

Interview mit Dr. Lars Jaeger

## Gentechnik gegen Schwerhörigkeit?

Der medizinische Fortschritt ist unaufhaltsam. Inzwischen würde es die Gentechnologie CRISPR relativ einfach und kostengünstig ermöglichen, dass auf wenigen Genabweichungen beruhende Hörbeeinträchtigungen oder Gehörlosigkeit vollkommen geheilt werden könnten. Über Risiken und Nebenwirkungen sowie die ethische Einschätzung einer solchen Therapie sprachen wir mit dem Naturwissenschaftler und Philosophen Dr. Lars Jaeger.

**Hörakustik:** Die CRISPR-Technik zur gezielten Veränderung der DNA ruft sowohl Euphorie als auch Kritik hervor. Wie schätzen Sie diese neue Art der Gentechnologie ein?

**Dr. Lars Jaeger:** Was für die meisten Menschen so harmlos klingt wie ein Müsliriegel, ist für Biologen und Ärzte der wohl bedeutendste wissenschaftliche Durchbruch dieses Jahrhunderts mit einem gewaltigen revolutionären Potenzial für Anwendungen in Medizin und Humangenetik. Diese neue Technologie besitzt eine schier unglaubliche Potenz. Ob in pflanzlichen, tierischen oder menschlichen Zellen – mithilfe dieser Technologie lassen sich Gensequenzen punktgenau ersetzen, verändern oder entfernen, und dies schnell, präzise und sehr billig. Was früher Wochen, Monate oder Jahre gedauert hat und zudem sehr fehlerhaft war, lässt sich mit CRISPR/Cas9 mit sehr hoher Genauigkeit in Stunden und Tagen erreichen, und das mit einer Ausstattung und einem Know-how, wie es schon bald jedem durchschnittlichen Genlabor – vielleicht sogar gymnasialen Schulklassen – zur Verfügung stehen könnte. Damit wird die Gentechnologie noch mächtiger, noch schneller verfügbar, noch einfacher zu handhaben – mitsamt all ihren positiven wie umstrittenen Auswirkungen.

**Hörakustik:** Durch CRISPR herbeigeführte DNA-Veränderungen der Keimbahn (Spermazelle, Eizelle, embryonale Stammzellen) werden Bestandteil des Erbgutes auch an die Nachkommen weitergegeben. Welche Fragen sollte die Menschheit vor diesem weitreichenden Eingriff in die Evolution klären?



Foto: Natalli\_Mis/istockphoto

**Dr. Lars Jaeger:** Mit dem Eingriff in die Keimbahn ist sicher eine rote Linie erreicht. Dass hierzu selbst unter den Wissenschaftlern Diskussionsbedarf herrscht, zeigt der im Frühjahr 2015 veröffentlichte Appell einer Gruppe führender Biologen an die Öffentlichkeit, den mit CRISPR gegebenen bio- und gentechnologischen Möglichkeiten Einhalt zu gebieten. Und es kommt ja nicht so oft vor, dass Wissenschaftler selbst eine Begrenzung ihrer eigenen Forschung wünschen. Und dieser Aufruf hat einen prominenten historischen Vorläufer: die von Biowissenschaftlern 1975 organisierte Konferenz von Asilomar. Es war die erste Konferenz zu den Risiken der damals noch jungen Gentechnologie und der gerade entdeckten Technik der DNA-Rekombination. Konkret ging es im US-amerikanischen Asilomar bereits um mögliche Rahmensetzungen und Regeln zur Produktion und Handhabung gentechnisch veränderter Organis-

men. Die von den Wissenschaftlern dort beschlossenen Sicherheitsrichtlinien wurden in vielen Staaten später zur Grundlage von gesetzlichen Regelungen. Heute geht es um die Weiterentwicklung dieser Diskussion in Anbetracht der neuen Möglichkeiten der heutigen Gentechnologie. Verbote, wie Verbote eines Eingriffes in die menschliche Keimbahn, dürfen dabei nicht tabu sein.

**Hörakustik:** Es gibt bestimmte Gene, die für verschiedene Formen von Schwerhörigkeit oder Gehörlosigkeit verantwortlich sind. Therapien, auch die Versorgung mit Hörimplantaten, lehnen zahlreiche Gehörlose als Eingriff in ihre Kultur ab. Wie schätzen Sie vor diesem Hintergrund ethisch die Reparatur solcher Gene mittels CRISPR ein, um eine bestehende Hörbeeinträchtigung zu heilen?

**Dr. Lars Jaeger:** Natürlich kann ich nicht für die gehörlosen Menschen sprechen, die aber sicher ein Recht auf Wahrung ihrer eigenen Kultur haben. Allerdings erscheint es mir eher die Entscheidung eines jeden Einzelnen zu sein, mittels medizinischer, technologischer oder sogar gentechnischer Methoden seinem Zustand zu begegnen, falls sich dazu die Möglichkeit bietet. Hier geht es allgemein darum, ob wir mit gentechnologischen Methoden Krankheiten oder Behinderungen behandeln sollten. Denn Krankheiten zu behandeln oder gar auszumerzen, ist ein hehres Ziel, für das es sich lohnt, ethische Diskussionen eingehender zu führen als nur mit den pauschalen Verweisen, dass wir das nicht dürfen oder Argumenten zu folgen, die ihre Kraft eher aus ideologischen Überzeugungen gewinnen als aus einem reflektierten ethischen Diskurs. Doch auch die großen Versprechungen der Wissenschaftler von zukünftigen gesundheitlichen Paradieszuständen sollten nicht alles, was technisch möglich erscheint, auch ethisch machbar sein lassen. Es wäre gut, wenn diese Diskussion auch in einer breiteren Öffentlichkeit ausgetragen wird. Aber dass wir Krankheiten oder Behinderungen mithilfe medizinischer Methoden behandeln, ist keine neue Entwicklung. Die moderne Gentechnik erweitert diese Dimension allerdings beträchtlich.

**Hörakustik: Wie beurteilen Sie es, wenn CRISPR eingesetzt wird, um beim Nachwuchs eine erblich bedingte Hörbeeinträchtigung gleich auszuschließen?**

**Dr. Lars Jaeger:** Das ist eine sehr kritische Frage. Und sie wird ja auch bereits bezüglich gewisser erblich bedingter Krankheiten geführt. Denn bei vielen Krankheiten kennen wir das verantwortliche Gen. Ein Beispiel ist die Beta-Thalassämie. Bei den Betroffenen bilden sich die roten Blutkörper nur unzureichend beziehungsweise fehlerhaft. Sie berichten von ständigen Kopfschmerzen und Schwindelgefühlen und davon, dass sie schnell außer Atem kommen und müde sind. Weil sich die Hohlräume in den Knochen vergrößern, kommen oft auch Deformationen des

Skelettes hinzu. All diese Symptome könnten vermieden werden, wenn das Gen ersetzt wird, dessen Fehlfunktion zu dem schweren Mangel an roten Blutkörperchen führt. Wir sehen also: Gentechniken wie CRISPR bieten großartige Aussichten, den Menschen von viel Leid zu befreien. Ob das speziell bei gehörlosen Menschen der Fall ist und wie stark sie unter ihrer Beeinträchtigung leiden oder diese gar als positiv erleben, vermag ich nicht zu beurteilen. Dazu kommt, dass viele Krankheiten mit erblichem Einfluss wie Diabetes, Schizophrenie oder Alzheimer auf eine multiple Genmutation zurückgehen, sodass ihre gentherapeutische Behandlung sehr komplex wäre. Aber auch hier sind neue Therapieformen zu erwarten.

**Hörakustik: Hätte der Verzicht auf Methoden wie CRISPR, etwa bei der Heilung einer Hörbeeinträchtigung, nicht auch negative Auswirkungen – für die Betroffenen wie für die Gesellschaft?**

**Dr. Lars Jaeger:** Aber natürlich. Ein Verzicht auf neue technologische Möglich-



Dr. Lars Jaeger hat Physik, Mathematik, Philosophie und Geschichte studiert und mehrere Jahre in der Quantenphysik sowie Chaostheorie geforscht. Er ist unter anderem als Dozent an der European Business School im Rheingau tätig.

**„Es gibt keine ‚sauberen‘ Lösungen.“**

**Dr. Lars Jaeger**

keiten und die Weiterführung des wissenschaftlich-technologischen Fortschrittes im Allgemeinen wären sicher negativ für unsere Gesellschaft. Wenn wir vor fast 75 Jahren gesagt hätten „Lass uns auf Antibiotika verzichten“, wäre Tuberkulose heute immer noch eine tödliche Krank-

heit. Was CRISPR angeht, eröffnen sich halt auch einige großartige Möglichkeiten, so unter anderem die Heilung von so manchen, wenn nicht gar der großen Mehrheit der Krebsarten. Dies nicht zu verfolgen, wäre inhuman. Aber es gibt natürlich Grenzen.

**Hörakustik: Bereits jetzt müssen sich Eltern teilweise rechtfertigen, wenn sie sich bewusst für die Geburt ihres beeinträchtigten Kindes entschieden haben. Würden Verfahren wie CRISPR längerfristig die Definition eines genetischen Defektes immer weiter verschieben und das Erfolgsgeheimnis der Evolution – die Vielfalt – zugunsten gesundheitsoptimierter, hochintelligenter „Designerbabys“ verschwinden lassen?**

**Dr. Lars Jaeger:** Mithilfe von CRISPR kann es durchaus möglich werden, dass sich Eltern die Eigenschaften ihrer Kinder – Augenfarbe, Größe, Intelligenz, Körperstärke und vieles mehr – beliebig zusammenstellen könnten. So könnten gentechnisch optimierte Menschen schon bald „normalen Menschen“ kognitiv und körperlich deutlich überlegen sein. Allerdings muss dafür die Genetik für unsere kognitiven Fähigkeiten und Intelligenz noch sehr viel genauer entschlüsselt werden. Intelligenz ist nicht nur durch ein einzelnes Gen bestimmt, sondern durch eine komplex miteinander wechselwirkende Vielzahl von Genen. Und unbestritten spielt auch die Umwelt eine große Rolle. Aber es ist nichtsdestotrotz vorstellbar, dass Szenarien wie diese in nicht allzu ferner Zukunft Realität werden. Und hier gilt es meiner Meinung nach Grenzen zu ziehen. So sind in westlichen Ländern genetische Eingriffe in die menschliche Keimbahn aus gutem Grund verboten.

**Hörakustik: Kann die Menschheit überhaupt die Folgen von Veränderungen mittels CRISPR abschätzen, wo doch inzwischen bekannt ist, dass auch Umweltfaktoren für die Aktivierung und Abschaltung von Genen verantwortlich sind?**

**Dr. Lars Jaeger:** Ja, die Wechselwirkung von Umweltfaktoren und Genen ist sehr komplex, und die Biologen finden im Rahmen der sogenannten Epigenetik immer komplexere Zusammenhänge zwischen beiden. Das heißt aber trotz all der Schwierigkeiten, die sich daraus ergeben, nicht, dass wir die Folgen eines Gen-

eingriffes überhaupt nicht überblicken können. Es heißt nur, dass wir sehr vorsichtig sein müssen, wenn es um die großflächige Anwendung von CRISPR und anderen gentechnologischen Verfahren geht. Leider stehen hier allzu oft kommerzielle Interessen im Vordergrund, die dieses Gebot der Vorsicht allzu schnell übergehen.

**Hörakustik: Auch Pflanzen können mittels CRISPR optimiert werden, etwa resistenter gegen Schädlinge werden oder ertragreicher, – und zwar in deutlich kürzerer Zeit und präziser als mittels Züchtung. Sehen Sie solche optimierten**

**Pflanzen als gentechnisch verändert an, die gekennzeichnet werden müssten? Wie sehen Sie das ethisch, könnte doch damit der Einsatz von Pestiziden verringert und die Ernährung der Weltbevölkerung sichergestellt werden?**

**Dr. Lars Jaeger:** In der Tat ist es so, dass anders als bisherige gentechnische Methoden, wie sie beispielsweise bei der Herstellung transgener Pflanzen zum Zuge kommen, Organismen, die mit CRISPR/Cas9 verändert werden, sich kaum von natürlichen Mutationen unterscheiden lassen würden. Denn hier werden nur einzelne punktuelle und spezifische geneti-

### CRISPR: Was ist das?

Diese Abkürzung steht für Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats. Das sind Abschnitte sich wiederholender DNA, die im Erbgut von vielen Bakterien und Archaeen (einzelligen Organismen) auftreten. Dort sind sie Teil des Immunsystems: In der CRISPR-Sequenz (Erkennungs-RNA<sup>1</sup>) speichern sie genetische Informationen von erfolgreich abgewehrten Viren, die damit zukünftig gleich erkannt und durch das Zerschneiden der Angreifer-DNA bekämpft werden können (Immunität). Für das Zerschneiden kommt das Eiweiß Cas9 zum Einsatz, das aufgrund seiner Funktion auch als Genschere bezeichnet wird. Es zerschneidet immer dort die DNA, wo die jeweilige Erkennungs-RNA passt (Ziel-DNA). Das System heißt daher CRISPR/Cas9. Herausgefunden haben das 2012 die Molekularbiologinnen Professor Dr. Emmanuelle Charpentier und Professor Dr. Jennifer Doudna. Dem Neurowissenschaftler und Assistenzprofessor Dr. Feng Zhang gelang es 2013, die CRISPR-Methode nicht nur im Bakterium anzuwenden, sondern für alle Zellen zu optimieren.

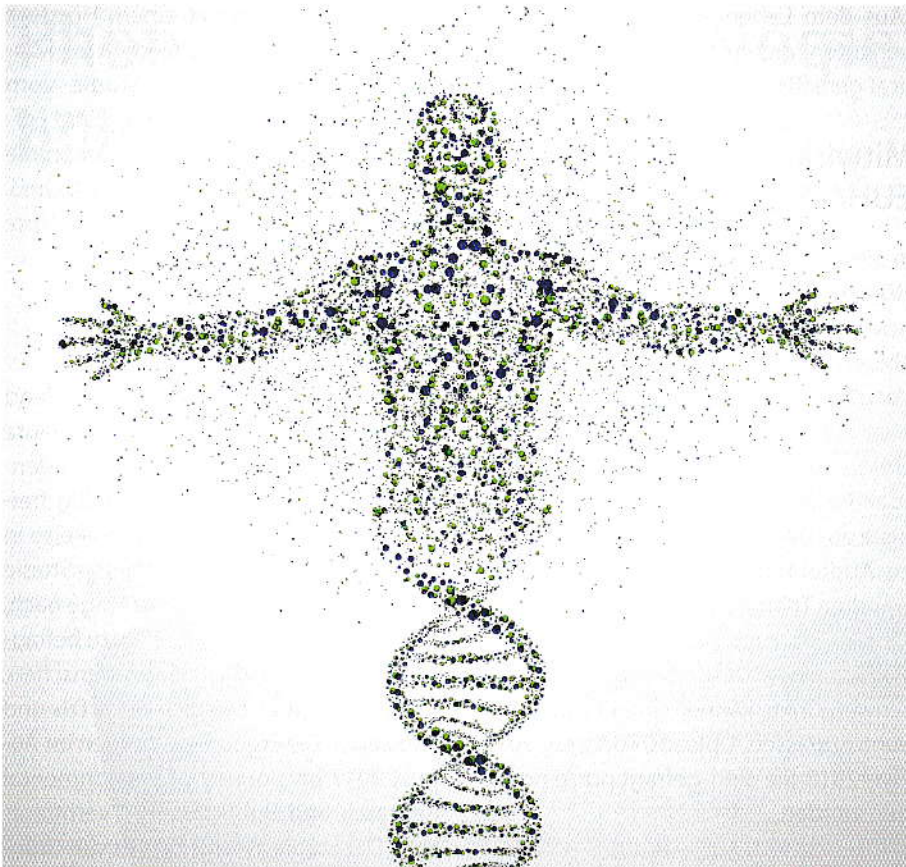
Diese Kombination aus Erkennen und Schneiden machen sich Wissenschaftler beim „Gene Editing“, also der gezielten Genveränderung, zunutze. Denn CRISPR funktioniert in nahezu allen lebenden Zel-

len und Organismen. Nicht nur unerwünschte DNA-Bausteine können dabei mit dem CRISPR-System herausgeschnitten werden, sondern es können auch neue DNA-Bausteine oder Gensequenzen in die Nähe der Schnittstelle eingeschleust werden. Die natürlichen Reparaturmechanismen der Zelle schließen dann nämlich von selbst die entstandene Lücke – und bauen an dieser Schnittstelle gegebenenfalls freie, neue DNA-Bausteine mit ein. Auf diesen natürlichen Prozess muss man sich allerdings verlassen – da das nicht immer und überall funktioniert, wird weiter an Alternativen geforscht. So ist eine punktgenaue Veränderung möglich – so präzise wie mit keiner Methode zuvor. Damit könnten künftig zahlreiche auf einzelnen Gendefekten beruhende Krankheiten wie beispielsweise Formen von Gehörlosigkeit/Schwerhörigkeit, Krebs, Diabetes oder Bluterkrankheit geheilt sowie eine Immunität gegen HIV erreicht werden. Auch bei der Züchtung von Pflanzen und Tieren ergeben sich zahlreiche Möglichkeiten der Optimierung und Veränderung. CRISPR/Cas9 ist dabei deutlich einfacher, schneller, kostengünstiger und präziser als derzeitige eingesetzte Methoden der Gentechnologie und der Züchtung. Zudem ist die Veränderung mit CRISPR im Nachhinein

nicht erkennbar beziehungsweise nachweisbar.

Problematisch ist, dass unklar ist, welche zusätzlichen Auswirkungen die genetischen Veränderungen haben könnten. So gelang es inzwischen beispielsweise in einer Studie, bei der Hälfte der Teilnehmer eine Resistenz gegen das Aids verursachende HI-Virus zu erreichen. Diese Personen konnten auf ihre bisher notwendigen Medikamente komplett verzichten. Doch machte sie die vorgenommene Genveränderung anfällig für das gefährliche West-Nil-Virus. Da oft unklar ist, welche zusätzlichen Funktionen oder Wechselwirkungen ein fehlendes, verändertes oder neues Gen im Körper hat – oder auch aufgrund einer Aktivierung oder Ausschaltung durch die Lebensumstände der Person haben könnte – ist die sorgfältige Untersuchung möglicher Nebenwirkungen der Gentherapie unabdingbar. Darüber hinaus ist eine öffentliche Debatte notwendig, inwieweit und wofür eine Technologie eingesetzt werden sollte, die ein so großes Potenzial, aber auch ein so großes Risiko in sich trägt. Dazu gibt es anschauliche Videos von „Zeit online“ unter <http://t1p.de/CRISPR> und von „Quarks & Co“ unter <http://t1p.de/crispr-quarks>

<sup>1</sup> RNA = Kette von Nukleotiden, wichtig für die Neubildung von Proteinen in Zellen; Nukleotid = chemischer Grundbaustein der DNA und RNA



Ist CRISPR ein atemberaubender Durchbruch der Medizin oder ein unkontrollierbarer Flaschengeist? Das kommt sicher auch darauf an, wofür Wissenschaftler es einsetzen.

Foto: Lenely.../iStockphoto

sche Veränderungen vorgenommen, die auch in der Natur entstehen könnten – wenn auch mit wesentlich geringerer Wahrscheinlichkeit. Dadurch ließen sich beispielsweise ganz spezifische Resistenzen gegen Pilze oder andere Krankheits-

erreger in das Genom heutiger besonders ertragreicher, aber gegen bestimmte Erreger empfindliche Reis- oder Weizensorten implantieren. Diese unterscheiden sich dann von den ursprünglichen Sorten nur in dieser einen Eigenschaft bezie-

hungsweise in dem einen Gen. Diese Form der Gentechnik wäre für Konsumenten unter Umständen akzeptabler, da ihre Eingriffe punktgenau und damit viel kontrollierter verliefen und zu Pflanzen führen, die prinzipiell einer natürlich vorkommenden Art entsprechen könnten. Insbesondere in armen Ländern verspricht CRISPR ganz neue Ertragsmöglichkeiten für Nutzpflanzen. Einige europäische Länder, wie beispielsweise Schweden, haben bereits erste Feldversuche mit CRISPR-modifizierten Pflanzen genehmigt, und dies genau mit dem Hinweis, dass sich diese nicht grundsätzlich von konventionellen Züchtungen oder natürlichen Mutationen unterscheiden. Gegebenenfalls müssten solche CRISPR-geditierten Pflanzen gar nicht mehr als genveränderte Pflanzen angesehen werden und unterstünden damit nicht entsprechenden Regulationen, sagen einige Genetiker wie Farmer bereits. Zwischen aller Kritik an der Gentechnik einerseits und den Möglichkeiten und Wohltaten durch die Gentechnik andererseits müssen wir erkennen: In der Diskussion um Technologiefolgen gibt es keine eindeutigen, sauberen Lösungen. Wir werden lernen müssen, mit Ambivalenzen zu leben (siehe auch Seite 35 in dieser Ausgabe).

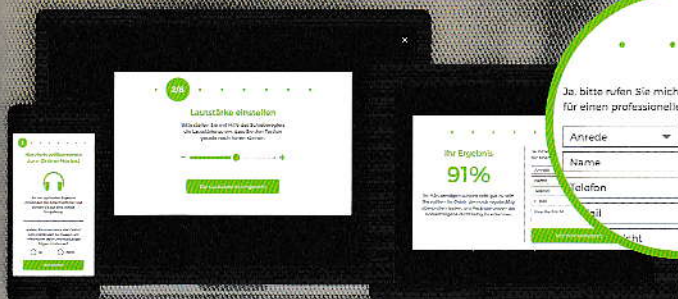
**Hörakustik:** Vielen Dank für das Gespräch.  
Anja Facius

Anzeige

hörtest24.de

## Der Online-Hörtest für Ihre eigene Homepage

Inklusive Terminvereinbarung zum professionellen Hörtest in Ihrem Ladengeschäft.



8/8

Ja, bitte rufen Sie mich zur Terminvereinbarung für einen professionellen Hörtest zurück.

Anrede

Name

Telefon

E-Mail

Wohnort

bis 31.03.  
**60 Tage**  
kostenfrei  
testen!

**Jetzt ausprobieren auf hörtest24.de**

Ab der Anmeldung 30 Tage kostenfrei und unverbindlich auf Ihrer eigenen Homepage testen – alle Infos unter [www.hörtest24.de](http://www.hörtest24.de)