

Hallo miteinander,

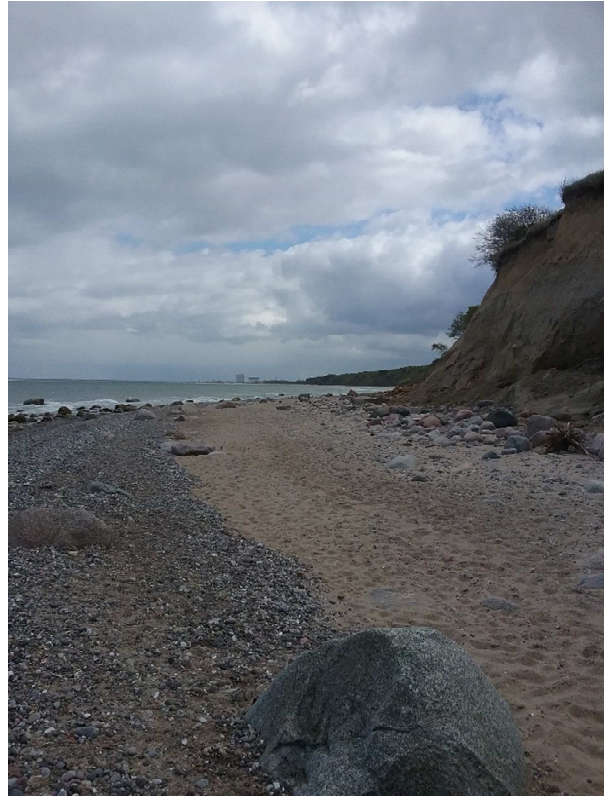
was tut sich an der Ostsee? Ein paar Informationen dazu wieder in dieser Folge. Wie hat sich der Klippenabbruch weiterentwickelt?



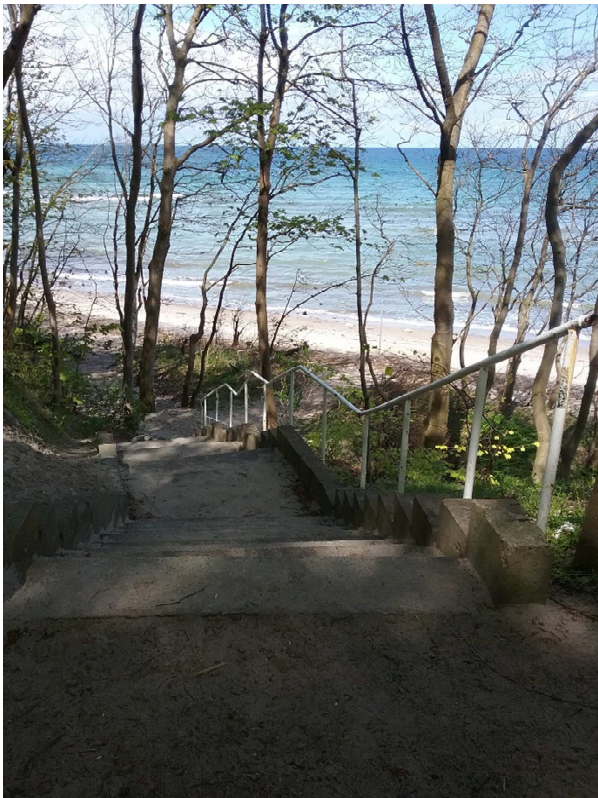
Steife Brise aus Nordwest: Das Meer knabbert weiter



Nahe Klippenabbruch Strukturen aus Sand



Ein bewölkter Tag



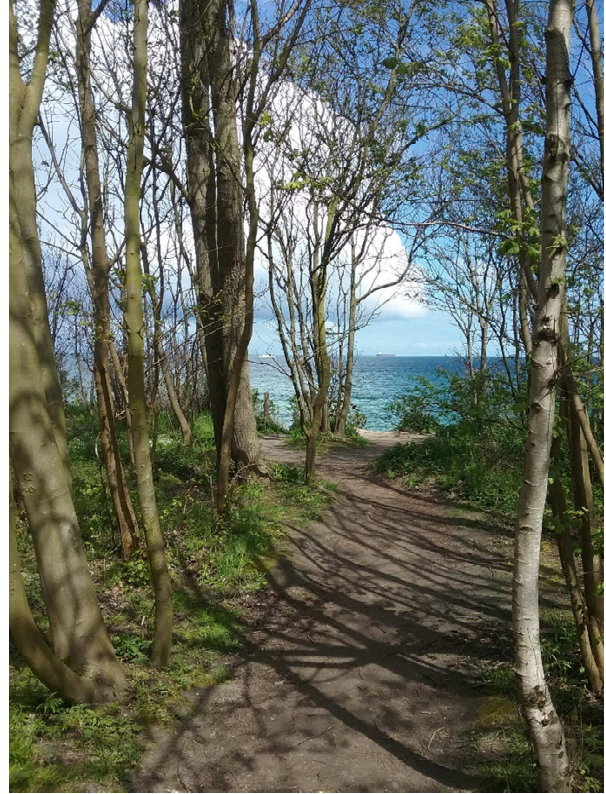
Dünenaufgang Nr 36 bei der Wilhelmshöhe



Lauschiges Fleckchen über den Klippen



Lauschiges Fleckchen: Blick nach Westen



Unterwegs (Höhe Ostseeland): Blick aufs Meer



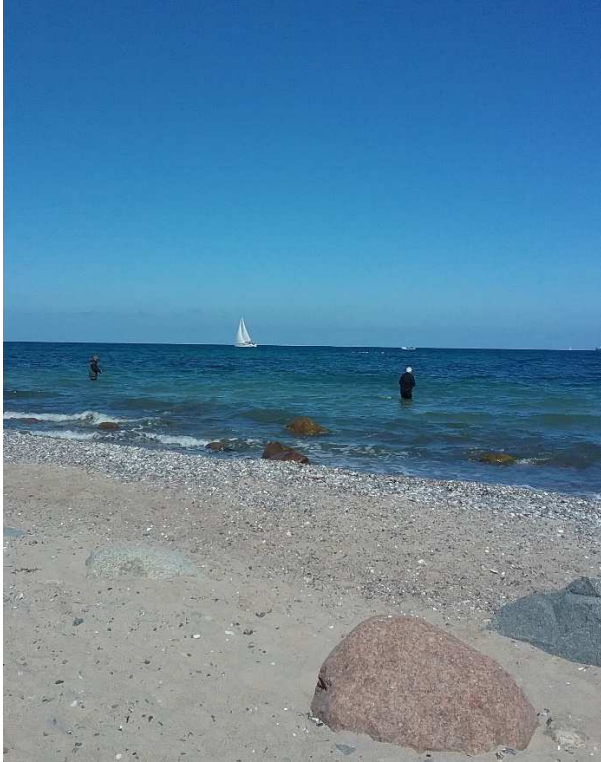
Kühe und Möwen auf einer Weide beim Hotel Ostseeland



Steife Brise aus Nordwest



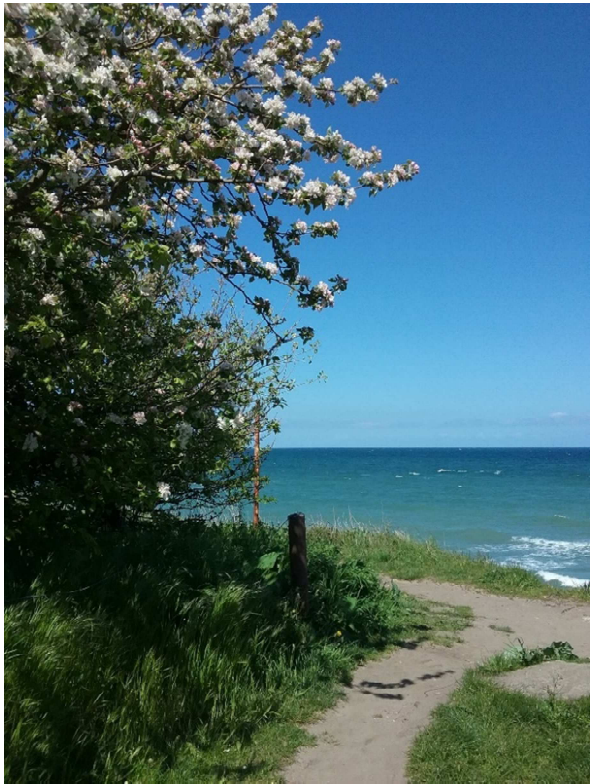
Der Wind hat sich abgeschwächt: Seeschwalben an ihren Nestern schwärmen (es ist wie ihre Art von Disco; sie trainieren ihre Wendigkeit im Flug und pflegen soziale Kontakte; denn weit oben patrouillieren die Möwen den Strand entlang, immer auf der Suche nach Futter). Ein Video findet ihr unter: <http://www.harald-kunde.de/pdf/Seeschwalben.mp4>



Angler im Meer



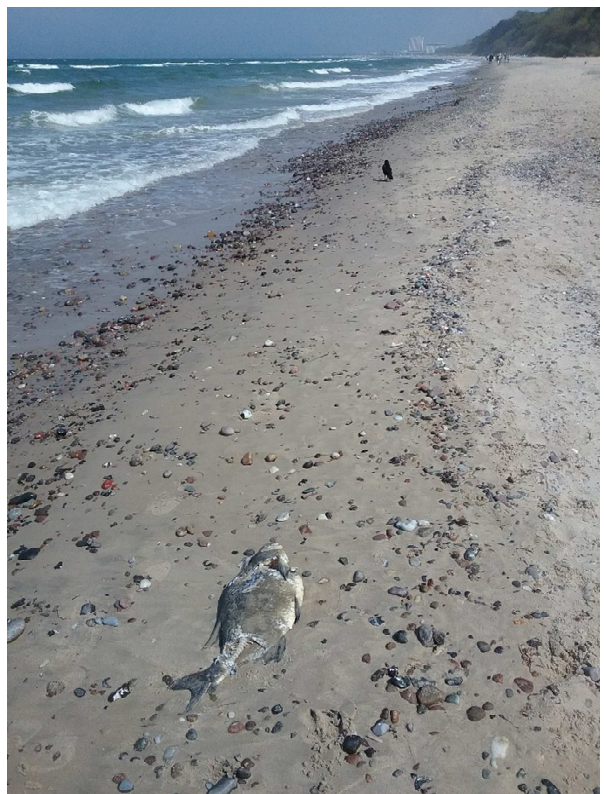
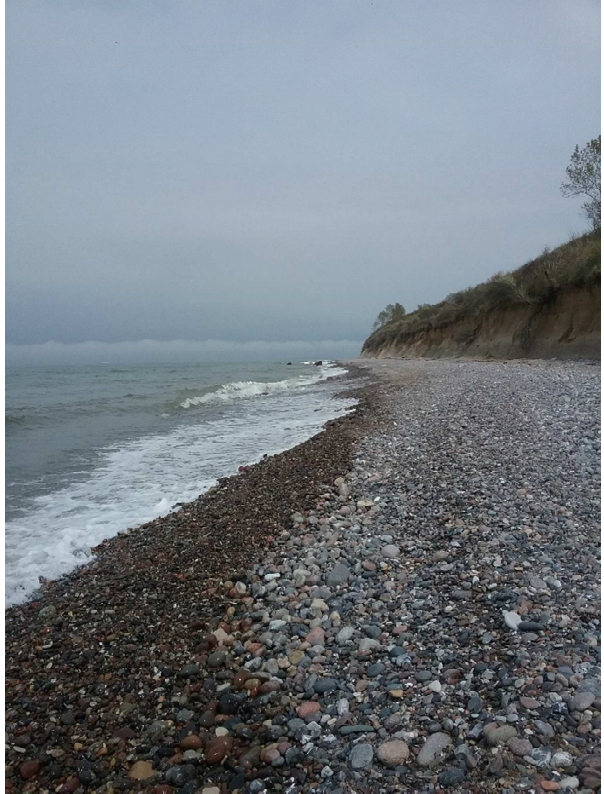
Taucher im Meer



Unterwegs: Blick von den Klippen



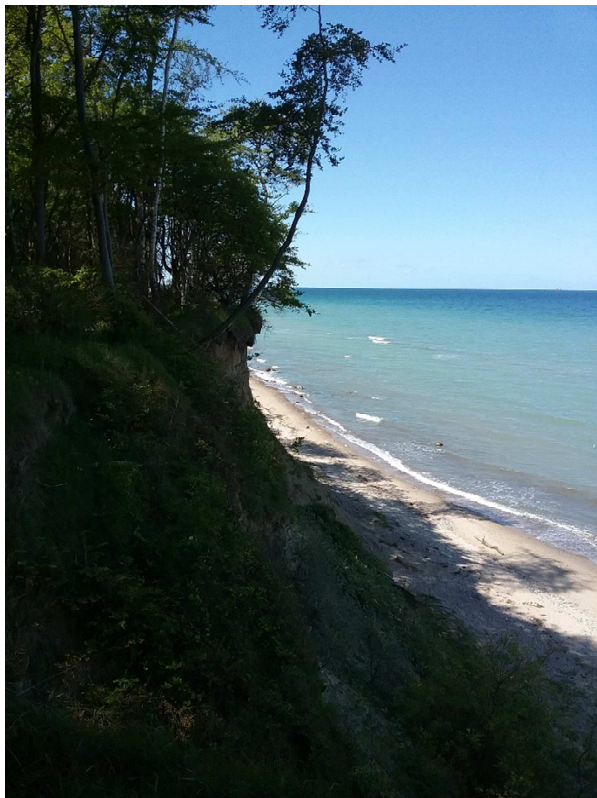
Fallblüte



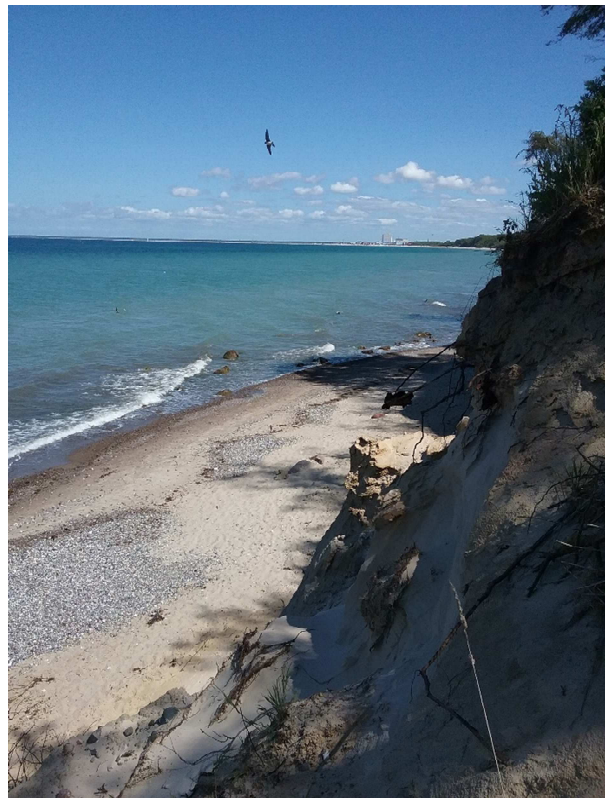
Nebel über Stoltera (auf dem Weg vom 12.Meridian zur Wilhelmshöhe)      Angeschwemmter Plattfisch und wartende Krähe



Seeschwalben schwärmen an den Klippen bei Dünenaufgang 38



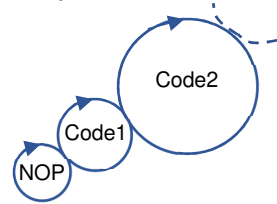
Blick von den Klippen



Blick von der Treppe bei Dünenaufgang 38

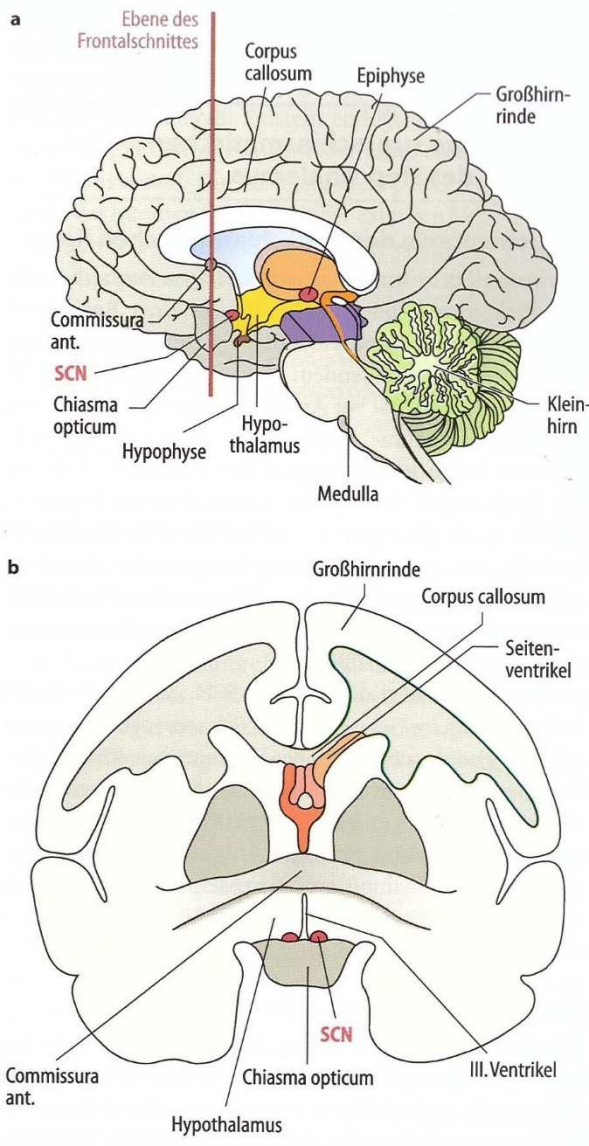
Nun zu unserem Begleitthema. Es geht um Schlaf und Traum. Die meisten der folgenden Inhalte sind der aktuellen 7. Auflage des Schmöckers „Biologische Psychologie“ von Birbaumer und Schmidt entnommen. Aber auch interessante neue Ergebnisse aus Artikeln in Fachzeitschriften habe ich eingeflochten.

Ich beginne zunächst mit einem Seitenblick in die Informatik, zur Funktionsweise von Computern. Heutige Computer – nicht Quantencomputer - verarbeiten Instruktionen in serieller Manier. Die zugrundeliegenden Prozessoren erzeugen dabei, könnte man sagen, ein Blasen-Universum. Jeder Prozessor hat einen Leerlaufzyklus. Dieser besteht aus einem einzigen Befehl: NOP (no operation). Auf diesen Befehl springt der Prozessor ständig. Die Frequenz, in der er das tut, ist die sog. Taktfrequenz. Mehrere Gigahertz sind heutzutage Standard. D.h. der Prozessor ist mehrere Milliarden Mal pro Sekunde faul. Seine Faulheit birgt aber ein großes Potenzial. Denn interessant wird es, wenn der Zyklus durch Interrupts unterbrochen wird. Dann springt der Prozessor auf ein Stück Code, das durch den Interrupt bezeichnet wird. In diesem Code ist i.d.R. der Sprung auf weiteren, umfangreicheren Code enthalten und irgendwann landet man im Priogramm eines JAVA-Programmierers. Er hat Code erzeugt, der den Prozessor so schnell nicht wieder freigibt. Allerdings hat er die Rechnung ohne das Betriebssystem gemacht. Dieses sitzt zwischen ihm und dem Prozessor und stellt sicher, dass auch andere Programme an die Reihe kommen. Damit es dabei halbwegs gerecht zugeht, hat das Betriebssystem normalerweise einen eigenen sog. Round-Robin-Zyklus. In diesem Zyklus vergibt es die Ressourcen des Rechners. Wie im richtigen Leben hat sich die Komplexität natürlich längst erhöht – auch wenn das Grundprinzip weiterhin gilt. Inzwischen verwalten Betriebssysteme mehrere Prozessoren und haben Dienstleistungsbeziehungen zu anderen Betriebssystemen, die sich z.B. darauf spezialisiert haben, die Ressource Speicher (schnellen, mittelschnellen, langsameren) zu verwalten. Was hat das alles mit Schlaf und Traum zu tun?



Es geht um *Zyklen*. Schlaf und Traum liegen auch Zyklen zugrunde. Vor ca. 20 Jahren war ich einmal in einem Vortrag eines Prof. Walter, einem Chemiker - emeritiert. Ich hatte damals den Eindruck, dass er uns mit seinem Vortrag eine Art Vermächtnis hinterlassen wollte. Seine Erkenntnis, dass die Welt in Zyklen organisiert sei. Manche kurz, andere sehr lang. Beispiele waren etwa die Lebenszyklen von Sternen, verschiedenster Lebewesen oder des Zitronensäurezyklus in solchen Organismen. In unserem Zusammenhang ist der *Schlaf-Wach-Zyklus* interessant. Er hat eine Periode von ca. 24h, allerdings nur dank äußerer Rückkopplung durch Licht, Wecker, soziale Interaktionen. Ohne diese Rückkopplung, also rein endogen, wäre der Zyklus in etwa bei 26h. Bei Versuchen über längere Zeiträume von Isolation hat man aber auch schon Erhöhungen auf bis zu 32h festgestellt, die man sich lt Birbaumer/Schmidt bisher nicht erklären kann. Ich biete folgende Erklärung an: Die Versuchspersonen waren Rentner so wie ich. Übrigens ist der Zyklus bei Säuglingen in den ersten *15 Wochen* noch chaotisch. Und erst im Alter von *20 Wochen* ist er dann lt Birbaumer/Schmidt mit dem Rhythmus der Eltern synchronisierbar. Man konnte den Verursacher des Schlaf-Wach-Zyklus im Gehirn lokalisieren. Es handelt sich um ein Teilnetz von ca. 16.000 Neuronen im sog. Hypothalamus. Birbaumer/Schmidt nennen es abgekürzt *SCN*. Das ist eine Struktur, die unterhalb des Balkens und neben der Sehnerv-Kreuzung (Chiasma opticum) liegt, wie das nachfolgende Bild zeigt. Die Funktionsweise dieses SCN basiert grob auf einem Programm zweier Gene, der sog. *per*- und *cry*-Gene. Ich gehe darauf nicht weiter ein. Wichtig ist, dass sie 2 Proteine transkribieren, die in einer Reaktionskette mit einem 3. Protein nach ca. 24h wieder abgebaut sind, sodass der Zyklus von vorne beginnen kann. Glutamat, das durch Lichteinwirkung erzeugt wird, kann die Dauer verkürzen. Die Nähe von SCN zur Sehnerv-Kreuzung scheint von Vorteil. Wobei es neben den Augen noch andere hell-dunkel-sensitive Bereiche gibt. Wusstet ihr, dass die Kniekehle ein solcher Bereich ist? Ich wäre auf die nie gekommen. Aber das eröffnet natürlich völlig neue Möglichkeiten. Wenn ihr z.B. in der

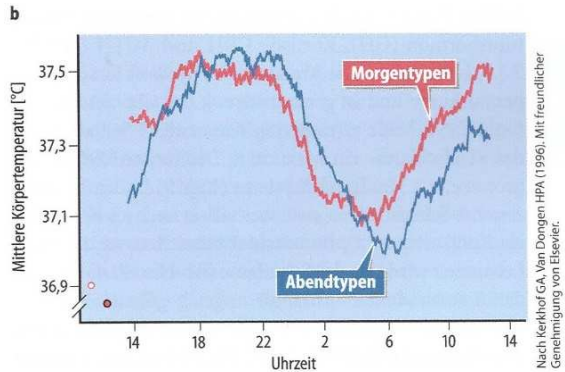




**Abb. 22.4a, b. Lage des suprachiasmatischen Kerns (SCN) im Gehirn.** a Sagitaler Schnitt, b Koronalschnitt auf Ebene des Chiasma opticums. Der SCN ist im Hypothalamus über dem Chiasma lokalisiert, jeweils lateral am vorderen Teil des III. Ventrikels

Savanne unterwegs seid, so empfiehlt es sich offensichtlich, kurze Hosen zu tragen, weil man auf diese Weise einen Löwen, der sich von hinten anschleicht, früher erkennen kann. Natürlich müsste man auch so gehen, dass die Sonne im Rücken steht. Die Sonne müsste auch schon möglichst tief stehen, damit der Löwe einen Schatten auf die Kniekehle wirft. Dies ist auch aus einem anderen Grund sinnvoll. Es gibt nämlich weitere Zyklen. Zu nennen ist hier ein Zyklus zur Schmerzempfindlichkeit. Lt Birbaumer/Schmidt ist das Maximum der Schmerzempfindlichkeit zwischen 0 und 4 Uhr und am schmerzunempfindlichsten ist man zwischen 12 und 18 Uhr. Schon aus diesem Grund empfiehlt sich also der Gang durch die Savanne bei tief stehender Sonne am Nachmittag.

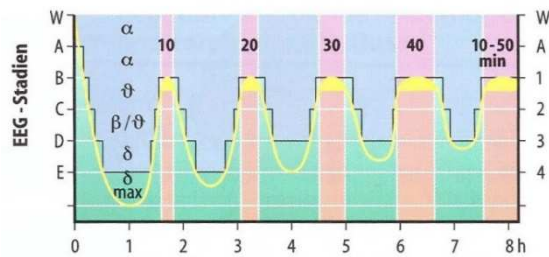
Es gibt aber noch weitere Zyklen im Zusammenhang mit Schlafen und Wachen. Da ist der Körpertemperaturzyklus zu nennen, dessen Verlauf das nachfolgende Bild zeigt.



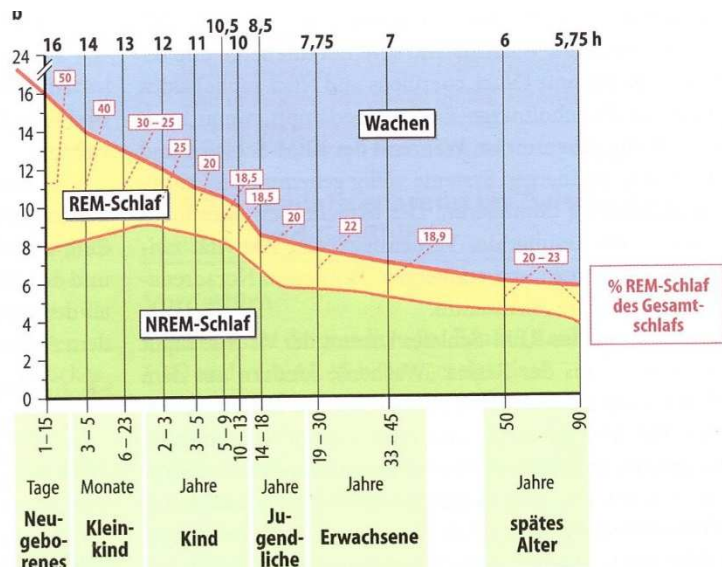
Birbaumer/Schmidt empfehlen, bei fallender Körpertemperaturflanke zu Bett zu gehen. Warum sie auch empfehlen, die Füße vor dem Schlafengehen zu wärmen, erschließt sich nicht aus obigem Bild, sondern man muss dazu noch wissen, dass die Wärme im Schlaf in die Extremitäten verlagert wird. Warme Füße sind damit sozusagen vorweggenommenes Potenzial. Birbaumer/Schmidt betonen sogar, dass der Effekt des Füße Wärmens deutlich wirksamer wäre als die Einnahme des schlaffördernden Mittels Melatonin. Man erkennt auch, dass der Körpertemperaturzyklus für einen abendlichen Spaziergang in der Savanne kontraproduktiv ist (der Löwe mag lieber wärmeres Fleisch). Auch die Evolution macht offenbar Fehler.

Es gibt weitere Einflüsse auf den Schlaf-Wach-Zyklus, homöostatische (wie etwa über Adenosin – lt Birbaumer/Schmidt ist Adenosintriphosphat (ATP) der wichtigste Energielieferant für den zellulären Stoffwechsel; gibt es den Phosphor an die Zelle ab, reduziert es sich zu Adenosin, das im Laufe der Zeit akkumuliert – wir werden müde; mit dem Tiefschlaf wird Adenosin abgebaut; die Wirkung von Koffein als Aufputscher resultiert z.B. daraus, dass es Adenosin-Rezeptoren blockiert) und den Nahrungszyklus, auf die ich hier nicht weiter eingehe. Ein wichtiger weiterer Zyklus innerhalb des Schlafes ist der ca. 90-minütige BRAC (basic-rest-

activity-cycle). Er unterteilt unseren Schlaf in mehrere BRAC-Phasen, 5 sind es im Normalfall. Die ersten 4 Stunden des Schlafs werden als Kernschlaf bezeichnet. In ihm finden laut Birbaumer/Schmidt die meisten Erholungsprozesse statt. Man erkennt, dass die sog. REM-Phasen (rosa Balken) mit späteren Phasen länger dauern, die Tiefschlafphasen jeweils davor dafür entsprechend gekürzt sind. In den REM-Phasen treten die Augenbewegungen auf, die der Phase den Namen gaben (rapid-eye-movement) und es treten Fingerzucken und andere körperliche Aktivitäten auf. So tritt bei einigen über 50-Jährigen gelegentlich die sog. RBD-Schlafstörung (ungewöhnliches Verhalten im REM-Schlaf) auf – aus dem Artikel von Arnulf im Spektrum der Wissenschaft 1.19: *Die Patienten schlagen um sich und verprügeln oder verletzen unsichtbare Gegner. In etwa 20% der Fälle zeigen sie nichtaggressives fiktives Verhalten: Sie rauchen scheinbar Zigaretten, kaufen oder verkaufen Dinge, essen, trinken Kaffee und dergleichen.* Den Jüngeren mit Partner unter uns könnte also noch manche Überraschung bevorstehen.



Wie sich der Schlafrhythmus mit dem Alter entwickelt, zeigt nebenstehende Grafik aus Birbaumer/Schmidt's Buch. Was man der Grafik nicht entnehmen kann, ist eine weitere Besonderheit für Ältere. Ab 50 Jahre verdient die Tiefschlafphase (NREM) ihren Namen nur noch eingeschränkt. Birbaumer/Schmidt teilen diesen Schlaf nämlich noch in 4 Stadien ein (B-E in obigem Bild), von denen D und E richtig tief und B und C näher am Wachzustand sind. Ihr ahnt es schon, Ältere müssen sich auf B und C beschränken, was ein Indiz sein könnte, dass die



Verlauf des menschlichen Lebens. Neben dem Rückgang der Gesamtschlafzeit ist u. a. die starke Abnahme der REM-Schlafdauer nach den ersten Lebensmonaten bemerkenswert

Restauration auch nur noch eingeschränkt funktioniert. Dafür spricht, dass für manche Demenzkranke der Tiefschlafanteil bis auf 0 reduziert sein kann. Evolutionär kann das, denke ich, zwei Ursachen haben. Der Körper denkt sich, bei dem Alten rentiert sich die Restauration eh nicht mehr. Oder alte Leute gehörten zum bevorzugten Beuteschema des Löwen, weshalb es sinnvoll war, dass sie verstärkt nahe dem Wachzustand waren.

Ich hatte im April-Newsletter darauf hingewiesen, dass Träume nicht nur in der REM-Phase, sondern auch in der Tiefschlafphase auftreten (Artikel von Prof. Isabelle Arnulf im Spektrum der Wissenschaft 1.19 <https://www.spektrum.de/magazin/warum-traeumen-wir/1408638>). Sie würden dann nur nicht so oft erinnert (50% gegenüber 80% in REM-Phase). Im Artikel steht auch noch, dass in Träumen der REM-Phase die Amygdala oft auffällig aktiv ist, diese Träume daher intensiver wären. Ich habe ganz übersehen, dass dieser Artikel eigentlich ein Indiz dafür ist, dass Träumen tatsächlich nichts anderes ist als eine Geschichte über einen ungeordneten Zustand unseres Gehirns beim Aufwachen zu stülpen – durch unseren Geschichtenerzähler.

Das Indiz liegt darin, dass Träume in jeder Phase auftreten und in der Phase des Aufwachens unser Geschichtenerzähler Ordnung schafft, damit der Therapeut eine plausible Geschichte kriegt. Ein weiterer Grund für diese These liegt in der Energieeffizienz: Die Geschichte wird erst konstruiert, wenn der Bedarf da ist. Zur Erinnerung: Leser und ich hatten diskutiert, ob Träume im Schlaf stattfinden oder erst mit dem Aufwachen. Und wir waren ja zu keinem Ergebnis gekommen. Der Artikel von Arnulf bestärkt mich jetzt doch mehr in der Ansicht, dass zwar Erlebenszustände im Schlaf stattfinden, die Geschichte dazu aber erst durch den Geschichtenerzähler im Wachzustand erstellt wird. Dafür spricht auch die Verwirrtheit nach dem Aufwachen (aus dem letzten Traum), die Birbaumer/Schmidt beschreiben. Als weiteres Indiz spricht dafür, dass Antidepressiva lt Birbaumer/Schmidt zwar REM und PGO blockieren, dass aber Träume trotzdem erhalten bleiben. PGO steht hier für sog. PGO-Wellen, die vom oberen Hirnstamm erzeugt werden und mit den raschen Augenbewegungen korrelieren. Birbaumer/Schmidt vermuten, dass sie an der häufigen Reorientierung und den Szenenwechseln im Traum beteiligt sein könnten. Szenenwechsel klingt nach Ereignismodellen, die wir im Event-Horizon-Modell von Radvansky und Zacks kennengelernt haben (Mai-Newsletter). Ein Wechsel in diesen im Gehirn repräsentierten Modellen würde einem Szenenwechsel entsprechen. Birbaumer/Schmidt unterscheiden aber auch an einer Stelle zwischen Traum und Traumberichten. Sie weisen darauf hin, dass solche Berichte für Träume aus REM-Phasen mehr sensorische Anteile enthalten, für solche aus NREM-Phasen abstrakter sind (geringerer ICH-Bezug). Wer also mathematische oder physikalische Probleme lösen will, sollte sich eher zu NREM-Phasen wecken lassen. Leider erinnert man sich dann auch schlechter an die Inhalte. Ein Indiz, das gegen die Vorstellung „Traum als nachträgliche Geschichte zu Erleben im Schlaf“ spricht, sind die sog. Luziden Träume. In diesen kann der Träumende selbst als Beobachter teilnehmen und den Traum teilweise steuern. Birbaumer/Schmidt berichten davon, dass diese Fähigkeit sogar trainiert werden kann, um Albträume abzumildern. Ich bin skeptisch. Ich erinnere an unseren März-Newsletter, in dem sich Probanden nach Reizung einer bestimmten Stelle des Frontalhirnlappens fühlten, als ob sie im Raum schweben würden und sich selbst von oben sehen könnten. Das Trainieren ist allerdings eine Tatsache. Nur, was wird trainiert? Trainiert wird doch eine Distanz zu starken Gefühlen eines Traums. Dass dies dann als Beobachtung seiner selbst im Traum gesehen wird, könnte schon Interpretation sein. Und die Steuerung? Könnte eine Mär von Handlungskompetenz und Resultat der größeren gefühlsmäßigen Distanz sein. Denn man steuert sicher nicht in andere starke Gefühle, sondern in Reduzierung des Gefühlsanteils (was man trainiert hat). Dennoch ist nicht auszuschließen, dass bei Luziden Träumen der Geschichtenerzähler bereits in den Traum eingebunden ist.

Wenn sie nicht spezifisch für das Träumen sind, was ist dann die Bedeutung der REM-Phasen? Birbaumer/Schmidt geben einen interessanten Hinweis. Der Anteil der REM-Phasen ist bei frisch Geborenen extrem. Andererseits sind sie ja noch nicht in der Lage, ihre Umwelt wahrzunehmen – die Sensorik muss sich erst entwickeln. Birbaumer/Schmidt vermuten, dass die REM-Phasen dieses Manko kompensieren und das Sensorik-System im Gehirn trainieren. Es gibt nach ihrer Meinung eine deutliche Korrelation mit der Reifung des zentralen Nervensystems, speziell der sensorischen Systeme. Später würde diese Funktion kaum noch gebraucht, deshalb würden die REM-Phasen reduziert. Ich denke, das kann den Überhang der REM-Phasen im Säuglingsalter erklären, aber nicht den Teil der Funktion, der ja bis ins Alter erhalten bleibt. In dem Teil könnten Entsorgung von Proteinschrott und Konsolidierung von Assoziationen zum sensorischen System wie beim motoneuronalen Teil eine entscheidende Rolle spielen. Denn nach Birbaumer/Schmidt enthält jedes sensorische System auch ein eigenes sensorisches Gedächtnis. Mindestens in diesem Teil könnten in der REM-Phase Aufräumarbeiten, Konsolidierung von Assoziationen und Abstraktionen stattfinden.

Die Beachtung obiger Zyklen ist wichtig. In bestimmten Fällen, etwa bei Schichtdienst oder Jetlag durch längere Flüge, lassen sich Störungen nicht vermeiden. Birbaumer/Schmidt

weisen darauf hin, dass viele Katastrophen, wie die Nuklearkatastrophe von Tschernobyl oder die meisten Autounfälle v.a. von Lastwagen „am Nadir der zirkadianen Periodik“ von 1 bis 4 Uhr nachts passieren. Ich habe daraufhin nachgeschaut und festgestellt, dass Trump wohl um 9:51 Uhr geboren wurde. Es besteht also noch Hoffnung. Das Problem der Jetlags ist für Ost-West-Reisen weniger kritisch als bei West-Ost-Reisen, da der menschliche Organismus Verlängerungen des Schlaf-Wach-Zyklus eher verkraftet als Verkürzungen. Aus dieser Tatsache und der, dass die Erde rund ist, könnten Physiker die Strategie ableiten, dass ein Flug z.B. nach Thailand gesundheitlich besser verkraftet wird, wenn man über Amerika und den Pazifik fliegt.

Untersuchungen an anderen Tieren zeigten, dass offenbar alle Tiere mit einem zentralen Nervensystem schlafen<sup>1</sup>. Das gilt für den Fadenwurm *C.elegans* mit seinen 302 Neuronen und exakt immer 959 Körperzellen<sup>2</sup> ebenso wie für Wirbeltiere. Gilt es auch für Insekten? Erst vor wenigen Jahren gelang es verschiedenen Forschergruppen, den Schlaf der Insekten eindeutig nachzuweisen. So fanden Wissenschaftler der Technischen Hochschule in Darmstadt heraus, dass die Arbeiterinnen im Bienenstock keineswegs rund um die Uhr mit dem Sammeln von Nektar und Pollen beschäftigt sind. Nach getaner Arbeit ruhen sie sich nachts aus. Sie sitzen reglos am Rande der Waben, lassen Kopf und Fühler sinken und fahren ihren Stoffwechsel herunter. Auch Kopffüßer schlafen (siehe <https://www.sueddeutsche.de/wissen/oktopusse-die-aliens-sind-unter-uns-1.3443913>). Für Spinnen habe ich nichts gefunden. Aber Schlaf ist auch nicht gleich Schlaf. Während man eine mehrminütige Ruhestellung von *C. elegans* so interpretiert, schlafen Fledermäuse bis zu 20, eine Giraffe etwa 4, wir Menschen 6-8 Stunden pro Tag. Wie lange der Tümmler schläft, weiß ich nicht, aber sein Schlaf hat eine andere erstaunliche Eigenschaft: Der Tümmler kann abwechselnd mit linker und mit rechter Hemisphäre schlafen. Diese Fähigkeit teilt er mit vielen Vögeln. So kann dies z.B. auch der Fregattvogel. Dieser schläft pro Tag 42 Minuten und das tut er auch während des Flugs. Die Muskelspannung in den Flügeln bleibt dabei erhalten, der Kopf kann schon einmal wegsacken. Ob Menschen das auch lernen könnten? Wenn ihr jemandem begegnet, der wie ein Roboter mit euch redet, dessen linker Arm schlaff herunterhängt und der euch nur mit dem rechten Auge ansieht, dann solltet ihr in Erwägung ziehen, dass derjenige es vielleicht geschafft hat, nur mit seiner rechten Hemisphäre zu schlafen. Man vermutet, dass gerade die Tiere diese Fähigkeit entwickelt haben, die sonst erhöhte Gefahr liefen, Beute zu werden. Beim Tümmler kommt die Notwendigkeit des Luftholens hinzu.

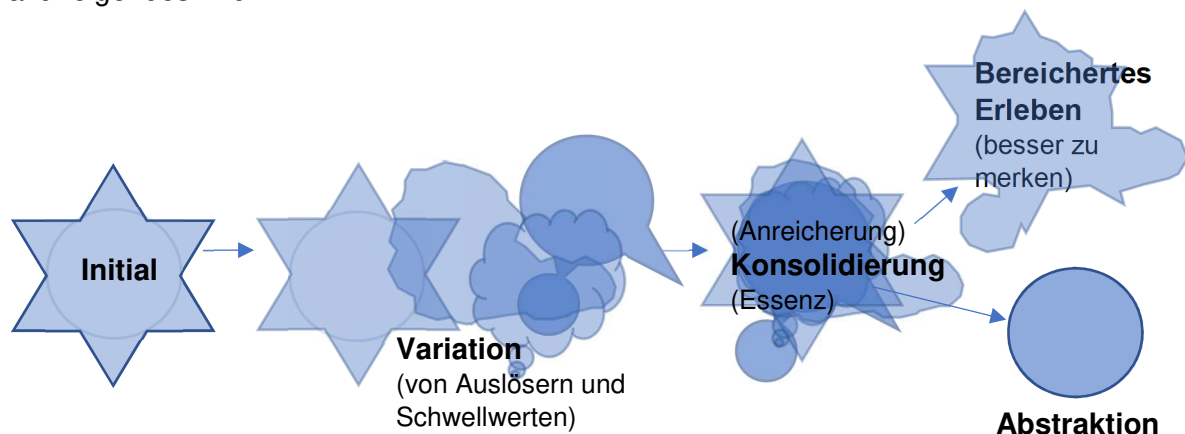
Diese weite Verbreitung des Schlafs im Tierreich weist schon darauf hin, dass die schlafsteuernden Systeme im Gehirn in evolutionsgeschichtlich alten Strukturen zu finden sind. Das bestätigen Birbaumer/Schmidt durch die Lokalisation in Zwischen-, Mittel- und Stammhirn. Ein Mensch würde also auch ohne Großhirn schlafen. Allerdings wirken Teile des Vorderhirns, des Thalamus und Hypothalamus „schlaffördernd“, wie Birbaumer/Schmidt schreiben.

Warum brauchen wir Schlaf, ebenso wie anscheinend die meisten Tiere mit einem Nervensystem? Bekannt ist, dass man durch Schlafentzug stirbt. Davor kommt es zu Störungen des Immunsystems, begleitet von Halluzinationen bis zu Wahnvorstellungen, und anschließend zum Versagen einzelner Organe wie Niere, Lunge, Herz. Es muss also schon etwas Essenzielles mit dem Schlaf verbunden sein. In der Ausgabe 06/2019 von Gehirn&Geist des Spektrums der Wissenschaft findet sich ein kurzer Forschungsbericht des Schlafforschers Appelbaum. In diesem berichtet er, dass in einem Tierexperiment festgestellt wurde, dass im Schlaf sog. Doppelstrangbrüche der DNA-Doppelhelix in Nervenzellen repariert würden. Für diese Reparatur wäre eine gewisse Beweglichkeit der Chromosomen erforderlich, die bei

<sup>1</sup> Den Begriff sollte man nicht zu wörtlich nehmen. So haben Kopffüßer eigentlich 5 Gehirne und der Mensch z.B. mit dem Darmgehirn (hat immerhin 100 Millionen Neuronen) noch ein zweites Gehirn.

<sup>2</sup> Für alle Verschwörungstheoretiker unter euch: Die Primfaktorzerlegung von 959 ist  $7 \cdot 137$  und 137 ist die Inverse der Feinstrukturkonstante (allerdings nur bis auf  $\sim 0,036$ ), einer heiligen Konstante der Physik (weil dimensionslos). Dem Wurm dürfte das allerdings eher wurst sein.

aktiven Nervenzellen im Wachzustand nicht gegeben wäre. Birbaumer/Schmidt schreiben in ihrem Buch, dass die Entwicklung der verschiedenen Phasen (speziell REM) evolutionsgeschichtlich unklar sei, dass aber gesichert wäre, dass die ersten 4 Stunden unseres Schlafs (der sog. Kernschlaf) eine klar restaurative Funktion haben. Interessant ist, dass in den REM-Phasen durch Blockung im Rückenmark eine extreme tonische Muskelhemmung erreicht wird, dass aber gleichzeitig Aktivitätsmaxima an Motoneuronen gemessen werden (Neuronen die der motorischen Steuerung zuzurechnen sind). Lt Birbaumer/Schmidt erklärt dies vielleicht auch, warum wir in manchen Träumen das Gefühl haben, wie gelähmt zu sein, dem Geschehen ausgeliefert. Entsprechend werden während der REM-Phase sensorische Peripherie gehemmt, das sensorische Zentrum dagegen aktiviert. Einsichtig ist die Hemmung muskulärer Aktivität, um den Schlaf nicht zu stören. Was aber ist der Grund der hohen Aktivität der Moto- und Sensoneuronen? Forscher vermuten, dass hier Assoziationen konsolidiert und teilweise auch verstärkt werden. Wenn wir etwa gerade den Führerschein machen, wird vielleicht die Abfolge Kupplung drücken, schalten, Kupplung kommen lassen, Gas geben, bremsen – *nein, nicht bremsen! Idiot! Was machst du denn wieder?!* (Amygdala sehr aktiv) – trainiert. Und wenn wir aufwachen, tasten wir unseren Kopf ab. Gott sei Dank! Keine Platzwunde. Wenn man berücksichtigt, dass Forscher inzwischen eine Art Entsorgungssystem im Gehirn (Entsorgung von Proteinschrott) entdeckt haben<sup>3</sup>, spricht offenbar viel für diese Restauration im Schlaf, von der Birbaumer/Schmidt schreiben. Im Rahmen dieser Aufräumarbeiten werden auch Assoziationen verstärkt oder verworfen. Der Mechanismus – meine Vermutung – könnte eine Variation von Auslösern und der Schwellwerte von Neuronen sein (was bewährt sich, was nicht). Man könnte sich das vorstellen wie eine Art Wind im Gehirn, der testet, was überdauern kann. Wenn es so wäre, würden aber auch Assoziationen teilweise miteinander verknüpft - die einander nahe sind in dem Sinn, dass sie ähnliche Auslöser haben - was einer Bereicherung entspricht. Denkbar scheint mir auf diese Weise sogar eine Bildung von Abstraktionen, was dieses Phänomen erklären könnte, dass man im Schlaf Lösungen eines Problems finden kann. Die Variation der Schwellwerte muss unter kontrollierten Bedingungen erfolgen, weshalb motorische Reflexe unterdrückt werden müssen. Dazu folgendes Bild:



(Das Bild enthält überlappende neuronale Netze in symbolischer Form, die Form symbolisiert verschiedene Erlebnisinhalte zu aber ähnlichen Auslösern. Konsolidierung und Abstraktion erfolgen dabei nicht wirklich in eigenen Schritten, sondern mit jedem Variationsschritt schält sich die Abstraktion heraus bzw. wird der Erlebnisinhalt angereichert).

*Meine Vermutung:* Die Variation liefert verwandte Erlebnisinhalte. Erweiterung von Assoziationen liefert angereicherte Erlebnisinhalte (die durch die Anreicherung besser im Gedächtnis bleiben), Fokussierung auf gleichermaßen aktivierte Inhalte liefert Abstraktion.

<sup>3</sup> Siehe Artikel „Drainage Nächtliche Gehirnwäsche“ von Maiken Nedergaard und Steven A. Goldman im Spektrum der Wissenschaft 1.19 (Link: <https://www.spektrum.de/magazin/neurobiologie-das-glymphatische-system-des-gehirns/1427405>)

Die Hemmung des Muskeltonus durch bestimmte Zellen des Rückenmarks kann temporär oder dauerhaft gestört sein. Birbaumer/Schmidt beschreiben das Beispiel einer Katze, deren hemmende Zellen zerstört wurden. Die Katze blieb dadurch während des Traums nicht liegen, sondern sprang auf die Beine und zeigte Jagdverhalten, schlief aber. Ich vermute, dass Schlafwandler entsprechend Probleme in der Unterdrückung des Muskeltonus in diesen Rückenmarkszellen haben. Arnulf erwähnt in ihrem Artikel übrigens, dass Schlafwandeln den NichtREM-Schlaf (NREM) betrifft.

Das bringt uns zu Schlafstörungen, deren Ursachen so zahlreich sind, dass es keinen Sinn macht, sie hier zu erörtern. Einen Typus, den viele von uns kennen, möchte ich herausgreifen: Man denkt zu viel über Sorgen nach und kann darüber nicht einschlafen. Bei Birbaumer/Schmidt steht dazu ein Begriff, den ich euch unmöglich vorenthalten kann. Solche Menschen hätten **zu wenig erlebte Selbsteffizienz**. Das ist ein wahrhaftig putziger Begriff, so kühl und doch so vieles implizierend. Ich stelle mir das Gespräch einer Pflegekraft, nennen wir sie Rosi, in einem Krankenhaus vor:

*Chefin: Warum wollen Sie kündigen?*

*Rosi: Ich habe zu wenig erlebte Selbsteffizienz in dieser Klinik.*

*(Chefin zeigt das „Große-Augen-Syndrom“, eine Vorstufe posttraumatischer Belastungsstörung)*

In der neuen Klinik, in der Rosi inzwischen arbeitet, hat man dieses Problem längst gelöst. Die MitarbeiterInnen können (freiwillig) nach getaner Arbeit an einem Resilienz-Programm teilnehmen, in dem Atemübungen gemacht werden und dabei über Elektroden am Kopf eine Stelle des Frontallhirnlappens angeregt wird, sodass die Betroffenen das Gefühl haben, zu schweben und sich von oben zuzuschauen. Entspannt und voll des Gefühls, den Laden heute wieder geschmissen zu haben, verlassen sie dann das Krankenhaus. Dieses Modell wird inzwischen in China fast in allen Betrieben und Hospitälern eingesetzt. Die MitarbeiterInnen kriegen dafür soziale Bonuspunkte, aber ansonsten ist die Teilnahme freiwillig. Der Erfinder dieses FLSD (frontal lobe stimulating device) – von manchen als Faraday'sches LSD verspottet - ist übrigens inzwischen Milliardär. Nein, ich bin es nicht.<sup>4</sup>

Eine zweite Wortschöpfung von Birbaumer/Schmidt zu chronischer idiopathischer Insomnie finde ich erheiternd: *Oft gehen diese Personen am ansteigenden Ast ihrer Temperaturkurve zu Bett, was mit Einschlafen unvereinbar ist.* Das wäre einen Eintrag in der Rubrik Hohlspiegel des SPIEGEL wert.

Nun zu den Träumen. Birbaumer/Schmidt behandeln Traumtheorien nur äußerst kurz. Natürlich wird die Psychoanalyse erwähnt. Diese hat sich wohl einmal zu der Aussage verstiegen, der Traum wäre der Hüter des Schlafes. Ich zitiere aus Birbaumer/Schmidt: *Der Traum ist keineswegs als Hüter des Schlafes zu interpretieren, ..., da wir aus Träumen häufiger erwachen, als aus Tiefschlaf-Episoden.* Weiter: *Freuds Wunscherfüllungstheorie erwies sich als nicht zutreffend, ebenso seine Spekulationen über die symbolische Bedeutung von Träumen. ... Wünsche sind als Traumhalte äußerst selten, in der Regel dominieren Ereignisse des vergangenen Tages. Trotz dieser Situation stellt die Traumdeutung nach wie vor eine wichtige Stütze der psychoanalytischen Behandlung dar, die sich, wie auch die übrigen Leitsätze dieses gedanklichen Spekulationsgebäudes, nicht mit den Ergebnissen neurobiologischer Forschung in Einklang bringen lassen.*

Das, denke ich, ist ziemlich deutlich. Trotzdem ein paar Überlegungen dazu, ob etwas dran sein könnte an der Traumdeutung. Wenn man davon ausgeht, dass Träume auftreten als Erlebniszustände während des Aufräumens unseres Gehirns im Schlaf, die nachträglich von unserem Geschichtenerzähler in Traumberichte gefasst werden, so bleibt die Frage, ob diese Erlebniszustände etwas bedeuten könnten. Freud hatte ja vermutet, dass es bei Menschen

---

<sup>4</sup> Die Geschichte ist natürlich rein fiktiv

mit psychischen Problemen (Neurosen, Depression, Schizophrenie, um die wichtigsten gem. psychoanalytischer Kategorien zu nennen) um Verdrängung ginge. Verdrängtes, das sich im Traum mangels Kontrolle unseres Bewusstseins Bahn brechen würde. Ich glaube, es war Jung, der dazu ein ganzes Gedankengebäude konstruierte, wie die Traumsymbole zu interpretieren wären. Egal. Wir hatten im Mai-Newsletter die Erdbeer-Frau kennengelernt, die langsam erblindete, sich aber das Erleben der Farbe Rot über die Kultivierung ihrer Erinnerungen an Erdbeeren bewahrte. Es war nicht erwähnt, ob sie auch von Erdbeeren träumte, aber denkbar wäre das natürlich. Wenn Erlebtes verdrängt wird, so wird dem Erlebten erst einmal gesteigerte Aufmerksamkeit zuteil. Man könnte sagen: Wer verdrängt, kultiviert Erlebtes, das er eigentlich verdrängen will. Und natürlich wäre denkbar, dass unser Geschichtenerzähler zu diesem Gefühlszustand einen Traumbericht erstellt, der die Verdrängung widerspiegelt. Denn als Interpret im Wachzustand muss er sich an die Tabus im Gehirn (Teil der Modelle – siehe Mai-Newsletter) halten. Ob die Psychoanalyse mit ihrem Ansatz, diese Verdrängung zu analysieren und damit um den Verdrängungsinhalt zu kreisen, um letztlich das Erlebte in Gesprächen aufzuarbeiten, richtig liegt und ob sie korrekt interpretiert, steht auf einem anderen Blatt. In jedem Fall setzt die Psychoanalyse damit eine weitgehende Standardisierung unserer Geschichtenerzähler voraus. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass Geschichtenerzähler als Interpret eher Funktionen gleichen, die mehrere verschiedene Ausgangswerte auf den gleichen Zielwert abbilden. Ein Rückschluss auf den Ausgangswert liefert damit i.d.R. eine Vielzahl von Möglichkeiten. Dies illustriert die folgende Geschichte:

In einer Zeit, in der Repräsentationen anderer Menschen in unserem Gehirn durch einen Interpret bildlich dargestellt werden konnten (wenn auch in geringer Auflösung), war es der Firma *brain drain* gelungen, dies auch auf Gehirne frisch Verstorbener auszuweiten. Das folgende Bild zeigt ein Beispiel einer ausgelesenen Repräsentation eines bayerischen Verstorbenen. Folgende Unterhaltung zweier Betrachter ist von unserem Reporter dokumentiert:



Betrachter 1 (mit bayerischen Wurzeln): *Des ist der Rudi – eindeutig!*

Betrachter 2: *Könnte das nicht Barack Obama sein?*

Betrachter 1: *Ah, geh' zua! Des ist der Rudi – hundertprozentig!*

Damit wissen wir in etwa, wie der Mensch namens Rudi im Gehirn von Betrachter 1 und Obama im Gehirn von Betrachter 2 repräsentiert sind. Aber wer das im Gehirn des Verstorbenen war, bleibt unklar.

Vor ähnlichen Problemen dürfte die Psychoanalyse stehen in der Interpretation des von unserem Geschichtenerzähler interpretierten und in eine halbwegs kohärente Geschichte überführten Erlebnisses, dem Traumbericht.

Wie funktioniert diese Traumdeutung in einer Behandlung? Der Therapeut fragt zu Beginn der Sitzung, ob der Patient heute etwas geträumt hat. Aufgrund der Erfahrung aus vorangegangenen Traumdeutungen versucht der Patient in dem, was er erzählt, Symbole, die sofort als sexuell-lastig erkannt wurden, zu vermeiden. Trotzdem gelingt es dem Therapeuten wieder, den Traum des Patienten auf einen Ödipuskomplex zurückzuführen. Dabei hatte der Patient nur erwähnt, dass er mit seiner Mutter im Auto gefahren wäre. Einen Einwand des Patienten wischt der Therapeut vom Tisch: „Nein, das Auto ist definitiv ein Träger sexueller Wünsche“. Ein Jahr später bringt der Patient seine Mutter um. Der Therapeut erklärt vor Gericht, dass es sich um eine sog. Übersprunghandlung gehandelt hätte. Letztlich hätte der Patient eine mögliche Ursache seines Ödipuskomplexes beseitigt.

Die prinzipielle Idee der Psychoanalyse ist wohl – neben dem Anspruch, Recht zu haben -, über die Gespräche letztlich beim Patienten gefühlsmäßige Distanz zum verdrängten Ereignis zu schaffen. Mehr dazu noch im nächsten Newsletter.

Im Artikel von Arnulf im Spektrum der Wissenschaft 1.19 findet sich folgende Statistik zu Trauminhalten (ausgewertet aus zigtausenden Träumen):

- 1 *Träume enthalten doppelt so viele negative wie positive Emotionen*
- 2 *Sex kommt selten vor: bei Männern in 2%, bei Frauen in 0,5% ihrer Träume*
- 3 *Die meisten Inhalte sind alltäglich, spielen im gewohnten Umfeld, und der Träumende hat es mit 2-4 Personen zu tun*
- 4 *Sog. typische Träume – Zähne fallen aus, man ist nackt, man fliegt – kennt fast jeder Mensch. Trotzdem machen sie weniger als 1% aller Träume aus. Wohl weil sie so markant sind, erinnert man sich jedoch an sie und spricht davon*
- 5 *Komplexe Alltagshandlungen wie Schreiben, Lesen oder Rechnen führen wir im Traum sehr viel seltener aus als in Wirklichkeit*

Den Punkt 1 finde ich interessant, weist er doch auf eine konsolidierende Funktion der Träume hin (das Negative des Tages wird primär verarbeitet). Natürlich könnte es auch sein, dass unsere Tage einfach scheiße sind (zumindest 2 von 3 Tagen).

Tja und dann habe ich im Artikel von Arnulf folgende Passage gefunden:

*Normale Träume kämen laut Hobson (Allan Hobson, Harvard University) schlicht dadurch zu Stande, dass das Gehirn versucht, das Sammelsurium an zusammenhanglosen Erregungen zu interpretieren, die der Hirnstamm generiert. Oder in den Worten des amerikanischen Neurologen Howard Roffwang von der University of Mississippi in Oxford: Ein Traum wird im Hirnstamm geboren und dann vom restlichen Gehirn angekleidet.*

Die Forscher nehmen außerdem an, dass ein „Aktivator“ im Hirnstamm die ersten Elemente beim Träumen auslöst.<sup>5</sup> Der Unterschied zu meiner Vorstellung scheint mir zu sein, dass sie die Interpretation in den Traum verlagern. Allerdings ist das eine andere Interpretation als die durch den Geschichtenerzähler. Diese Art Interpretation (Ankleiden) könnte gerade der Abruf von Assoziationen in höheren Teilen des Gehirns sein.

In der Ausgabe 06/2019 von Gehirn&Geist handelt die Titelgeschichte vom Wert der Träume. Der obigen Theorie von Hobson wird gegenübergestellt eine Theorie des finnischen Neurowissenschaftlers Antti Revonsuo. Nach ihm sind Träume ein im Lauf der Evolution entwickeltes mentales Trainingsprogramm. Mit dessen Hilfe bereiten wir uns auf potenziell gefährliche Situationen und Herausforderungen vor. Als Beispiele werden neben Flucht vor Feinden oder Verteidigung primär soziale Situationen angeführt: Verarbeitung von peinlichen Situationen oder von sozialer Ablehnung. Als Begründung wird einerseits angeführt, dass der Ausschluss aus der Gruppe für unsere Vorfahren den sicheren Tod bedeutete und andererseits, dass zwei Drittel aller Träume von jungen Erwachsenen bedrohliche Elemente enthalten. Der Psychologe Mark Blagrove sieht das ähnlich. Nach ihm ist eine wichtige Funktion von Träumen *die Einübung sozialer Situationen*. Er meint: „*Wahrscheinlich müssen wir bei der Verarbeitung solcher Themen auf Gedächtnisinhalte zugreifen, an die wir im wachen Zustand nur mit großer Mühe herankommen*“. Das klingt ein wenig nach Freuds Unterbewusstem. Im Artikel wird der Psychologe Schredl erwähnt, der zur Bedeutung von Träumen forscht. Er hat dazu bereits 14.600 eigene Träume in einer Datenbank hinterlegt. Er meint z.B., dass das Muster des Verfolgungstraumes klar sei und dass man in einem solchen Fall auf Vermeidungsverhalten im aktuellen Leben schauen sollte. Nach seiner Ansicht *intensiviert der Traum tagsüber Erlebtes und baut Dinge in einen größeren Kontext ein*<sup>6</sup>. *Er verbindet aktuell aufwühlende Erlebnisse mit früheren, kramt in unserem Gedächtnis und fügt*

---

<sup>5</sup> Die oben von Birbaumer/Schmidt erwähnten PGO-Wellen wären ein Kandidat für den Aktivator, würden sie nicht diese Augenbewegungen bewirken, die ja kennzeichnend für REM sind. Und REM ist ja eben nicht gleichbedeutend mit Träumen.

<sup>6</sup> Das würde zum Aspekt der Anreicherung von Assoziationen im Traum passen



die Funde zu gleichermaßen abstrusen wie metaphorischen Filmen zusammen. Blagrove stimmt dieser Ansicht inzwischen zu (*nachdem er jahrelang skeptisch auf die Bedeutung von Träumen geblickt hat*, wie er meint). Er berichtet von einem eigenen Traum, nachdem er seine Kinder am Tag davor in einer Situation, in der es eilig war und seine Kinder trödelten, angebrüllt hat. Er hätte im Traum etwas getwittert und der Tweet endete mit Worten in Großbuchstaben (er hätte also gebrüllt). Woraufhin im Traum jemand zurück twitterte: Verwende keine Großbuchstaben in Tweets. Der Traum hätte ihm zu Einsicht verholfen. Er meint: *Träume sagen nur selten etwas bahnbrechend Neues, doch sie ermöglichen uns, Dinge aus einem anderen Blickwinkel zu betrachten.*

Ich habe folgendes Problem mit obigen Einsichten zur Bedeutung von Träumen: Ich glaube, dass diese Psychologen das Thema nicht mehr objektiv betrachten. Wir hatten im Februar-Newsletter u.a. über die Bedeutung von Repräsentationen von Inhalten in unserem Gehirn nachgedacht. Ihr erinnert euch, dass die Hand etwa einen Großteil unseres Körperbildes im Gehirn ausmachte. So ähnlich ist es natürlich auch mit dem Traum. Wenn ich 14.600 eigene Träume aufschreibe, entwickelt das Phänomen Traum eine große Repräsentation in meinem Gehirn (alles, was ständig trainiert wird, ...). Auch der Geschichtenerzähler wird trainiert und erstellt immer ausgefeiltere Geschichten. Schredl berichtet davon, dass er eine Methode entwickelt hätte, um Träume zu teilen. Es handelt sich um die Einrichtung einer Gruppe zur gemeinsamen „Traumarbeit“. Die Methode erinnert mich sehr an die Beratertrainings, wo ein Berater ein Beratungsproblem schilderte, die anderen dann versuchten, das Problem zu verstehen und unter Nutzung von Hypothesen Lösungsvorschläge anboten, die dann gemeinsam besprochen wurden. Gruppen, in denen man die Methode anwandte, entwickelten angeblich stärkere Empathie, vor allem aber mehr Einsichten für Zusammenhänge ihres eigenen Lebens aber auch des von anderen. Mich erinnert das ein wenig an das Zusammensitzen von Stammesgemeinschaften abends am Lagerfeuer, wo dann einzelne Mitglieder Geschichten erzählten. Ich finde das durchaus anrührend, aber aus Sicht naturwissenschaftlicher Erkenntnis wenig erhellend.

Ganz zu Beginn des Artikels steht eine Erkenntnis von Schredl: *Der Psychologe entdeckte, dass die Träume von Menschen, die viel Musik hören, musizieren oder singen, auch mehr Musik enthalten. Und wer im Alltag komponierte, träumte eher von neuen Melodien.* Ich denke, das ist etwas, was man auch so vermutet hätte: Das, was starke Repräsentationen im Gehirn hat, wird auch gehäuft im Traum auftreten – schon allein deswegen, weil es für seinen Erhalt stärker trainiert werden muss. Warum träumen wir dann nicht häufiger von unseren Händen? Vielleicht tun dies ja die Kinder. Und wovon träumen alte Menschen? Dass das Toilettenpapier vorzeitig zur Neige ging?

Noch einmal zurück zu Arnulf. Sie schreibt in ihrem Artikel im Spektrum 1/19 an späterer Stelle: *Nach einer weiteren Theorie festigen Träume das Erinnern an tagsüber Erlebtes, indem sie dieses nochmals verändert durchspielen.* In diesem Satz steckt ein Wort, das ich sehr bemerkenswert finde: *verändert*. Es passt zur Vorstellung der Variation von Auslösern und Schwellwerten für die Festigung von Gedächtnisinhalten und zur Bildung von Abstraktionen. Gemäß Arnulf ist übrigens für das Lernen primär der **Nicht-REM-Schlaf** wichtig.

Damit schließe ich diesmal mit: *Gute Nacht!*