: Die Bedeutung von Schlafstadien und Stresshormonfreisetzung. *Psychologische Rundschau*, 51, 198 - 208.
- Schredl, M. & Erlacher, D. (2005). *REM-Schlaf und prozedurales Lernen*. Unveröffentlichte Daten: Zentralinstitut für Seelische Gesundheit.
- Tholey, P. (1987). *Schöpferisch Träumen*. Niederhausen: Falken-Verlag.
- Tholey, P. (1980). Klarträume als Gegenstand empirischer Untersuchungen. *Gestalt Theory*, 2, 175 - 191.