

phismen, also Variationen der DNA-Sequenz innerhalb einer Spezies, und Berechnungen ergaben tatsächlich, dass Veränderungen der Gene eher durch die Regionen-abhängige Mutationshäufigkeit als durch Selektion erklärt werden können.

### Die wichtigsten Gene weisen eine reduzierte Mutationshäufigkeit auf

Eine offensichtliche Frage ist, ob Gene, deren Aktivität die Pflanze seltener braucht, gleichermaßen von Mutationen betroffen sind. Tatsächlich ergab eine solche Analyse, dass essenzielle Gene eine geringere Mutationsrate aufwiesen als Gene, die als Reaktion auf verschiedene Umweltsignale angeschaltet werden. An den essenziellen Genen, bei denen es weniger Freiheiten für Veränderungen gibt, sind epigenetische Faktoren angereichert, die zu einer geringen Mutationsrate beitragen (Abbildung 1). Die Pflanze schützt also kritische Gene dadurch, dass sie Mu-

tationen sofort durch Reparatur beseitigt und diese Aufgabe nicht der Selektion überlässt. Dies trägt dazu bei, dass sich für das Überleben und die zentralen Funktionen der Pflanze wichtige Gene im Laufe der Evolution langsamer verändern, während Gene für weniger zentrale Funktionen mehr Spielraum zur Selektion verbesserter Varianten erhalten.

Für eine mögliche Anwendung dieser Befunde muss nun untersucht werden, wie weit verbreitet die Strategie ist, kritische Gene durch epigenetische Modifikation gegen Mutationen abzuschirmen. Bei Nutzpflanzen könnte man Gene identifizieren, bei denen Mutationen bevorzugt auftreten und die damit für die Züchtung von Sorten mit bestimmten Eigenschaften geeignet sein könnten [7]. Beim Menschen könnten sich möglicherweise Ansätze entwickeln lassen, Gene vor Mutationen zu schützen, die zu Krankheiten führen würden.

### Literatur

- [1] S. E. Luria, M. Delbrück (1943). Mutations of Bacteria from Virus Sensitivity to Virus Resistance. *Genetics* 28, 491–511.
- [2] S. Ossowski et al. (2010). The Rate and Molecular Spectrum of Spontaneous Mutations in *Arabidopsis thaliana*. *Science* 327, 92–94.
- [3] X. Chen et al. (2012). Nucleosomes suppress spontaneous mutations base-specifically in eukaryotes. *Science* 335, 1235–1238.
- [4] F. Li et al. (2013). The histone mark H3K36me3 regulates human DNA mismatch repair through its interaction with MutSa. *Cell* 153, 590–600.
- [5] J. G. Monroe et al. (2022). Mutation bias reflects natural selection in *Arabidopsis thaliana*. *Nature* 602, 101–105.
- [6] R. Sabarinathan et al. (2016). Nucleotide excision repair is impaired by binding of transcription factors to DNA. *Nature* 532, 264–267.
- [7] <https://tuebingen.mpg.de/detail/einschritt-voraus-wie-pflanzen-gefahrliche-mutationen-vermeiden/>

Dorothee Staiger,  
RNA Biologie und Molekulare  
Physiologie, Fakultät für Biologie,  
Universität Bielefeld,  
Dorothee.staiger@uni-bielefeld.de

## ZOOLOGIE

### Rekordverdächtige Innervierung des Elefantenrüssels

**Die großzügige Ausstattung des Elefantenrüssels mit sensorischen Nerven ist bemerkenswert. Ein Vergleich mit der Innervierung von Auge und Ohr wirft neues Licht auf die Bedeutung des Tastsinns.**

Der Rüssel der Elefanten, entstanden durch Verwachsen der Nase mit der Oberlippe, ist ein Multifunktionsorgan: Die an seinem Ende sitzenden Nasenlöcher sind in Atmung und Geruchssinn involviert. Eine fingerförmige Ausstülpung beim asiatischen Elefant bzw. zwei beim indischen dienen zum Greifen, z. B. um Nahrung zum Mund zu führen (Abbildung 1). Mit dem schlauchförmigen Lumen saugen die Elefanten beim Trinken Wasser an, um es zum Mund zu führen, oder auch Schlamm und Staub, um sie zum Schutz vor Ungeziefer auf dem Rücken zu verteilen. Das

bekanntere Trompeten dient der Kommunikation. Nicht zuletzt fällt auf, dass Elefanten auch in freier Wildbahn mit dem Rüssel ständig ihre Umgebung berühren, vermutlich um sie abzutasten. Allerdings gibt es zum Tastsinn der Elefanten und seiner Bedeutung bislang nur wenige Verhaltensstudien im Gegensatz zum nachweislich exzellenten Gehör. Immerhin wurde gezeigt, dass Elefanten mit dem Rüssel kleinste Unterschiede auf der Struktur von Oberflächen ertasten können, selbst wenn diese in einem Kasten verborgen und deshalb

optisch nicht wahrnehmbar sind [1].

Eine neue Sichtweise auf die Bedeutung des Tastsinns eröffnen jetzt Forscher aus Berlin und Leipzig mit histologischen Befunden zum Trigemini-Nerv [2], der beim Elefanten unter anderem für die Innervierung des Rüssels zuständig ist. Zur Erinnerung: Der Trigemini-Nerv ist der fünfte Hirnnerv und innerviert bekanntlich das Gesicht. Seine sensorischen Fasern werden im Trigemininalganglion verschaltet und teilen sich unmittelbar danach in drei Äste auf, den Augennast (*Nervus ophthalmicus*), den Oberkieferast (*Nervus maxillaris*) und den Unterkieferast (*Nervus mandibularis*), daher sein Name (lat. Trigemini = Drilling). Der rein sensorische Oberkieferast innerviert mit zahlreichen Verzweigungen hauptsächlich die Haut der Gesichtspartie zwischen Unterlid und Oberlippe. Sein Endast, der *Nervus infraorbitalis*,

versorgt das Unterlid des Auges und die Nasenflügel bzw. bei Nagetieren die Schnurrhaare und beim Elefanten den Rüssel.

### Jede Menge Superlative

Das Forscherteam präparierte die durch ihre enorme Größe auffallenden Trigeminalganglien von drei Asiatischen Elefanten und fünf Afrikanischen Waldelefanten, die in Zoos eines natürlichen Todes gestorben oder wegen ihres Gesundheitszustands eingeschlafert worden waren. Von den drei Trigeminus-Ästen war der zum Oberkiefer führende bei weitem der stärkste. Im Fall eines ausgewachsenen Asiatischen Elefanten erreichte sein Durchmesser mit 2 cm mehr als die Hälfte des Rückenmarks. Auch die Neuronen des Ganglions waren ungewöhnlich groß. Der Durchmesser ihres Somas betrug bei einem asiatischen Elefantenbaby durchschnittlich 53  $\mu\text{m}$ , bei einer Spannweite von 20 bis 120  $\mu\text{m}$ ; war also wesentlich größer als bei Ratten (durchschnittlich 35  $\mu\text{m}$ , Spannweite 15 bis 68  $\mu\text{m}$ ). Die Axone derjenigen Ganglienzellen, die über den *Nervus infraorbitalis* ohne weitere Verschaltung zum Rüssel führen, sind mit bis zu 2,1 m nicht nur besonders lang, sondern auch ungewöhnlich stark im

Durchmesser: knapp 9  $\mu\text{m}$  bei Elefantenbabies und reichlich 12  $\mu\text{m}$  bei ausgewachsenen Elefanten. Auch ihre Anzahl, die anhand histologischer Schnitte auf ca. 400.000 geschätzt wurde, ist rekordverdächtig.

Entsprechendes gilt für die Gliazellen, die innerhalb von Ganglien die Neuronen versorgen, die so genannten Satellitenzellen. Deren Anzahl steigt mit der Größe der Neuronen. Mit durchschnittlich 232 Satellitenzellen pro Neuron werden die Neuronen im Trigeminalganglion ausgewachsener Elefanten von mehr als zehnfach so viel Gliazellen unterstützt wie bei der Ratte (ca. 18 Satellitenzellen pro Neuron).

Um diese Befunde einzuordnen, verglichen die Forscher den *Nervus infraorbitalis* mit anderen sensorischen Nerven von Sinnesorganen. Sein Durchmesser erwies sich als fast vierfach größer als der des Sehnerv (*Nervus opticus*) bzw. fast sechsfach größer als der des Hör- und Gleichgewichtsnerv (*Nervus vestibulocochlearis*). Demnach ist die beachtliche Dimension des *Nervus infraorbitalis* nicht allein mit der Größe des Elefanten zu erklären. Bemerkenswert ist weiterhin, dass der *Nervus infraorbitalis* des Elefanten fast so viele Axone enthält wie der Sehnerv. Bei



**ABB. 1** Afrikanischer Elefant beim Greifen von Nahrung – nur ein Beispiel der vielfältigen Funktionen des Rüssels. Foto: Lena Kaufmann (Humboldt-Universität Berlin).

der Ratte und beim Schwein, die beide für einen ausgeprägten Tastsinn bekannt sind, enthält der *Nervus infraorbitalis* dagegen mehr als dreifach bzw. siebenfach weniger Axone als der Sehnerv. Demnach könnte dem Tastsinn des Elefanten eine wesentlich größere Bedeutung zukommen als bislang angenommen.

### Literatur

- [1] G. Dehnhardt, C. Friese, N. Sachser (1997). *Z. Säugetierkd* 62, 37–39.  
[2] L. Purkart et al. (2022.) *Curr. Biol.* 32, 904–910.e3.

Annette Hille-Rebfield, Stuttgart

## PSYCHOLOGIE

### Angst vor Spinnen: Fürchten wir uns eigentlich vor Skorpionen?

*Furcht und Ekel spielen in der Evolution eine wichtige Rolle. Wer sich vor gefährlichen Tieren fürchtet oder vor verdorbenen Speisen ekelt, wird heikle Situationen eher überleben und kann seine Gene an die Nachkommen weitergeben. Wie aber ist zu erklären, dass Angst und Ekel vor Spinnen häufig sind, obwohl unsere Vorfahren im Lauf der Evolution kaum mit wirklich gefährlichen Vertretern dieser Tiergruppe konfrontiert waren?*

Pfui Spinne! Warum sind Furcht und Ekel vor Spinnen so weit verbreitet? Weshalb tritt die extreme Variante davon, die Arachnophobie, bei bis zu sechs Prozent der Bevölkerung auf?

Eine Theorie besagt: Wenn Spinnen für unsere Vorfahren eine reale Gefahr bedeuteten, dann hätte eine schnelle Furchtreaktion einen Überlebensvorteil bedeutet. Durch na-

türliche Selektion wären diese Furcht oder zumindest das rasche assoziative Erlernen der Furcht schließlich genetisch verankert worden.

Allerdings ist die überwiegende Mehrheit der Spinnen harmlos (Abbildung 1). Bisse durch Spinnen sind relativ selten, tödliche Folgen extrem rar. Übertragungen von Parasiten durch diese Tiere auf den Menschen sind nicht nachgewiesen und nach neusten Studien müssen von den knapp 50.000 aktuell bekannten Arten lediglich etwa 0,5 Prozent als potenziell für den Menschen gefährlich betrachtet werden. Davon jedoch kommen nur sehr wenige und zudem nicht die lebensbedrohlichsten Vertreter in Afrika vor, wo mutmaß-



**ABB. 1** Obwohl beispielsweise in Deutschland keine gefährlich giftigen Spinnen leben, sind Furcht und Ekel vor diesen Tieren auch hierzulande weit verbreitet. Alle Fotos: K. Kunz.



Verband | Biologie, Biowissenschaften  
& Biomedizin in Deutschland

**GEMEINSAM  
FÜR DIE**

**BIEWISSENSCHAFTEN**

### **Gute Gründe, dem VBIO beizutreten:**

- Werden Sie Teil des größten Netzwerks von Biowissenschaftlern in Deutschland
- Unterstützen Sie uns, die Interessen der Biowissenschaften zu vertreten
- Nutzen Sie Vorteile im Beruf
- Bleiben Sie auf dem Laufenden – mit dem VBIO-Newsletter und dem Verbandsjournal „Biologie in unserer Zeit“
- Treten Sie ein für die Zukunft der Biologie



[www.vbio.de](http://www.vbio.de)

**Jetzt beitreten!**

