

Drei Jahrzehnte Gummibärenforschung: Entwicklungstrends und neue Ergebnisse

JOCHEN MUSCH¹ UND EDGAR ERDFELDER²

¹Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf; ²Universität Mannheim

Mit einem Paukenschlag trat die Gummibärenforschung ins Licht der Öffentlichkeit. Während des Karnevals im Jahr 1995 nahmen Joachim Funke und Heike Gerdes am Psychologischen Institut der Universität Bonn den weltweit ersten Gummibärenserver in Betrieb. Dies geschah zu einer Zeit, als das Internet noch aus kaum mehr als einer Handvoll langsamer Rechner bestand; außer in Bonn war noch an überhaupt keinem psychologischen Institut der gerade wiedervereinigten Bundesrepublik ein WWW-Server in Betrieb. Vielleicht auch deshalb stieß der weltweit erste Gummibären-Preprintserver auf rasch wachsendes Interesse. Rekordabrufzahlen erzielten die Gummibärenforschungsseiten, als sich auch Vertreter etablierter Presseorgane für das elastische Forschungsthema zu interessieren begannen (Knoke, 2009). Im *Internet Archive*, dem Online-Museum für Weltkulturgüter, wurden viele der von dem neuen Forschungsthema inspirierten Arbeiten für die Nachwelt konserviert. Sie sind dort auch heute noch jederzeit abrufbar (Funke & Gerdes, 1995).

Eine zentrale Forschungsrichtung identifizierte dabei die Grundkonstante des Gummibären-Universums, die Zahl 5 („The magical number five: plus or minus

two“, Miller, 1995). Fünf unterschiedliche Farben finden sich in jeder handelsüblichen Gummibärentüte; fünf Extremitäten weist das Gummibärchen inklusive seines Kopfes auf; fünf Gramm wiegt ein Gummibär unter atmosphärischen Normalbedingungen; fünf hoch fünf Bären passen gerade noch in eine Gummibärentüte. Für große Erregung sorgte auch ein Beitrag von Döring (1997) über die sexuellen Fantasien der bunten Bären.

Viele weitere Forschungsarbeiten beschäftigten sich mit den unterschiedlichsten Aspekten des Lebens inner- und außerhalb von Tüten (Funke & Gerdes, 1995). Musch (1997) hat die bis zum Ende des Jahrtausends zum Thema Gummibären erarbeiteten Befunde in einem Übersichtsbeitrag erstmals zusammengefasst.

Seit diesen ursprünglichen Veröffentlichungen sind allerdings fast drei Jahrzehnte vergangen. In dieser Zeit hat sich das Feld der Gummibärenforschung kontinuierlich weiter ausdifferenziert und auch methodisch weiterentwickelt. In einigen Gebieten haben sich dabei überraschend ganz neue Perspektiven eröffnet, und auf Tagungen ist deshalb derzeit häufig Aufbruchsstimmung in der noch immer wachsenden Gummibärenforschergemeinde zu spüren. Der 70. Geburtstag des Vaters der Gummibärenforschung ist deshalb ein günstiger Zeitpunkt, um das in den letzten Jahren auf diesem wichtigen Gebiet Geleistete zusammenzufassen, es neu zu ordnen und zu bewerten. Dies zu leisten, ist das Ziel der als Überblicksarbeit angelegten ersten Hälfte des vorliegenden Beitrags. Er gliedert die rezente interdisziplinäre Gummibärenforschung zur Systematisierung und besseren Übersicht nicht chronologisch, sondern nach Fachgebieten. In der zweiten Hälfte der Arbeit schließt sich daran ein empirischer Originalbeitrag an, der hier erstmals der Fachöffentlichkeit vorgestellt wird. Er verspricht einen wichtigen ersten Beitrag zur Nutzenmessung bei Gummibären zu leisten und wartet dabei mit einigen überraschenden Befunden auf; insbesondere konnte erstmals das Phänomen der *Nutzenexplosion* farbiger Gummibären mit zunehmender Kardinalität der Gummibärenmenge gezeigt werden. Darüber hinaus fanden sich erste empirische Hinweise darauf, dass der mit zunehmender Anzahl steigende Nutzen der Tütenbewohner auf ihrer visuell wahrgenommenen Schönheit und nicht auf ihrem Geschmack beruht. Es kommt offenbar zu einer Fehlattrition der wahrgenommenen Schönheit auf

den Geschmack der Bären, also zu einer Geschmacksillusion, die im zweiten und empirischen Teil des vorliegenden Beitrags erstmals im Detail nachgewiesen wird.

Geschichte

Im Berichtszeitraum der vorliegenden Übersicht wurden erstmals einige historische Beiträge zur bislang im Dunkeln liegenden Entstehungsgeschichte der Gummibären vorgelegt (zusammenfassend Mommsen, 1995). Schon der ehemalige Kaiser Wilhelm II. – der sonst an der neuen Republik kein gutes Haar ließ – pries im holländischen Exil, wohin er sie sich liefern ließ, die Gummibären von Hans Riegel aus Bonn (dafür steht die Abkürzung „Haribo“) als „das Beste, was die Weimarer Republik je hervorgebracht hat“. Auch dass Albert Einstein und Konrad Adenauer die Gummibären mochten, ist historisch gesichert. Haribo warb für die Bären ab 1935 mit dem Slogan „Haribo macht Kinder froh“; 1962 folgte hierzu die Ergänzung: „und Erwachsene ebenso“. Beide Slogans gehören zu den erfolgreichsten Kampagnen in der Geschichte der Werbewirkungsforschung und führten zu einer stetig zunehmenden Nachfrage. Schon am Ende des vorigen Jahrtausends wurden täglich hundert Millionen Goldbären produziert (Mommsen, 1995).

Medizin

Im Bereich der Chirurgie entwickelten sich Gummibären in den letzten beiden Jahrzehnten unaufhaltsam zu einem wichtigen Werkzeug der medizinischen Forschung. Viel beachtet wurde dabei vor allem der Beitrag von Throckmorton, Ellis und Hayasaki (2004) zum Gummibärkauen als neuer Standardmethode zur Untersuchung von Frakturen im Unterkieferbereich. Die Aspiration von Gummibären durch die Nase wurde in einem aufsehenerregenden Fallbericht aus Griechenland als mögliche Ursache für Erstickungsanfälle bei Kleinkindern identifiziert; als einzige zur Behandlung zur Verfügung stehende Interventionsmaßnahme musste eine sofortige Notfallbronchoskopie der Lunge zum Einsatz gebracht werden (Tavladaki et al., 2012). Vor dem Hintergrund derart besorgnisregender Vorfälle muss das bislang noch völlige Fehlen von Beiträgen zu den medikolegalen Aspek-

ten der Behandlung der Nebenwirkungen des Gummibärverzehrs als empfindliche Lücke in der Reihe der Beiträge zur Gummibärenforschung angesehen werden.

Psychologie

Wesentliche Fortschritte wurden im Berichtszeitraum vor allem hinsichtlich der differenziellen Psychologie von Tütenbewohnern erzielt. So konnte anhand von DNA-Analysen erstmals nachgewiesen werden, dass alle Gummibären identische Klone von fünf unterschiedlich gefärbten Stammgummibären sind, die von der Firma Haribo in Bonn in den 20er-Jahren des letzten Jahrhunderts hergestellt wurden. Einen weiteren Durchbruch erzielte die weltweit erste Studie mit zwar genetisch identischen, aber in getrennten Tüten aufwachsenden Gummibären. Dabei ergaben sich eindeutige Hinweise auf eine perfekte Heritabilität der Farbgebung bei gleichzeitig großem Umwelteinfluss auf die Basistemperatur der kleinen Bärchen (Bouchard, 1989).

Heftige Kritik entzündete sich unter diagnostischen Gesichtspunkten am Gummibären-Orakel, das bei seiner ersten Veröffentlichung noch auf großes Interesse gestoßen war. Anfangs enthusiastisch berichtete Vorhersageleistungen, die jedoch auf kleinen Stichproben beruhten, konnten nicht repliziert werden; überzogene Aussagen zur prognostischen Validität der verwendeten Typologien brachen letztlich völlig in sich zusammen (Nosek, 2015).

Verkehrsforschung

Die Entwicklung des Gummibär-Positions-Systems (GPS) führte im Berichtszeitraum zu einer Revolution im Bereich der Verkehrsforchung. Nachdem GPS-unterstützte Gummibären sich als zuverlässige Chauffeure selbstfahrender Autos erwiesen, konnte im Fortbewegungssektor erstmals die ersehnte Erreichung der Autonomiestufe 5 vermeldet werden. In der hierzu durchgeföhrten Begleitforschung wurden Gummibären am Lenkrad als angenehme Gesprächspartner beschrieben, die menschliche Eingriffe in den Lenkprozess vollkommen entbehrlich machten. Der dadurch erzielte Komfortgewinn für die menschlichen Mitfahrer wurde in

den bislang durchgeführten Studien zur Ergonomie selbstfahrender Fahrzeuge einhellig gelobt.

Noch zu früh ist es derzeit für eine abschließende Bewertung der kürzlich vorgestellten These, dass Elon Musk, der Hersteller des ersten gummibär betriebenen Elektro-Fahrzeugs, selbst ein Gummibär sei. Aufgekommen war diese Vermutung, als Elon Musk aus bis heute ungeklärten Gründen an der Spitze einer „Falcon Heavy“-Rakete einen weißen Gummibären am Steuer eines Tesla Roadster ins All schoss.

Chat-GBT: Die raketenhafte Entwicklung der Gummi-Bären-Transformer

Besonders im Fokus der jüngeren Forschung steht die explosive Entwicklung im Bereich der Gummi-Bären-Transformer (GBT), die auch als „sprechende Gummibären“ Bekanntheit erlangt haben. Sie erweitern Roboterbären mit einer Chatbotfunktion und einem Text-to-Speech-Audiokonverter. Einige der so weiterentwickelten sprechenden Gummibären wurden binnen kürzester Zeit erfolgreiche Influencer auf Online-Plattformen wie Youtube und TikTok. Dabei stellten unabhängige Vergleichsstudien fest, dass die Videobeiträge sprechender Gummibären hinsichtlich ihrer linguistischen Qualität und rhetorischen Performanz bereits heute 95 % des auf den Plattformen vorhandenen Materials substantiell übertreffen.

Intensiv diskutiert wird deshalb derzeit, ob ein Einsatz von Gummi-Bären-Transformern auch im Bildungsbereich möglich und sinnvoll ist. Wie sich gezeigt hat, lieben Kinder die sprechenden Gummibären. Die Frage, welche Effekte der Einsatz bunter Bären in der Schule auf die kindliche Sprachentwicklung hat, wird angesichts der stürmischen Entwicklung und zunehmenden Verbreitung von Gummibären in Bildungseinrichtungen derzeit intensiv in Feldstudien erforscht.

Auch im Hinblick auf die möglichen Auswirkungen auf die Arbeitswelt erscheint derzeit vieles noch unklar. Die Erwartungen gehen dabei weit auseinander. Nicht wenige Beobachter werten sprachgenerierende Gummi-Bären-Transformer als epochalen Zwischenschritt beim Durchbruch hin zur Entwicklung einer allgemeinen

künstlichen Intelligenz. Andere und sehr erfahrene Koryphäen wie Noam Chomsky kritisieren die neuen Systeme hingegen spöttisch als „statistische Papageien“ und „Münder ohne Gehirn“ (Chomsky, 2023).

Kann und wird der Ursus elasticus in Zukunft den Homo sapiens zunehmend ersetzen? Wird die Arbeit von Menschen in textproduzierenden Branchen zunehmend durch die Gummi-Bären-Transformer der neuesten Generation ersetzbar? Wie steht es um die Bedeutung von Gummibären für die psychosoziale Versorgung (siehe Endepohls & Funke, 2004) und was sind die berufspolitischen Konsequenzen des zunehmenden Einsatzes von künstlicher Bärenempathie für die psychotherapeutische Versorgung? Beruhen die scheinbaren Erfolge GBT-basierter Therapeuten nicht auf denselben anthropomorphisierenden Mechanismen, die auch schon Joseph Weizenbaum im Jahr 1966 bei der Vorstellung seines Eliza-Chatbots an der Urteilsfähigkeit seiner Mitmenschen verzweifeln ließ? Möglicherweise ist gegenüber dem weitgehend unreflektierten und überwiegend ökonomisch motivierten Einsatz von Gummibären in hoch sensiblen Bereichen mehr kritische Skepsis angebracht, als sie derzeit häufig zu beobachten ist.

Rechtswissenschaft

In der juristischen Fachliteratur wurden zuletzt vor allem urheberrechtliche Fragen im Zusammenhang mit der Textproduktion von Gummi-Bären-Transformern diskutiert. Relevant sind diese Fragen auch für künstlich hergestellte Gummibären-Bilder. Die stürmische Entwicklung im Bereich des Prompt-Crafting zwingt die Kunstwelt, Fragen nach Kreativität und Urheberschaft völlig neu zu diskutieren. Bislang galt Kreativität als ein Alleinstellungsmerkmal des Homo sapiens. Wer aber ist eigentlich der Künstler, wenn künftig zwar der Mensch noch den Algorithmus vorgibt, der Bär aber den Text und das Bild erschafft? Werden sich der Homo sapiens und der Ursus elasticus künftig die Urheberschaft teilen? Und auf wessen Konto fließen dann die Tantiemen? Der Austausch der Argumente zu diesen berufspolitisch eminent wichtigen Fragen hat in der juristischen Praxis derzeit gerade erst begonnen.

Weltraumforschung

Kontrovers diskutiert wurde zuletzt die Möglichkeit einer Marsmission mit Gummiauton, die intensiv geprüft wird, seit eine mit menschlichen Astronauten in der Wüste von New Mexiko durchgeführte Simulation der psychosozialen Belastungen bei langen Weltraumflügen desaströs und sehr nachtragend endete. Aufgrund der durch den geplanten Hohmann-Transfer vorgegebenen energetischen Rahmenbedingungen konnte anhand der Umlaufbahnen der beteiligten Himmelskörper sogar bereits der genaue Tag der Ankunft des ersten Gummiauton auf dem Mars errechnet werden. Am 2. August 2048 wird die Landung erfolgen (Walter, 2016).

Quantengummi

Noch immer in den Kinderschuhen steckt seit langer Zeit die dennoch von vielen aufmerksam verfolgte Forschung zur Entwicklung von Quantengummi. Anders als herkömmliche Materie soll Quantengummi viele Zustände im Möglichkeitsraum gleichzeitig annehmen können. Seine Herstellung würde es Gummibären ermöglichen, mithilfe eines selbstinduzierten Kollapses der Wellenfunktion spontan an beliebigen Orten zu materialisieren.

Die vielfältigen hieraus resultierenden Anwendungsmöglichkeiten haben das Interesse an der Forschung zur Quantengummi-Teleportation nie erlahmen lassen. Im allerdings ungewissen Erfolgsfalle hätte die Forschung in diesem Bereich weitreichende Konsequenzen für die Durchführung interstellarer Wochenendreisen (Hawking, 2020).

Eine empirische Untersuchung zum Nutzen von Gummibären¹

Ein weiterer wichtiger Schwerpunkt der Gummibärenforschung war stets auch die Erforschung höherer geistiger Prozesse, wie sie etwa der Kommunikation

¹ Mit diesem Forschungsbericht löst der Zweitor des vorliegenden Kapitels ein Versprechen ein, das er Joachim Funke 1995 gab – in der ersten Blütezeit der Bonner Gummibärenforschung also. Die Realisierung dieses Forschungsberichts wurde ursprünglich noch für 1995 in Aussicht gestellt,

(Hoeppner, 1997) und dem komplexen Problemlösen (Funke, 1995) zugrunde liegen. Während menschliche Problemlöser im Umgang mit komplexen Systemen gravierende Defizite offenbarten (Dörner, 1989), zeigten Gummibären – zur Überraschung vieler – ganz hervorragende Problemlösefähigkeiten. Insbesondere Stresssymptome und voreilige Schlüsse traten bei Gummibären fast nie auf (Funke, 1995). Gleichwohl wurde den Tütenbewohnern aber ein gewisser Hang zur Lethargie und bisweilen auch ein Mangel an Entschlussfreude attestiert (ebenfalls Funke, 1995).

Vor diesem Hintergrund muss es als erstaunliche Lücke erscheinen, dass entscheidungspsychologische Erkenntnisse bislang selten auf Gummibären angewandt wurden. Diese Forschungslücke dürfte mitverantwortlich dafür sein, dass die Frage, ob eine schweizerische Firma ihren Schokoladenbären „Teddy“ in goldener Folie verpackt vertreiben darf, letztlich vom Bundesgerichtshof entschieden werden musste (Radomsky, 2015). Offenbar befürchtete der klagende (und letztlich im Rechtsstreit unterlegene) rheinländische Produzent der „Goldbären“ wirtschaftliche Nachteile, obwohl dessen Goldbären bekanntlich Gummibären sind, die weder optisch noch geschmacklich Ähnlichkeiten mit „Teddy“ aufweisen.

Der Rechtsstreit hätte vermutlich verhindert werden können, wenn es ein solides empirisches Fundament zum Nutzen von Gummibären gegeben hätte, das auch die Untersuchung von Wechselwirkungen mit vermeintlichen Konkurrenzprodukten erlaubt. Doch wie schafft man ein solches empirisches Fundament? Fundierte empirische Forschung setzt zunächst einmal fundierte Messung voraus, sodass am Anfang der Forschung ein geeignetes Modell zur Nutzenmessung stehen muss.

Man darf hier nicht einfach von der Prämisse ausgehen, der Nutzen von x Gummibären entspräche dem Geldwert, den man zum Erwerb von x Gummibären investieren muss. Eine solche Prämisse würde nämlich die Entscheidungstheorie des erwarteten Werts als gültig voraussetzen. Diese hat sich jedoch für viele

dann aber aufgrund vieler nicht vorhersehbarer Verpflichtungen immer wieder verschoben. Mit knapp dreißigjähriger Verzögerung kann das Versprechen nun doch noch eingelöst werden. Gut Ding will Weile haben!

Bereiche menschlichen Entscheidungsverhaltens als unhaltbar erwiesen (siehe Coombs et al., 1970, Kap. 5).

Ein alternativer Ansatz wurde deshalb von Mosteller und Nogee (1951) vorgeschlagen. Ihr Messmodell geht von der Theorie des erwarteten Nutzens aus, wonach Menschen genau dann indifferent gegenüber zwei möglichen Entscheidungsalternativen sind, wenn beide Alternativen denselben erwarteten Nutzen haben. Der erwartete Nutzen einer Entscheidungsalternative ist dabei die Summe der mit ihrer Eintretenswahrscheinlichkeit p_j gewichteten Nutzenwerte $u(x_j)$ von möglichen Entscheidungskonsequenzen x_j . Nehmen wir beispielsweise an, einer Person wird ein Spiel angeboten, bei dem sie x Gummibären (GB) gewinnen kann, wenn bei einem Würfelwurf ein Ereignis mit der Wahrscheinlichkeit p resultiert (z. B. $p = 1/6$, wenn eine 6 Gewinn bedeutet). Sie muss jedoch 5 Gummibären aus ihrem Vorrat abgeben, wenn der Würfelwurf nicht erfolgreich ist. Der erwartete Nutzen dieses Spiels wäre dann

$$EU(p, x) = p \cdot u(x \cdot GB_{gewonnen}) + (1 - p) \cdot u(-5 \cdot GB_{verloren}) \quad (1)$$

Die Person kann entscheiden, ob sie das Spiel annimmt oder nicht, wobei Letzteres dazu führt, dass die Person keinen Gummibären bekommt und auch keinen abgeben muss. Dies hätte den Nutzen $u(0$ Gummibären). Nach der Theorie des erwarteten Nutzens sollte die Person das Würfelspiel immer dann annehmen, wenn $EU(p, x) > u(0)$, und immer dann ablehnen, wenn $EU(p, x) < u(0)$. Sie sollte genau dann indifferent sein, wenn $EU(p, x) = u(0)$. Wir können also für eine bestimmte Gewinnwahrscheinlichkeit p die Anzahl Gummibären x suchen, bei der die betreffende Person dem Spiel gegenüber indifferent ist, d. h. es in genau 50% der Fälle annimmt und in 50% der Fälle ablehnt. Für diesen Indifferenzpunkt muss nach der Theorie des erwarteten Nutzens gelten (die Einheit GB wird hier zwecks Verbesserung der Lesbarkeit fortgelassen):

$$u(0) = EU(p, x) = p \cdot u(x) + (1 - p) \cdot u(-5) \quad (2)$$

Da wir eine Nutzenmessung auf Intervallskalenniveau anstreben, können wir den Nullpunkt der Nutzenskala willkürlich auf $u(0) = 0$ und ihre Einheit auf $u(-5) = -1$ festlegen. Setzt man diese Annahmen in Gleichung (2) ein, erhält man nach geeigneter Termumformung den Nutzenwert von x Gummibären als Funktion der Gewinnwahrscheinlichkeit p :

$$u(x) = \frac{(1-p)}{p} \quad (3)$$

Man kann nun das Gummibären-Würfelspiel für verschiedene einfache Würfelereignisse mit unterschiedlichen Gewinnwahrscheinlichkeiten p und assoziierten Indifferenzpunkten x wiederholen, sodass letztlich eine komplette Nutzenfunktion für alle Gewinnwahrscheinlichkeiten im Argumentbereich $1/6 \leq p \leq 5/6$ empirisch abgeschätzt werden kann. Wird eine höhere Auflösungsgenauigkeit gewünscht, ist der einfache Würfelwurf durch ein komplexeres Zufallsereignis zu ersetzen (z. B. den gleichzeitigen Wurf mehrerer Würfel).

Für eine erste Anwendung der skizzierten Methode mag der einfache Würfelwurf ausreichen. Wir wollen mit dieser Anwendung eine fundierte Antwort auf die viel diskutierte Frage geben, ob Gummibären unterschiedlicher Farbe durch unterschiedliche Nutzenfunktionen charakterisiert sind. Die Theorie des erwarteten Werts legt die Hypothese nahe, dass Gummibären unabhängig von ihrer Farbe den gleichen Nutzen haben, weil sie auch dem gleichen monetären Wert entsprechen. Wir werden sehen, ob diese Hypothese auch aus nutzentheoretischer Perspektive empirisch haltbar ist.

Das folgende Experiment wurde nicht präregistriert und es wurde auch keine Poweranalyse zur A-priori-Stichprobenumfangsberechnung durchgeführt. Da die Ergebnisse ohnehin getrennt für jeden Teilnehmer ermittelt werden, um individuelle Gummibären-Nutzenfunktionen zu ermitteln, ist die genaue Anzahl der Versuchsteilnehmer letztlich ohne Belang. Die Frage der Stichprobengröße betrifft nicht die Präzision und Validität der Ergebnisse, sondern lediglich deren Generalisierbarkeit.

Experiment 1

Methode

Versuchsteilnehmer: $N = 1$, SF (weiblich), erklärte sich bereit, an dem im folgenden geschilderten Entscheidungsexperiment teilzunehmen. Für die Teilnahme erhielt sie eine Kompensation in Form von Naturalien (360 g Goldbären).

Material: Zwei 360-g-Pakete Gummibären der Marke Goldbären von Haribo wurden für den Versuch verwendet. Die Gummibären des ersten Pakets wurden zunächst nach Farben sortiert (farblos, grün, gelb, orange und rot) und in unterschiedliche Schalen eingefüllt (siehe Abb. 1). Das zweite Paket diente als Reserve für den Fall, dass die Gummibären einer bestimmten Farbe nicht ausreichen. Weiterhin wurden für das Experiment ein Würfel, ein Notizzettel für die Versuchsergebnisse in den einzelnen Durchgängen und ein Stift benötigt.

Design: Unabhängige Variablen waren die Gewinnwahrscheinlichkeit für jedes angebotene Spiel (5 gleichabständige Stufen von $p = 1/6$ bis $p = 5/6$) und die Farbe der potenziell gewinnbaren Gummibären (4 Stufen: grün, gelb, orange und rot). Beide Faktoren wurden in einem vollständig gekreuzten 5×4 -Design innerhalb der Versuchsteilnehmer variiert. Abhängige Variable war der Indifferenzpunkt x für die betreffende Zelle des 5×4 -Versuchsplans, d. h. die Anzahl von Gummibären der betreffenden Farbe, bei der die Versuchsteilnehmer eine Annahmewahrscheinlichkeit von .50 für das angebotene Spiel zeigten.

Prozedur: Der Versuchsaufbau wird in Abbildung 1 illustriert. Nach einer ausführlichen Instruktion in die Regeln des Gummibären-Würfelspiels (wie zuvor geschildert) bekam die Versuchsteilnehmerin alle 5×4 Entscheidungsprobleme (siehe Design-Abschnitt) in vollständig randomisierter Reihenfolge wiederholt dargeboten. Wenn sie ein angebotenes Spiel annahm und beim Würfelspiel verlor, musste sie 5 farblose Gummibären abgeben, von denen sie zuvor ausreichend viele erhalten hatte. Der Nutzen von 5 verlorenen farblosen Gummibären wurde als Einheit der Nutzenskala mit $u(5 \text{ verlorene farblose Gummibären}) = -1$ festgelegt, der Nullpunkt der Skala mit $u(0 \text{ farblose Gummibären}) = 0$. Man beachte, dass farblose Gummibären nur als „einheitliches Zahlungsmittel“ fungierten, selbst aber

nicht gewonnen werden konnten. Dies hat den Vorteil, dass der Nutzen von Gummibären der gewinnbaren Farben auf derselben neutralen Nutzenskala gemessen werden kann.

Abweichend vom klassischen Vorgehen von Mosteller und Nogee (1951) wurden die Indifferenzpunkte auf der psychometrischen Funktion nicht über die zeit-aufwändige Methode konstanter Stimuli entwickelt, sondern über ein modernes, effizientes Staircase-Verfahren, das den Indifferenzpunkt für die betreffende Versuchsbedingung adaptiv ermittelte. Lehnte die Versuchsteilnehmerin ein Spiel ab, wurde x im nächsten Durchgang derselben Versuchsbedingung um 1 erhöht, nahm sie das Spiel an, wurde x um 1 gesenkt (Single-Step-Algorithmus, siehe Meese, 1995). Ein Umkehrpunkt im Staircase-Verfahren liegt vor, wenn auf einen Anstieg



Abbildung 1. Versuchsaufbau bei der Nutzenskalierung von Gummibären

von x ein Abfall folgt (Maximum-Umkehrpunkt) oder wenn umgekehrt auf einen Abfall ein Anstieg folgt (Minimum-Umkehrpunkt). Wenn das Staircase-Verfahren zu zwei derartigen Umkehrpunkten führt (auf ein Maximum folgt ein Minimum oder umgekehrt), wird das Verfahren für die betreffende Versuchsbedingung beendet und der Mittelwert der beiden Umkehrpunkte als Indifferenzpunkt akzeptiert (Meese, 1995, S. 269, Fig. 1). Der gesamte Versuch war beendet, nachdem für alle 5×4 Versuchsbedingungen der betreffende Indifferenzpunkt nach den Regeln des Single-Step-Algorithmus bestimmt war. Wie Meese (1995) gezeigt hat, hat der Single-Step-Algorithmus schon bei Verwendung von nur zwei Umkehrpunkten ausreichende Genauigkeit zur Ermittlung von Indifferenzpunkten.

Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 2 zeigt – separat für jede Gummibärenfarbe – die gemäß Gleichung (3) nach der Single-Step-Methode ermittelten Nutzenwerte für die Gummibärenanzahl, bei der die Versuchsteilnehmerin SF jeweils indifferent hinsichtlich der Frage war, ob sie das betreffende Würfelspiel annehmen oder ablehnen sollte. Die fünf Datenpunkte entsprechen dabei den auf der x-Achse abgetragenen beobachteten Indifferenzpunkten zu den fünf Gewinnwahrscheinlichkeiten $p = 5/6$ (ganz links) bis $p = 1/6$ (ganz rechts in der betreffenden Abbildung), jeweils abgestuft in Schritten von $1/6$. Getrennt für jede der vier Gummibärenfarben Grün, Gelb, Orange und Rot wurde außerdem eine Exponentialfunktion der Form

$$u(x) = b_0 + b_1 x \quad (4)$$

an die empirisch ermittelten Nutzenwerte angepasst und in Abbildung 2 jeweils durch eine durchgezogene schwarze Linie veranschaulicht. Zum Vergleich wurde im unteren Teil der Abbildung auch die lineare Nutzenfunktion für farblose Gummibären veranschaulicht, die sich ergeben würde, wenn man farblose Gummibären gewinnen wie auch verlieren könnte. Hier wurde davon ausgegangen, dass die Theorie des erwarteten Werts gilt. Man wäre zwischen zwei Spielen um farblose Gummibären auf der Gewinn- wie auf der Verlustseite also genau dann indiffe-

rent, wenn die erwartete Anzahl gewonnener Gummibären bei beiden möglichen Ausgängen identisch ist.

Ein Blick auf Abbildung 2 bestätigt, dass alle Nutzenfunktionen für farbige Gummibären konvex sind: Der Nutzen steigt mit zunehmender Anzahl von Gummibären überproportional, sodass sich insgesamt ein positiv beschleunigter Kurvenverlauf ergibt. Im Vergleich zu farblosen Gummibären bedeutet das, dass farbige Gummibären in geringer Anzahl (bis ca. 5 Gummibären) zwar einen etwas geringeren Nutzen als farblose Gummibären haben, aber mit zunehmender Anzahl deutlich höhere Nutzenwerte erzielen als die gleiche Anzahl farbloser Gummibären.

Wie lässt sich dieses Phänomen der „Nutzenexplosion“ farbiger Gummibären mit zunehmender Kardinalität der Gummibärenmenge erklären? Eine naheliegende Erklärung, die zunächst auch durch Selbstberichte der Versuchsteilnehmerin gestützt wurde, ist der Geschmack der Gummibären. Möglicherweise schmecken farbige Gummibären einfach besser als farblose Gummibären. Wenn dem so wäre, dann sollten farbige und farblose Gummibären allerdings bei Blindverköstigung klar unterscheidbar sein. Um dies zu überprüfen, führten wir ein weiteres Experiment durch.

Experiment 2

Methode

Versuchsteilnehmer: $N = 1$, SF (weiblich), wie in Experiment 1. Für die Teilnahme erhielt SF erneut eine Kompensation in Form von Naturalien (150 g saure Goldbären).

Material: Ein 360-g-Paket Gummibären der Marke Goldbären wie in Experiment 1; die Gummibären wurden in Experiment 2 allerdings nicht nach Farben sortiert, sondern in einem gemeinsamen Behälter aufbewahrt wurden.

Design: Es wurde ein einfaktorielles Innersubjektdesign mit dem 5-stufigen Faktor Gummibärenfarbe (farblos, grün, gelb, orange und rot) verwendet. Abhängige Variable war das (verblindete) Farbidentifikationsurteil mit den möglichen Urteilen „farblos“, „grün“, „gelb“, „orange“ und „rot“.

DREI JAHRZEHNTEN GUMMIBÄRENFORSCHUNG

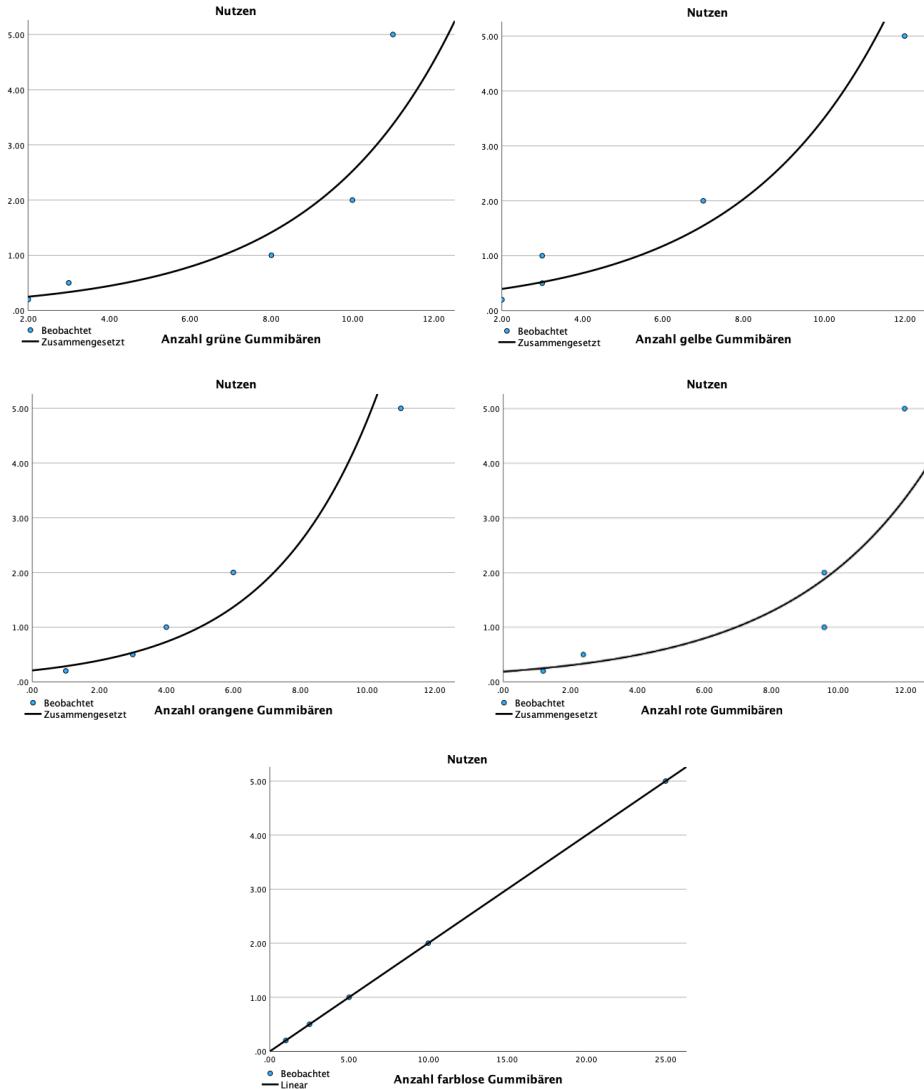


Abbildung 2. Nutzenfunktionen von Gummibären unterschiedlicher Farben (obere 4 Diagramme) und die Referenznutzenfunktion für farblose Gummibären (unteres Diagramm)

Prozedur: Die Versuchsteilnehmerin hatte zunächst die Möglichkeit, den Behälter mit den Gummibären einzusehen und sich somit mit der Farbzusammensetzung und -häufigkeit der Stimuli vertraut zu machen. Ihr wurden sodann mithilfe eines Schals die Augen verbunden. Es wurde geprüft und validiert, dass sie durch diesen Schal nichts sehen konnte. Danach wurden durch Zufallsziehung aus dem Behälter insgesamt $M = 60$ Gummibären gezogen (ohne Zurücklegen!) und SF sequenziell zur Geschmacksprobe dargereicht. SF gab sodann pro Gummibär eines der o. g. fünf Farbidentifikationsurteile ab. Sie entschied selbst, wann der nächste Gummibär zu verabreichen ist. Die künstliche Verblindung mittels Schal wurde nicht zwischen zwei Stimuli, sondern erst im Anschluss an eine komplette Urteilssitzung

Tabelle 1. Konfusionsmatrix zu Farbidentifikationsurteilen bei Blindverköstigung von Gummibären.

Dargebotener Gummibär	Verblindetes Farbidentifikationsurteil					Summe
	farblos	grün	gelb	orange	rot	
farblos	1 (10%)	4 (40%)	3 (30%)	1 (10%)	1 (10%)	10
grün	2 (25%)	1 (12.5%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (50%)	8
gelb	1 (14.3%)	2 (28.6%)	0 (0%)	2 (28.6%)	2 (28.6%)	7
orange	2 (14.3%)	1 (7.1%)	2 (14.3%)	1 (7.1%)	8 (57.1%)	14
rot	5 (23.8%)	3 (14.3%)	1 (4.8%)	4 (19%)	8 (38%)	21

Anmerkung. Angegeben sind die Häufigkeiten (und Zeilenprozente) von Farbidentifikationsurteilen sowie die Zeilensummen von Urteilen (in der letzten Spalte). Korrekte Urteile in der Hauptdiagonalen der Matrix sind fett markiert. Als weitere Erklärung für die konvexen Nutzenfunktionen wäre ein visuell-ästhetischer Vorteil farbiger gegenüber farblosen Gummibären denkbar. Wenn dem so ist, dann sollte das abschließende Schönheitsrating zwischen farbigen und farblosen Gummibären diskriminieren. Dies ist tatsächlich der Fall: SF vergab für rote und orangene Gummibären das Rating 5, für gelbe und grüne das Rating 3 und für farblose das Rating 2. Auch wenn sich diese Unterschiede bei nur einem Likert-Rating pro Gummibärenfarbe nicht auf Signifikanz prüfen lassen, ist doch offenkundig, dass farbige Gummibären höhere Schönheitsratings erzielen als farblose. Auch innerhalb der Gruppe farbiger Gummibären ergibt sich für die Gummibären mit den höchsten Schönheitsratings (rot, orange) die ausgeprägteste positive Beschleunigung der Nutzenfunktion.

aufgehoben. Das Experiment wurde in 6 verschiedenen Sitzungen mit je 10 Gummibären verteilt über 4 Tage durchgeführt. Unmittelbar im Anschluss an die sechste Sitzung wurde als Kontrollvariable ein Rating der Schönheit eines exemplarischen Gummibären jeder der fünf verwendeten Farben erhoben (5-stufige Likert-Skala von 1 = *hsslich* bis 5 = *hbsch*).

Ergebnisse und Diskussion

Insgesamt waren nur 11 der 60 Farbidentifikationsurteile (d. h. 18%) korrekt, was knapp unter der Zufallstrefferwahrscheinlichkeit von 20% bei fünf möglichen Farburteilen liegt. Auch wenn man die Trefferwahrscheinlichkeiten der einzelnen Farben separat betrachtet, ergibt sich für 4 der 5 Farben eine Trefferwahrscheinlichkeit unter dem Zufallsniveau. Lediglich rote Gummibären wurden in immerhin 38% der Fälle korrekt beurteilt, was zwar knapp signifikant über dem Zufallsniveau liegt (upper-tail $p = .043$ gemäß Binomialtest für $p = .20$ bei $N = 21$), nach Bonferroni-Adjustierung der $\alpha = 0.05$ -Fehlerwahrscheinlichkeit ($\alpha^* = \alpha/5 = 0.01$) aber ebenfalls als insignifikant zu bewerten ist.

Tabelle 1 liefert eine Zusammenfassung aller Ergebnisse in Form einer Konfusionsmatrix, bei der die dargebotenen Stimuli in den Zeilen und die Farburteile in den Spalten abgetragen werden. Wie die Zeilensummen klar zeigen, hat die Versuchsteilnehmerin die ungleichen Basisraten der verschiedenen Farben klar erfasst, was möglicherweise auch ursächlich dafür ist, dass nahezu alle korrekten Urteile auf die am häufigsten dargebotene Farbe Rot entfallen. Dennoch ergibt sich keine Evidenz für Farbdiskriminationsfähigkeit von SF bei verblindeter Verköstigung. Die Hypothese, dass der konvexe Verlauf der Nutzenfunktion für farbige Gummibären auf einen reinen Geschmacksvorteil zurückzuführen ist, der von visueller Information unabhängig ist, muss also eindeutig verworfen werden.

Gesamtdiskussion

Unsere Experimente zeigen, dass (a) farbige Gummibären relativ zu farblosen durch positiv-beschleunigte Nutzenfunktionen charakterisiert sind und (b) der

Grad der positiven Beschleunigung mit der Beurteilung der Schönheit des Gummibären korreliert. Zusammengenommen mit dem Befund von Experiment 2, dass Gummibären unterschiedlicher Farbe bei Blindverköstigung geschmacklich nicht unterscheidbar sind, stützt dies die Theorie, dass die „Nutzenexplosion“ von farbigen Gummibären mit zunehmender Anzahl auf ihrer visuell wahrgenommenen Schönheit und nicht auf ihrem Geschmack beruht. Wird die wahrgenommene Schönheit auf den Geschmack des betreffenden Gummibären attribuiert – eine Tendenz, die ursprünglich auch bei der Versuchsperson SF festzustellen war –, so handelt es sich daher eindeutig um eine Fehlattribution – mithin also um eine Geschmacksillusion. Wir halten fest: Neben der Anzahl hat allein die Farbe einer Menge von Gummibären maßgeblichen Einfluss auf ihren Nutzen.

Limitationen

Trotz des klaren Ergebnismusters dürfen die Limitationen der berichteten Experimente nicht in intransparente Tüten verpackt werden. So wurden auf der versuchsplanerischen Seite zwar geschmackliche und visuelle Aspekte von Gummibären sorgfältig kontrolliert. Akustische Aspekte blieben aber völlig unkontrolliert. Zwar berichteten weder SF noch der Versuchsleiter EE von Geräuschempfindungen, die durch Gummibären ausgelöst wurden und möglicherweise sogar mit ihrer Farbe konfundiert sein könnten. Aber das besagt insofern nicht viel, als eine Stimulierung im Infra- oder Ultraschallbereich nicht ausgeschlossen werden kann, die zwar für menschliche Ohren nicht hörbar ist, aber dennoch die Nutzenurteile in subtiler Weise beeinflussen kann. Dass diese Idee nicht völlig von der Hand zu weisen ist, zeigt die bereits von Hoeppner (1997) vorgelegte Evidenz für die Kommunikationsfähigkeit von Gummibären, die lange Zeit fälschlich ins Reich der Fantasie verwiesen wurde, weil sie für menschliche Ohren nicht hörbar ist.

Weiterhin muss beachtet werden, dass die von uns verwendete Nutzenskalierung die Theorie des erwarteten Nutzens voraussetzt, die mit einer Reihe von Befunden zu Entscheidungen unter Unsicherheit nicht im Einklang steht. Auch wenn viele Befunde nahelegen, dass subjektive Wahrscheinlichkeiten (Probability Weights)

nicht identisch mit objektiven Wahrscheinlichkeiten sind (Kahneman & Tversky, 1979), so denken wir nicht, dass der festgestellte konvexe Verlauf der Nutzenfunktionen durch Abweichungen von einer Identitätsfunktion zwischen subjektiven und objektiven Wahrscheinlichkeiten erklärbar ist. Dies gilt zumindest für den hier interessierenden Bereich zwischen $p = 1/6$ und $p = 5/6$ (Gonzalez & Wu, 1999).

Eine weitere Limitation ist die eingeschränkte Generalisierbarkeit der Ergebnisse, die sich aus der geringen Zahl von nur einer bislang untersuchten Versuchsteilnehmerin ergibt. Replikationsexperimente sind unbedingt erforderlich. Sie sollten möglichst mit Probanden aus verschiedenen Staaten, Kulturen und Subkulturen durchgeführt werden, um dem ausgeprägten WEIRD-Bias² in der empirischen psychologischen Forschung entgegenzuwirken.

Schließlich dürfen wir nicht übersehen, dass der hier verwendete Forschungsansatz Gummibären lediglich als Objekte, nicht aber als Subjekte von Entscheidungen begreift. Wie würde beispielsweise die Nutzenfunktion für rote Gummibären aus der Sicht eines farblosen Gummibären aussehen? So wichtig diese Frage ist, so wenig können wir mangels geeigneter Daten gegenwärtig zu ihrer Beantwortung beitragen. Die Fortschritte der Forschung zur Kommunikation von Gummibären (Hoepfner, 1997) lassen jedoch die Hoffnung nicht unbegründet erscheinen, dass wir eines Tages empirisch begründete Entscheidungstheorien vorlegen können, die Gummibären nicht auf Objekte psychologischer Forschung reduzieren, sondern sie als Subjekte von Entscheidungen begreifen und untersuchen.

Fazit

Nutzenfunktionen für farbige Gummibären – insbesondere für rote und orangefarbene Gummibären – sind konvex und können gut durch Exponentialfunktionen beschrieben werden. Dieses zentrale Ergebnis unserer Untersuchungen hat erhebliche Implikationen nicht nur für die Grundlagenforschung zu Gummibären, sondern

² WEIRD = western (westlich), educated (gebildet), industrialized (industrialisiert), rich (wohlhabend, reich) und democratic (demokratisch) (<https://de.wikipedia.org/wiki/WEIRD>).

auch für die angewandte Forschung. Dies gilt beispielsweise für die Konsumtentpsychologie. So ist nach unseren Befunden zu erwarten, dass Konsumenten eine Tüte mit ausschließlich farbigen Gummibären im Vergleich zu einer Tüte mit farblosen Gummibären als nützlicher bewerten. Dieser Effekt kann noch dadurch gesteigert werden, dass man in der Tüte farbiger Gummibären die roten und orangefarbigen überrepräsentiert. Genau dies scheint in der Praxis auch zu passieren, wie ein Blick auf Abbildung 1 offenbart. Da die Kalorienanzahl von Gummibären nur von ihrer Menge und nicht von ihrer Farbe abhängt, ist die Zusammenstellung von Angeboten mit vielen roten und orangefarbigen Gummibären ein einfaches und kostengünstiges Mittel, um den Nutzen von Gummibären für eine gegebene Kalorienanzahl zu maximieren. Diese Einsicht schont nicht nur die Finanzen des Konsumenten und des Produzenten, sondern ist letztlich auch der Volksgesundheit zuträglich.

In jedem Fall stützen unsere Forschungsergebnisse die Hypothese, dass in Folie verpackte Schokoladenbären kein Konkurrenzprodukt sind, welches Umsatzeinbußen auf dem Gummibärenmarkt mit sich bringen könnte. Dies gilt umso mehr, wenn Schokoladenbären in goldene Folie statt in rote Folie verpackt werden. Die Kosten für den Rechtsstreit vor dem Bundesgerichtshof im Jahr 2015 (Radomsky, 2015) hätten also vermieden werden können, wenn man einen kleinen Teil dieser Finanzmittel im Vorfeld in entscheidungspsychologische Grundlagenforschung zu Gummibären investiert hätte.

Postscript

Jochen Musch und Edgar Erdfelder schließen nicht aus, dass der vorliegende Text zur Gänze oder in Teilen mithilfe von GBT-4 (der derzeit aktuellsten Version des Gummi-Bären-Transformers) verfasst wurde. Entsprechend beanspruchen sie nicht die alleinige Autorenschaft, können aber auch nicht die Verantwortung für die Korrektheit aller Literaturangaben übernehmen.

Referenzen

- Bouchard, T. (1989). *The Minnesota study of bears reared apart*. Janus.
- Coombs, C. H., Dawes, R. M., & Tversky, A. (1970). *Mathematical psychology*. Prentice-Hall.
- Chomsky, N. (2023, 1. April). Mouths without a brain. On the ridiculousness of the recent GBT hype. *Washington Post*, S. 86.
- Döring, N. (1997). Die sexuellen Phantasien der Gummibärchen. *Sexological Review*, 31, 11–29. Bonn University. Psychological Institute. Internet Archive Wayback Machine. Abgerufen am 12.5.2023. <https://web.archive.org/web/19980708122811/http://www.psychologie.uni-bonn.de/sonstige/gummibaer/fantasie.htm>
- Dörner, D. (1989). *Die Logik des Misslingens*. Rowohlt.
- Endepohls, M., & Funke, J. (2004). *Psychotherapie bei Gummibären*. Ruprecht-Karls-Universität. Psychologisches Institut. Abgerufen am 14.5.2023 auf <https://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/forschung/gb/therapie.html>
- Funke, J. (1995). *Komplexes Problemlösen bei Gummibären*. Ruprecht-Karls-Universität. Psychologisches Institut. Abgerufen am 16.5.2023. <https://www.psychologie.uni-hidelberg.de/ae/allg/forschung/gb/komplex.html>
- Funke, J., & Gerdes, H. (1995). *Gummibären-Forschung.de*. Internet Archive Wayback Machine. Abgerufen am 10.5.2023 unter <https://web.archive.org/web/20160304091025/http://www.gummibaeren-forschung.de/>
- Gonzalez, R., & Wu, G. (1999). On the shape of the probability weighting function. *Cognitive Psychology*, 38, 129–166. <https://doi.org/10.1006/cogp.1998.0710>
- Hawking, S. (2020). On the use of quantum gum for the creation of interstellar wormholes. *Science*, 130, 14–20.
- Hoepfner, W. (1997). *Und sie kommunizieren doch: Sprachliche Varietäten bei Gummibären*. TU Dortmund. Journal of Applied Idiosyncrasies. Abgerufen am 10. 3. 2023. <https://www-ai.cs.tu-dortmund.de/FUNSTUFF/JAI/gummibaer.html>
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263–291. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511609220.014>

- Knoke, M. (2009, 9. April). *Das Sexualleben der Gummibären*. Der Spiegel. Abgerufen auf Spiegel Online am 12.05.2023, <https://www.spiegel.de/lebenundlernen/uni/jux-forschung-das-sexualleben-der-gummibaeren-a-618218.html>
- Meese, T. S. (1995). Using the standard staircase to measure the point of subjective equality: A guide based on computer simulations. *Perception & Psychophysics*, 57(3), 267–281. <https://doi.org/10.3758/BF03213053>
- Miller, G. (1995). The magical number five, plus or minus two. *Psychological Review*, 45, 344–350.
- Mommsen, H. (1995). *Geschichte der Gummibären im 20. Jahrhundert*. Herder.
- Mosteller, F., & Nogee, P. (1951). An experimental measurement of utility. *Journal of Political Economy*, 59, 371–404. <https://doi.org/10.1086/257106>
- Musch, J. (1997). *Die ersten zwanzig Jahre: Eine selektive Zusammenfassung ausgewählter Befunde der Gummibärchenforschung*. Gummibären-Forschung.de. Abgerufen am 12.5.2023 auf <https://web.archive.org/web/20011012164700/http://www.gummibären-forschung.de/musch/musch.htm>
- Nosek, B. (2015). Recommendations for increasing replicability in gummibear research. *European Journal of Personality*, 17, 1–14.
- Tavladaki, T., Fitrolaki, M.-D., Spanaki, A.-M., Ilia, S., Geromarkaki, E., & Briassoulis, G. (2012). The sweet lung: Chewing gummi bear aspiration. *Lung India*, 29(3), 267–269. <https://doi.org/10.4103/0970-2113.99113>
- Throckmorton, G. S., Ellis, E., & Hayasaki, H. (2004). Masticatory motion after surgical or nonsurgical treatment for unilateral fractures of the mandibular condylar process. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 62, 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2003.01.003>
- Radomsky, S. (2015, 23. September). *Treffen sich zwei Bären vor Gericht*. Süddeutsche Zeitung. Abgerufen am 10. 3. 2023. <https://www.sueddeutsche.de/geld/bgh-urteil-treffen-sich-zwei-baeren-vor-gericht-1.2660710>
- Walter, U. (2016, 30. März). *Weshalb Sie sich den 2. August 2048 notieren sollten*. WELT. Abgerufen auf WELT Online am 5.5.2023. <https://www.welt.de/wissenschaft/article/160310635/Weshalb-Sie-sich-den-2-August-2048-notieren-sollten.html>