

Die Archive der Erinnerung

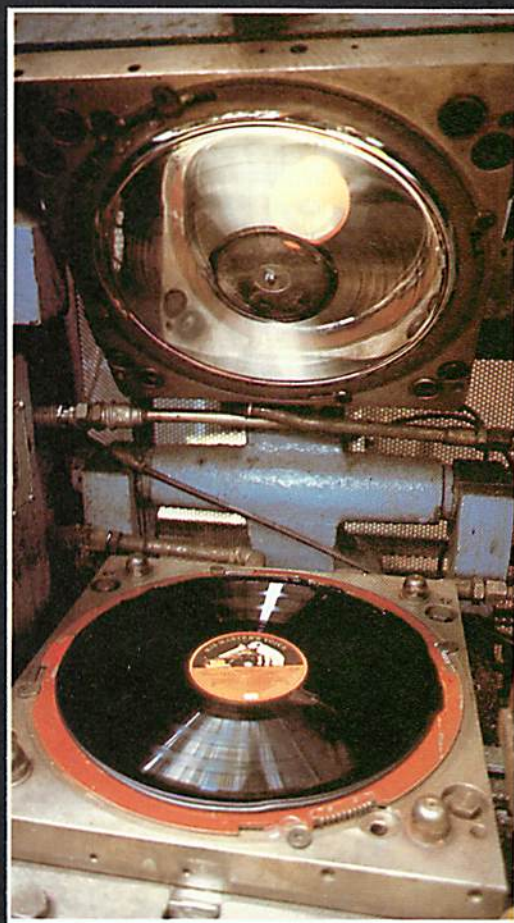
Die Erfahrung, so glauben die meisten von uns, hinterläßt ihre Spuren in Form der Erinnerung, die im Gehirn archiviert ist. Stimmt das wirklich?

Wir sind daran gewöhnt, uns Erinnerungen im Gehirn gespeichert vorzustellen. Das ist eine so alte und respektable Vorstellung, daß wir kaum daran denken, sie in Frage zu stellen. Dennoch kann sie in Zweifel gezogen werden.

Die Vorstellung der im Gehirn aufbewahrten Erinnerungen ist als Spuretheorie bekannt. Eine ihrer frühesten Versionen geht auf Aristoteles zurück. Er verglich die Erinnerung mit den Einprägungen, welche die Erfahrung wie in weichem Wachs hinterlassen hat. Die dabei zurückbleibenden Eindrücke stellten eine Analogie zu dem Erinnerungsprozeß dar.

Seit Aristoteles wurde die Spuretheorie oft im Einklang mit dem Fortschritt der Technik modifiziert, um modernere Analogien zu finden. Derzeit ist die Ansicht verbreitet, daß Erinnerungen ähnlich archiviert sind wie die Informationen in einem Hologramm, eine Verfeinerung der Spuretheorie, die aber eigentlich nichts Neues enthält.

Wie funktioniert unsere Erinnerung? Bis jetzt haben Untersuchungen des menschlichen Gehirns noch zu keinem Ergebnis geführt, obwohl schon viele Theorien aufgestellt wurden (Bild unten). Eine, die man bis jetzt am ehesten gelten ließ, besagt, daß Erinnerungen im Gehirn genauso festgelegt sind wie die Musik in den Rillen einer Schallplatte (Bild rechts). Durch unzählige Experimente versuchte man diese Erinnerungsspuren, die sogenannten Engramme, ausfindig zu machen; allerdings ist dies bis heute nicht gelungen.



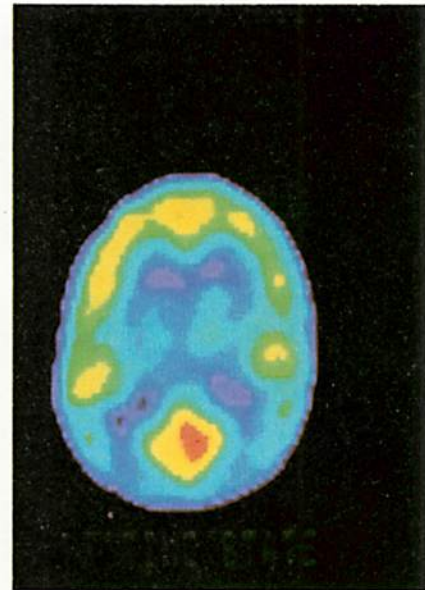
Die Spuretheorie bezieht sich auf Erinnerungen, die einen längeren Zeitraum überbrücken. Es gibt auch Kurzzeit-Erinnerungen, etwa, wenn wir eine Telefonnummer suchen. Diese merken wir uns nur so lange, bis wir sie gewählt haben, und dann vergessen wir sie in der Regel. Man kann sich solche Kurzzeit-Erinnerungen als einen Reflex im Neuronenstrom des Gehirns vorstellen. Viel problematischer ist die Langzeit-Erinnerung.

Die Hypothese der formativen Verursachung könnte eine mögliche Antwort bieten. Danach wird die Entwicklung von Formen in Lebewesen von einem morphogenetischen Feld geleitet; dieses wird durch „formende Resonanz“ durch andere Angehörige derselben Art eingestimmt und beeinflusst, so auch ihre Entwicklung. Diese Theorie kann auch Erinnerungen erklären. Wenn Organismen mit vorangegangenen Formen ihrer Art auf Grund von Ähnlichkeiten in den Prozeß der formenden Resonanz treten, dann ergibt sich

zwei Gründe sind für viele maßgebend; sie haben anscheinend einen endgültigen Beweis für Existenz von Erinnerungsspuren und deren Speicherung im Gehirn, und außerdem übernehmen sie diese Vorstellung fast rückhaltlos.

Der wichtigere Grund kann am besten anhand von Gehirnschäden aufgezeigt werden. Verschiedene Arten davon können zu einem Erinnerungsverlust führen. Dabei nimmt man an, daß gerade solche Teile des Gehirngewebes zerstört wurden, welche die Erinnerungsspuren enthielten. Um den Trugschluß dieser Erklärung vor Augen zu führen, stelle man sich eine Analogie zu einem Fernsehgerät vor. Wenn man zum Beispiel einen Teil der elektrischen Leitungen oder einige Transistoren und Kondensatoren aus einem Fernsehgerät herausnimmt und deshalb einen Kanal nicht mehr empfangen kann, würde man nicht automatisch den Beweis darin vermuten, daß alle Leute, die man gerade in diesem Programm gesehen hat, Schauspieler, Musiker und Ansager,

Durch eine krankhafte Bildung eines Wasserkopfes hat Sharon Scruton (im Bild rechts) einen Hohlraum in ihrem Gehirnzentrum; dennoch hat sie ihre Schule erfolgreich abgeschlossen. Durch die Anwendung einer Methode, die unter der Bezeichnung „Positron Emission Tomograph“ bekannt ist – kurz PET genannt –, kann man heute bei Ultraschallaufnahmen Gehirnteile bei geistiger Betätigung identifizieren; diese Ultraschallaufnahmen (unten) zeigen das Gehirn im „Ruhestand“ und einmal, wenn es Sprache und Musik aufnimmt (unten rechts). Eine PET-Ultraschallaufnahme von Sharon Scrutons Hirn läßt erkennen, daß Aktivitäten, die normalerweise im Hirnzentrum stattfinden, nun in den Randzonen angesiedelt sind.



die interessante Tatsache, daß der Gegenstand, dem ein Organismus in der Vergangenheit am ähnlichsten sieht, er selbst ist. Obwohl die Entwicklung lebender Individuen nicht ausschließlich durch ihre eigene Formen aus der Vergangenheit bestimmt wird, bleibt die Möglichkeit dennoch offen, daß Organismen von Anbeginn an diesem Prozeß unterworfen sein könnten.

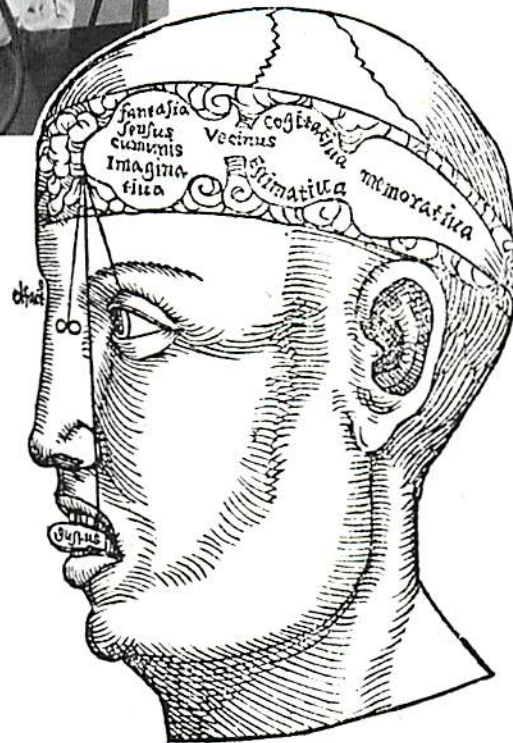
Erinnerungen bestehen vielleicht aus einer Einstimmung in die einstigen Zustände unserer Organismen mit Hilfe der formenden Resonanz, so daß die Vergangenheit für uns immer gegenwärtig ist. Daher brauchen wir auch nicht anzunehmen, daß Erinnerungsspuren in unserem Gehirn gespeichert sind.

Warum nehmen wir die Spuretheorie aber dennoch als selbstverständlich an? Jeweils





Unten:
Ältere Wissenschaftler, von
Aristoteles an, waren der
Meinung, daß Erinnerung
körperlich im Gehirn zu finden
sei. Diese Illustration der
„Margarita philosophica“ von
Gregor Reisch (1504) zeigt den Sitz
der Erinnerung gerade über dem
Ohr an.



Werk von Wilder Penfield über die Elektro-Stimulation von Gehirngewebe bei Epileptikern. Dieser fand heraus, daß einige seiner Patienten gewisse Begebenheiten aus ihrem vergangenen Leben mit großer Anschaulichkeit wachrufen konnten; die elektrische Stimulation schien die Erinnerungen wieder aufleben zu lassen. Allerdings müssen sie in dem Gewebe eingebettet sein, das angeregt wird, oder zumindest in der Nähe, und durch den elektrischen Strom wieder erwachen. Diese Vorstellung wird sehr oft als Beweis für die Spuretheorie herangezogen, aber es ist nicht überzeugend. Man denke nur an die Analogie mit dem Fernsehgerät. Wenn man zum Beispiel den Schaltkreis eines Fernsehgerätes unter Strom setzt, dann könnte es möglicherweise zum plötzlichen Wechsel von einem zum anderen Programm und zu Bildverzerrungen kommen. Aber auch dies ist kein Beweis dafür, daß die auf der Bild-Fläche sichtbaren Figuren tatsächlich im Fernsehgerät gespeichert wären.

Wie entstehen Schaltungen?

Die gängigste Theorie ist die der synaptischen Modifikation. Und zwar sind Synapsen die Verbindungsstellen zwischen den Nervenzellen. Es wird angenommen, daß sie irgendwie modifiziert werden, sobald elektrische Impulse – Nervensignale – durch sie geschickt werden. Diese Annahme ist der hydraulischen Theorie von René Descartes (1596 – 1650) sehr ähnlich. Diese besagt, daß die Erinnerung von der Strömung von Flüssigkeiten durch die Poren abhängt. Je öfter die Flüssigkeiten sie durchfließen, desto größer werden die Poren und um so leichter werden sie wieder in dieselbe Richtung strömen.

Die Theorie der synaptischen Modifikation basiert hauptsächlich auf einer Reihe von Experimenten, die an einer Schneckenart, *Aplysia* genannt, durchgeführt wurden. Diese werden durch die außergewöhnlich großen Nerven der Schnecke erleichtert, und außerdem sind die Reaktionen dieser Schnecke auf ganz gewöhnliche Reize einfacher Natur: Wenn man sie zum Beispiel wiederholt mit einer Nadel berührt, wird sie sich mit der Zeit daran gewöhnen, und anstatt sich in ihr Schneckenhaus zurückzuziehen, diese Berührungen ignorieren – zumindest wenn es sich erwiesen hat, daß dieser Stimulus ihr nichts antun kann. Das ist eine altbekannte Art des Lernens, auch als Gewöhnung bekannt, wobei Tiere einfach nicht auf Reize reagieren, die sie nicht gefährden.

Einige sehr detaillierte Experimente haben ergeben, daß in den Synapsen der *APLYSIA* während dem Gewöhnungsprozeß Veränderungen stattfinden; die Gründe dafür sind allerdings noch nicht bekannt. Es spricht nichts dafür anzunehmen, daß dieselbe Art einer Veränderung möglicherweise der Grund für die vielen und komplexen Lernarten ist, die in höheren Lebewesen stattfinden. Unter-

Linke Seite:
Zellteilung in einem Seeigeler und (links) ein ausgewachsener Seeigel. Nach der heute akzeptierten Theorie wird die Entwicklung von Lebewesen durch eine komplexe chemische Substanz bestimmt, die Desoxyribonukleinsäure – (DNS) –, die in jedem Zellkern vorkommt. Aber wie erklärt man die unterschiedlichen Entwicklungen bei den verschiedensten Zellen? Es kommen dabei so mannigfaltige Formen heraus, wie die Stacheln des Seeigels und seine leuchtenden blauen „Augen“. Eine neue Hypothese schlägt stattdessen vor, daß die Lebewesen ihre Form durch das Einstimmen auf ein morphogenetisches Feld bekommen, welches Informationen von den vergangenen Artgenossen enthält.

in den von den zuvor entfernten Kondensatoren und Transistoren zu finden seien.

Dennoch könnte man dies annehmen, wenn diese Vorstellung fest verwurzelt wäre, und als Beweis anführen, daß das Programm wieder lief, nachdem die vorher fehlenden Bestandteile im TV-Gerät wieder eingesetzt worden seien. Erinnerungsverlust durch Gehirnschaden ist auf keinen Fall ein Beweis für die Speicherung von Erinnerungen im Gehirn. Tatsache ist nur, daß ein gesundes Gehirn die Grundvoraussetzung für das effektive Abrufen dieser Erinnerungen ist. Man kann die Auswirkungen von Gehirnschäden auf unsere Erinnerung auch so erklären, daß wir dann nicht mehr fähig sind, vergangene Gehirnzustände wachzurufen oder sie einzustimmen. Somit ist der Beweis von den Auswirkungen eines Gehirnschadens auf die Erinnerung nicht eindeutig geliefert.

Ein zweiter Beweisgrund, der oft zugunsten der Spuretheorie angeführt wird, ist das

suchungen haben zwar ergeben, daß es beim Lernen zu Veränderungen im Hirn kommt – aber können diese das Phänomen der Erinnerung erklären?

Ein belastender Beweis, der gegen die Spuretheorie spricht, rührt von einer Reihe von Experimenten von K. S. Lashley her. Er begann mit der Hypothese, daß es möglich sein müßte, die Erinnerungsspuren zu orten, wenn sie tatsächlich im Gehirn existierten. So ging er daran, Hirnteile herauszuschneiden und jene Teile der Erinnerung zu identifizieren, die verschwunden waren. Er brachte viel Zeit damit zu und kam nach vielen Jahren völlig frustriert zu folgendem wissenschaftlichen Ergebnis, das er in eine Passage eines Artikels mit dem Titel „Auf der Suche nach dem Engramm“ – Engramm gleichbedeutend mit Erinnerungsspuren – zusammenfaßte:

„Es ist nicht möglich, die isolierte Lokalisation der Erinnerungsspur irgendwo innerhalb des Nervensystems zu demonstrieren. Nur bestimmte Teile sind wahrscheinlich für das Lernen oder die Speicherung einer bestimmten Aktivität von Bedeutung, aber innerhalb solcher Regionen sind die Teile funktionell gleichwertig.“

Lashley führte Experimente mit Ratten durch und fand dabei heraus, daß es nur dann zu einem Erinnerungsverlust kam, wenn größere Hirnteile ausgeschaltet waren. Der Erinnerungsverlust war eher proportional zu der Menge an entferntem Nervengewebe als zu seiner Lage. Lashley nannte dieses Phänomen das „Gesetz der Massenwirkung“; dabei ist die Masse des entfernten Gewebes von Bedeutung und nicht die speziellen Einheiten. Das gleiche Experiment wurde mit demselben Ergebnis an Tintenfischen ausprobiert.

Das Gehirn als Hologramm?

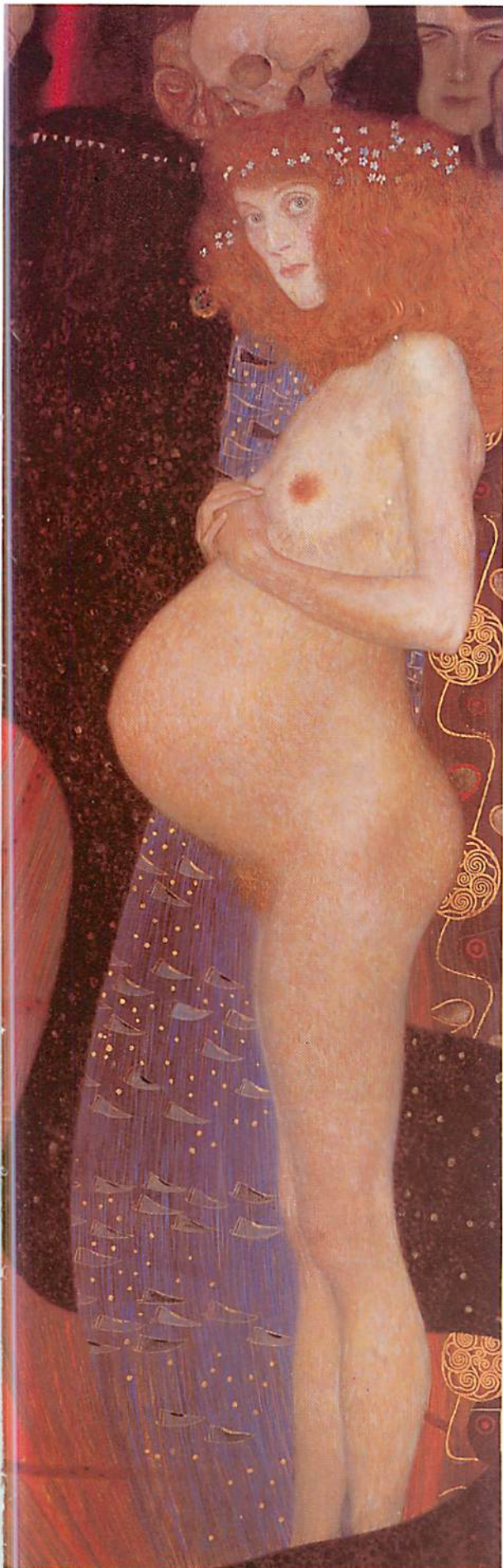
Alle Versuche, lokalisierte Spuren innerhalb des Gehirns zu finden, sind gescheitert, und das hat die Spuretheorie, die früher sehr einleuchtend schien, ins Schwanken gebracht. Darum hat man die holographische Theorie entwickelt, eine Modifikation, die besagt, daß es tatsächlich Erinnerungsspuren gibt, aber über das ganze Gehirn verstreut. Es ist unerheblich, wenn man Teile davon herauschneidet, da alle Erinnerungen überall zu finden sind. Obwohl diese Überlegung einleuchtend erschien, verschleierte sie vieles: wenn Erinnerungen so im Gehirn gespeichert sind, läßt sich diese Hypothese nicht überprüfen. Das Hirn ist auf jeden Fall kein Hologramm. Dies funktioniert im Prinzip wie Laser-Lichtwellen und Interferenzmuster, die auf einem Fotofilm gespeichert werden. Es gibt nichts dergleichen in der Anordnung in unserem Gehirn.

Somit sind wir beim gegenwärtigen Stand der Forschung angelangt. Die Vorstellung, daß Erinnerungsspuren in unserem Gehirn archiviert sind, ist wirklich ein Aspekt der mechanistischen Lebenstheorie. Das alles geht auf die Annahme zurück, daß alles im Zusammenhang mit dem Geist auf materielle Weise erklärlich ist und auf „Dinge“ im Gehirn zurückgeführt werden kann. Wer diese Überzeugung teilt, muß daran glauben, daß Erinnerungen im Gehirn archiviert sind. Wenn man jedoch die Möglichkeit in Betracht zieht, daß das Gehirn vielleicht doch nicht ein Erinnerungsspeicher, sondern eher ein Schaltsystem ist, welches das Aufgreifen von Erinnerungen ermöglicht, dann leuchtet der Fehlschlag, lokalisierte Erinnerungsspuren zu finden, sicher ein. Und was daran überraschend ist: Mehrere bis jetzt ungeklärte Phänomene werden dann vom wissenschaftlichen Standpunkt aus vielleicht weniger überraschend erscheinen.



Im 17. Jahrhundert schlug der Philosoph René Descartes (oben) eine hydraulische Theorie der Erinnerung auf der Basis vor, daß die Erinnerung vom Flüssigkeitsfluß durch die Poren abhängt: je öfter die Flüssigkeit in eine bestimmte Richtung fließt, desto wahrscheinlicher ist es, daß sie immer wieder den gleichen Weg nimmt. Eine moderne Version ist die synaptische Modifikation, derzufolge die Synapsen oder Schaltungen zwischen den Nervenzellen – in den Knoten eingeschlossen und 5000-fach vergrößert auf dem Bild links – sich verändern und Nervensignale dadurch wieder durch sie durchgeschickt werden.





Oben:
Die Meeresschnecke *Aplysia punctata*. Sie lieferte den Hauptbeweis für die Theorie der synaptischen Modifikation, indem sie in ihren Synapsen Veränderungen aufwies, die auf einen Lernprozeß zurückgingen.

Links:
Hoffnung von Gustav Klimt: eine Schwangere, umgeben von beunruhigenden und spukhaften Gestalten. Ist es möglich, daß unsere Gedanken und Handlungen aufgrund unserer morphogenetischen Felder anderer Menschen, als auch Ungeborene, denen wir vielleicht niemals begegnen werden, beeinflussen?

Nach der neuen Theorie stimmen wir uns normalerweise auf unsere Erinnerungen ein – aber es ist denkbar, daß uns der Prozeß der formenden Resonanz auch auf die Erinnerungen anderer Leute einzustimmen erlaubt. Telepathie kann als der beinahe unmittelbare Transfer von Erinnerungen aus jüngster Zeit erklärt werden; Hellseherei könnte aus der Fähigkeit mancher Menschen resultieren, sich auf die Erinnerungen entfernter Personen einzustimmen und natürlich auch auf die der fernen Vergangenheit. Das wäre auch eine Erklärung, daß Menschen Zugang zu Erinnerungen vergangener Leben haben, oft durch hypnotische Rückführung in diese Zeit. Es könnte sogar darüber aufklären, warum viele der Erinnerungen, die unter hypnotischer Regression bewirkt werden, lückenhaft sind oder das Resultat einer Überlappung von Erinnerungen ganz unterschiedlicher Individuen zu sein scheinen. Wahrscheinlich beruht es auf der Tatsache, daß die Einstimmung auf mehr als ein morphogenetisches Feld gleichzeitig erfolgt, was dann die so erworbene Information durcheinanderbringt.

Die neue Theorie der Erinnerung als ein Ausdruck der formenden Resonanz baut zum Teil auf der schon bekannten Vorstellung des kollektiven Unbewußten von C. G. Jung auf. Wir werden vielleicht nicht nur von Erinnerungen bestimmter Leute aus der Vergangenheit, sondern auch durch eine Art gemeinsamer oder kollektiver Erinnerung von unzähligen vorangegangenen Menschen – Erinnerung einer ganzen Spezies – beeinflusst. Bevor jeder sein eigenes Leben lebt, wird sein Geist wahrscheinlich schon direkt durch die Erinnerungen anderer Menschen beeinflusst, nämlich dadurch, daß die Erinnerungen unzähliger Menschen aus der Vergangenheit zusammengeschaltet werden – egal ob man sich dessen bewußt wird oder nicht. Umgekehrt tragen vielleicht unsere Gedanken und Erinnerungen zur kollektiven Erinnerung der Menschheit bei und werden auch weiterhin auf die in der Zukunft lebenden Menschen einwirken.