

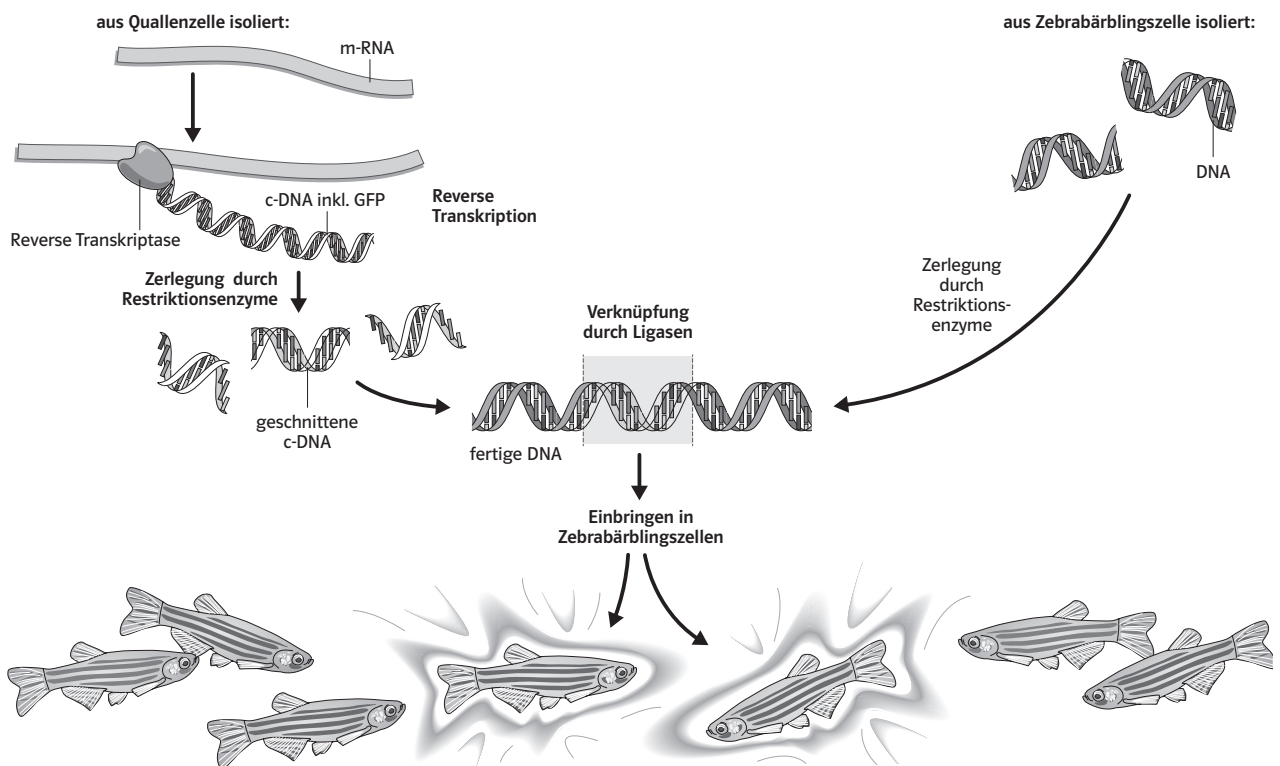
Leuchten für die Wissenschaft

Seit einigen Jahren können US-Amerikaner in ihren Aquarien fluoreszierende Zebrafische als Haustiere halten, obwohl es solche Tiere weder in der Natur noch als Zuchtform gibt. Wie kam es dazu? Durch die Gentechnik und die Übertragung von Erbmaterial über Artgrenzen hinweg können Eigenschaften in Organismen erzeugt werden, die natürlicherweise nicht vorkommen. Doch bei der Herstellung von solchen transgenen Organismen gelingt nur ein Bruchteil der Fremdgenübertragungen. Daher benötigen Forscher Methoden, erfolgreiche von nicht erfolgreichen Übertragungen zu unterscheiden.

Das wurde durch die Entdeckung von fluoreszierenden Proteinen in der Meeresqualle *Aequorea victoria* möglich. Für die Qualle, die in der Tiefsee vorkommt, wo es kaum Sonnenlicht gibt, sind solche Proteine für Kommunikation und Beutefang notwendig. Trifft blaues Licht auf z. B. das grün fluoreszierende Protein (GFP, engl. *green fluorescent protein*), strahlt dieses wiederum Licht in den Wellenlängen ab, die es grün erscheinen lassen.

Wissenschaftlern gelang es, die Genabschnitte zu entschlüsseln, die für die Erzeugung dieser fluoreszierenden Proteine notwendig sind, und diese in Fremd-DNA zu integrieren. Ausgehend von der reifen m-RNA und mithilfe des Enzyms Reverse Transkriptase wird zunächst doppelsträngige c-DNA (complementary DNA) synthetisiert.

Eingebracht in die DNA eines anderen Organismus, wie im Beispiel der Zebrafische, wird der Bauplan für die Fluoreszenzproteine abgelesen und die Organismen leuchten ebenfalls. Wird das GFP-Gen in der Wissenschaft an andere Gene gekoppelt und als Reporter-Gen verwendet, lässt sich ermitteln, ob ein künstlich eingefügtes Gen am richtigen Platz integriert wurde. Das Reporter-Gen kann in den Empfängerzellen nur zusammen mit dem übertragenen Fremdgen abgelesen werden. Grünes Leuchten ist also ein Beleg für den erfolgreichen Gentransfer. Die Individuen, bei denen dieser Test positiv ausfällt, können für weitere Versuchsreihen ausgewählt werden.



1 Herstellung fluoreszierender Zebrafische

- 1 Erklären Sie, wofür GFP steht, und geben Sie mit eigenen Worten dessen Bedeutung für den Menschen wieder.
- 2 Erläutern Sie anhand von Abb. 1 das Verfahren, wie fluoreszierende Zebrafische hergestellt werden können.
- 3 Bewerten Sie ethisch das Halten von fluoreszierenden Zebrafischen als Haustier.

ARBEITSBLATT

Leuchten für die Wissenschaft

Lösungen

- 1 Die Abkürzung steht für „green fluorescent protein“. Es handelt sich um ein Protein, das natürlicherweise in der Quallenart *Aequorea victoria* vorkommt und nach Einstrahlung von blauem Licht grün fluoresziert. Es kann als Marker zur Erkennung von transgenen Lebewesen verwendet werden.
- 2 Aus der Quallenzelle wird reife m-RNA isoliert, die das Gen für GFP enthält. Das Enzym Reverse Transkriptase erstellt daraus die c-DNA, die einerseits komplementär zur m-RNA ist und andererseits doppelsträngig ist. Die c-DNA und die DNA der Zebrafische wird mit Restriktionsenzymen geschnitten. Ligasen verbinden die eingebrachten Quallengene mit dem DNA-Molekül der Zebrafische. Die DNA wird dann in die Fische eingebracht. Da in der Gentechnik immer nur ein Teil der Gentransfers erfolgreich ist, leuchten nicht alle Fische, bei denen GFPs exprimiert werden sollten.
- 3 Individuelle Lösung
Mögliche Argumente:
Pro: Gentechnik wird in das Bewusstsein der Menschen gebracht, die Zebrafische erfahren keinen direkten Nachteil.
Contra: verharmlost den Einsatz von transgenen Tieren zum Spaß, Tiere könnten aus den Aquarien entkommen und sich mit anderen Arten kreuzen.
...

Zusatzinformation

Die Reverse Transkriptase baut eigentlich in einem ersten Schritt einen RNA-DNA-Hybridstrang auf. Darin wird der RNA-Teil sofort wieder abgebaut und der zweite DNA-Strang aufgebaut.

Wie kommt es zum grünen Leuchten bei der Qualle *Aequorea victoria*?

Das Photoprotein Aequorin in der Qualle gibt blaues Licht, das das Ergebnis einer Biolumineszenzreaktion ist, nicht in Form eines Photons ab, sondern überträgt es strahlenlos über Dipol-Dipol-Wechselwirkungen an das GFP. Das GFP wiederum gibt die ihm übertragende Energie in Form von Strahlung (im Wellenlängenbereich von grünem Licht) weiter.

Grün fluoreszierendes Protein (GFP)

Im Jahr 2008 ging der Nobelpreis für Chemie an OSAMU SHIMOMOURA, MARTIN CHALFIE und ROGER YONCHIEH TSIEN (1952 – 2016) für ihre Entdeckung und Weiterentwicklung des grün fluoreszierenden Proteins (GFP). Weitere Farbstoff-Varianten sind das rote RFP bzw. das gelbe YFP, die aus Korallen bzw. einer anderen Quallenart stammen. In beeindruckender Weise wurden verschiedene fluoreszierende Proteine, z. B. zur Abgrenzung einzelner Neuronen im Gehirn, eingesetzt, um damit zu erfahren, wie diese verschaltet sind. Bekannt wurde das Verfahren als „Brainbow“. Eine Bedeutung haben GFPs auch beim Kampf gegen AIDS im Versuchstier Katze (beides s. Literatur- und Medienhinweise, Lehrerband S. 386).