

APPENDIX

Deutsche Zusammenfassung

(German summary)

Hintergrund

Beim Schreiben einer Dissertation trifft man unweigerlich auf das Problem, wie detailliert die Auskunft sein sollte, wenn man von Familienmitgliedern, Freunden oder Bekannten gefragt wird, worum es dabei geht. Ich habe mich meist für die sehr allgemeine Auskunft entschieden, dass ich untersuche, wie Menschen unter diversen Bedingungen Entscheidungen treffen. Viele meiner Gesprächspartner reagierten darauf mit einem für mich überraschenden Ausmaß an Enthusiasmus, und erzählten mir von schwierigen Entscheidungen, die sie in der Vergangenheit treffen mussten, wie etwa die Entscheidung, ein Haus zu kaufen, eine bestimmte Ausbildung anzufangen, oder welches von zwei attraktiven Stellenangeboten sie annehmen sollten. Die meisten dachten also an Präferenzentscheidungen, bei denen viel auf dem Spiel steht und die langfristige Konsequenzen nach sich ziehen. Aber ich musste meine Gesprächspartner enttäuschen, denn darum geht es in meiner Dissertation nicht. Es geht stattdessen um kleine Entscheidungen, die wir jeden Tag treffen, schnell und mit wenig Mühe. Meine Dissertation beschäftigt sich mit einem möglichen Grund, warum uns solche Entscheidungen relativ leicht fallen, und nicht die psychische Zerrissenheit und die Zweifel mit sich bringen, die bei vielen Menschen die wichtigen Scheidewege im Leben kennzeichnen: Möglicherweise liegt es an der Anwendung rechnerisch einfacher und schneller Entscheidungsheuristiken.

Außerdem liegt mein Hauptaugenmerk auf Inferenzen statt Präferenzen. Für Inferenzen – im Gegensatz zu Präferenzen – existiert ein Außenkriterium, anhand dessen die Richtigkeit der Entscheidung objektiv bestimmt werden kann. Über Geschmack lässt sich streiten, nicht aber darüber, ob eine Inferenz richtig oder falsch ist. Da sich ein Großteil meiner Arbeit mit der Genauigkeit unterschiedlicher Entscheidungsstrategien beschäftigt, ist die Fokussierung auf Inferenzen natürlich nahe liegend. Aber wie steht es um die psychologische Relevanz von Inferenzen, wenn die Entscheidungen, die den Menschen offensichtlich am meisten am Herzen liegen, Präferenzentscheidungen sind? Wie gesagt, Präferenzen mögen vielleicht für den Einzelnen salienter sein, aber das heißt nicht, dass diese häufiger oder wichtiger sind. Viele alltägliche Entscheidungen beruhen auf Inferenzen, wie etwa, welcher Weg uns am schnellsten an ein Ziel bringt, oder in welchem Geschäft man wohl am ehesten die Zutaten für ein geplantes Abendessen findet. Vielleicht sind uns viele dieser Entscheidungen nicht bewusst, gerade weil sie schnell und mit geringem kognitiven Aufwand getätigt werden, was wiederum daran liegen kann, dass wir „mentale Abkürzungen“ – Heuristiken – anwenden. Solche einfachen Entscheidungsstrategien können natürlich auch prinzipiell auf Präferenzentscheidungen angewendet werden, und ich werde entsprechende Befunde heranziehen, wann immer sich eine Verbindung zwischen den beiden Gebieten eröffnet.

Allgemein verfechte ich in meiner Dissertation den Standpunkt, dass Menschen adaptiv auf Charakteristiken der Entscheidungsumwelt reagieren, wie etwa Zeitdruck oder die Zuverlässigkeit von Informationen, die über die Entscheidungsalternativen vorliegen, und jeweils Strategien anwenden, die unter den gegebenen Umständen zu guten Ergebnissen führen. Dabei konzentriere ich mich speziell auf Paarvergleiche. Es gilt dabei, aus jeweils zwei Alternativen, die anhand mehrerer so genannter Cues beschrieben sind, diejenige herauszufinden, die einen höheren Wert in einem bestimmten Kriterium aufweist, wie etwa, welche von zwei Städten mehr Einwohner hat, oder für welche von zwei Wohnungen eine höhere Miete verlangt wird. Bei den Cues, auf denen die Entscheidung beruht, handelt es sich der Einfachheit halber um dichotome Cues, die die Werte 0 (Cue vorhanden) oder 1 (Cue nicht vorhanden) annehmen können. Bezogen auf die eben genannten Beispiele könnte dies etwa die Information sein, ob eine Stadt einen internationalen Flughafen hat, oder ob eine Wohnung einen Balkon hat. Die Cues korrelieren dabei in der Regel zwar jeweils positiv, aber nicht perfekt mit dem Kriterium. Daher handelt es sich um „probabilistische Inferenzen“. Für solche Aufgaben haben Wissenschaftler des Forschungsbereichs Adaptives Verhalten und Kognition am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung mehrere einfache Heuristiken formuliert, deren Gesamtheit durch die Metapher einer „adaptiven Werkzeugkiste“ beschrieben wird („adaptive toolbox“; z.B. Gigerenzer, Todd, & the ABC Research Group, 1999). Meine Dissertation konzentriert sich dabei besonders auf die Heuristik „Take The Best“ (TTB; Gigerenzer & Goldstein, 1996, 1999). TTB setzt sich aus drei expliziten Regeln, oder „Bausteinen“, zusammen:

1. Suchregel: Rufe Cues in der Reihenfolge ihrer Validität ab. Validität ist definiert als die Wahrscheinlichkeit, dass ein Cue eine richtige Entscheidung trifft, gegeben dass er zwischen den zur Verfügung stehenden Alternativen diskriminiert.
2. Stoppregel: Breche die Suche ab, sobald ein Cue gefunden wurde, der zwischen den Alternativen diskriminiert, also für eine Alternative einen positiven Wert („1“) und die andere Alternative keinen positiven Wert hat (das heißt „0“ oder „unbekannt“).
3. Entscheidungsregel: Sage vorher, dass die Alternative mit dem positiven Wert einen höheren Kriteriumswert aufweist.

Damit ist TTB eine so genannte „one-reason decision making“ Heuristik, die aufgrund eines einzigen guten Grundes Entscheidungen trifft. Anhand realer Datensätzen wurde in Computersimulationen überprüft, zu welchen Leistungen TTB, und andere Heuristiken, imstande sind. Obwohl TTB nur mit einem Bruchteil der zur Verfügung stehenden Informationen auskam, erreichte diese Heuristik ähnliche, und unter bestimmten Umständen sogar noch höhere Vorhersagegenauigkeit als komplexere Modelle, wie etwa multiple Regression (Czerlinski, Gigerenzer, & Goldstein, 1999).

Die Kombination aus einfacher Anwendbarkeit und Genauigkeit macht diese Heuristiken aus adaptiver Sicht zu plausiblen Modellen für menschliches Entscheidungsverhalten. Doch im Vergleich zu den beeindruckenden Demonstrationen der Leistungsfähigkeit einfacher Heuristiken in Computersimulationen fehlte es zunächst an

empirischer Evidenz dafür, dass sie auch tatsächlich angewendet werden. In der Zwischenzeit sind einige Befunde dazugekommen. Um dabei auch den Prozess der Entscheidungsfindung erfassen zu können (d.h. Informationssuche und Suchabbruch), wurden meist computerbasierte Experimente durchgeführt, bei denen Versuchspersonen Informationen – Cues – per Mausklick abrufen. Meine Dissertation beginnt mit einem Überblick über die bislang gewonnenen Befunde.

Zusammenfassung der Dissertation

Meine Dissertation besteht aus drei Hauptkapiteln. Im ersten Kapitel leite ich her, unter welchen Bedingungen welche Heuristiken, beziehungsweise welche ihrer Bausteine erfolgreich sein sollten, und fasse die empirischen Befunde zusammen, die für einige dieser postulierten Zusammenhänge bereits vorliegen. Im zweiten und dritten Kapitel berichte ich eigene Untersuchungen, sowohl Computersimulationen als auch Experimente. Im Folgenden will ich die wesentlichen Ergebnisse und deren Implikationen kurz zusammenfassen.

Im ersten Kapitel werden Schlüsseigenschaften von Entscheidungsumwelten dahingehend analysiert, welche Bausteine von Heuristiken, das heißt, welche Such-, Stopp-, und Entscheidungsregeln unter diesen Umständen erfolgreich sind. Von dieser „ökologischen Analyse“ lassen sich eine Reihe von Hypothesen darüber ableiten, wann welcher Baustein verwendet werden sollte, unter der allgemeinen Annahme, dass menschliches Entscheidungsverhalten adaptiv ist. Damit kann der Kritik begegnet werden, dass mangelnde Vorhersagen, welche Heuristik unter welchen Umständen angewendet werden sollte, die Falsifizierbarkeit der Annahme eines Repertoires an adaptiven Strategien in Frage stellen (Cooper, 2000; Newell, Weston & Shanks, 2003). Einige der aufgestellten Hypothesen werden bereits durch empirische Befunde gestützt: TTB's Stopp- und Entscheidungsregel (d.h. Suchabbruch nach nur einem Cue, der zwischen den Alternativen diskriminiert, und Entscheiden auf Grundlage dieses Cues) sagen menschliche Entscheidungsprozesse und -ergebnisse dann gut vorher, wenn direkte Kosten für Cues anfallen, wenn Entscheidungen unter Zeitdruck gefällt werden, oder wenn Informationen aus dem Gedächtnis abgerufen werden müssen. Wenn dagegen nur geringe Kosten für die Informationssuche anfallen, dann suchen Menschen häufig nach zusätzlichen Informationen über den ersten diskriminierenden Cue hinaus, um diese dann in kompensatorischer Weise zu integrieren. Die spezifischen Stoppregeln, die in solchen Situationen angewendet werden, sollten in zukünftigen Experimenten genauer untersucht werden, aber die bisherigen Befunde sprechen dafür, dass auch hier einfache Regeln (z.B. Abbruch der Suche wenn zwei diskriminierende Cues gefunden wurden, die für eine der Alternativen sprechen) gegenüber erschöpfender Suche und komplizierter Informationsintegration bevorzugt werden. Das erste Kapitel weist auch auf Probleme in manchen der bisherigen Experimente zur Anwendung einfacher Heuristiken hin. Deshalb bedürfen einige der aufgestellten Hypothesen – speziell zu den Suchregeln – einer grundlegenden Überprüfung. Zwar deuten die meisten

Ergebnisse darauf hin, dass Menschen unter einer Vielzahl von Bedingungen einer bestimmten Ordnung folgen, in der sie Cues abrufen. Das genaue Ordnungskriterium jedoch, und ob es sich je nach den Umständen ändert, bleibt unklar, in erster Linie aufgrund von Konfundierungen in den entsprechenden Experimenten. Eine ebenso offene Frage ist, wie Suchregeln gelernt werden, insbesondere die von TTB postulierte Suche in der Reihenfolge der Validitäten der Cues. Ein Grund dafür ist, dass den Versuchspersonen in den meisten Experimenten mitgeteilt wurde, in welcher Reihenfolge die Informationen am besten abgerufen werden sollten. Daher widme ich mich im dritten und letzten Kapitel meiner Dissertation speziell dem Thema der Suchregeln und der Frage, wie adaptive Suchreihenfolgen auf einfache Weise erstellt werden können.

Vorher aber wird im zweiten Kapitel eine der aufgestellten und bislang noch nicht überprüften Hypothesen getestet. Die Vorhersage ist, dass ein hohes Maß an Informationsredundanz (gemessen an der durchschnittlichen Korrelation zwischen den Cues) einfache Heuristiken wie TTB begünstigt. Die Ergebnisse meiner Computersimulation bestätigen, dass in Entscheidungsumwelten mit hoher Informationsredundanz unterschiedliche Strategien eine sehr ähnliche Vorhersagegenauigkeit erzielen. Das verschafft der frugalen TTB-Heuristik ein attraktives Verhältnis von Kosten (gemessen an der Anzahl an Cues, die abgerufen werden) zu Nutzen (Anzahl richtiger Inferenzen). Aufwendigere kompensatorische Entscheidungsstrategien waren TTB nur dann überlegen, wenn sowohl Informationsredundanz als auch die Variabilität der Cue-Validitäten niedrig waren. Letzteres heißt, dass die Cues sich wenig in ihrer Vorhersagegüte unterscheiden. Allerdings waren einfache kompensatorische Heuristiken komplexeren Strategien dabei kaum unterlegen: Die oben erwähnte Regel, die Suche abubrechen, wenn zwei diskriminierende Cues gefunden wurden, die für eine der Alternativen sprechen, und sich für diese Alternative zu entscheiden, erzielte eine relativ hohe Vorhersagegenauigkeit.

In zwei anschließenden Experimenten untersuchte ich, ob Menschen entsprechend der aus den Simulationen abgeleiteten Vorhersagen durch adaptive Strategiewahl auf das Maß an Informationsredundanz in der Entscheidungsumwelt reagieren. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass Menschen angesichts unterschiedlicher Informationsredundanz (und Informationskosten) tatsächlich Strategien wählen, die unter diesen Bedingungen erfolgreich sind. Die Ergebnisse einer genauen Analyse des Entscheidungsprozesses (d.h., wie viele Informationen wurden in welcher Reihenfolge abgerufen) stehen im Einklang mit der Interpretation, dass TTB vorrangig in einer hochredundanten Entscheidungsumwelt angewendet wird, in der Cues positiv miteinander korrelieren, während in einer Umwelt mit niedriger Redundanz eher einfache kompensatorische Strategien verwendet werden. Ein interessanter Befund dabei ist, dass adaptive Strategiewahl selbst dann noch beobachtet werden konnte, wenn den Versuchspersonen Feedback über das Entscheidungsergebnis vorenthalten wurde. Dies deutet darauf hin, dass bestimmte Umweltbedingungen als Hinweisreize für bestimmte Strategien fungieren können, ohne dass durch einen langsamen,

über Feedback gesteuerten Lernprozess die unterschiedliche Vorhersagegenauigkeit der Strategien gelernt werden muss.

Dieser Befund leistet einen wichtigen Beitrag für die Frage, wie Heuristiken ausgewählt werden. In vorhergehenden Arbeiten wurde dieser Frage wenig Beachtung geschenkt, was viele kritische Einwände auslöste (Feeney, 2000; Luce, 2000; Morton, 2000; Newstead, 2000; Shanks & Lagnado, 2000; Wallin & Gärdenfors, 2000). Meine Ergebnisse erweitern Befunde von Rieskamp & Otto (2004), die zeigen, dass Menschen über einen (langsamen) Verstärkungsprozess lernen können, eine adaptive Strategie zu verwenden. Offensichtlich existieren auch „intuitivere“ Formen von Adaptivität, die auf der Wahrnehmung bestimmter Umwelteigenschaften beruhen, anhand derer Menschen Vor- und Nachteile bestimmter Strategien antizipieren.

Das letzte Kapitel beschäftigt sich mit der Frage, wie ein bestimmter Baustein einer Heuristik, die Suchregel, überhaupt erstellt werden kann. Die oben zitierten Computersimulationen (Czerlinski et al., 1999), die die Leistung verschiedener Heuristiken überprüften, basierten auf vorab berechneten Suchreihenfolgen. Bei TTB basiert diese Reihenfolge auf den ökologischen Cue-Validitäten, und damit auf umfangreichen Berechnungen. In Experimenten wiederum wurden Versuchspersonen meistens darüber informiert, in welcher Reihenfolge sie Cues am besten abrufen sollten. Doch die Berechnung der ökologischen Cue-Validitäten ist sowohl rechnerisch aufwändig als auch in Hinblick auf die Menge an Informationen, die gespeichert werden muss (Juslin & Persson, 2002). Wenn man dagegen von vornherein weiß, welche Informationen am zuverlässigsten zu einer richtigen Entscheidung führen, vereinfacht das den Entscheidungsprozess ungemein. Damit beruht ein Teil des Erfolgs von TTB auf Berechnungen, die als vorab durchgeführt angenommen werden und daher nicht mit in die Bewertung der Einfachheit der Heuristik einfließen. Um zu beurteilen, ob eine Strategie einfach ist, sollte aber nicht nur einbezogen werden, wie schwierig ihre Anwendung ist, sondern auch der für ihre Konstruktion notwendige Aufwand. Um dieser berechtigten Kritik zu begegnen, schlage ich verschiedene einfache Lernregeln für die Konstruktion von Cue-Reihenfolgen vor, und überprüfe deren Performanz in Computersimulationen. Für den Lernprozess wird angenommen, dass wiederholt Entscheidungen getroffen werden, Feedback erfolgt, und Cues aufgrund des Feedbacks umgeordnet werden. Kombiniert mit TTB's Stopp- und Entscheidungsregel erreichen die Cue-Reihenfolgen, die aus der Anwendung der Lernregeln resultieren, eine Vorhersagegenauigkeit, die sich der von TTB (und damit einer Cue-Reihenfolge basierend auf den ökologischen Validitäten) annähert. Innerhalb einer überschaubaren Anzahl von Entscheidungen wird aber die Genauigkeit von TTB nicht erreicht. Allerdings sind die resultierenden Cue-Reihenfolgen klar frugaler, und rufen im Durchschnitt weniger Cues auf, bis eine Diskrimination entdeckt wird, als unter Anwendung zufälliger Reihenfolgen zu erwarten wäre. Insgesamt ermöglichen diese Lernregeln „one-reason decision making“ Heuristiken also ein relativ hohes Leistungsniveau, bei einem gleichzeitigen Gewinn an psychologischer Plausibilität.

Die Ergebnisse eines anschließenden Experiments stehen im Einklang mit der Hypothese, dass einige der vorgeschlagenen Lernregeln in der Tat valide Beschreibungen des Cue-Ordnungsprozesses der Versuchspersonen darstellen. Die Versuchspersonen sollten sich aufgrund von Cues für eine von zwei Alternativen entscheiden, ohne dass sie Informationen über die Validität der Cues erhielten. Sie konnten Cues in beliebiger Reihenfolge und Anzahl abrufen, wobei für jeden Informationsabruf Kosten anfielen. Über viele Durchgänge hinweg konnte so der Cue-Ordnungsprozess der Versuchspersonen beobachtet werden. Die höchste Übereinstimmung mit den Verhaltensdaten wird dabei von Lernregeln erreicht, die für jeden Cue einen einfachen Zähler führen, wie etwa die absolute Anzahl seiner bisher erreichten richtigen Entscheidungen, und die Reihenfolge basierend auf diesen Zählerständen kontinuierlich aktualisieren. Dies ist im Einklang mit Befunden, dass Menschen sehr gut darin sind, Häufigkeiten von Ereignissen zu erfassen (Hasher & Zacks, 1984). Im klaren Gegensatz dazu stimmt eine Validitäts-Lernregel nur in geringem Maß mit den Daten der Versuchspersonen überein. Diese führt zwei Zähler pro Cue, einen für die Anzahl seiner korrekten Entscheidungen, und einen für die Anzahl der Fälle, in denen der Cue zwischen den Alternativen diskriminiert, und ordnet Cues basierend auf dem Verhältnis der beiden Zähler zueinander (d.h., entsprechend der aktuell erreichten Validitäten der Cues). Die Übereinstimmung dieser Validitäts-Lernregel mit den Verhaltensdaten ist kaum besser als ein Zufallsmodell. Damit stellen meine Ergebnisse eine Herausforderung dar für die implizite Annahme, dass Menschen Cues entsprechend ihrer Validität anordnen können – der Annahme, auf der TTB und damit die die prominenteste Vertreterin der einfachen Heuristiken beruht (Gigerenzer & Goldstein, 1999). Solche ernüchternde Ergebnisse sind wichtige Beiträge für ein umfassenderes Bild menschlichen Entscheidungsverhaltens, das auch mit einschließt, die Grenzen von Adaptivität aufzuzeigen. Natürlich sind alternative Wege denkbar, über die Wissen um Cue-Validitäten vermittelt werden kann. Aber diese potentiellen Mechanismen benötigen eine ebenso gründliche Überprüfung.

Ausblick

In meiner Dissertation versuchte ich einige dunkle Flecken in der mit einfachen kognitiven Strategien gefüllten „adaptiven Werkzeugkiste“ zu beleuchten. Durch dieses Ausleuchten tauchten neue Fragen auf. Viele Themen erfordern weitere Forschung, sei es, einige der noch unüberprüften Hypothesen zu testen, die im ersten Kapitel aufgestellt wurden, oder der anspruchsvollen Frage nachzugehen, wie sich die im zweiten Kapitel berichtete Adaptivität erklären lässt, ohne dass die Möglichkeit bestand, über explizites Feedback die Genauigkeit verschiedener Strategien in Erfahrung zu bringen. Eine ähnliche Herausforderung stellt die Erkundung alternativer Mechanismen dar, wie Wissen über die Güte eines Cues erworben werden kann. Nur mit der Weiterführung empirischer Bemühungen lässt sich die Behauptung psychologischer Plausibilität in Evidenz verwandeln, und der Status der „adaptiven Werkzeugkiste“ als Theorie menschlichen Entscheidungsverhaltens untermauern.

Dipl.-Psych. Anja Dieckmann
Kolonnenstr. 53
10829 Berlin

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorgelegte Arbeit „*The Ecological Rationality of Heuristics and Their Building Blocks: The Making of Adaptive Decisions*“ selbständig verfasst habe. Andere als die angegebenen Hilfsmittel habe ich nicht verwendet. Die Arbeit ist in keinem früheren Promotionsverfahren angenommen oder abgelehnt worden.

Die Arbeit ist nicht als Ganzes veröffentlicht. Nur ein Teil von Kapitel 3 – die Simulationsstudie – wird unter dem Titel „Simple Ways to Construct Search Orders“ als Beitrag in „*Proceedings of the 26th Annual Conference of the Cognitive Science Society*“ erscheinen (Dieckmann & Todd, 2004). In näherer Zukunft ist vorgesehen, alle Kapitel – jeweils in abgeänderter Form – bei Fachzeitschriften oder als Buchbeiträge einzureichen. Die Koautoren dieser drei Manuskripte sollen nun für die einzelnen Kapitel vorgestellt werden. Dies legt gleichzeitig die wissenschaftliche Zusammenarbeit für die Zeit meiner Dissertation dar:

- Kapitel 1 dient als Grundlage für zwei Beiträge zu dem Buch „*Ecological Rationality*“ (Arbeitstitel), herausgegeben von Peter M. Todd, Gerd Gigerenzer und dem ABC Forschungsbereich. Mein Koautor wird Gerd Gigerenzer sein, wobei die Frage der Erstautorenschaft im Zuge der Überarbeitungen noch zu entscheiden sein wird. Für die hier vorgelegte Fassung bin ich hauptverantwortlich.
- Kapitel 2 wird in Form eines leicht gekürzten Manuskripts bei „*Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*“ eingereicht werden. Mein Koautor wird Jörg Rieskamp sein.
- Kapitel 3 wird, ebenfalls in abgeänderter Form, voraussichtlich bei „*Cognitive Science*“ eingereicht werden. Mein Koautor wird Peter Todd sein.

Alle angeführten Koautoren werden bestätigen, dass ich die Hauptverantwortliche für das Schreiben der Kapitel war, sowie für die Ideen, die Planung und die Durchführung der Experimente, und die Analyse der Daten.

Anja Dieckmann
Berlin, den 30. September 2004