

Variieren

Die Psychologie des Experimen- tierens und das Experiment in der Psychologie

Robert Gaschler

Der folgende Beitrag liefert zwei psychologische Perspektiven auf das Experiment. Einerseits werden knapp einige Ergebnisse dazu vorgestellt, inwiefern höher entwickelte Tiere und Menschen spontan experimentieren und wie Grundlagen des Experimentierens in der Kopplung von Wahrnehmung und Handlungssteuerung angelegt sind. Andererseits werden an Beispielen einige Charakteristika des Experiments in der Psychologie erläutert.

Die Psychologie des Experimentierens

Nach Zusammenfassung einer langen Reihe von Lernexperimenten an Ratten kam Tolman (1948) zu dem Schluss, dass nicht nur er, sondern auch die Ratten experimentieren: Sie explorieren systematisch ihre Umwelt, um Veränderungen vorhersagen bzw. herbeiführen zu können. Sie erkunden beispielsweise systematisch zuerst die hellen oder zuerst die dunklen Türen im Labyrinth. Sie explorieren den Aufbau eines Labyrinths auch, wenn sie keinen Hunger haben, und nutzen das erworbene Wissen, wenn sie dann Hunger haben. Sie versuchen, auf das Labyrinth zu klettern, um sich einen Überblick zu verschaffen. Sie zeigen Probehandeln, wenn sie sich vor einem Sprung von einem Podest für eine von zwei Türen entscheiden müssen, die jeweils offen oder verschlossen sein können. Die Ratten variieren systematisch ihr Verhalten und beobachten die darauf folgenden Veränderungen in der Umwelt. Tolman sieht dahingehend kaum wesentliche Unterschiede zwischen Experimentator und Ratten.

Wissenserwerb durch Beeinflussung der Umwelt ist in der engen Kopplung von Motorik und Wahrnehmung angelegt. Das Explorieren von Objekten mit den Händen macht deutlich, wie eng beide Funktionen ineinander greifen (vgl. Gaschler et al. 2012). Aktive Bewegung erleichtert die Separierung von Formen (beispielsweise welcher Faden wohin führt). Das aktive Variieren von Umwelt-eigenschaften erlaubt es, schneller und sicherer Wissen über Eigen-schaften der Umwelt zu erwerben, als wenn man auf passives Beobachten beschränkt wäre. Blaisdell (2008) illustriert dies mit folgendem Beispiel: Stellen Sie sich ein Kind vor, das erstmalig ein Barometer sieht. Da sich erst die Anzeige im Barometer ändert und

danach das Wetter umschlägt, wäre die Schlussfolgerung denkbar, dass eine Änderung der Anzeige eine Änderung des Wetters verursacht. Durch aktives Manipulieren eines (analogen) Barometers kann diese Schlussfolgerung jedoch rasch korrigiert werden. Neun Monate alte Kinder explorieren realistische Fotografien von Objekten (etwa eines Apfels) mit den Händen oder versuchen eine fotografierte Flasche mit den Lippen zu berühren (DeLoache 2004). Sie erlernen, dass es sich bei den Fotografien um Objekte handelt, die für andere Objekte stehen.

Sich aktiv in der Umwelt zu bewegen ist eine notwendige Voraussetzung für die vollständige Ausbildung des visuellen Kortex (z. B. Held/Hein 1963). Während Kätzchen, die sich selbst bewegten, vollständige visuelle Fähigkeiten ausbildeten, war dies bei Kätzchen nicht der Fall, die den gleichen Bewegungen in der gleichen Umwelt passiv ausgesetzt waren. Craighero, Leo, Umiltà und Simion (2011) legen nahe, dass es bei Menschen einen Wahrnehmungsvorteil für die Kopplung von Handlung und Wahrnehmung gibt, der schon wirksam ist, bevor eigene Handlungen beginnen. Zwei Tage alte Neugeborene blickten bevorzugt auf Bewegungen, die hin zu einem Objekt verliefen. Im Experiment wurde variiert, ob (a) ein Objekt vorhanden war, (b) welche Richtung eine Armbewegung nahm und (c) welche Form die Hand annahm. Neugeborene schauten häufiger und länger auf Bewegungen, bei denen Form der Hand, Bewegungsrichtung und Objekt so zueinander passten, dass der Bewegung ein Ziel unterstellt werden konnte – sie also als Handlung interpretiert werden konnte.

Ein als Ideo-Motor-Theorie bezeichneter Bereich der Forschung zu menschlicher Handlungskontrolle bietet eine Antwort auf die Frage, wie wir die Fähigkeit erlangen, unsere Umwelt absichtlich zu beeinflussen: Wir beobachten die Effekte, die zufällige Bewegungen haben, und invertieren diese Beobachtungen. So legen beispielsweise Elsner und Hommel (2001) nahe, dass Menschen in einem zweischrittigen Ablauf die Fähigkeit zur intentionalen Beeinflussung der Umwelt ausbilden: Mangels Wissen darüber, zu welchen Veränderungen in der Umwelt eigene Bewegungen führen können, hat ein Baby anfangs kaum eine Grundlage, absichtlich Motorprogramme auszuwählen, die zu gewünschten Zielen führen. Es kann jedoch Bewegungen ohne Ziel ausführen und die Veränderung in der Umwelt beobachten. Das Zusammentreffen von Bewegungen (z. B. mit dem Bein strampeln) und Veränderungen in der Umwelt (z. B. ein Mobile bewegt sich) werden gespeichert. Die Assoziationen zwischen Motorprogramm und Umweltveränderung können dann in umgekehrter Richtung genutzt werden. Während

anfangs die Bewegung des Beines von der Wahrnehmung des sich bewegenden Mobiles gefolgt wurde, kann nun die *Vorstellung* des sich bewegenden Mobiles dazu führen, das Bein zu bewegen. Antizipierte Umweltveränderungen können dann also die Motorprogramme auslösen, die zu diesen Umweltveränderungen führen.

Experimentieren in der Psychologie

In der Psychologie gibt es selten Auseinandersetzungen darüber, was als Experiment gilt und was nicht. Seit langem sind der experimentelle und der korrelative Forschungsansatz mit den jeweiligen Stärken und Schwächen explizit gemacht und die geschickte Kombination der jeweiligen Stärken in einem Forschungsprogramm gilt als besonders erstrebenswert (Cronbach 1957). Bei einem Experiment werden Versuchsbedingungen willkürlich hergestellt. Das lässt sich bei vielen Forschungsfragen realisieren – aber nicht immer. So lässt sich beispielsweise nicht experimentell erforschen, ob bestimmte beobachtbare Verhaltensweisen von Probanden durch ihr Geschlecht determiniert sind, denn die Versuchsleiterin oder das Computerprogramm, das den Versuch steuert, kann niemanden nach Münzwurf willkürlich zur Frau oder zum Mann machen. Ein Versuch, bei dem zufällig variiert wird, ob zu beurteilende standardisierte Profile von BewerberInnen mit Frauen- oder Männernamen versehen werden, ist jedoch ein Experiment. Denn Versuchsleiterin oder Computerprogramm können nach Münzwurf willkürlich die zu beurteilende Bewerbung mit einem Männer- oder einem Frauennamen versehen. Das willkürliche Variieren der Versuchsbedingungen erlaubt es, bekannte und unbekannte Störeinflüsse unter Kontrolle zu halten. Da viele Alternativerklärungen für einen (vermeintlich) hochinteressanten Befund ausgeschlossen werden können, ist das Experiment ein besonders attraktives Forschungsinstrument. Dies sei verdeutlicht an einer Fragestellung, bei der experimentelles Vorgehen *nicht* möglich ist.

In Skandinavien wurden umfangreiche Datensätze erhoben, die es erlauben, die Anzahl der Monate, die eine Person als Baby an der Brust gestillt wurde, mit späterer Gesundheit, emotionaler Stabilität und Intelligenz in Beziehung zu setzen (z. B. Evenhouse/Reilly 2005). In diesen großen Datensätzen konnten gegen statistische Zufälle abgesicherte, positive Zusammenhänge ermittelt werden. Jeder zusätzliche Monat mit Muttermilch verheißt beispielsweise ein relevantes Plus an späteren IQ-Punkten. Einerseits bieten sich Erklärungsansätze an, die mit den langfristigen Folgen der frühen Hirnentwicklung operieren (die durch die Muttermilch

und/oder das Stillen an der Brust gefördert werden). Andererseits muss, da nicht per Münzwurf entschieden wurde, welches Kind wie lange gestillt wird, erwogen werden, ob der statistisch robuste Zusammenhang tatsächlich eine kausale Wirkung des Stillens belegt. Um alternative Erklärungsansätze zu testen, muss ein Weg gefunden werden, mögliche Störeinflüsse zu kontrollieren. Da es nicht möglich ist, Versuchsbedingungen willkürlich zu variieren, kommt es darauf an, die Art der Analyse der Daten so zu variiieren, dass die Wirkung möglicher Störeinflüsse offenkundig werden kann (falls es sie denn gibt). Diesen Weg gingen unter anderem Evenhouse und Reilly (2005). Sie bestimmten einerseits den Zusammenhang zwischen Stilldauer und Indikatoren späterer positiver Entwicklung für alle Kinder im Datensatz – was die oben beschriebenen positiven Zusammenhänge belegte. Andererseits führten sie eine Analyse durch, bei der nur die Daten von Kindern genutzt wurden, die Geschwister haben. Es wurde für alle Familien mit mehreren Kindern *innerhalb* der Familie berechnet, inwiefern das länger gestillte Kind in einem höheren Maße die Indikatoren späterer positiver Entwicklung aufwies. Dies war nicht der Fall. Innerhalb der Familien gab es zwar zwischen den Kindern große Unterschiede in der Stilldauer, aber diese standen statistisch nicht in Zusammenhang mit den Indikatoren späterer positiver Entwicklung. Der positive Zusammenhang, den man in der Gesamtstichprobe robust gemessen hatte, war also nicht Ausdruck einer kausalen Wirkung von Stilldauer auf Gesundheit usw. Es war damit vermutlich nicht das Stillen selbst, das die positive Wirkung hatte, sondern andere und möglicherweise zahlreiche Merkmale der Familien, in denen länger gestillt wurde – denkbar wären beispielsweise ein hohes Bildungsniveau, großzügiger Wohnraum, geringe Lärmbelastung durch Straßenverkehr oder gesunde Ernährung, welche möglicherweise häufiger in Familien auftreten, in denen länger gestillt wird. Da derartige Variablen nicht erfasst worden waren, konnte darüber nur spekuliert werden, experimentell ließen sich die Zusammenhänge nicht testen.

Experimentelle Trainingsstudien

Das nächste Beispiel soll deutlich machen, dass das Experiment (wenn akzeptabel und ethisch vertretbar) bei bestimmten Fragestellungen eine Forschungsstrategie sein kann, die bekannte und unbekannte Störvariablen kontrolliert. Wenn es zwischen den Bedingungen des Experiments statistisch robuste Unterschiede gibt, dann ist dies eine starke Evidenz dafür, dass die im

Experiment willkürlich vorgenommene Variation diese Unterschiede hervorgerufen hat.

Passend zu vorheriger Evidenz aus Studien mit Ratten, dass anregende Lernumgebungen das Hirnwachstum fördern können und dass der posteriore Hippocampus eine Hirnstruktur ist, die insbesondere für das Speichern von Episoden mit Bezug zu räumlicher Information relevant ist, konnten Maguire et al. (2000) berichten, dass Londoner Taxifahrer über einen größeren posterioren Hippocampus verfügen als Vergleichsprobanden gleichen Alters. Zudem war der posteriore Hippocampus umso größer, je länger die entsprechende Person schon Londoner Taxifahrer gewesen war, bevor die Größe der Hirnstrukturen mittels Magnetresonanztomografie gemessen worden war. Für dieses Ergebnis gibt es eine Reihe unterschiedlicher plausibler Interpretationen: (1) Das Taxifahren kann das entsprechende Hirnwachstum angeregt haben. (2) Personen mit großem posteriorem Hippocampus hatten eine höhere Wahrscheinlichkeit, Taxifahrer in London zu werden. (3) Personen mit großem posteriorem Hippocampus hatten eine höhere Wahrscheinlichkeit, Taxifahrer in London zu bleiben. Diese Erklärungsansätze schließen sich nicht gegenseitig aus. Mehrere können zutreffend sein.

Da nicht willkürlich bzw. zufällig entschieden worden war, wer Taxifahren in London – als potenzielles Training der für räumliche Orientierung relevanten Hirnstrukturen – auf sich nimmt, ist es nicht möglich, zwischen den oben genannten Erklärungsansätzen zu unterscheiden. Dies macht plausibel, warum unter erheblichem Aufwand kontrollierte experimentelle Trainingsstudien zur Frage des trainingsbedingten Hirnwachstums durchgeführt worden sind. So ließen Lövdén et al. (2012) 44 junge (20 bis 30 Jahre) und 47 ältere (60 bis 70 Jahre) Männer auf dem Laufband laufen. Innerhalb der Altersgruppen wurde für jede Person zufällig ausgewählt, ob sie nur Laufband lief oder gleichzeitig beim Laufen durch einen virtuellen Zoo navigierte. Ein mehrere Jahre dauerndes Training war nicht zumutbar. Es wurde 42 Mal (jeden zweiten Tag) für jeweils fünfzig Minuten im Labor gelaufen bzw. gelaufen und navigiert. Strukturelle Hirnmessungen vor und nach dem Training ergaben, dass in beiden Altersgruppen die in der Kontrollgruppe (Laufen ohne Navigieren) zu beobachtende Schrumpfung des Hippocampus in der Trainingsgruppe (Laufen mit Navigieren) vermieden wurde. Der auch in anderen Studien beobachtete Rückgang der Größe dieser Hirnstruktur mit dem Alter war in der Trainingsgruppe also ausgesetzt.

Das Lauf-/Navigationsexperiment kann als eine Übersetzung der Taxifahrerstudie in einen experimentellen Forschungsansatz

interpretiert werden. Kernmerkmal ist, dass zufällig zugewiesen wird, wer in die Trainings- und wer in die Kontrollgruppe kommt. Bei der Schilderung fällt zudem auf, dass auch die Kontrollgruppe mehr macht, als nur am Anfang und am Ende der Studie jeweils einen Hirnscan über sich ergehen zu lassen. Teilnehmer der Experimental- und Kontrollgruppe kamen gleich oft und in gleichen Abständen ins gleiche Labor, interagierten mit den gleichen VersuchsleiterInnen und liefen in gleicher Geschwindigkeit auf dem gleichen Laufband. In diesem wie auch in anderen Experimenten wurde versucht, zwischen den Bedingungen möglichst nur den einen wirklich interessierenden Unterschied (Laufen mit oder ohne Navigationstraining) herzustellen und alle anderen Merkmale möglichst gleich zu lassen. Wenn die Teilnehmer der Kontrollgruppe nicht regelmäßig ins Labor gekommen wären, hätte ein möglicher Unterschied in der Entwicklung der Größe der Hirnstrukturen beispielsweise der Aktivierung und Strukturierung zugerechnet werden können, die mit regelmäßigen Besuchen im Forschungslabor verbunden sind – statt durch das Navigationstraining verursacht worden zu sein. Der besonders hohe Aufwand, der bei experimentellen Trainingsstudien betrieben wird, macht es verständlich, dass in diesem Forschungsfeld besonders intensiv über methodische Kniffe diskutiert wird, die es erlauben, experimentelle Studien so zu planen, dass bei der Analyse und Interpretation der Ergebnisse die theoretisch relevanten Erklärungen im Vordergrund stehen können, weil die meisten weniger interessanten Alternativinterpretationen methodisch ausgeschlossen werden (Green et al. 2014).

Der Kontrolle von Störeinflüssen sind bei experimentellen Trainingsstudien jedoch Grenzen gesetzt. Während man beispielsweise recht einfach sicherstellen kann, dass die Personen, welche vor und nach dem Training die Hirn- oder Leistungsmessungen durchführen, nicht wissen, welche Person in der Trainings- und welche Person in der Kontrollgruppe ist, lässt sich meist nicht sicherstellen, dass die Personen, die das Training begleiten, blind hinsichtlich der Frage sind, ob sie gerade die Aktivitäten einer Person der Experimental- oder der Kontrollgruppe koordinieren. Es ist denkbar, dass die Personen der Experimentalgruppe sich im Labor muntereren bzw. stärker aufmunternden VersuchsleiterInnen gegenüber sehen. Obwohl nicht als Kernvariable des Trainings konzeptualisiert, kann die Erwartung der VersuchsleiterInnen den Trainingserfolg beeinflussen. Selbst die Erwartungen von VersuchsleiterInnen hinsichtlich der Trainingsleistung von Ratten können deren Leistungszuwachs beeinflussen (Rosenthal/Fode 1963).

Die Stunde am Computer

Experimentelle Trainingsstudien stellen ein Extrem dar, was die Anzahl der Stunden angeht, die Teilnehmende über Tage und Wochen hinweg im Labor verbringen. Viele andere Experimente im Labor nehmen nur zwischen einer halben und anderthalb Stunden in Anspruch. In diesen Zeitumfang passen nicht nur das Lesen, Besprechen und Quittieren der schriftlichen Teilnehmendeninformation, mit der sichergestellt wird, dass Teilnehmende über die Inhalte und Anforderungen des Experimentes so weit informiert sind, dass sie tatsächlich (schriftlich) in die Teilnahme einwilligen können. Auch die Bearbeitung der eigentlichen Experimentalaufgabe am Computer wird innerhalb dieses Zeitrahmens absolviert. Für die Teilnahme wird in der Regel eine kleine Aufwandsentschädigung gezahlt, die beispielsweise die Anreisekosten mit dem öffentlichen Nahverkehr kompensieren soll.

Teilnehmende bearbeiten im Experiment eine ihnen am Computer schriftlich erläuterte Aufgabe, damit klar gefasst werden kann, wobei und worin die Variation von Bedingungen stattgefunden hat. Spontanes Verhalten in einer wenig strukturierten Situation könnte hingegen kaum daraufhin untersucht werden, ob eine experimentelle Variation einen Einfluss auf Verhalten hat. Der Computer steuert die Erfassung, welche Antworten in der Aufgabe wie schnell gegeben wurden, und gibt Rückmeldungen. Antworten können beispielsweise im Sprechen einzelner Wörter, im Drücken von Tasten auf der Tastatur, in Mausbewegungen oder im Anschauen von spezifischen Regionen des Bildschirms bestehen (wobei die Blickposition mit Infrarotkamera und Bildverarbeitung ermittelt wird). Computer erleichtern es zudem, dass die Personen, die unterschiedliche Bedingungen im Experiment durchlaufen, hinsichtlich Instruktion, Pausen und Rückmeldungen exakt die gleichen Bedingungen erleben – mit Ausnahme der experimentellen Variation. Die Teilnehmenden werden zwar anfangs von der Versuchsleiterin oder vom Versuchsleiter begrüßt und über das Experiment aufgeklärt. Die Versuchsleitenden wissen bzw. beobachten jedoch nicht, welche spezifische Bedingung im Experiment einer Person vom Computer zugewiesen wird. Dadurch wird vermieden, dass Wissen bzw. Erwartungen über den Forschungsgegenstand verbal oder über die Mimik transportiert werden.

Im Folgenden soll ein Beispiel für ein Experiment knapp erläutert werden, bei dem sich die Behandlung der Teilnehmenden der beiden Experimentalbedingungen nur in einem kleinen Detail unterschied. Dies erleichterte es zu schlussfolgern, dass tatsächlich das variierte Detail ausschlaggebend für die Unterschiede in den

Messungen in den beiden Gruppen war. In der Publikation von Gaschler, Frensch, Cohen und Wenke (2012) sind eine Reihe von Experimenten vorgestellt, bei denen jeweils lediglich ein Aspekt bei der *Beschreibung* der Aufgabe zwischen den beiden Experimentalbedingungen variiert wurde. Bevor dieser Aspekt benannt wird, sollen die anderen relevanten Anforderungen und Abläufe knapp verdeutlicht werden. Es handelte sich um eine sehr einfache Aufgabe mit sehr schnellen Antworten. Gemessen wurde die Geschwindigkeit, mit der die passende Antworttaste zum gezeigten Bild gedrückt wurde. In jedem von mehreren hundert Durchgängen wurde eines von vier möglichen Bildern gezeigt und es sollte die passende von vier möglichen Antworttasten gedrückt werden (siehe Abb. 1). Bei den vier verschiedenen Bildern handelte es sich um in Grau dargestellte Formen.

Während den Teilnehmenden vorher korrekt erläutert worden war, dass erforscht würde, wie die Bearbeitung einer einfachen Aufgabe durch Übung schneller und genauer wird, wurde ein Aspekt nicht detailliert ausgeführt: Die Reihenfolge der Bilder auf dem Bildschirm und damit auch die Reihenfolge der Antworttasten war nicht zufällig, sondern vorhersagbar. Aus den Reaktionszeiten konnte erschlossen werden, ob Personen unabsichtlich und unwissentlich Wissen über diese Reihenfolge erwarben: Tatsächlich wurden die Antworttasten dann schneller betätigt, wenn die vorhersagbare Reihenfolge eingehalten als wenn sie durchbrochen wurde. Während im ersten Teil des Experiments festgestellt werden konnte, *dass* Wissen über die vorhersagbare Reihenfolge erworben worden war, zielte der zweite Teil des Experiments darauf ab zu prüfen, worin dieses Wissen genau bestand. Wie im ersten Teil des Experiments gab es auch im zweiten Teil vier jeweils mit einem Farbaufkleber beklebte Antworttasten. Die Position der Tasten war jedoch vertauscht. Wer im ersten Teil gelernt hatte, in welcher Reihenfolge welcher Finger zu betätigen war, konnte dieses Wissen im zweiten Teil daher nicht nutzen. Auch wer im ersten Teil eine Reihenfolge von Antwortpositionen erlernt hatte, konnte daraus im zweiten Teil keinen Geschwindigkeitsvorteil ziehen. Lediglich Wissen über die Reihenfolge der Antwortfarben ließ sich vom ersten in den zweiten Teil des Experiments transferieren und führte zu schnelleren Antworten, wenn die im ersten Teil geübte Antwort-Farben-Reihenfolge eingehalten wurde, als wenn sie durchbrochen wurde.

Die experimentelle Variation bestand nun darin, ob die Zuordnung der vier Bilder zu den vier farbig beklebten Tasten anhand der Position der Taste erklärt wurde (z. B. „wenn eine Raute zu sehen

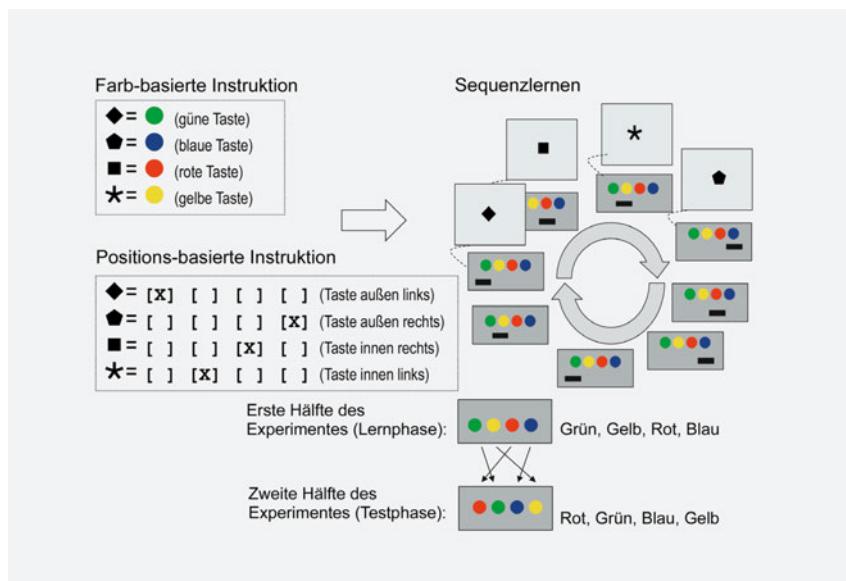


Abb. 1. Schematische Darstellung der Variation der Instruktion sowie Sequenzlernen und Test der Art des Sequenzwissens in Gaschler et al. (2012).

ist, die Taste außen links drücken“) oder anhand der Farbe der Taste (z. B. „wenn eine Raute zu sehen ist, die grüne Taste drücken“). In den beiden Bedingungen des Experimentes wurden die exakt gleichen Bilder in der exakt gleichen Reihenfolge gezeigt und es wurden als Antworten die gleichen farbig beklebten Tasten gedrückt. Die experimentelle Variation bestand also lediglich darin, ob am Anfang des Experiments die Zuordnung der Bilder zu den Tasten entweder anhand der Position oder anhand der Farbe der Tasten erläutert worden war. Tatsächlich konnte durch die Messung im zweiten Teil des Experiments festgestellt werden, dass die Personen, die am Anfang von vielen hundert Durchgängen eine Farbinstruktion erhalten hatten, unabsichtlich und unwissentlich eine Reihenfolge von Antwortfarben erlernt hatten. Die Personen, die eine positionsbasierte Instruktion erhalten hatten, erlernten nur die Reihenfolge der Antwortpositionen.

Die Teilnehmenden wurden im Anschluss an das Experiment noch detaillierter darüber informiert, wodurch genau sich mögliche übungsbedingte Gewinne in der Bearbeitungsgeschwindigkeit ergeben konnten. Sie wurden zudem gebeten, die Reihenfolge anzugeben, die erlernt werden konnte (bzw. zu raten, falls ihnen

dazu nichts einfiel). Die angegebenen Reihenfolgen wurden mit den tatsächlich geübten Reihenfolgen abgeglichen. Es wurde berechnet, inwiefern die aufgetretene Überlappung durch Zufallstreffer erklärt werden konnte. Dabei wurde deutlich, dass kaum oder kein verbal verfügbares Wissen über die Reihenfolgen vorhanden war. Dies wurde als Beleg dafür interpretiert, dass das Erlernen der Reihenfolge nicht nur unabsichtlich und unwissentlich stattgefunden hatte, sondern dass den Teilnehmenden auch nicht bewusst geworden war, dass und was sie gelernt hatten.

Dieser Ansatz wurde in der publizierten Studie in mehreren Experimenten wiederholt, wobei die Art der zu erlernenden Reihenfolge und die Gestaltung des Messverfahrens in der zweiten Hälfte des Experimentes von Experiment zu Experiment geändert wurden. Dadurch wurde deutlich, dass das Ergebnis replizierbar ist (es sich also nicht um einen Zufallsfund handelt) und dass es robust auftritt, wenn Details variiert werden. Die Ergebnisse der Experimente waren hilfreich, um stärker einzugrenzen, welche Rolle Aufmerksamkeit beim unabsichtlichen und unwissentlichen Lernen spielt. Während einige Theorien annahmen, dass derartiges Lernen vielfältige Details und Merkmale gleichzeitig erfasst, waren andere Theorien davon ausgegangen, dass unabsichtliches Lernen ein Nebenprodukt der Aufgabenbearbeitung ist und genau die Merkmale von Material und Reaktionen erfasst, die zur Bearbeitung der Aufgabe beachtet werden. Die Art, wie man sich eine Aufgabe merkt, bestimmt danach die Bearbeitung und auch das unabsichtliche Lernen. Wenn Aufmerksamkeit auf die Farbe der Tasten gelenkt wird und man eine „die zum Symbol zugeordnete Farbe drücken“-Aufgabe ausführt, wird eine Reihenfolge von Antwortfarben erlernt. Wenn die Instruktion nahelegt, dass man eine „die zum Symbol zugeordnete Position drücken“-Aufgabe ausführt, wird keine Reihenfolge von Antwortfarben gelernt. Als persönliche Anmerkung sei hier noch hinzugefügt, dass ich zwar vor Beginn der Experimente aus den theoretischen Vorarbeiten eine entsprechende Vorhersage ableiten konnte, es aber schwer vorstellbar fand, dass Instruktionen selbst bei derart einfach gestalteten Aufgaben mit redundanten Merkmalen eine hinreichend starke und langfristige Wirkung darauf entfalten könnten, auf welche Weise die Teilnehmenden das Lösen der Aufgabe erlernen würden.

Schluss

Der Beitrag hat an Beispielen behandelt, dass Menschen (und höher entwickelte Tiere) systematisch Einfluss auf ihre Umwelt nehmen, um dadurch Wissen darüber zu erlangen, wie Veränderungen in

dieser Umwelt vorhergesagt, erzeugt und kontrolliert werden können. Während die Psychologie einerseits Methoden dazu entwickelt hat, wie sich Erleben und Verhalten von Menschen experimentell erforschen lassen, liefert sie andererseits auch Wissen über die Kopplung von Wahrnehmung und Handlung als Grundlage des Experimentierens selbst.

Literatur

- Blaisdell, Aaron P. (2008): „Cognitive dimension of operant learning“, in: Roediger, Henry L. III (Hg.): *Cognitive Psychology of Memory*. Vol. 2 of *Learning and Memory: A Comprehensive Reference*, 4 vols. (hg. v. J. Byrne). Oxford: Elsevier, S. 173–195.
- Craighero, Laila; Leo, Irene; Umiltà, Carlo und Simion, Francesca (2011): „Newborns' preference for goal-directed actions“, in: *Cognition*, Vol. 120 (1), S. 26–32.
- Cronbach, Lee J. (1957): „The two disciplines of scientific psychology“, in: *American Psychologist*, Vol. 12, S. 671–684. <http://psychclassics.yorku.ca/Cronbach/Disciplines/> (zuletzt aufgerufen: 19.10.2018).
- DeLoache, Judy S.. (2004): „Becoming symbol-minded“, in: *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 8, S. 66–70.
- Elsner, Birgit und Hommel, Bernhard (2001): „Effect anticipation and action control“, in: *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 27 (1), S. 229–240.
- Evenhouse, Eirik und Reilly, Siobhan (2005): „Improved estimates of the benefits of breastfeeding using sibling comparisons to reduce selection bias“, in: *Health Services Research*, Vol. 40 (6), S. 1781–1802.
- Gaschler, Robert; Frensch, Peter A.; Cohen, Asher und Wenke, Dorit (2012): „Implicit sequence learning based on instructed task set“, in: *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 38, S. 1389–1407.
- Gaschler, Robert; Katz, Dov; Grund, Marti; Frensch, Peter A. und Brock, Oliver (2012): „Intelligent object exploration“, in: Maurtua, Inaki (Hg.): *Human machine interaction*. Intech, S. 235–260., www.intechopen.com/articles/show/title/intelligent-object-exploration (zuletzt aufgerufen: 19.10.2018).
- Green, Shawn C.; Strobach, Tilo und Schubert, Torsten (2014): „Methodological standards in training and transfer experiments“, in: *Psychological Research*, Vol. 78 (6), S. 756–772.
- Held, Richard und Hein, Alan (1963): „Movement-produced stimulation in the development of visually guided behavior“, in: *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, Vol. 56, S. 872–876.
- Lövdén, Martin; Schaefer, Sabine; Noack, Hannes; Bodammer, Nils Christian; Kühn, Simone; Heinze, Hans-Jochen; Düzel, Emrah; Bäckman, Lars und Lindenberger, Ulman (2012): „Spatial navigation training protects the hippocampus against age-related changes during early and late adulthood“, in: *Neurobiology of Aging*, Vol. 33, S. 620.e9–620.e22.
- Maguire, Eleanor A.; Gadian, David G.; Johnsrude, Ingrid S.; Good, Catriona D.; Ashburner, John; Frackowiak, Richard S. J. und Frith, Christopher D. (2000): „Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers“, in: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 97(8), S. 4398–4403.
- Rosenthal, Robert und Fode, Kermit L. (1963): „The effect of experimenter bias on the performance of the albino rat“, in: *Behavioral Science*, Vol. 8, S. 183–189.
- Tolman, Edward, C. (1948). „Cognitive maps in rats and men“, in: *Psychological Review*, Vol. 55 (4), S. 189–208. [https://psychclassics.yorku.ca/Tolman/Maps/maps.htm](http://psychclassics.yorku.ca/Tolman/Maps/maps.htm) (zuletzt aufgerufen: 19.10.2018).

