

DER FREIE WILLE

UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG

DER ARBEITEN BENJAMIN LIBETS

Pascal Wallisch
Freie Universität Berlin
Matrikelnummer 34 0 34 68
Tel.: 030 / 83 22 98 14

1 Der freie Wille - Einleitung

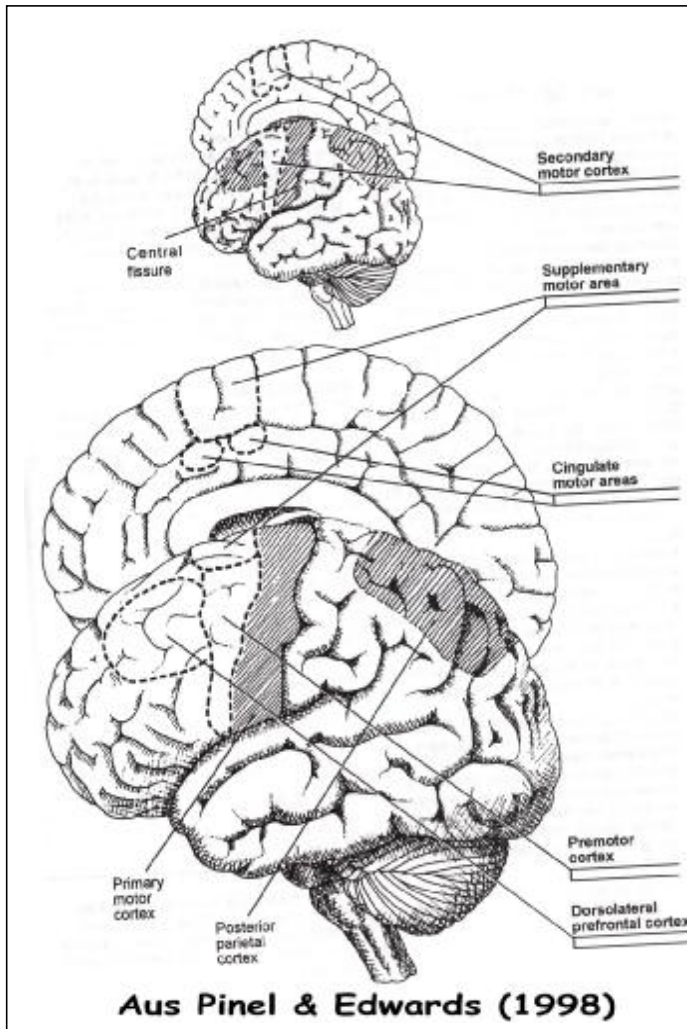
Für den Normalbürger stellt sich die Frage, ob er einen freien Willen besitzt oder nicht wohl kaum. Die tägliche ständige, Erfahrung, daß man praktisch völlige, verzögerungsfreie und prinzipiell beliebige Kontrolle über seinen Körper hat und im Prinzip handeln kann „wie man will“ macht die meisten von uns zu einer Art „naiven Dualisten“. Diese Erfahrung eines „Geistes“ auf der einen Seite, der über einen Körper auf der anderen Seite gebietet ist so selbst-evident, daß sie in der Ideengeschichte der Menschheit sehr lange zurückverfolgt werden kann und auch durch anhaltende Bemühungen seitens gewisser konstruktivistischer Kreise in diesen postmodernen Zeiten zumindest bei großen Teilen der Bevölkerung nicht totzukriegen ist. Die dabei implizit vorausgesetzten Konzepte von Geist und Körper als ontologisch distinkte Einheiten lassen sich mindestens auf den „cartesischen Dualismus“ zurückführen, der von Descartes eingeführt wurde. Descartes trennt die „res cognitans“, die völlig unabhängig von Gesetzhafte Regeln existiert und nicht in physikalischen Maßstäben beschreibbar ist und die „res extensa“, auf die weltliche Gesetze anwendbar sind und diesen in deterministischer Weise unterliegen. Dieses Thema wurde von Descartes jedoch nicht erfunden: Bereits im antiken Griechenland läßt kaum ein namhafter Philosoph diese Thematik aus, z.B.: Plato mit dem Gleichnis vom Wagenlenker (Schönpflug, 2000). Angesichts der Aufmerksamkeit, die der Frage nach ontologischem Dualismus und freiem Willen in der Philosophie zukommt und in Anbetracht der Tatsache, daß die betreffenden Philosophen ganze Bibliotheken mit dieser Problematik gefüllt haben, verwundert es doch etwas, daß es bis vor kurzem noch keine empirischen Studien zu diesem Thema gab. Immerhin hat die Antwort auf die Frage, ob ein freier Wille existieren kann oder nicht, auch außerhalb der akademischen Wissenschaft eine enorme gesellschaftliche Relevanz: Die Implikationen für das Rechtswesen und die Grundordnung des Rechtsstaates, der auf die Selbstverantwortlichkeit des Individuums wesentlich aufbaut sind gar nicht abzusehen. Erst in jüngster Zeit hat sich die zuständige empirische Wissenschaft – die Psychologie – dieser Frage angenommen. Dies mag auch daran liegen, daß über weite Strecken in der Geschichte dieses jungen Faches, die Möglichkeit eines freien Willens ohnehin außer Frage stand: In den goldenen Zeiten des Behaviorismus galt die Skinnersche Maxime, welche besagt, daß die Ursachen des Auftretens von Verhaltensweisen eines Individuums in der Umwelt des Individuums liegen, nicht im Individuum selbst. Diese Auffassung hatte jedoch eher den Charakter eines Apriorismus, eines Axioms oder Dogmas – einer empirischen Prüfung wurde diese Annahme ebenfalls nicht unterzogen.

Endlich hat dann B. Libet (1985) gewagt, diese Frage experimentell anzugehen. Vorweg kann schon gesagt werden, daß sich dieser Schritt gelohnt hat: Seine Ergebnisse sind erstaunlich, interessant und kontrovers zugleich. Sie werden der Hauptgegenstand dieser Arbeit sein.

2 Das motorische System

Um die Arbeiten Libets verstehen und würdigen zu können, ist es angebracht, einen Blick auf die primär beteiligten Gehirnstrukturen zu werfen: Das motorische System. Dessen anatomische Basis im Gehirn soll hier kurz zur Darstellung kommen.

Grobstruktur: Die corticalen Teile des motorischen Systems befinden sich überwiegend im



posterioren Teil des Frontalcortex, unmittelbar vor der fissura centralis. Hauptstrukturen sind der primäre motorische Cortex, der prämotorische Cortex, das Supplementär-motorische Areal, sowie die motorischen Areale des medialen Gyrus cinguli. Außerdem sind noch der dorsolaterale Präfrontalcortex und der posterior-parietale Assoziationscortex an motorischen Handlungen beteiligt. (Siehe Abbildung).

Unter den subcorticalen Strukturen des motorischen Systems sind besonders die Basalganglien und das Kleinhirn zu erwähnen (Pinel 1997).

Posteriorer-Parietalcortex (Brodmann-Feld 7): Grenzt an den Occipitallappen, liefert die sensorische Informationsbasis zur Ausführung einer Bewegung. Er integriert visuell-räumliche Information (Dorsalroute), auditorische Lageinformationen und somatosensorische Informationen über Haltung und Lage des eigenen Körpers. (Pinel 1997). Dieses Areal projiziert in motorische Areale, vor allem in den prämotorischen Cortex und das frontale Augenfeld (Area 8) und versorgt diese mit sensorischen Informationen (Birbaumer & Schmidt 1996).

Prämotorischer Cortex (Brodmann-Feld 6): Liegt im ventralen Frontallappen, anterior vor dem primären sensorischen Cortex, erstreckt sich bis zur fissura lateralis und erhält vorwiegend visuelle Afferenzen aus dem posterior-parietalen Cortex. Er projiziert auf den primären motorischen Cortex. Er ist an der Planung von Bewegungen in Reaktion auf externe visuelle Reize beteiligt.

Supplementär-motorisches Areal (Brodmann-Feld 6): Liegt im dorsalen Frontallappen, anterior vor dem primären sensorischen Cortex, erstreckt sich bis zum prämotorischen Cortex und erhält vorwiegend somatosensorische Afferenzen. Es projiziert auf den primären motorischen Cortex. Es dient der Programmierung einzelner Bewegungen in koordinierte Bewegungsabfolgen („willentliche Handlungen“), die von internen Gedächtnisrepräsentationen ausgelöst werden - nicht von externen Stimuli. Dieses Areal ist zentral für die Studien von Libet. Über diesem Areal kann das „Bereitschaftspotential“ abgeleitet werden, welches für die „willentlichen“ Handlungen so charakteristisch ist. Außerdem ist das Areal auch aktiv, wenn man sich komplexe Handlungsfolgen nur vorstellt, d.h. unabhängig von der letztendlichen Ausführung der Handlung (im Gegensatz zum primären motorischen Cortex).

Primärer motorischer Cortex (Brodmann-Feld 4): Liegt auf dem Gyrus präcentralis unmittelbar vor der fissura centralis und erstreckt sich vom Scheitel bis zur fissura lateralis. Es handelt sich um das Hauptgebiet absteigender motorischer Faserzüge (vor allem dem Corticospinaltrakt, d.h. der Pyramidenbahn) aus dem Gehirn (Dudel, Menzel & Schmidt 1996). Afferenzen erhält der primäre motorische Cortex vom prämotorischen Cortex, dem supplementär-motorischen Areal und somatosensorischen Arealen. Elektrische Reizung von Gebieten auf der Oberfläche des primären motorischen Cortex führt unmittelbar zu Muskelkontraktionen.

Dorsolateraler Präfrontalcortex (Brodmann-Felder 46, 9): Der Sitz des „Arbeitsgedächtnisses“: Es liegt vor dem prämotorischen Cortex und erhält vom sekundären motorischen Cortex eine Kopie der Bewegungsabsicht – eine mentale Repräsentation des Handlungsplanes. Diese wird gelöscht, sobald die Handlung ausgeführt ist.

Basalganglien: Wichtige subcorticale Kerngebiete lateral vom Thalamus. Dazu gehören der Nucleus caudatus und das Putamen (Striatum), sowie der Globus pallidus. Diese Kerngebiete sind durch Feedback-Schleifen mit dem Cortex verbunden. Sie sorgen dafür, daß die Handlungsausführung in harmonische Abfolgen koordiniert wird und das ein adäquater Muskeltonus aufrechterhalten wird. Außerdem sind sie an der Auswahl von Handlungsprogrammen und dem motorischen Lernen beteiligt. (Schmidt & Thews 1997).

Kleinhirn: Große subcorticale Struktur im Metencephalon dorsal auf Höhe der Pons. Das Kleinhirn überwacht die Bewegungsausführung und sorgt durch entsprechende Korrekturen für die Präzision der Bewegungsabfolge. Außerdem ist das Kleinhirn für das Erlernen prozeduraler Bewegungsprogramme zuständig, die auch dort gespeichert werden. (Kolb & Whishaw 1996).

3 Vorbemerkungen zum Experiment von Libet

Tatsächlich haben die Experimente von Libet viel Aufsehen erregt. Vielleicht gerade durch die Idee, den „freien Willen“ experimentell zu untersuchen, was vielen Menschen wohl tatsächlich etwas merkwürdig erscheinen mag und auch durchaus seine methodischen Schwierigkeiten hat. Dazu aber später mehr. Jedenfalls haben in der Folgezeit sich vor allem auch esoterische Randgruppen wie Parapsychologen und Psychoanalytiker auf die Arbeit Libets bezogen. Diesen ist das Thema erklärlicherweise mystisch genug, wobei sie natürlich am Wirken von möglichst unbewußten und geheimnisvollen Kräften interessiert sind und sich dadurch bestätigt sehen. Diesen absonderlichen Kreisen Munition zu liefern war jedoch keineswegs die Intention Libets, dieser Debatte über das Wirken mystischer Feldkräfte will ich auch auf keinen Fall Vorschub leisten, weshalb entsprechende Literaturhinweise hier fehlen.

Da ich die Brisanz dieses Themas vor allem bei Menschen mit vorgefertigten und starken politischen, religiösen oder weltanschaulichen Meinungen selbst in einem Seminar erlebt habe, möchte ich noch eines vorwegschicken: Es ist sehr zu empfehlen, daß man die Vorgehensweise und die Ergebnisse Libets zunächst möglichst unvoreingenommen rezipiert, bevor man in die Diskussion einsteigt.

4 Intention und Fragestellung Libets

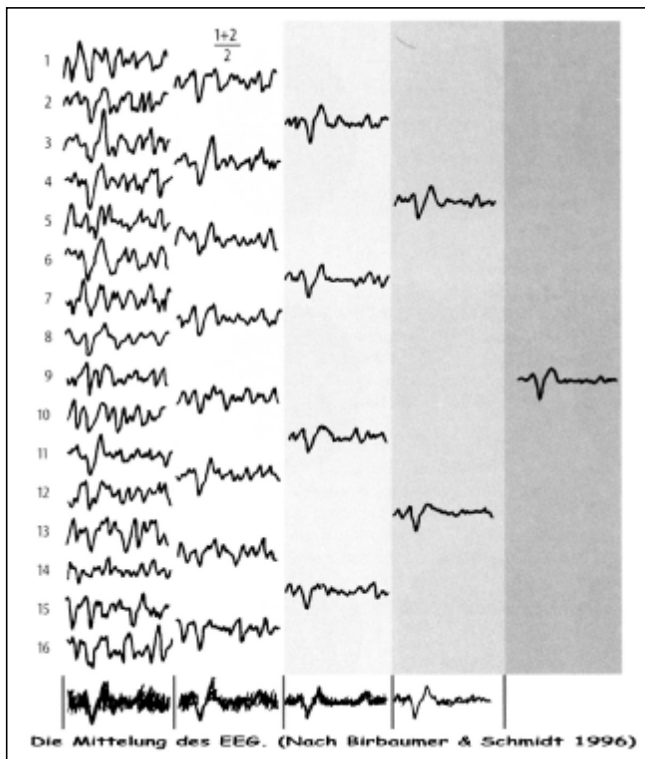
Nach Libet ist eine der zentrale Fragen des Leib-Seele-Problems, wie eine freiwillige Handlung zu den Gehirnprozessen in Beziehung steht, die sie vermitteln. Durch die Entdeckung des Bereitschaftspotentials (readiness potential, RP), welches ca. eine Sekunde vor freiwilligen motorischen Handlungen auftritt, wird diese Frage der experimentellen Untersuchung zugänglich. Das RP zeigt sich im EEG als Negativierung über dem Supplementär-motorischen Areal. Libet geht davon aus, daß die bewußten Intentionen oder Entscheidungen zur Handlung den Gehirnprozessen, die diese Entscheidungen umsetzen vorausgehen müßten, wenn sie denn kausal für ihre Entstehung verantwortlich sein sollten. Dieser Frage geht er empirisch nach. Eine freiwillige Handlung definiert er demnach operational als eine Handlung, die ohne erkennbaren Bezug auf äußere Zwänge oder Einschränkungen auftritt, deren Beginn „spontan“ von den Versuchspersonen bestimmt wird und sich die Versuchsperson dabei frei fühlt, die Handlung auszuführen oder sie zu unterlassen.

Da die konkrete Fragestellung Libets zentral für das Verständnis aller folgenden Ausführungen ist, nochmal in der Zusammenfassung:

Libet befaßt sich damit, ob bei freiwilligen Handlungen (operationale Definition siehe oben) die bewußte Handlungsintention den mit der Handlung assoziierten Gehirnprozessen vorausgeht oder nicht. Er geht davon aus, daß diese Intention aus logischen Gründen nicht kausal auf die Gehirnprozesse wirken kann, wenn dem nicht so sein sollte. Sollte dies der Fall sein, wäre die Konsequenz nach Libet, daß unser naiver, gesellschaftlich akzeptierter „common-sense“-Begriff des freien Willens zumindest einer Modifikation bedürfte.

5 Versuchsanordnung und Versuchsdurchführung

Die Versuchspersonen wurden angewiesen, nach einem Startsignal irgendwann nach eigenem Ermessen spontan (freiwillig) einen Finger der rechten Hand zu bewegen. Auf diese Weise wurde die Uniformität der Reaktion der Versuchspersonen sichergestellt. Der wesentliche Freiheitsgrad der Versuchspersonen bestand also nicht darin, **welche** Reaktion sie ausführten, sondern **wann** sie in dem großzügig bemessenen Zeitfenster ihren Finger heben. Ziel der Studie war, den Zeitpunkt, zu dem der Versuchsperson die Intention, den Finger zu heben bewußt wird mit dem Zeitpunkt zu vergleichen, an dem erstmals assoziierte cerebrale Aktivität nachweisbar ist. Die Idee besteht darin, aus der zeitlichen Abfolge dieser Ereignisse (Intention vor Aktivität oder Aktivität vor Intention), auf die Möglichkeit von Kausalität zu schließen. Geht die Intentionalität der Aktivität voraus, ist eine kausale Wirkung von Intentionalität zumindest möglich. Folgt die Intentionalität auf die Aktivität, ist eine kausale Wirkung der Intentionalität aus logischen Gründen unmöglich. Es handelt sich also um eine Art „Entscheidungsexperiment“. Da diesem Akt (den Finger zu heben) offensichtlich keine höhere Bedeutung zukommt, ist er nach Libet der paradigmatische Fall einer Handlung, die auf „**reinem**“ Willen basiert und nicht aus motivationalen Trieben abgeleitet werden kann, da die Handlung keinem höheren Wirkzweck dient. Auf der einen Seite soll die Versuchsperson also einen **Verhaltensakt** (den Finger heben) ausführen. Die Instruktion besagt, daß die Versuchspersonen diesen Akt ausführen sollen, wenn sie den spontanen inneren Drang verspüren, den Finger zu heben. Auf der anderen Seite sind die



Versuchspersonen angehalten,

Introspektion (!) zu betreiben: Sie sollen darauf achten, wann sie das erste Mal bewußt den Drang, d.h. das Verlangen verspüren, den Finger zu heben (d.h. bevor sie ihn heben). Dabei sollen sie sich den Stand eines zirkulär oszillierenden Leuchtpunkt auf einem Oszilloskop merken, den dieser zum Zeitpunkt einnahm, als ihnen der innere Drang, den Finger zu heben bewußt wurde. Auf diese Weise kann Libet den Zeitpunkt, an dem der Wille spontan bewußt wurde sehr genau erfassen, ohne dabei die zu erfassende Handlung durch einen sofortigen Bericht zu konfundieren.

Dieser so erfaßte Zeitpunkt des ersten Bewußtwerdens der Handlungsintention wurde von Libet mit dem Zeitpunkt der tatsächlichen Handlungsausführung, die über das EMG erfaßt wird und mit den ereigniskorrelierten Gehirnströmen über dem Supplementär-motorischen Areal in Verbindung gebracht und in Beziehung gesetzt.

Um das Signal (das Bereitschaftspotential) vor dem Hintergrund des Rauschens der EEG-Grundaktivität besser identifizieren zu können, wurden pro Versuchsperson 40 Trials durchgeführt, d.h. die Versuchspersonen wurden 40 mal dazu angehalten, ihren Finger zu heben, wenn sie den Drang dazu verspüren und sich zu merken, bzw. anzugeben, an welcher Position sich der oszillierende Leuchtpunkt befand, als ihnen dieser Drang bewußt wurde.

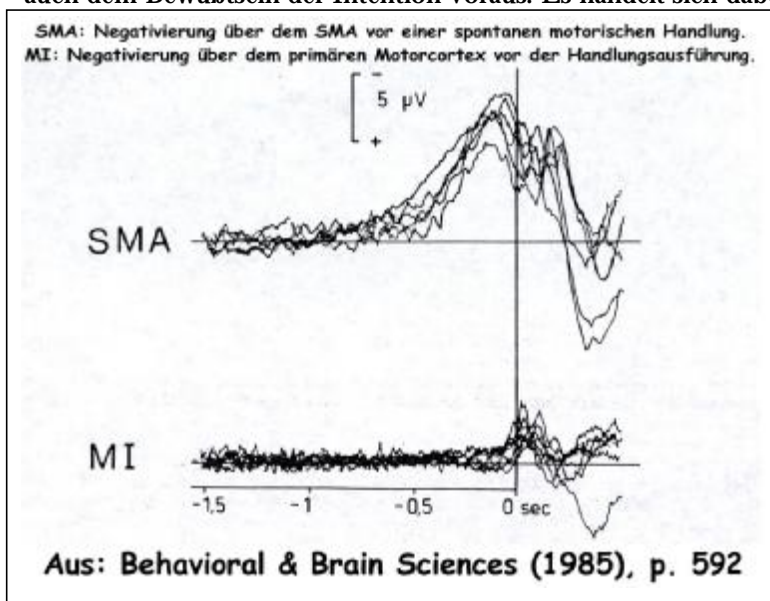
Anschließend wurde die EEG-Aktivität über alle Trials intraindividuell aggregiert und gemittelt, wie dies bei Untersuchungen zu ereigniskorrelierten Potentialen (EKP) üblich ist. Die Idee ist dabei, daß sich die EEG-Grundaktivität, d.h. das „zufällige“ Rauschen auf Dauer ausgleicht, während das Signal (das EKP) verstärkt wird (Siehe Abbildung).

6 Ergebnisse

Zunächst ist festzuhalten, daß die Versuchspersonen berichteten, daß der Wunsch, zu Handeln spontan kam, sie sich keinem Druck ausgesetzt fühlten und sie sich bewußt entschieden, ob sie handeln wollten oder nicht. Es lag also eine freie Willensentscheidung im Sinne Libets vor.

Außerdem berichteten die Versuchspersonen, daß sie sich tatsächlich darüber bewußt waren, daß sie den Wunsch verspüren den Finger zu bewegen, es handelt sich bei den Fingerbewegungen also auch nicht um automatische Reaktionen auf äußere Reize oder nervöse Tics.

Diese als bewußt erlebten, selbstinitiierten, nicht geplanten, endogenen Verhaltensakte waren von ereigniskorrelierten Potentialen begleitet, und zwar gingen diese Potentiale sowohl den Akten, als auch dem Bewußtsein der Intention voraus. Es handelt sich dabei um Bereitschaftspotentiale



über dem Supplementär-motorischen Areal, die bis zu eine Sekunde, auf jeden Fall aber 550 ms vor Ausführung der Handlung nachweisbar sind. Dem Bewußtsein der Handlungsintention geht der Beginn dieser Negativierung ca. 300 ms voraus. Übersteigt die Amplitude der Negativierung eine bestimmte Schwelle, wird die

Handlungsintention bewußt, sie beginnt aber offenbar schon vorher. (Siehe Abbildung)

Das Bewußtsein der Handlungsintention geht wiederum der Handlung (d.h. der Muskelaktivierung) selbst durchschnittlich 200 ms voraus.

Obwohl diese Daten das Resultat eines Mittelungsprozesses sind, deutet eine detailliertere Analyse darauf hin, daß das Bereitschaftspotential in jedem einzelnen Fall vor dem Bewußtsein der Intention auftritt.

7 Validierungsstudien

Natürlich stellt sich die Frage, ob die Versuchspersonen den Zeitpunkt ihres bewußten Erlebens der Handlungsintention richtig abschätzen können, d.h. ob die Methode mit dem Ablesen der Position des Leuchtpunktes auf dem Oszilloskop hinreichend genau ist, um die Differenz zwischen Bewußtwerden und Beginn der Gehirnprozesse, die immerhin im Millisekundenbereich liegt, interpretierbar zu machen. Libet versuchte, die Genauigkeit dieser introspektiven Angaben zu evaluieren und zu validieren. Dazu führte er eine zusätzliche Kontrollstudie durch: Die Haut der Versuchspersonen wurden in zufälligen Abständen gereizt. Sie sollten angeben (wieder mit der Oszilloskopmethode), wann ihnen die Reizung bewußt wurde. Da der Zeitpunkt der Reizung in diesem Fall dem Experimentator bekannt ist, konnte auf diese Weise die Genauigkeit der Angaben der Versuchspersonen eingeschätzt werden. Die Diskrepanz zwischen objektivem Reizzeitpunkt und subjektiv von der Versuchsperson erlebtem und berichtetem war dabei so gering (auf die Verzögerung durch die begrenzte Nervenleitgeschwindigkeit zurückgehend), daß die oben besprochenen Ergebnisse als hinreichend genau gelten können. Außerdem trat in diesen Experimenten kein vorhergehendes Bereitschaftspotential auf, da es sich um eine externe Reizung handelte, im Gegensatz zu den endogen, spontan von den Versuchspersonen produzierten Handlungen, die mit intentionalen Bewußtseinsinhalten einhergingen. Das Bereitschaftspotential ist auch kein Artefakt der „Berichtungsform“ des bewußten Erlebens. Nachfolgestudien wurden ohne Bericht des bewußten Erlebens durchgeführt: Da man nun wußte, in welchem Zeitfenster und an welchem Ort man mit cerebralen Prozessen rechnen konnte, konnte das der spontanen Handlung vorausgehende Bereitschaftspotential auch ohne Bericht nachgewiesen werden. Zusammenfassend kann man also sagen, daß die Introspektion der Versuchspersonen nach Libet hinreichend reliabel und valide ist, um die Ergebnisse interpretierbar zu machen und anscheinend auch nicht mit dem zu beobachtenden Effekt an sich interagiert – offenbar schlagen sich die erforderlichen Aufmerksamkeitsprozesse nicht in der Region um das Supplementär-motorische Areal (Vertexregion) nieder.

8 Interpretation der Ergebnisse

Manche Forscher (wie z.B. Eccles) gehen davon aus, daß die Komponenten des Bereitschaftspotentials, die mit freiwilligen willentlichen Handlungen einhergehen direkt im Supplementär-motorischen Areal generiert werden. Libet meint dazu, daß dies nicht letztendlich geklärt ist, da die Prozesse auch in anderen Gehirnteilen beginnen können, diese sich jedoch vor allem im Supplementär-motorischen Areal manifestieren, wo sie als Indikator willentlicher Handlungen einfach zu erfassen sind. Selbst in diesem Areal ist das Signal-Rausch-Verhältnis noch sehr schlecht, da die Amplitude des Bereitschaftspotentials so klein ist. Diese Frage ist also streng genommen mit der Empfindlichkeit und dem Auflösungsvermögen der momentan verfügbaren Methoden nicht entscheidbar.

Allerdings deutet auch nichts darauf hin, daß die Aktivität von Ereignissen aus anderen Arealen stammt – meßbar ist jedenfalls der Beginn der Negativierung im Supplementär-motorischen Areal vor Bewußtwerden der Handlungsintention.

Letztendlich deuten die vorliegenden Daten nach Libet auf einen **zweistufigen Prozeß** hin: Eine unbewußte Einleitung der willentlichen Handlungssequenz, vermittelt durch die cerebralen Prozesse des Bereitschaftspotentials einerseits und eine bewußte Kontrolle über die letztendliche Ausführung der Handlung, wenn die corticale Aktivierung eine bestimmte Schwelle überschreitet andererseits. Das Bewußtsein hat demnach ein Veto-Recht, es kann Handlungen nicht einleiten, aber bereits eingeleitete Handlungen unterbrechen, ihm kommt also eine Kontrollfunktion zu. Unterbricht das Bewußtsein die Handlungssequenz, nimmt die Negativierung wieder ab, das Bereitschaftspotential wird abgebaut, ohne das dabei eine Handlung ausgeführt wird (Siehe

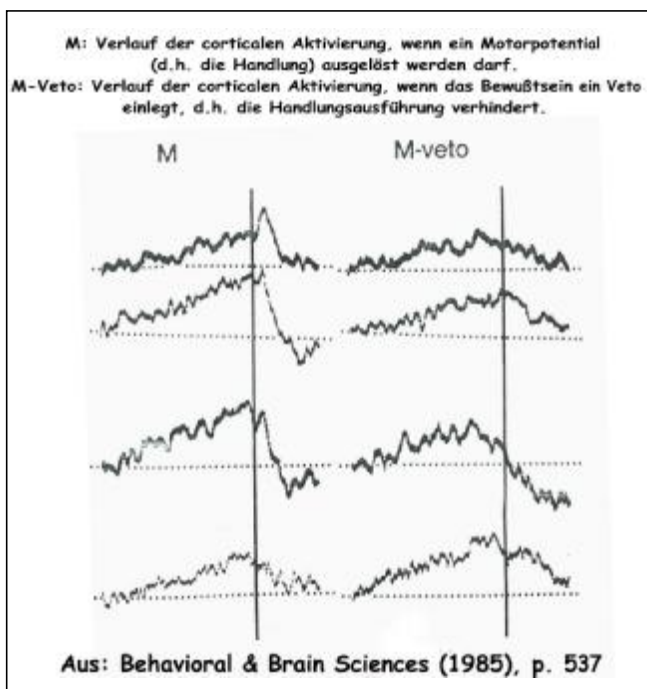


Abbildung). Demnach wäre der „freie“ Mensch also nicht für seine Gedanken und Intentionen verantwortlich, aber für seine Handlungen, da das Bewußtsein ein Vetorecht besitzt.

Libet geht sogar davon aus, daß **jede** spontane freiwillige Handlung unbewußt beginnt, d.h. das Gehirn selbst über die Handlungseinleitung entscheidet, ohne daß diese Entscheidung subjektiv erlebt wird, d.h. auch nicht berichtet werden kann.

Alle cerebralen Aktivitäten die nicht lange genug vorhanden bleiben oder

nicht stark genug sind, werden nie bewußt erlebt.

Wie oben bereits ausgeführt, weist Libet dem Bewußtsein aber nicht nur eine Rolle als Epiphänomen der neuronalen Aktivierung zu, sondern sieht die Funktion des emergenten Bewußtseins in der Kontrolle der Handlungsausführung, d.h. ein bewußtes Veto sei möglich, nämlich in der Zeit zwischen bewußt erlebter Intention und Handlungsausführung (ca. 200ms). Dies wurde in Nachfolgestudien, in denen die Versuchspersonen angewiesen waren, ihr Veto auszuüben auch tatsächlich nachgewiesen. Ein Veto in diesem Zeitfenster führt zu einem Abfallen der Negativierung, d.h. einem Abbau des Bereitschaftspotentiales ohne Handlungsausführung (siehe Abbildung).

Die Position Libets kann also dahingehend zusammengefaßt werden, daß er davon ausgeht, daß spontanes Handeln in einem zweistufigen Prozeß besteht: Einerseits die Intentionsbildung, die von unbewußten cerebralen Prozessen vermittelt wird, andererseits der nachfolgende bewußte Wille, der dazu dient, die Handlungsausführung zu kontrollieren.

9 Kritische Diskussion der Studie Libets durch Fachvertreter

Im Anschluß an den Artikel Libets in Behavioral & Brain Sciences (1985) befindet sich ein „Open Peer Commentary“ an, in dem die Arbeiten Libets von Kollegen kritisch besprochen werden. Einige dieser Positionen, die verschiedene kritische Aspekte an den Studien Libets beleuchten, fasse ich hier kurz zusammen:

- **Breitmeyer** kritisiert die Studien Libets harsch und auf mehreren Analyseebenen. Zunächst glaubt er nicht, daß die Versuchspersonen in der Lage sind, den Zeitpunkt, zu dem ihnen die Handlungsintention bewußt wird adäquat zu berichten. Die Validierungsstudien Libets wären auch hinfällig, da man eine externe Stimulierung nicht mit dem endogenen Handlungsdrang vergleichen dürfe, da sich das Bewußtwerden eines externen Reizes von dem Bewußtwerden einer Intention qualitativ unterscheidet und Beurteilungen intermodaler Synchronizität immer kritisch sind, je nach dem, welche Sinne beteiligt sind (was seit Wundt bekannt ist). Außerdem dürfe man auf der Basis einer solch einfachen Versuchsanordnung nicht auf freiwillige Prozesse generell schließen, ein Entscheidungsexperiment sei auf dieser Grundlage nicht möglich. Die Operationalisierung einer willentlichen Handlung seitens Libets ist notgedrungen sehr puristisch, ob daraus ethische Implikationen abgeleitet werden dürfen ist fraglich. Diese „zwecklosen“ willentlichen Handlungen entsprächen dem Lernen von sinnlosen Silben in der Gedächtnisforschung. Es macht nach Breitmeyer einen Unterschied, ob man zwischen verschiedenen Handlungsalternativen wählt, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen, oder ob man nur entscheidet, wann man überhaupt (stereotyp – 40 mal) handelt.

Außerdem sei eine vorangehende bewußte Grundintention nötig, immerhin haben die Versuchspersonen eine Instruktion erhalten, die in ihrem Bewußtsein und Arbeitsgedächtnis aufrechterhalten wird. Die Frage, ob zuerst die bewußte Intention oder erst die unbewußten Gehirnprozesse auftreten ist unter diesem Gesichtspunkt nicht entscheidbar, da die Instruktion auf unvorhersehbare Weise mit den nachfolgenden Prozessen interagieren kann.

- **Bridgeman** sieht vor allem zwei Probleme bei Libets Vorgehen: Erstens wären die Versuchspersonen in ihrem Verhalten gar nicht so frei, wie Libet behauptet. Immerhin befolgen sie strikt die Instruktionen des Versuchsleiters. Es handele sich damit lediglich um ein Reaktionszeitexperiment, wobei der einzige Unterschied zu anderen, konventionellen Reaktionszeitexperimenten darin bestehe, daß Instruktion und Reaktion zeitlich entkoppelt sind.

Außerdem könne man nicht von dem mikroanalytischen Analyselevel auf die Makro-Ebene schließen. Bridgeman geht davon aus, daß eine Instruktion wie z.B. „Du sollst nicht Ehebruch begehen“ aus der Bibel völlig anders repräsentiert und verarbeitet wird, als die Instruktion „Du sollst deinen Finger nicht heben“ (In der Veto-Bedingung). Die Beziehung zwischen diesen Ebenen sei letztendlich unklar, die Befunde Libets dürften deshalb nicht ohne weiteres übergeneralisiert werden, insbesondere da die übliche Funktion des Bewußtseins darin besteht, neue und gefährliche, sowie komplizierte Situationen zu bewältigen. Im Libet-Paradigma müssen die Versuchspersonen aber neben der Aufgabe nur still sitzen, es gibt keine Konkurrenzaufgaben, die eine Intervention und Koordination seitens des Bewußtseins an sich nötig machen würde.

- **Danto**: Er fragt sich, was Libet geritten hat, plötzlich eine kausale Veto-Funktion oder Kontrollfunktion des Bewußtseins anzunehmen. Die Daten sprechen nach Danto für einen reinen Epiphänomenalismus. Dem Bewußtsein eine kausale Rolle zuzusprechen entbehre jeder Datenbasis. Die Abfolge Intentionsformung, Bewußtwerden der Intention und Ausführen der Handlung benötige und impliziere kein „kontrollierendes“ Bewußtsein. Also sei aus Gründen der Denkökonomie (Ockhams Razor, Morgans Regel) auf dieses Konstrukt zu verzichten. Das Bewußtsein informiere uns lediglich darüber, zu welcher Handlung wir (unser Gehirn) uns entschlossen haben, wirke aber in keiner Weise auf das Verhalten ein.
- **Latto** wirft Libet vor, die Frage nach der Reliabilität der Selbstberichte der ersten bewußten Handlungsintention sei ungeklärt. Dabei faßt Latto diese Selbstwahrnehmung als psychophysisches Schwellenproblem auf, wobei diese introspektiven Berichte allerlei systematischen Urteilsfehlern unterliegen würden, was die Gültigkeit der Ergebnisse in Frage stelle. Erschwerend komme hinzu, daß die „unabhängige“ Variable „Stärke der subjektiven Bewußtseinsempfindung“ weder der Kontrolle des Experimentators unterliegt, noch dem

Experimentator bekannt ist, d.h. es letztendlich völlig unklar ist, wie die Reizseite strukturiert ist, folglich die Reaktionen der Versuchspersonen zwangsläufig nur sehr uneindeutig zu interpretieren seien.

- **Merikle & Cheesman** halten Libets Interpretation der Daten für völlig überzogen und verfehlt. Das einzige, was Libet nachgewiesen habe sei, daß spontanen Handlungen sowohl ein Bereitschaftspotential, als auch das Bewußtsein einer Intention vorangehe. Dabei handelt es sich um Zusammenhänge, also Korrelationen. Die momentane Datenlage lasse verschiedene Kausalmodelle zu, da alle 3 Ereignisse immer gemeinsam auftreten, sei es verfehlt, ihnen Funktionen zuzuschreiben, wie Libet dies tut. Um dies legitim tun zu können, müsse Libet die verschiedenen Komponenten durch versuchsplanerische Variationen in zukünftigen Studien entflechten – sofern dies mit den momentan verfügbaren psychophysiologischen Methoden überhaupt prinzipiell möglich ist.
- **Vanderwolf** meint, Libet hätte die Gehirnvorgänge besser mit einem Verhaltensmaß in Beziehung setzen sollen, nicht mit dem introspektiv berichteten Erleben von Intentionen. Er verweist auf Studien die belegen, daß Menschen prinzipiell nicht in der Lage sind, ihre eigenen Gehirnprozesse, die zu einer Bewegung führen, bewußt zu erfassen. Vielmehr dringen diese erst über das somatosensorische System, d.h. über das Feedback von den Muskeln ins Bewußtsein. Damit habe Libet ein unzulässiges Maß verwendet, da somit unklar ist, was die Basis der Berichte der Versuchspersonen ist und welchen Verzerrungen diese unterliegen.

10 Fazit und Implikationen der Libet-Experimente

Psychologische Implikationen: An den Experimenten Libets ist auf jeden Fall bemerkenswert, daß Handlungen, welche den Versuchspersonen selbst, als völlig selbstbestimmt und freiwillig erscheinen, bereits vor diesem Erleben vom Gehirn eingeleitet werden. Damit liefern die Studien Libets einen weiteren Beleg für die prinzipielle Unwägbarkeit introspektiver Daten und der Fragwürdigkeit des subjektiven Evidenzerlebens als Wahrheitskriterium. Die Studien Libets können der Psychologie also in dieser Hinsicht als weitere Warnung und Mahnung dienen, subjektiv „wahre“ Daten möglichst kritisch zu hinterfragen.

Gesellschaftliche Implikationen: Zumindest nach Libet bleibt die individuelle Verantwortung für das eigene Handeln trotz dieser erstaunlichen Befunde weiterhin erhalten, da dem Bewußtsein das Veto-Recht für das Ausführen von Handlungen verbleibt. Er selbst meint, daß durch diese Befunde der freie Wille als Konzept nicht eliminiert wird, sondern sich lediglich die Vorstellung

ändert, wie dieser Wille funktioniert, d.h. er dient nicht der Einleitung von Handlungen wie bisher angenommen, sondern vielmehr der Kontrolle der Handlungsausführung. Dieses Konzept der Selbstkontrolle macht nach Libet ethisches Verhalten und individuelle Verantwortung überhaupt erst möglich. Eine Verantwortung für Intentionen oder Gedanken hat man aber nach Libet nicht, da diese vor jeder bewußter Kontrolle unbewußt und spontan auftreten. Es besteht also weiterhin eine subjektive Verantwortung für das eigene Handeln, die Verantwortung für Intentionen entfällt.

11 Anmerkungen zu Libet, Implikationen für die psychologische Forschung

Eigentlich mutet auch die Idee des „Vetorechts“ des bewußten freien Willens recht merkwürdig an. Nimmt man Libet ernst, so kommt man nicht umhin, ihn in diesem Punkt für einen ontologischen Dualisten zu halten. Immerhin schreibt er dem bewußten freien Willen eine inhärente Kontrollfunktion zu, wobei er explizit davon ausgeht, daß das Bewußtsein als emergente Eigenschaft des Aggregats weit über die reine neuronale Aktivität hinausgeht, was gelinde gesagt ziemlich kühn erscheint. Geht man von einer physikalisch geschlossenen Umwelt aus, so erscheint die Möglichkeit der Fremdeinwirkung einer geheimnisvollen, selbst nicht regelhaften Kraft auf das Verhalten als geradezu absurd. Es zeichnet sich immer stärker ab, daß das produzierte Verhalten (Output) zu 100% durch den physischen Input und die physisch vorhandene Hardware determiniert sein muß.

Auch entsprechende Befunde aus der Neurophysiologie sprechen hier eine klare und eindeutige Sprache: Es ist geradezu beängstigend, in welchem Ausmaß die Möglichkeit, Qualia jeder Art wahrzunehmen, Emotionen zu empfinden oder sich visuelle Informationen vorzustellen von der vorhandenen Hardware abhängig und den Stimuli in der psychologischen Umgebung abhängig ist. Dies wird durch zahllose Läsionsstudien, Schlafstudien oder psychopharmakologische Studien eindrucksvoll nachgewiesen (Kolb & Whishaw 1996; Kandel, Schwartz & Jessell 1996).

Dadurch ergeben sich aber wiederum neue Aufgaben für die zukünftige empirische psychologische Forschung: Es geht nicht mehr darum, nachzuweisen, **ob** Output durch Input und Hardware determiniert wird, sondern darum, im Detail genau nachzuweisen, **wie** der Output durch Input und Hardware im konkreten Fall determiniert wird.

Außerdem verbleibt die Frage, wie das Gehirn eigentlich die perfekte Illusion des Selbst (gekoppelt mit dem subjektiven Gefühl des freien Willens) erzeugt.

Ähnliche ungeklärt ist die Frage nach der Natur des Willens an sich: Warum ist es einer Ansammlung von chemischen Verbindungen auf Kohlenstoffbasis (Lebewesen, vor allem Menschen) nicht egal, was mit ihnen geschieht? Wie ist so etwas möglich? Dies sind wichtige und anspruchsvolle Probleme für die zukünftige Forschung. Entsprechende Nachweise zu führen, dürfte die vorhandenen methodischen Mittel – sowohl auf versuchsplanerischer, als auch auf neuropsychologischer Ebene voll beanspruchen. Dies sind die Herausforderungen der Zukunft. Die Psychologie wird sich ihnen stellen müssen. Auch die restliche Gesellschaft ist gut beraten, diese Ergebnisse zukünftig verstärkt zu rezipieren und bei der weiteren Optimierung der entsprechenden Strukturen zu berücksichtigen. Sollte es der Psychologie auf diese Weise wirklich gelingen, langfristig eine spezielle Art von Ingenieurwissenschaft zu werden - mit dem Mensch als informationsverarbeitender Maschine, so ist von einer solchen Wissenschaft im Sinne einer Beschreibung, Erklärung, Vorhersage und Manipulation dieser informationsverarbeitenden Maschine auf Dauer noch einiges zu erwarten.

12 Allgemeine Grundlagen der Möglichkeit eines freien Willens auf physiologischer Ebene

Eigentlich ist mit dem vorangegangenen Absatz nach momentanem Kenntnisstand alles gesagt. Der Vollständigkeit halber hier noch mal ein Nachtrag der generellen physiologischen Grundvoraussetzungen der besprochenen Prozesse, unabhängig von den Studien Libets. In diesem Abschnitt soll ein tieferes Verständnis der Problematik durch eine etwas allgemeinere Analyseebenen erreicht werden, womit die vorliegende Arbeit abschließt: Alles was im Bewußtsein repräsentiert ist, seien es Gedächtnisinhalte, Vorstellungen, Qualia oder Intentionen, basiert letztendlich auf dem Vorhandensein von Gehirnströmen. Ohne elektrisch aktives Gehirn ist ein Mensch gehirntot (braindead); verlangsamen sich diese Gehirnströme auf unter 1 Hz, liegt das Koma vor, der Mensch befindet sich in einem Zustand, in dem Erleben und Verhalten nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Selbst im Tiefschlaf (Stadium IV, Delta-Wellen von bis zu 2 Hz und einer Amplitude von mindestens $75\mu\text{V}$) ist das Erleben stark beeinträchtigt. Im allgemeinen geht in diesem Stadium sowohl die Fähigkeit zu bewußtem Erleben, zur Zeiteinschätzung, als auch zum Denken und dem Bilden von Gedächtnisinhalten verloren. Weckt man Personen aus diesem Stadium, sind sie stark desorientiert und benötigen mehrere Minuten, bis das Gehirn wieder in einem Zustand ist, in dem es Informationen angemessen verarbeiten kann. Worauf basieren nun diese Gehirnströme? Letztendlich handelt es sich um Ionenströme auf der Basis exzitatorischer postsynaptischer Potentiale (EPSPs), die zu Aktionspotentialen, d.h. der Reizweiterleitung führen.

Es ist nicht übertrieben zu sagen, daß das gesamte Bewußtsein, Denken, Fühlen und Wollen auf der Genese und Weiterleitung von Aktionspotentialen beruht. Im Gehirn ist nichts anderes nachweisbar, die Qualität des Erlebens (Qualia) wird durch die jeweilige Modalität bestimmt (z.B. Sehbahn), die Intensität durch die Frequenz der Aktionspotentiale der feuernden Neurone.

Wie wird nun ein Aktionspotential ausgelöst und weitergeleitet?

Ein Aktionspotential wird ausgelöst, wenn am Axonhügel des Neurons die räumliche und zeitliche Summation der exzitatorischen und inhibitorischen postsynaptischen Potentiale die dortige Membran so weit depolarisiert wird, daß sich Natriumkanäle öffnen, wodurch sich das Membranpotential kurzfristig umkehrt und ein Aktionspotential ausgelöst wird. (Dudel, Menzel & Schmidt 1996).

Die kritische Frage ist nun: Kann auf dieser Basis so etwas wie ein freier Wille überhaupt möglich sein? Nun ja. Aktionspotentiale werden nur auf dem oben beschriebenen Wege generiert. Bislang sind nur 2 Wege bekannt, die zur Auslösung des oben beschriebenen Mechanismus führen: Neurone feuern nie spontan, Aktionspotentiale werden in einer Zelle nur ausgelöst, wenn aus anderen Zellen Aktionspotentiale ankommen, dies dort zur Exocytose und Freigabe von Neurotransmittern (inhibitorischen oder exzitatorischen) aus den synaptischen Endknöpfen führt, die über den synaptischen Spalt andere Zellen anregen oder hemmen und beim Axonhügel die synaptische Membran soweit depolarisiert wird (meist auf -65mV), das sich dadurch wiederum die spannungsgesteuerten Natriumkanäle öffnen, so daß die Zelle ihrerseits ein Aktionspotential generiert. So funktioniert Informationsverarbeitung. Wo kommen aber diese Aktionspotentiale aus den anderen Zellen her, wenn sie nicht spontan ausgelöst werden? Es handelt sich nicht um einen infiniten Regress – bisher sind wie bereits erwähnt 2 Wege bekannt, durch die Aktionspotentiale ausgelöst werden: Zunächst einen in Reaktion auf externe Reize, durch die Sensorik. In Transduktionsprozessen werden die Proteine von Rezeptoren durch äußere Reize so verändert, daß ein Strom entsteht (vergleichbar mit Solarzellen), diese Rezeptorzellen generieren auf diese Weise Aktionspotentiale und stoßen so die Informationsverarbeitung von außen an. Der andere Weg läuft über endogen aktive Oszillatoren, die „inneren Uhren“ des Körpers. Diese entladen sich zwar endogen, d.h. nicht in Reaktion auf äußere Reize, aber auch nicht spontan, sondern in festgelegten Rhythmen. Werden diese Zellgruppen aus dem Gehirn entfernt und von äußeren Reizen isoliert (z.B. in einer Nährlösung), so feuern sie in einem angeborenen rhythmischen Muster weiter. Der prominenteste Vertreter eines solchen Oszillators ist der Nucleus suprachiasmaticus im Hypothalamus, unmittelbar über dem Chiasma opticum – er regelt den circadianen Aktivitäts/Ruhe-Zyklus.

Da wie oben bereits ausgeführt alles Erleben und Verhalten an die Genese und Weiterleitung von Aktionspotentialen gekoppelt ist, bleibt den Proponenten eines freien Willens nur eines übrig,

wenn sie sich nicht durch ein Ablehnen dieser Prämisse von vorneherein selbst als esoterisch und mystisch disqualifizieren wollen: Sie müssen eine oder mehrere Neuronengruppen im Gehirn nachweisen, die sich spontan, aber nicht rhythmisch, ohne unmittelbare Verbindung zu äußeren Reizen selbst negativieren und Aktionspotentiale auslösen. Nur dann kann man überhaupt sinnvoll von einem „freien“ Willen als kausale Wirkursache für Erlebens- und Verhaltensprozesse sprechen. Würde ein solcher Nachweis allerdings gelingen, hätten viele der „harten“ Materialisten allerdings ein Problem: Es würde sich die Frage stellen, auf welcher Basis diese Neuronengruppen ihre Feuerentscheidung fällen, wenn diese nicht völlig zufällig ist, was für die Verfechter des freien Willens aber sicherlich auch keine befriedigende Vorstellung wäre. Bislang steht ein solcher Nachweis aber noch aus.

13 Literatur:

BIRBAUMER, N. & SCHMIDT, R.F. (1996). *Biologische Psychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer.

LIBET, B., FREEMAN, A., & SUTHERLAND, K. (Eds.)(1999). *The volitional brain. Towards a neuroscience of free will*. Thorverton: Imprint Academic.

LIBET, B. (1985). Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action. *The behavioral and brain sciences*, 8, 529-566.

PINEL, J. & EDWARDS, M. (1998). *Introduction to the anatomy of the human brain*. Boston: Allyn and Bacon.