

Was heute passiert

Schweiz
Economiesuisse, der Dachverband der Schweizer Wirtschaft, zeigt die wirtschaftspolitischen Herausforderungen des neuen Jahres auf.

Die Vereinigung von Schweizer Kleinbauern macht sich für eine Obergrenze für Direktzahlungen an Landwirtschaftsbetriebe stark.

Ausland
In der Nacht auf heute finden in Iowa die ersten Vorwahlen im Rennen um die US-Präsidentschaft statt.

Das EU-Parlament befasst sich mit dem Flüchtlingsfonds für die Türkei.

Frage des Tages

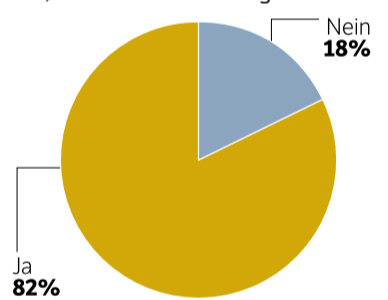
Dürfen Embryos für die Forschung genetisch manipuliert werden?

Ja **Nein**
Stimmen Sie online ab unter der Rubrik «Mehr/Mitmachen»

- www.aargauerzeitung.ch
- www.bzbasel.ch
- www.basellandschaftliche.ch
- www.solothurnerzeitung.ch
- www.grenchnerzeitung.ch
- www.limmattalerzeitung.ch
- www.oltnerzeitung.ch

Das Ergebnis erscheint in der nächsten Ausgabe.

Ergebnis letzte Tagesfrage
Wir haben gefragt: Trennung von zwillingsähnlichen Zwillingen: Soll man alles tun, was medizinisch möglich ist?



Video des Tages



Skilift war gestern: Snowboarder lässt sich von einer Drohne ziehen.

REZEPT DES TAGES

Präsentiert von Annemarie Wildeisen

Gemüse-Kabis-Wickel

Für 4-5 Personen

- Salz
- 1 Kabis gross, etwa 800 g schwer
- 2 Zwiebeln
- 2 Knoblauchzehen
- 1 Esslöffel Butter
- 1 dl Gemüsebouillon (1)
- Pfeffer aus der Mühle
- 1 Bund Petersilie glattblättrig
- 300 g Rübli
- 200 g Magerquark
- 1 Esslöffel Currypulver
- 0,5 dl Weisswein
- 1 dl Gemüsebouillon (2)
- 1 dl Rahm

SMS mit SCHNUPPER + Name und Adresse an 919 (20 Rp./SMS) oder Online-Bestellung unter www.wildeisen.ch/schnupperabo
www.wildeisen.ch/suche/rezepte

Gentechnik Britten forschen an Embryos

Der Eingriff

Englische Forscher erzeugen genetisch manipulierte Embryonen. Sie wollen damit mehr über deren Entwicklung herausfinden. Kritiker sehen darin den ersten Schritt zum Designerbaby.

VON RAFFAEL SCHUPPISSER

Der Aufschrei war gross, als im letzten Frühling chinesische Forscher menschliche Embryos gentechnisch veränderten. Führende Molekularbiologen und Bioethiker meldeten sich zu Wort und verurteilten die Eingriffe ins menschliche Erbgut. Journalisten stellten klar, dass ein solcher Eingriff in den meisten westlichen Ländern verboten wäre. Doch zumindest für Grossbritannien gilt das nicht: Gestern hat die Kontrollbehörde Human Fertilisation and Embryology Authority (HFEA) grünes Licht gegeben für Forschungszwecke. Ein entsprechender Antrag von Wissenschaftern des Francis Crick Institute in London wurde gutgeheissen.

In einem Experiment möchte die Molekularbiologin Kathy Niakan mit ihrem Team Gene manipulieren, die in den ersten Tagen nach der Befruchtung aktiv sind. Sie wollen so mehr über die Entwicklung von Embryos herausfinden und dazu beitragen, dass die künstliche Befruchtung erfolgreicher wird. «Wir möchten verstehen, welche Gene es braucht, damit aus einem Embryo ein gesundes Baby wird», erklärte Niakan gegenüber der BBC. Viele der Gene, die während der frühen Phase aktiv seien, kämen nur beim Menschen vor, sodass Tiermodelle nicht infrage kämen.

Eine rote Linie ist überschritten

Für ihr Experiment nutzen die Forscher eine Technologie namens Crispr-Cas9. Mit dieser noch jungen, aber revolutionären Technologie lässt sich die DNA auf einfache Weise umschreiben, indem Gene hinzugefügt, entfernt oder ausgetauscht werden (siehe Artikel rechts). Nachdem die britischen Forscher die befruchteten Eizellen damit behandelt haben, wollen sie diese zu einer «Blastozyste», einer Struktur aus 200 bis 300 Zellen, heranwachsen lassen. Nach sieben Tagen soll das Experiment mit der Zerstörung der Embryos enden. Es wird also kein Embryo eingesetzt; es entstehen keine genmanipulierten Babys. Das wäre in England auch gar nicht erlaubt.

Und dennoch überschreiten die Forscher mit ihrem Experiment eine rote Linie. Sie greifen in den Code des menschlichen Lebens ein.

Kritiker sehen darin bereits den ersten Schritt zum Designerbaby. Ist die Technologie erst einmal erprobt und funktioniert sie zuverlässig, so würde sie auch genutzt werden, um Babys genetisch zu verändern, befürchten sie. «Wenn es darum ginge, gentechnisch manipulierte Kinder zu produzieren, würden bei mir die Alarmglocken läuten», sagt Christoph Rehmann-Sutter, Professor für Bioethik in Lübeck und ehemaliger Präsident der Schweizer Ethikkommission.

Im Experiment der britischen Forscher sieht er aber nichts Verwerfliches. Der Zweck des Experiments, mehr über die embryonale Entwicklung herauszufinden und die künstliche Befruchtung zu verbessern, und die Bedingung, dass der Embryo

nur wenige Tage entwickelt und nicht eingepflanzt wird, können einen solchen Eingriff rechtfertigen, findet Rehmann-Sutter. Gemäss dem Fachblatt «Nature» ist es das erste Mal weltweit, dass eine nationale Aufsichtsbehörde Genmanipulation an einem menschlichen Embryo erlaubt hat. In China, wo letztes Jahr zum ersten Mal mit Crispr-Cas9 das menschliche Erbgut manipuliert wurde, war eine solche Einwilligung nicht nötig. Umso lauter war deshalb die Empörung. Wo es nur unzureichende Regulierungen gibt, ist die Gefahr des Missbrauchs umso grösser. Dennoch geht nun das Experiment der englischen Forscher sogar einen Schritt weiter.

Ihre chinesischen Kollegen hatten für die Manipulation fehlgebildete Embryos mit drei kompletten Chromosomensätzen verwendet (sogenannte Triploide), die sich gar nie zu einem funktionsträchtigen Menschen hätten entwickeln könne. «Die chinesischen Forscher begaben sich so auf die sichere Seite», sagt Rehmann-Sutter. In England hingegen sollen gesunde Embryonen für das Experiment verwendet werden.

Erbkrankheiten heilen

Das Experiment der englischen Forscher, zu dem nun noch eine Ethikkommission seine Zustimmung geben muss, wird zeigen, wie gut sich Crispr am Menschen anwenden lässt. Denn die chinesischen Wissenschaftler hatten damit noch reichlich Probleme. Nur bei 4 von 54 mit Crispr veränderten Embryos kam es zur gewünschten Mutation - und auch diese vier hatten weitere, nicht beabsichtigte Veränderungen, sogenannte «off-target»-Mutationen.

Doch seit das Experiment in diesem Frühling durchgeführt wurde, hat sich Crispr weiterentwickelt. «Heute würde das Experiment mit grosser Sicherheit viel erfolgreicher verlaufen», sagt Gerald Schwank, der an der ETH-Zürich mit der Crispr-Technologie experimentiert. Georg Church, einer der führenden US-Molekularbiologen, erklärte gegenüber der Zeitschrift «Wired» sogar, dass man das Problem mit den «off-target»-Mutationen bereits in den Griff bekommen habe.

Es ist dieser rasende Fortschritt, der Angst macht. Sogar den Mikrobiologen selber. Sie warnen, dass ihre Technologie «gefährliche und ethisch inakzeptable Entwicklungen» zufolge haben könnten.

Denn wenn die Technologie erst einmal zuverlässig funktioniert, könnte man mit ihr Erbkrankheiten heilen. Man könnte aber auch Designerbabys erschaffen. Und dann stellt sich die Frage: Wo macht man halt? Merzt man nur Gendefekte aus? Oder ist es auch okay, wenn man über die Haar- und Augenfarbe der Kinder bestimmt? Oder die Intelligenz?

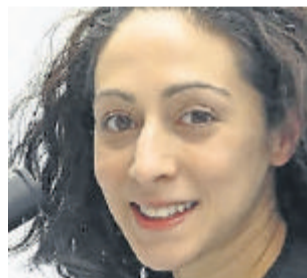
Doch selbst wenn man den Menschen nicht optimiert, sondern bloss Krankheiten heilt, so liessen sich die Auswirkungen eines solchen Eingriffs nicht abschätzen. Denn die genetischen Veränderungen hätten nicht nur Folgen für den Menschen, bei dem sie gemacht werden. Sie würden auch an die kommenden Generationen weitervererbt werden.

7

Tage lang soll der genmanipulierte Embryo heranwachsen. Dann wird er zerstört. Das Experiment ist beendet.

250

Zellen bilden sich in dieser Zeit aus der befruchteten und genetisch manipulierten Eizelle.



«Wir möchten verstehen, welche Gene es braucht, damit aus einem Embryo ein gesundes Baby wird.»

Kathy Niakan Molekularbiologin

Ein Video über die Methode zur Genmanipulation finden Sie online.



THINKSTOCK

Das Skalpell ersetzt die Axt im Labor

Am Genom herumzuprobieren, war bisher wie Salami mit der Axt schneiden - Crispr-Cas9 ist viel präziser und billiger

VON CHRISTOPH BOPP

Warum sind Kinder ihren Eltern ähnlich? Dumme Frage, dachte man lange. Erst seit 1953, als James Watson und Francis Crick die DNA-Doppelhelix entdeckten, weiss man es etwas besser. Das Geheimnis des Lebens liegt in dieser Substanz, der DNA, dem Erbgut. Dort wird die Information aufbewahrt.

Das Gold im Abfall

Die DNA besteht aus einer doppelten Kette von vier verschiedenen Basen. Bestimmte Abschnitte nennt man Gene, sie codieren für einen bestimmten Baustein/Stoff, den die Zelle braucht. Daneben gibt es lange Abschnitte auf dem Strang, der nicht codiert. Einige Abschnitte haben ähnliche Funktionen wie die Satzzeichen in einem Text, andere sind Signale, wie zu lesen ist: vorlesen oder auslassen? - und von vielen Abschnitten hatte man keine Ahnung, wozu sie gut sein sollten: Lange nannte man sie «Junk-DNA», Abfall-DNA.

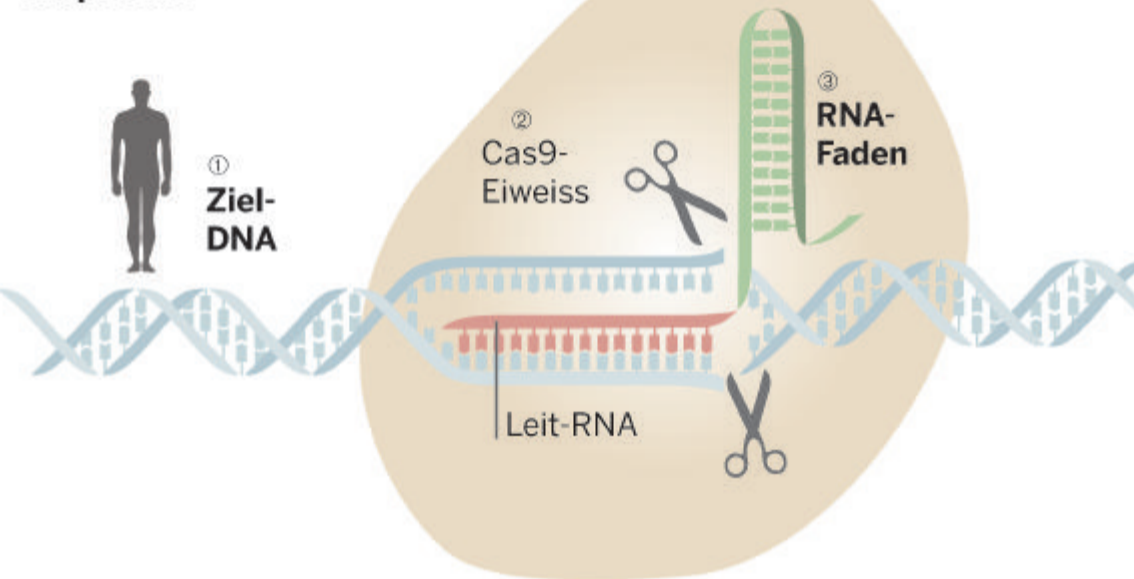
Je besser man die Stränge sequenzieren konnte (also «desen»), desto mehr kam die Forschergemeinde ins Staunen. Im Genom des Darmbakteriums Escherichia coli fanden japanische Forscher ein komisches Sandwich: Fünf identische DNA-Sequenzen, zwischen denen andere «DNA-Wörter» lagen. Den Zwischenräumen sagte man «spacers», für das «Brot» des Sandwichts fand man den Begriff «Crispr» (clustered regularly interspaced short palindromic repeats - das beschreibt sie nicht schlecht).

Beim Weiterwühlen im «Abfall» zeigte sich, dass in der Nähe der Crispr-Abschnitte immer die gleichen paar Gene lagen. Man nannte sie Cas (Crispr associated genes). Dass sie für ein Enzym codierten, das DNA zerschneiden konnte, merkte man relativ rasch.

«Das sind ja Viren-Stücke»

Dann bemerkte man, dass diese «Spacers» Ähnlichkeiten hatten mit der DNA von Viren. «Jetzt machte es

So funktioniert Crispr-Cas9



ZIELGERÄT UND SCHERE Das Verfahren arbeitet mit zwei Instrumenten. Das eine ist eine Art Zielführungsgerät, das andere eine Schere. Als Leit-RNA-Sequenz, die identisch ist

mit dem Stück der DNA, welche angegriffen oder repariert werden soll. Als Schere dient das Cas9-Protein. Die RNA-Sequenz stammt (z. B.) von einem früheren Rencontre mit dem Virus und wird zwi-

schen den Crisprs gespeichert. Trifft die RNA-Sequenz in der Zelle auf eine identische Stelle in einem DNA-Strang, lässt sie die Schere dort den DNA-Faden zerschneiden. Das Virus kann sich nicht mehr replizieren.

GRAFIK: NCH

«Klick», sagte der russisch-amerikanische Evolutionsbiologe Eugene Koonin. Offenbar dient dieses Crispr-Zeug den Bakterien als Waffe, um Viren abzuwehren. Man baute es dann in Joghurt-Bakterien ein, erfolgreich.

Wie das Bakterium die Waffe bedient, sahen dann Jennifer Doudna von der UCLA in Berkeley und Emmanuelle Charpentier vom Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig und ihre Mitarbeiter. 2012 bereits schafften sie es, DNA an einer genau bestimmten Stelle zu zerschneiden; 2013 schnitten sie bei einer menschlichen Zelle ein Stück DNA heraus und ersetzten es durch ein anderes.

Das Bakterium macht es so: Dringt eine fremde DNA ein (zum Beispiel ein Virus), schneidet das Cas-Enzym ein Stückchen raus und speichert es in einem Spacer. Diese «Feinde»-Galerie liefert die Steckbriefe unerwünschter Eindringlinge. Kommt einer, der einen bereits bekannten Abschnitt aufweist, - schnipp-schnapp tritt das Cas-Enzym in Aktion.

Sie tun es seit Millionen Jahren

Zum mächtigen Werkzeug im Genome-Editing macht das Crispr-Verfahren der Umstand, dass es sich «programmieren» lässt. Man kann selbst «Steckbriefe» zeichnen und den Mechanismus nach einer bestimmten Sequenz suchen und dort

schnippen lassen. Und die Selbstheilungsmechanismen der Zelle flicken dann ein gewünschtes Stück DNA rein. Das ist «copy/cut - paste», wie es aus modernen Textverarbeitungsprogrammen bekannt ist.

Am Erbgut rumbasteln war nichts Neues. Aber die Verfahren waren unpräzise, teuer und umständlich. Crispr-Cas9 ist elegant, präzise und schnell, wie von der Natur nicht anders zu erwarten. Zu entdecken gab es für den Menschen ja nicht viel, denn Mikroben praktizieren das Verfahren bereits seit Millionen von Jahren. Und weil sie Einzeller sind, erwerben sie die Einbrecher-Galerie an ihre Nachkommen. Unser Immunsystem hingegen startet immer bei Null.

Was wir anders machen als die Briten

Wäre das Vorgehen der Briten in der Schweiz denkbar? Die neue Präsidentin der Nationalen Ethikkommission erklärt, warum nicht.

VON DANIEL FUCHS

Die Briten legen in der Fortpflanzungsmedizin einen Zacken zu und erlauben die Forschung mit genmanipulierten Embryos. Was in der Schweiz verboten und schlicht undenkbar ist, steht in Grossbritannien in einer bestimmten Tradition. Das sagt die Zürcher Rechtsprofessorin Andrea Büchler, die seit wenigen Wochen Präsidentin der Nationalen Ethikkommission im Bereich der Humanmedizin (NEK) ist. «In England werden diese Fragen anders diskutiert als bei uns», so Büchler zur «Nordwestschweiz».

In der Schweiz sind Genmanipulationen an Embryos oder sogenannte Keimbahn Eingriffe verboten. Und die Forschung an Embryos ist nur unter engen Rahmenbedingungen möglich. Ganz anders

in Grossbritannien: «Der gestern gefällte Entscheid hat mich nicht überrascht. Er steht in einer ähnlichen Tradition wie Leihmutterchaft oder die Mitochondrien-Spende, die erst letztes Jahr erlaubt worden ist», so Büchler. Bei Letzterer geht es darum, defekte Mitochondrien einer werdenden Mutter mit funktionierenden zu ersetzen, die einer anderen Frau entnommen worden sind (Mitochondrien werden auch als «Kraftwerke» der Zellen bezeichnet). Letztlich geht es laut Büchler in England darum, in der Fortpflanzungsmedizin bessere Resultate zu erzielen. Oder anders ausgedrückt: einem Paar ein gesundes Kind zu ermöglichen.

Schweiz bewegt sich

Gemäss Büchler haben die Briten ein anderes Verständnis von Ethik: «Sie stellen vor allem die Bedürfnisse und den Nutzen ins Zentrum ihrer Überlegungen, wogegen wir einen wertheistischen Diskurs führen.» Für die Briten ist also gut, was jemandem nützt, für die Schweiz und auch den Rest Kontinentaleuropas stehen eher die Risiken und das Missbrauchspotenzial im Vordergrund.



«Der gestern gefällte Entscheid hat mich nicht überrascht.»

Andrea Büchler Präsidentin der Nationalen Ethikkommission NEK

Nachdem das Schweizer Stimmvolk im Sommer die Verfassungsänderung zur Präimplantationsdiagnostik (PID) angenommen hat, stimmen wir diesen Sommer wegen des ergriffenen Referendums zum neuen Fortpflanzungsmedizinsetz erneut über das Thema ab. Sagt das Volk Ja, können bei einer künstlichen Befruchtung Embryos auf Gen-Defekte überprüft werden. Es werden mehr befruchtete Eier benötigt, als bei der Mutter eingepflanzt werden können. An diesem Punkt setzen die Briten nun an: Nur überzählige Embryos sollen für die Forschung genmanipuliert werden können. Die Schaffung von Embryonen zu Forschungszwecken ist und bleibt auch in Grossbritannien verboten.

Die Mehrheit der NEK, der Büchler vorsteht, hält PID für vertretbar. «Jedoch nur unter bestimmten Voraussetzungen und in erster Linie weil es das Leiden erblich schwer belasteter Paare lindern und ihnen die Erfüllung des Kinderwunsches ermöglichen kann», wie sie präzisiert. Kommt PID durch, hat sich die Schweiz ein wenig in Richtung Ethik des Nützlichen bewegt. Auch ohne die Forschung an genmanipulierten Embryos erlaubt zu haben.