

# Gibt es eine Hummel-Kultur?

## Hummeln bestehen Lerntest für Schimpansen

Experimente sprechen erstaunlicherweise für eine gewisse Form von „Kulturfähigkeit“ bei Hummeln. Diese sind nämlich in der Lage, Verhaltensweisen sozial von ihren Artgenossen zu erlernen. Damit bestehen die kurzlebigen Hummeln einen „Test für Kulturfähigkeit“, den zuvor Schimpansen, andere Primaten und Vögel in ähnlicher Weise erfolgreich absolviert hatten. Bei Tieren, die zu den Wirbellosen gehören, war ein solches Verhalten bisher kaum bekannt.

Benjamin Scholl

Insektengesellschaften sind faszinierende Beobachtungsobjekte, da sie eine Vielfalt an Verhaltensweisen an den Tag legen können, „die mit der einiger Säugetiere vergleichbar ist oder diese sogar übertrifft“ (BRIDGES et al. 2023, 1). Dazu gehören Ameisen, Bienen und Hummeln, die Arbeitsteilung (z. B. Nestverteidigung, Brutpflege und Nahrungssuche) und Kooperation beherrschen, sich um verletzte Artgenossen kümmern oder architektonisch komplexe und sogar klimatisierte Nester bauen (ebd.; vgl. BRAUN 2018). Abgesehen von uns Menschen sind diese Nester „in Bezug auf ihre Regelmäßigkeit, Raffinesse und ihre Größe im Verhältnis zur Körpergröße beispiellos“ und weisen sogar innerhalb derselben Art Variationen auf (BRIDGES et al. 2023, 1). Bereits Charles DARWIN hatte im Jahr 1884 vermutet, dass das Verhalten von Hummeln, den Blütenboden von Pflanzen anzuknabbern, um direkt an den Nektar zu gelangen, sogar sozial erlernt sein könnte (BRIDGES et al. 2023, 2). Diese These scheint sich aufgrund von Beobachtungen an verschiedenen Hummelpopulationen in der Natur zu bestätigen (ebd., 2+14). Darüber hinaus konnte im Labor festgestellt werden, dass verschiedene Arten aus der Familie der Echten Bienen (Apidae) – zu denen auch die Hummeln zählen – die Wahl einer Blütenfarbe lernen können; anderen konnte man das nichtnatürliche Verhalten des Ziehens an einer Schnur beibringen (ebd.; vgl. MENZEL & ECKOLDT 2016, 30).

### Experimente zu sozialem Lernen bei Hummeln

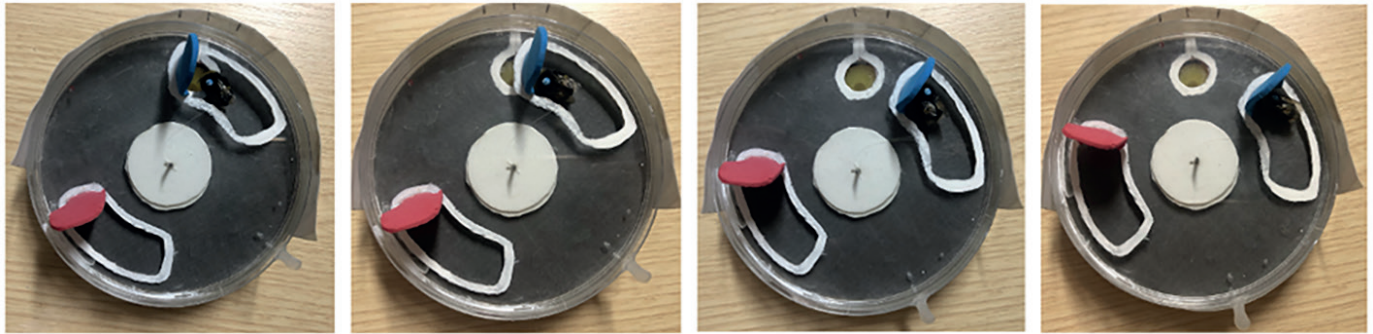
Eine neue Studie von BRIDGES und Kollegen (2023) hat weitere spannende Ergebnisse zu der Frage geliefert, wie leistungsfähig Hummeln im sozialen Lernen sind. Die Wissenschaftler haben dazu Experimente mit der Dunklen Erdhummel (*Bombus terrestris*) durchgeführt.

Zuerst trainierten die Wissenschaftler Hummeln darauf, sich den Zusammenhang zwi-



schen einem gelben Punkt und der darauf befindlichen Saccharose-Zuckerlösung zu merken (*Klassische Konditionierung*). Danach verdeckten sie die Zuckerlösung mit einer Drehscheibe. Diese musste mithilfe eines blauen bzw. roten Hebels durch Schieben gedreht werden, um so zum gelben Punkt mit Zuckerlösung zu gelangen. Schrittweise wurde die Distanz zwischen Hebel und Futter erhöht (siehe Abb. 2). Dabei wurde eine Gruppe von Hummeln auf den blauen und eine Gruppe auf den roten Hebel trainiert. Mit der Zeit lernten einige Hummeln

**Abb. 1** Eine Dunkle Erdhummel besucht die Blüten einer Winterlinde. Experimente ergaben, dass diese Hummeln äußerst intelligent und nachahmungsfähig sind. (Wikimedia: Ivar Leidus, CC BY-SA 4.0)



**Abb. 2** Einer Dunklen Erdhummel wird vom Experimentator Schritt für Schritt beigebracht, den blauen Hebel weiter nach vorne (gegen den Uhrzeigersinn) zu drücken, um an die Zuckerlösung beim gelben Punkt zu gelangen. Diese Fähigkeit können sich andere Hummeln der Kolonie dann „abschauen“ und nachahmen. (Bild: © 2023 BRIDGES et al., Fig. 1B, <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

zuverlässig (bis zu 100-mal am Tag), den Hebel zu schieben und so zur Zuckerlösung zu gelangen (S. 13).

Anschließend startete das eigentliche Experiment: Die trainierten Hummeln wurden in zehn verschiedene, aber ungefähr gleich große Kolonien gesetzt, um dort als Demonstratoren den anderen Hummeln vorzumachen, wie man an die Zuckerlösung unter der Drehscheibe gelangt. Dabei ist es wichtig zu bedenken, dass die Drehscheibe sowohl über einen roten als auch einen blauen Hebel verfügt, die beide gleich gut funktionierten.<sup>1</sup> Im Experiment wurden A) drei Kolonien mit Hummeln, die nur auf blaue Hebel trainiert waren, eingesetzt sowie B) drei Kolonien, die nur auf rote Hebel trainiert waren, und C) vier Kolonien ohne Demonstratoren als Kontrollgruppen.

In den drei A-Kolonien wurde das Futter insgesamt 1599-mal erfolgreich von den noch untrainierten Hummeln aufgenommen; in den drei B-Kolonien 1790-mal und in den vier C-Kolonien ohne Demonstratoren nur 315-mal (ebd., Tab. 1). Dies zeigt deutlich, dass untrainierte Hummeln, die die Möglichkeit zur Nachahmung hatten, wesentlich erfolgreicher abschnitten (vgl. S. 7+13).

**Hummeln, die einen Artgenossen beobachtet haben, erlernen neues Verhalten zuverlässiger. Dies zeigt, dass Hummeln zu sozialem Lernen fähig sind.**

In der Regel entwickelten die erfolgreichen Hummeln eine individuelle Vorliebe für eine bestimmte Hebelfarbe, obwohl sich die Hummeln in der Regel nicht ausschließlich auf eine Farbe festlegten (vgl. ebd., S. 11+13, Tab. 2+3). Interessanterweise ahmten die Hummeln dabei meistens die Farbe des von den Demonstratoren verwendeten Hebels nach, obwohl ja beide Hebel gleich gut funktionierten: In den A-Kolonien mit auf Blau trainierten Demonstratoren wurde durch die untrainierten Hummeln in 96,8 bis 99,1 % der Fälle der blaue Hebel betätigt. In B-Kolonien mit auf Rot trainierten Demonstratoren wurde hingegen in 98,4 bis

99,5 % der Fälle der rote Hebel verwendet. In den C-Kolonien ohne Demonstratoren kam es zu einer Bevorzugung der blauen Hebel in 60,0 bis 94,1 % der Fälle (Tab. 2). Letzteres erklären die Autoren damit, dass Hummeln Blau besser als Rot sehen können und generell eine Vorliebe für diese Farbe haben (S. 7). Da nun aber in den B-Kolonien mit Hummeln, die auf den roten Hebel trainiert waren, dennoch eindeutig die allgemein von Hummeln weniger beliebte rote Farbe bevorzugt wurde, sehen die Autoren die Nachahmungsfähigkeit der Hummeln als gut belegt an: „Die Ergebnisse der vorliegenden Studie liefern überzeugende Belege dafür, dass soziales Lernen die Weitergabe neuartiger Futtersuch-Verhaltensweisen bei Hummeln unterstützt“; ebenso wie deren Verbreitung in einer Kolonie (S. 11).<sup>2</sup>

Die Forscher halten es sogar für möglich, dass Hummeln kognitiv zu einer *Kultur* fähig sein dürften. Der Begriff „Kultur“ meint hier die Summe der Verhaltenstraditionen einer Population, welche sozial erlernt werden und über einen gewissen Zeitraum oder sogar über mehrere Generationen weitergegeben werden. BRIDGES et al. (2023, 13f) zählen dazu beispielsweise gewisse Werkzeugtechniken bei Schimpansen, Gesangsdiakete bei Vögeln oder Beutefang-Techniken bei Buckelwalen.<sup>3</sup> Obwohl Dunkle Erdhummeln den Winter in der Regel nicht überleben, um ihr Wissen auch an die nächsten Generationen weiterzugeben, wäre es vorstellbar, dass sie wenigstens „kurzlebige Kulturen“ in der Natur entwickeln könnten (S. 1+13f). Die Autoren empfehlen daher, langlebigere Bienenvölker wie Honigbienen, manche tropische Hummeln oder stachellose Bienen auf Kulturverhalten hin zu untersuchen.

## Sind Hummeln zu einer Kultur fähig?

Der Befund der kognitiven Voraussetzungen zum sozialen Lernen bei Dunklen Erdhummeln überraschte die Forscher, da diese Insekten im Vergleich mit Wirbeltieren winzige Gehirne und auch nur eine kurze Lebensspanne

von maximal 2 Monaten besitzen (S. 1f+13). Die Autoren um BRIDGES (2023, 1f+11) konnten somit nachweisen, dass auch wirbellose Tiere einen sozialen Lerntest bestehen können, der bisher schon ähnlich bei Schimpansen, Grünmeerkatzen und auch Kohlmeisen als Test zum Nachweis einer „Kultur“ erfolgreich durchgeführt worden war (S. 13). Die Wissenschaftler schlussfolgern: „Die Ähnlichkeiten sind frappierend und könnten auf ähnliche Lernstrategien hindeuten“ (S. 11).

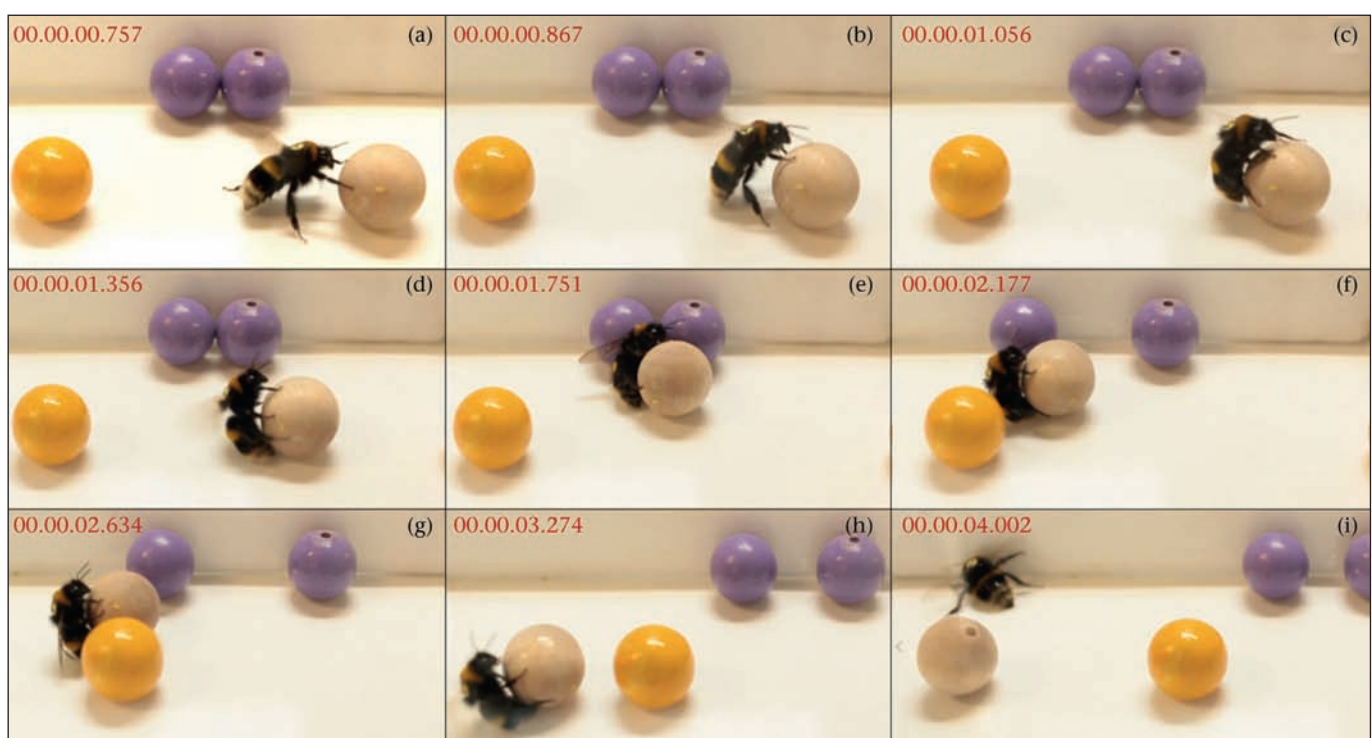
### Hummeln bestehen einen sozialen Lerntest, der schon ähnlich bei Primaten und Kohlmeisen als Test zum Nachweis einer „Kultur“ erfolgreich durchgeführt worden war.

Zudem gibt es weitere Belege für kognitive Flexibilität und auch für soziale Lernfähigkeit bei Hummeln, die eine prinzipielle „Kulturfähigkeit“ untermauern. So konnten LOUKOLA et al. (2017, 833) Hummeln mit zuckerhaltiger Belohnung beibringen, „Fußball zu spielen“ – also Bälle zu einem bestimmten Ziel zu rollen. Insgesamt war eine bis dahin untrainierte Hummel dann am erfolgreichsten (zu ca. 99 %) und am schnellsten (ca. 47 Sekunden im Durchschnitt), wenn ihr ein trainierter Artgenosse die Handlung vormachte – im Vergleich mit einer mittels Magnet gerollten Kugel (ca. 78 % Erfolg in 84 Sekunden) oder ohne Anleitung (ca. 34 % Erfolg in 96 Sekunden). In allen drei Fällen nutzten die schlaue Insekten in deutlicher Mehrheit die jeweils ihnen am nächsten

liegende Kugel, auch wenn bei der Demonstration die am weitesten entfernte Kugel verwendet worden war (ebd., 834f). Dies geschah selbst dann, wenn sich die Kugel des Demonstrators farblich von der am nächsten liegenden Kugel unterschied. Außerdem wurden die Hummeln mit der Zeit immer besser darin, die Kugel effizient zum Zielort zu bewegen (S. 833f). In freier Wildbahn sind Dunkle Erdhummeln zudem in der Lage, ihre Flugrouten zu Blüten schrittweise zu optimieren, um unnötige Umwege zu minimieren, was eine anspruchsvolle kognitive Leistung darstellt (vgl. BRAUN 2011).

Ganz besonders erstaunlich ist, dass Dunkle Erdhummeln auch völlig ohne Belohnungen mit Holzkugeln „spielen“ – dies trifft insbesondere auf junge und männliche Hummeln zu (GALPAYAGE DONA et al. 2022, 239).<sup>4</sup> Somit wurde zum ersten Mal ein Nachweis für Spielverhalten bei Insekten erbracht, welcher „die Kriterien für Spielen bei Tieren vollständig erfüllt“ (ebd.). Die Forscher halten es für möglich, dass dies einen Hinweis auf „freudvolle“ Empfindungsfähigkeit bei Hummeln darstellt (ebd., 246). Dazu passt, dass durch sehr anspruchsvolle neurologische Untersuchungen nachgewiesen werden konnte, dass Honigbienen ein Belohnungszentrum<sup>5</sup> besitzen. Es besteht in einem einzigen Neuron im winzigen Bienen-Gehirn. Dieses Gehirn besitzt insgesamt nur ca. 1,5 Millionen Nerven- und Sinneszellen und hat einen Energieverbrauch von lediglich ca. 0,5 Milliwatt (MENZEL & ECKOLDT 2016, 12, 42, 195ff, 205f). Das Belohnungsneuron ist für Lernprozesse bei Bienen von essenzieller Bedeutung und ermöglicht komplexe Lernformen: Bienen

**Abb. 3** Eine Hummel beim „Spielen“ mit einem Ball – und das ganz ohne Belohnung. (GALPAYAGE DONA et al. 2022, Fig. 2, <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)





**Abb. 4** Das emotionale Innenleben der Honigbiene (*Apis mellifera*) ist der Wissenschaft nicht zugänglich. (Pixabay)

„können Regeln und Kategorien [wie z. B. Formen und Farben] erlernen, den Kontext in ihre Entscheidungen einbeziehen und ihre Aufmerksamkeit auf spezifische Reizkonstellationen richten“ sowie komplexe Navigationsaufgaben lösen und sogar Gesichter erkennen (ebd., 221, 234f, 240ff).

## Empfinden Wirbellose Emotionen?

Durch Experimente wie die von BRIDGES und Kollegen ist mittlerweile eine Diskussion im Gange, inwieweit Bienen und andere wirbellose Tiere fühlende Wesen mit Emotionen sind, wie man es in ähnlicher Weise auch beim Menschen kennt. Hummeln (und andere Wirbellose) fühlen wahrscheinlich Schmerzen (vgl. GIBBONS et al. 2022; CROOK 2021). Es wurde nachgewiesen, dass Dunkle Erdhummeln abwägen, wie lange sie unangenehme Hitze (55 °C) für unterschiedlich ergiebige Nahrungsquellen ertragen (GIBBONS et al. 2022, 1f). Allerdings sind die Autoren (ebd., 3) bei der Interpretation der Daten vorsichtig und deuten ihre Ergebnisse nur als „Möglichkeit“, dass Insekten Schmerzen fühlen und dabei leiden: „Wie bei anderen Tieren wird eine solche Fähigkeit als übereinstimmend mit der Fähigkeit, Schmerz zu empfinden, angesehen [...], obwohl dies aufgrund der subjektiven Natur der Schmerzerfahrung kein formaler Beweis ist“. Auch die Intelligent-Design-Vertreterin O'LEARY (2022; vgl. 2021) weist darauf hin, dass das Schmerzempfinden bei Wirbellosen – aber auch bei Wirbeltieren wie Laborratten – durchaus real sein kann, aber daher noch nicht zwingend mit Bewusstsein verbunden sein muss: „Wir wissen nicht, wie es ist, ein fühlendes, aber nicht [menschlich] intellektuelles Wesen zu sein.“

Der erfahrene Berliner Bienen-Neurologe Rudolf MENZEL wiederum berichtet, dass eine Injektion des Stoffes Naloxon, welcher auch beim Menschen die Schmerzwahrnehmung steigert, Honigbienen schon bei geringen Reizimpulsen den Stachel ausfahren lässt (MENZEL & ECKOLDT 2016, 70ff). Dieses Verhalten ist typisch für lebensbedrohliche Situationen und könnte ein Hinweis auf Schmerzempfinden sein. MENZEL (ebd., 70ff, 283ff) betont aber, dass Wissenschaftler das Bienegehirn trotz intensiver Forschung noch lange nicht verstehen – egal, ob es um die Vorgänge beim Schlaf der Bienen, beim Bientanz oder bei Schmerzen geht: „Um tatsächlich Schmerz zu empfinden, müsste sich das Gehirn so stark mit dem eigenen Körper identifizieren, dass man beispielsweise von einer Art Ich-Erfahrung der Biene reden könnte“. Und ganz allgemein warnt er vor zu weitreichenden Schlüssen aus solchen Experimenten: „Die Antworten [bzw. Reaktionen] der Versuchstiere dürfen wir jedoch nicht als Hinweis auf ihre Empfindungen deuten. Was die Biene wirklich fühlt, wird wohl auf alle Zeiten ihr Geheimnis bleiben. Das innere Erleben liegt jenseits der Wissenschaft“ (S. 37). Weiter konstatiert er: „[D]ie Frage nach den Beziehungen zwischen Gehirn und Geist geht über die Neurowissenschaft hinaus“ (S. 53).

**„Was die Biene wirklich fühlt, wird wohl auf alle Zeiten ihr Geheimnis bleiben. Das innere Erleben liegt jenseits der Wissenschaft.“**

Die Frage nach einem möglichen Bewusstsein und emotionalen Erleben von Tieren diskutiert auch der bekannte Philosoph und Wissenschaftstheoretiker Thomas NAGEL (1974). Obwohl er nicht abgeneigt ist, Tieren so etwas zuzusprechen, kommt er doch zu dem Schluss: „Ich möchte wissen, wie es für eine Fledermaus ist, eine Fledermaus zu sein. Doch wenn ich versuche, mir das vorzustellen, bin ich auf die Ressourcen meines eigenen Geistes beschränkt, und diese Ressourcen sind für diese Aufgabe unzureichend“ (ebd., 439).

## Schlussfolgerungen aus Schöpfungsperspektive

Wirbellose Tiere wie Hummeln besitzen ganz erstaunliche kognitive Fähigkeiten, die man ihnen bisher eher nicht zugetraut hatte. Dies betrifft auch das soziale Lernen von Artgenossen und Schmerzempfinden. Damit weisen auch wirbellose Tiere mit vergleichsweise

„einfachen“ Gehirnen eine Reihe von genial designten kognitiven Fähigkeiten auf. Allerdings bleibt die Frage offen, inwieweit Wirbellose im Speziellen und Tiere im Allgemeinen zu mit Menschen vergleichbaren Emotionen oder Bewusstsein fähig sind. Dies ist ein weites Forschungsfeld, doch sei nur kurz darauf hingewiesen, dass Tiere keine biochemischen Roboter, sondern laut biblischem Schöpfungsbericht „Seelen“ sind (hebr. nāphāsch; z. B. 1. Mose 1,24f).

## Mehrfach unabhängig voneinander entstandene Verhaltensweisen bei verschiedenen Tiergruppen erscheinen im Rahmen eines zufälligen Evolutionsprozesses erklärungsbedürftig.

Außerdem ist es aus evolutionärer Perspektive nicht zu erwarten, dass ähnliche kognitive Fähigkeiten und Lernstrategien bei den genannten Gruppen wie Wirbellosen, Vögeln und Primaten auf vermeintliche gemeinsame Vorfahren zurückgehen. Dies gilt es zu bedenken, wenn ähnliche Verhaltensweisen, Lernstrategien oder gar „Kulturen“ bei Primaten – insbesondere Schimpansen – und Menschen als evolutionäre Belege für eine gemeinsame Abstammung angeführt werden. Der Befund von mehrfach völlig unabhängig voneinander entstandenen, aber ähnlichen Verhaltensweisen bei ganz verschiedenen Tiergruppen unter Wirbeltieren und auch Wirbellosen (evolutionär als *konvergente* Verhaltensweisen gedeutet) erscheint im Rahmen eines blinden und zufälligen Evolutionsprozesses sehr erklärungsbedürftig. Man könnte ihn stattdessen auch als Hinweis auf einen Schöpfer deuten, der erstaunliche kognitive Kompetenzen im Tierreich bei der Erschaffung weit gestreut und frei verteilt hat.

## Anmerkungen

- 1 Dieser Experiment-Aufbau entspricht dem „offenen Diffusionsparadigma“ in der Verhaltensforschung: Solche Experimente „beinhalten die Freisetzung eines trainierten Demonstrators in eine Gruppe unbedarfter Beobachter sowie die Bereitstellung der Substrate, die für die Ausführung des Zielverhaltens erforderlich sind“ (S. 2).
- 2 Natürlich beherrschen Bienen, die durch den „Bienen Tanz“ komplexe Informationen über Richtung, Entfernung und Qualität einer Futterquelle an Art-

genossinnen weitergeben, ebenfalls soziales Lernen; übrigens werden so auch Informationen über potenzielle Bienenstock-Orte, Wasserquellen und Harz als Klebstoff für Reparaturen weitergegeben (MENZEL & ECKOLDT 2016, 279, 299ff).

- 3 Allerdings ist umstritten, wie detailliert Schimpansen tatsächlich unter Artgenossen zu einer Nachahmungs- oder gar Lehr-Lern-Kultur fähig sind, da vermeintlich kulturell überlieferte Verhaltensweisen auch völlig spontan auftreten können (vgl. z. B. SCHOLL 2018; 2019; 2022). Dies widerlegt zwar nicht die prinzipielle Nachahmungsfähigkeit einer Spezies (vgl. BRIDGES et al. 2023, 14), erschwert aber deren Nachweis.
- 4 Ein Video davon findet sich hier: <https://www.spektrum.de/news/tierisches-spielverhalten-hummeln-die-mit-baellen-spielen/2072679>.
- 5 Es ist evolutionär gesehen eine unerwartete Parallelentwicklung, dass Bienen ein neuronales Belohnungszentrum haben, das ähnlich funktioniert wie bei Primaten: „An zwei stammesgeschichtlich völlig verschiedenen Tieren wurde dasselbe Prinzip des Lernens entdeckt“ (MENZEL & ECKOLDT 2016, 199).

## Quellen

- BRAUN HB (2011) Hummeln lösen das Problem des Handlungsreisenden. *Stud. Integr. J.* 18, 54–62.
- BRAUN HB (2018) Neues vom Gesundheitssystem der Ameisen. *Stud. Integr. J.* 25, 92–93.
- BRIDGES AD et al. (2023) Bumblebees acquire alternative puzzle-box solutions via social learning. *PLOS Biol.* 21(3): e3002019.
- CROOK RJ (2021) Behavioral and neurophysiological evidence suggests affective pain experience in octopus. *iScience* 23, 102229.
- GALPAYAGE DONA HS et al. (2022) Do bumble bees play? *Anim. Behav.* 194, 239–251.
- GIBBONS M et al. (2022) Motivational trade-offs and modulation of nociception in bumblebees. *PNAS* 119, e2205821119.
- LOUKOLA et al. (2017) Bumblebees show cognitive flexibility by improving on an observed complex behavior. *Science* 355, 833–836.
- MENZEL R & ECKOLDT M (2016) Die Intelligenz der Bienen. Wie sie denken, planen, fühlen und was wir daraus lernen können. 2. Aufl. Penguin Verlag.
- NAGEL T (1974) What Is It Like to Be a Bat? *Philos. Rev.* 83, 435–450.
- O'LEARY D (2021) Octopuses Get Emotional About Pain, Research Suggests. *Mind Matters* vom 17.06.2021, <https://mindmatters.ai/2021/06/octopuses-get-emotional-about-pain-research-suggests/>.
- O'LEARY D (2022) Bees Feel Pain. And Therefore... Insect Rights? *Mind Matters* vom 05.08.2022, <https://mindmatters.ai/2022/08/bees-feel-pain-and-therefore-insect-rights/>.
- SCHOLL B (2018) Affe = Mensch? Ein Überblick über verhaltensbiologische Unterschiede zwischen Affen und Menschen. W+W Special Paper B-18-1, [https://www.wort-und-wissen.org/wp-content/uploads/b-18-1\\_affe-mensch.pdf](https://www.wort-und-wissen.org/wp-content/uploads/b-18-1_affe-mensch.pdf).
- SCHOLL B (2019) Können Raben und Affen planen wie Menschen? *Stud. Integr. J.* 26, 95–98.
- SCHOLL B (2022) Schimpansen leben außerhalb der Steinzeit. Überraschende Neuigkeiten aus der Verhaltensforschung. *Stud. Integr. J.* 29, 12–19.