

## Diverse Anwendungen

Inhaltsverzeichnis:

<b>1. Übersicht</b>	<b>2</b>
<b>2. Der genetische Fingerabdruck</b>	<b>3</b>
<b>3. Sanierung von Altlasten</b>	<b>5</b>
<b>4. Enzyme</b>	<b>6</b>
<b>5. Patente</b>	<b>7</b>
<b>6. Anhang 1: Vertiefungstexte</b>	<b>8</b>
DNS-Profil: Aufgeklärte Taten	8
DNS-Profil: Das Verfahren	9
Vaterschaftstest	10
Pappeln reinigen Boden von Schwermetallen	11
Bessere Waschmittel	12
Bio-Treibstoff	13
Heikle Fragen zum Patentschutz	14
<b>7. Anhang 2: Didaktische Hinweise</b>	<b>15</b>
Lernkontrollen und Arbeitsaufträge	16
Lösungen	17
<b>Bildnachweis, Impressum</b>	<b>18</b>

## 1. Übersicht

In diesem Kapitel erfährst du Genaueres über Anwendungen der Gentechnik, die weder zur Medizin noch zur Produktion von Lebensmitteln gehören. Wir konzentrieren uns dabei auf drei Anwendungen: das DNS-Profil (auch bekannt unter dem Namen "genetischer Fingerabdruck"), die Sanierung von Altlasten dank gentechnisch veränderten Organismen und die Nutzung von biotechnisch hergestellten Enzymen.

Zudem erfährst du, warum Patente für die Forscher und die Industrie wichtig sind und warum solche Patente auch immer wieder Anlass zu hitzigen Diskussionen geben.



Darstellung eines  
"genetischen  
Fingerabdrucks"

## 2. Der genetische Fingerabdruck

Die Situation ist bekannt aus vielen Krimis: Ein Verdächtiger leugnet, am Tatort gewesen zu sein und er bestreitet die Tat selber hartnäckig. Als dann aber bekannt wird, dass am Tatort und auf der Tatwaffe Fingerabdrücke des Verdächtigen gefunden worden sind, wird seine Lage aussichtslos. Er gesteht. Weil Fingerabdrücke unverwechselbar sind, hat er keine andere Wahl mehr.



Spuren vom Tatort und von Tatverdächtigen werden miteinander verglichen

Menschen haben aber nicht nur unverwechselbare Fingerabdrücke, auch die Erbsubstanz DNS ist bei jedem Menschen ganz individuell. Auch DNS-Spuren erlauben somit die zuverlässige Identifikation von Personen. Diese Tatsache wird seit einigen Jahren in der Polizeiarbeit genutzt.

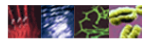
Genau wie Fingerabdrücke am Tatort beweisen, dass eine bestimmte Person dort gewesen ist, beweisen DNS-Spuren, dass sich eine bestimmte Person am Fundort dieser Spuren aufhielt. Geringste Mengen von DNS können somit die Aufklärung von Verbrechen ermöglichen. Für die Spurensicherung genügen z.B.: einzelne Hautzellen, ein Haar mit Wurzeln, Speichel oder auch Sperma. Die Spuren vom Tatort müssen mit der DNS des Tatverdächtigen verglichen werden. Auch diese Situation ist aus einigen Fernsehkrimis bekannt: Mit einem Wattestäbchen holt sich der Polizist genügend Zellen von der Innenseite der Wange. Mit dem Fachausdruck: Er erstellt einen Wangenschleimhaut-Abstrich. Aus diesen Zellen isolieren die Spezialisten im Labor dann die DNS.

Stimmen die überprüften Abschnitte der DNS vom Tatort und aus der Probe überein, ist klar: Der Verdächtige war am Tatort. Ob er auch tatsächlich der Täter war, müssen andere Indizien zeigen.

Bei der Aufklärung von Verbrechen ist die Analyse der Erbsubstanz heute kaum mehr wegzudenken. Die DNS-Analysen haben sich bewährt und zur Aufklärung einiger schwerer Verbrechen wesentlich beigetragen.

Aber nicht nur bei Verbrechen wird die DNS-Analyse verwendet. Auch bei der Identifizierung von Opfern eines Brandes ist das der Fall. Und nach der grossen Seebeben-Katastrophe in Südostasien war die DNS-Analyse in vielen Fällen das einzige Mittel, um Gewissheit über die Identität der Opfer zu erlangen.

Für diese Analysen wird im deutschen Sprachraum übrigens vielfach der Begriff DNA-Profil oder DNA-Analyse verwendet. DNA ist die englische Abkürzung für die DNS.



## Diverse Anwendungen

### **3 Vertiefungen**

Aufgeklärte Taten

Das Verfahren

Vaterschaftstest

### 3. Sanierung von Altlasten

Bereits 1980 machte ein Bakterium Schlagzeilen, das gentechnisch so verändert worden war, dass es Rohöl abbauen konnte. Die Hoffnung keimte auf, dass solche Kleinstlebewesen helfen könnten, Umwelt-Verschmutzungen innert nützlicher Frist und auf kostengünstige Art zu beheben.

Seither arbeiten Forscher weltweit an Kleinstlebewesen, die alle Arten von Umweltschäden beseitigen sollen. Immer wieder werden Bakterien gefunden, die unter den unglaublichsten Bedingungen leben können und die einzelne Giftstoffe problemlos verdauen. Ziel der Arbeit ist es, die entscheidenden Gene solcher Bakterien in Pflanzen einzuschleusen. In diesen Pflanzen sollen sich die Bakterien und ihre Gene vermehren und die Giftstoffe verarbeiten. Wenn es gelingt, geeignete Gene in möglichst grosse und schnellwachsende Pflanzen zu übertragen, können entsprechend grosse Mengen von Schadstoffen beseitigt werden.

Erfolge wurden erzielt mit Pflanzen, die das Gift Arsen abbauen. Es gibt Pappeln, die Quecksilber aus verseuchten Böden in ein harmloses Gas umwandeln. Es gibt Erfolge in der Beseitigung von Blei und weiteren Schwermetallen. Und auch bei der Beseitigung von Pestizid-Rückständen sind bereits Erfolge zu vermelden.

Bis aber in bedeutendem Umfang Altlasten auf diesem Weg saniert werden können, wird vermutlich noch einige Zeit vergehen.



Diese Pflanze kann das Schwermetall Cadmium aus dem Boden holen

#### 1 Vertiefung

Pappeln reinigen Boden von Schwermetallen

## 4. Enzyme

Viele Anwendungen der Gentechnik nutzen sogenannte Enzyme. Enzyme sind Eiweiße. Sie sind in allen Arten von Lebewesen anzutreffen. Enzyme spielen eine wichtige Rolle, wann immer Substanzen verändert werden. Enzyme helfen in den meisten Fällen, diese Veränderungsprozesse zu beschleunigen oder überhaupt in Gang zu setzen. Beispielsweise sind Enzyme massgeblich am Verdauungsprozess im Magen beteiligt. Sie spalten Stärke in leicht verwertbaren Traubenzucker auf. Enzyme sorgen dafür, dass Eiweiße in verwertbare Aminosäuren aufgetrennt werden. Und sie spalten Fette so auf, dass sie vom Körper genutzt werden können.



Enzyme sind spezielle  
Eiweiße

Enzyme sind den Menschen seit langem bekannt. Ohne Enzyme hätten die Ägypter weder Brot noch Bier herstellen können. Und die Griechen wussten, dass Milch dank Enzymen aus dem Magen von Jungtieren zu Käse wird.

Auch die Biotechnologie nutzt teilweise altbekannte Enzyme. So ist es beispielsweise möglich, das wichtigste Enzym für die Gerinnung von Käse auf diesem Weg herzustellen. Bis vor etwa 15 Jahren musste dieses Enzym aus dem Magen von Kälbern gewonnen werden. Heute werden die Enzyme vorwiegend via gentechnisch veränderte Mikroorganismen produziert. Anders wäre es kaum möglich, die nötigen Mengen dieses Enzyms zur Verfügung zu stellen. Die heute produzierten Mengen dieses Enzyms entsprechen dem, was aus 70 Millionen Kälbermägen gewonnen werden könnte!

- Enzyme machen Waschmittel wirksamer.
- Enzyme verwandeln Stärke in Zucker oder andere natürliche Süsstoffe.
- Enzyme verwandeln Stärke in Äthanol, einen möglichen Treibstoff der Zukunft.
- Enzyme bewirken, dass Jeans "stonewashed" aussehen, obwohl sie nie mit Steinen in Berührung gekommen sind.

Die Enzyme für alle diese Anwendungen werden auf biotechnologischem Weg hergestellt. Nur so ist es in vielen Fällen möglich, Enzyme in grossen Mengen herzustellen. Auf diesem Weg ist die Produktion zudem deutlich billiger und erst noch reiner, als wenn natürlich vorhandene Enzyme isoliert werden müssten. Und es ist möglich, die Enzyme gezielt zu verändern, z.B. für den Einsatz bei hohen Temperaturen oder in einer chemisch "sauen" Umgebung.

### 2 Vertiefungen

Bessere Waschmittel  
Bio-Treibstoff

## 5. Patente

Thomas Alva Edison (1847 bis 1931) gilt als einer der erfolgreichsten Erfinder aller Zeiten. Er erfand zum Beispiel die Glühlampe und den Phonographen, einen Vorgänger des Plattenspielers. Während seines Lebens meldete er etwa 1000 Erfindungen zum Patent an. Er wollte so erreichen, dass ihn Nachahmer nicht um die finanziellen Früchte seiner Anstrengungen bringen konnten.

Ein Patent gibt dem Inhaber das Recht, andere von der gewerbmässigen Nutzung seiner Erfindung auszuschliessen. Der Patentinhaber allein darf also bestimmen, wer eine Erfindung herstellen, verwenden oder weiterverkaufen darf. Ein Patent gilt nur für eine bestimmte Zeit, meist 20 Jahre. Nach Ablauf dieser Zeit gilt der Schutz nicht mehr.

Auch für heutige Forscher und Erfinder sind Patente sehr wichtig. Bevor eine Erfindung in Form von einzelnen Produkten verkauft werden kann, sind häufig jahrelange Forschungs- und Entwicklungsarbeiten nötig. Diese Arbeiten kosten entsprechend viel Geld. Dank dem Patentschutz haben die Forscherinnen und Forscher die Möglichkeit, diese Kosten zu decken. Sie können die Forschungskosten einbeziehen, wenn der Preis für ein Produkt festgelegt wird. Oder sie können Lizenzen für die Verwertung ihrer Erfindung an andere Personen verkaufen.

Als Gegenleistung für den Patentschutz müssen die Forschenden ihre Erfindung offen legen. Sie müssen sie so gut beschreiben, dass eine Fachperson in der Lage ist, die Erfindung nachzuvollziehen.



### 1 Vertiefung

Heikle Fragen zum Patentschutz

## Vertiefungstext: DNS-Profil: Aufgeklärte Taten

Ursprünglich erhofften sich die Kriminalisten von DNS-Analysen vor allem Resultate bei der Aufklärung von Sexualverbrechen und anderen schweren Straftaten gegen Menschen. Insbesondere bei Sexualverbrechen ist es häufig schwierig, eindeutige Beweise zu finden. Immer wieder steht Aussage gegen Aussage. In solchen Fällen kann ein DNS-Profil die nötige Gewissheit über den Täter geben. Diese Hoffnung hat sich bewahrheitet. In den vergangenen Jahren konnten in der Schweiz dank DNS-Analysen einige schwere Sexual-Verbrechen geklärt werden.



So wird eine DNS-Probe genommen

Zusätzlich haben sich DNS-Profile aber auch bei anderen Straftaten als sehr nützlich erwiesen. So ermöglichte dieses Instrument eine unerwartet grosse Zahl von Erfolgen bei Straftaten, die von Serientätern oder von Einbrecherbanden begangen wurden. In England zum Beispiel betrafen mehr als 15'000 übereinstimmende Proben (sogenannte Treffer oder Hits) Diebstähle, insbesondere Einbrüche und Autodiebstähle. Im gleichen Zeitraum betrafen nur rund 300 Hits Delikte gegen Leib und Leben, Sexualstraftaten und schweren Raub.

Voraussetzung für solche Fahndungserfolge ist aber, dass alle vorhandenen DNS-Profile in einem zentralen Informationssystem gespeichert werden. So können neue Spuren mit bereits bekannten Daten verglichen werden.

Noch vor wenigen Jahren gab es grosse Widerstände gegen solche Datenbanken. Jetzt aber ist die Wirksamkeit erwiesen. In der Schweiz besteht eine solche Datenbank seit dem Jahr 2000. Bis im Herbst 2004 konnten dank DNS-Profilen und der zentralen Datenbank 6400 Treffer ermittelt werden. Das heisst: in 6400 Fällen stimmten DNS-Spuren vom Tatort mit einem DNS-Profil in der Datenbank überein. Kein Wunder ist der genetische Fingerabdruck für die Polizei zu einem wertvollen Instrument geworden.

Ein Gesetz sorgt dafür, dass nur Daten gespeichert werden, die strenge Auflagen erfüllen. DNS-Profile von Personen, die zu Unrecht verdächtigt wurden, müssen zum Beispiel sofort wieder gelöscht werden.

## Vertiefungstext: DNS-Profil: Das Verfahren

Das DNS-Profil kann grundsätzlich aus jedem biologischen Material erstellt werden, das kernhaltige Zellen enthält. Als biologisches Vergleichsmaterial, das tatverdächtigen Personen entnommen wird, stehen der Wangenschleimhautabstrich oder die Blutprobe im Vordergrund.

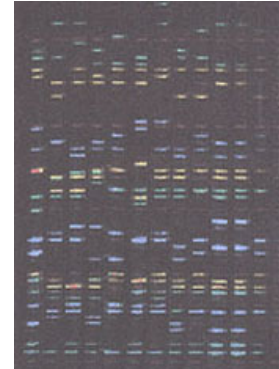
Analysiert wird nicht die gesamte DNS. Das wäre viel zu aufwändig. Das ist aber auch nicht nötig, um eindeutige Resultate zu erhalten.

Ausgewählt werden maximal 15 DNS-Abschnitte. Dabei wird darauf geachtet, dass nur Abschnitte analysiert werden, die keine Gene enthalten. Die Fachleute nennen solche Abschnitte "nicht codierend". Neben codierenden Abschnitten enthält die DNS nämlich viele Abschnitte, die keine Gene enthalten. Diese "nicht codierenden" Abschnitte unterscheiden sich aber von Mensch zu Mensch ebenfalls beträchtlich. Auch diese Abschnitte ergeben somit ein eindeutiges Profil. Dank der Auswahl von "nicht codierenden" Abschnitten kann verhindert werden, dass aus einer DNS-Probe auf bestimmte Menschen oder wenigstens Menschen mit bestimmten Eigenschaften zurück geschlossen werden kann.

Für eine Analyse genügen in der Regel 11 bis 15 Abschnitte. Je mehr Abschnitte untersucht werden, umso sicherer werden die Aussagen. Bereits bei 11 untersuchten Abschnitten ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein anderes Individuum ein gleiches Profil aufweist geringer als eins zu 10 Milliarden. Dass ein anderer Mensch genau das gleiche Profil hat, kann also praktisch ausgeschlossen werden. Ausgenommen sind natürlich immer eineiige Zwillinge. Denn bei ihnen ist die Erbmasse identisch.

Nach der Entnahme der Probe durchläuft sie ein kompliziertes molekularbiologisches Verfahren. Resultat sind entweder Zahlenreihen oder grafische Auswertungen. In unserer Abbildung wurden die DNS-Merkmale mit speziellen Farben markiert und so sichtbar gemacht.

Die Kosten für ein kriminaltechnisches DNS-Profil liegen übrigens bei etwa 300 Franken.



Genetischer Fingerabdruck  
aus farbmarkierten  
DNA-Merkmalen

## Vertiefungstext: Vaterschaftstest

Eine weitere Anwendung der Gentechnik ist der Vaterschaftstest. Er funktioniert grundsätzlich ähnlich wie der genetische Fingerabdruck. Teile der DNS verschiedener Personen werden miteinander verglichen, um festzustellen, ob ein Mann der Vater eines Kindes ist oder eben nicht.

Solche Tests sind enorm gefragt. In Deutschland wird die Zahl solcher Tests pro Jahr auf 60'000 bis 100'000 geschätzt. Und auch in der Schweiz dürfte es einige Tausend Tests pro Jahr geben.

Zum Teil werden solche Tests durch ein Gericht verordnet. Bestreitet ein Mann, der Vater eines Kindes zu sein, kann die Mutter nur noch auf diesem Weg zur Anerkennung der Vaterschaft kommen. Gelingt der Nachweis der Vaterschaft, muss der tatsächliche Vater die Kosten für das Kind mitbezahlen.

Aber auch Misstrauen unter Eheleuten scheint bei solchen Vaterschaftstest eine wichtige Rolle zu spielen: Stammt das Kind tatsächlich von mir oder ist es von einem anderen Mann gezeugt worden? Auch auf diese Frage liefert der Test eine klare Antwort.

In der Schweiz dürfen solche Tests nicht durchgeführt werden, wenn nicht alle Beteiligten einverstanden sind.

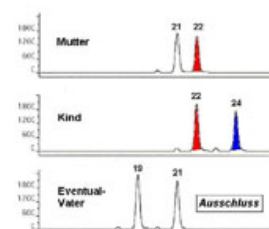
Das Verfahren ist einfach: Mittels einer kleinen Bürste wird von der Wangeninnenseite der Testpersonen ein Abstrich genommen, der Speichel nach einer bestimmten Methode erhitzt, und anschliessend werden meist 15 Abschnitte der DNS von Mutter, Vater und Kind miteinander verglichen. Nach 7 bis 10 Tagen liegt das Ergebnis auf dem Tisch. Mit 99,99-prozentiger Wahrscheinlichkeit kann eine Aussage darüber gemacht werden, ob ein Mann der Vater ist oder nicht. Die Kosten für einen solchen Test betragen immerhin gut 1000 Franken.

Die Methode basiert auf der grundlegenden Vererbungsregel: Jedes Kind hat die Hälfte des genetischen Materials von der Mutter, die andere Hälfte vom Vater. Enthält die DNS des Kindes ein Merkmal, das nicht von der Mutter ist, muss es also vom Vater sein. Zeigt nun die Analyse, dass der untersuchte Mann nicht über dieses Merkmal verfügt, kann er nicht der biologische Vater sein. Dann muss dieses Merkmal von einer anderen Person stammen.

Bei den bekannten Tests besteht Gewissheit, wenn alle Abschnitte übereinstimmen. Dann ist der untersuchte Mann tatsächlich der Vater.

Stimmen hingegen 2 oder mehr der untersuchten DNS-Abschnitte nicht überein, kann der untersuchte Mann nicht der Vater sein.

Im Bild ist das Merkmal des Kindes, das als blaue Spitze erscheint, weder von der Mutter noch vom "Eventual-Vater" vererbt.



DNS von Kind und "Eventual-Vater" passen nicht zusammen

## Vertiefungstext: Pappeln reinigen Boden von Schwermetallen

Forscher der Universität Freiburg (Deutschland) arbeiten seit einigen Jahren erfolgreich mit genmanipulierten Pappeln. Diese Pappeln erhielten ein zusätzliches Gen, das bewirkt, dass die Pflanzen Schwermetalle besser ertragen. Die Pappeln wachsen auf einem Gelände, das stark durch Schwermetalle belastet ist. Eine Kupferfabrik hat dort während Jahrzehnten über die Abluft die Böden der Umgebung stark belastet.

Die Pappeln nehmen nun die Schwermetalle aus dem Boden auf und transportieren sie in den Stamm. Anschließend reichern sich die Schwermetalle in den Blättern an. Die Schwermetalle können so im Laufe der Zeit aus dem Boden entfernt werden. Die Forscher rechnen damit, dass auf diesem Weg die Böden des ehemaligen Bergwerks innert etwa 25 Jahren saniert werden können. Die Schwermetalle in den Blättern und im Stamm müssen natürlich fachgerecht entsorgt werden. Es scheint sogar möglich, die Schwermetalle zurückzugewinnen. Dieses Vorgehen ist auf jeden Fall deutlich billiger als eine Reinigung des gesamten Erdreichs.

Die Zwischenergebnisse bei diesem langjährigen Versuch sind vielversprechend. Noch nicht geklärt ist allerdings die Frage, ob die genmanipulierten Pappeln auch auf die Pflanzenwelt der Umgebung einwirken. Bei Pflanzen, die einige Jahrzehnte lang leben können, ist diese Frage zurzeit noch nicht zu beantworten.



Diese Pappeln begrünen und sanieren eine frühere Deponie

## Vertiefungstext: Bessere Waschmittel

Wasch- und Putzmittel gehören zu den Produkten, die dank Enzymen verbessert werden konnten. Bereits in den 60er Jahren wurden Enzyme verwendet, um Putzmittel wirksamer zu machen. Diese Enzyme stammten aus Bakterien, die speziell zu diesem Zweck gezüchtet wurden.

Heute gibt es eine Vielzahl von Enzymen, die in Wasch- und Putzmitteln verwendet werden. Dank Gentechnik ist es möglich, Enzyme zu entwickeln, die besonders gut gegen einen bestimmten Typ von Flecken wirken. So existieren Enzyme, die problemlos fertig werden mit Grasflecken. Andere sind besonders wirksam im Kampf gegen Ei- oder Fettflecken.

Ein Vorteil ist also offensichtlich: Sauberere Wäsche. Dank Enzymen haben heutige Waschmittel aber weitere Vorteile, die nicht ganz so rasch sichtbar, die aber dennoch von grosser Bedeutung sind: Heutige Waschmittel sind bei tieferen Temperaturen mindestens so wirksam wie frühere Waschmittel. Vorwäsche ist in den meisten Fällen überflüssig. Und während früher häufig mit Temperaturen von 90° gewaschen werden musste, genügen heute meist 60° oder noch weniger. So kann Energie und Wasser gespart und die Wäsche geschont werden.

Heutige Waschmittel belasten die Umwelt viel weniger. Sie kommen dank Enzymen ohne problematische Zusatzstoffe wie zum Beispiel Phosphate aus. Phosphate wurden verwendet, um das Waschwasser zu enthärten. In Kläranlagen konnten sie nur teilweise herausgefiltert werden. So gelangten Phosphate ins Abwasser und führten schliesslich in Bächen und Seen zu einer Überdüngung.

Enzyme ihrerseits sind biologisch abbaubar. Sie stellen für die Umwelt also keine Belastung dar.



Wäsche: sauberer dank Enzymen

## Vertiefungstext: Bio-Treibstoff

Die moderne Gesellschaft ist ohne Auto kaum mehr vorstellbar. Der Treibstoff für die Autos hat zwei gewichtige Nachteile: Erdöl # und damit auch das Benzin # ist nicht unerschöpflich, die Vorräte werden knapper. Zudem entsteht beim Verbrennen das Treibhausgas CO<sub>2</sub>, das mitverantwortlich ist für die weltweite Klimaerwärmung.

Alternativen zum Benzin sind also gefragt. Eine mögliche Alternative ist der Bio-Treibstoff Äthanol. Es ist möglich, aus Abfällen in der Land- und Forstwirtschaft diesen Bio-Treibstoff herzustellen.

Enzyme und Hefe werden verwendet, um pflanzliche Materialien in Zucker umzuwandeln. Diese Zucker werden weiterverarbeitet zu Äthanol. Der so entstehende Treibstoff ist CO<sub>2</sub>-neutral, das heisst bei der Verbrennung des Treibstoffs wird nur genau soviel CO<sub>2</sub> freigesetzt, wie die pflanzlichen Materialien früher aus der Luft aufgenommen haben.

Noch ist Bio-Äthanol zu teuer, um gegen Benzin konkurrieren zu können. Weil Benzin aber vermutlich teurer werden wird und weil Äthanol für die Umwelt klare Vorteile hat, dürfte dieser Bio-Treibstoff bald vermehrt genutzt werden.



Dieses Taxi in Indien fährt mit Bio-Äthanol

## Vertiefungstext: Heikle Fragen beim Patentschutz

Einen Patentschutz gibt's seit Jahrhunderten. Im Bereich der Biotechnologie tauchen nun aber einige heikle Fragen auf:

- Können Gene und die Beschreibung ihrer Wirkung patentiert werden?
- Ist es überhaupt zulässig, lebende Organismen mit einem Patentschutz zu belegen?



Der Patentschutz ist umstritten

Hier gehen die Meinungen auseinander.

"Ohne Patentschutz haben wir wenig Interesse, unsere Erfindungen zur Marktreife zu bringen. Das ist insbesondere dann schade, wenn es um Themen wie Gesundheit oder Ernährung geht. Gentechnologisch veränderte Tiere sind ein wichtiges Hilfsmittel bei der Entwicklung neuer Therapien und Medikamente." Mindestens gewisse Gen-Sequenzen dieser Tiere müssten darum patentierbar sein. Das hält der Verantwortliche für die Forschung einer grossen Firma fest.

Kritiker hingegen halten Leben generell nicht für patentierbar. Dies aus ethischen Überlegungen aber auch darum, weil Leben in all seinen Facetten gar nicht erfunden, sondern nur entdeckt werden könne. Und Entdeckungen sind - nach allgemeiner Überzeugung - nicht patentierbar. Somit wären auch Gen-Sequenzen von gentechnisch veränderten Pflanzen oder Tieren vom Patentschutz ausgeschlossen.

Diese Standpunkte sind kaum unter einen Hut zu bringen. Die Diskussion um die Anpassung der Patentgesetze an die neuesten Entwicklungen wird denn auch hitzig geführt. Das gilt für die Schweiz und für viele andere Länder. In einigen europäischen Ländern fanden sogar Demonstrationen gegen neue Regelungen beim Patentschutz statt.

## 7. Anhang 2: Didaktische Hinweise

Voraussetzungen: Das Kapitel setzt Grundkenntnisse in Genetik voraus. Es ist so gestaltet, dass es gegen Schluss der Beschäftigung mit Genetik und Biotechnologie behandelt werden sollte.

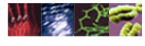
Ziel: Die Lernenden lernen weitere Aspekte der Biotechnologie kennen. Sie erfahren, wozu DNS-Profil verwendet werden können. Sie werden über die Möglichkeiten bei der Sanierung von Altlasten informiert. Und sie lernen wichtige Nutzungsmöglichkeiten von biotechnologisch hergestellten Enzymen kennen. Zudem wird die Bedeutung von Patenten aufgezeigt.

Aktuelle Zeitungsartikel oder Debatten sollten im Unterricht mitberücksichtigt werden. Einige Zeitungen oder auch Dokumentarsendungen am Fernsehen sind so formuliert, dass sie im Unterricht verwendet werden können. Das gilt vor allem für den genetischen Fingerabdruck.

Links, zusätzliche Materialien:

Auf der Website der Firma Gentest ([www.gentest.ch](http://www.gentest.ch)) finden sich Zeitungs- und Zeitschriftenartikel zu den Themen DNS-Profil und Vaterschaftstests. Diese Zeitungsartikel sind für besonders interessierte Lernende nutzbar.

Aufwand: maximal 1 Lektion; ergänzend / als Angebot in einer Werkstatt



## Lernkontrollen, Arbeitsaufträge

### Aufgaben

1. Was haben ein Fingerabdruck und die DNS gemeinsam?
2. Die ersten gentechnisch veränderten Bakterien konnten \_\_\_\_\_ abbauen.
3. Welche Vorteile hat die biotechnische Herstellung von Enzymen gegenüber der Gewinnung von natürlichen Enzymen?
4. Was ist ein Patent?

## Lösungen

1.  
Fingerabdrücke und DNS sind bei jedem Menschen anders. Sie eignen sich beide zur Identifikation.
2.  
Die ersten gentechnisch veränderten Bakterien konnten **Rohöl** abbauen.
3.  
Die biotechnologische Herstellung von Enzymen hat die folgenden Vorteile gegenüber der Gewinnung von natürlichen Enzymen:
  - Enzyme können in grossen Mengen hergestellt werden.
  - Die Produktion ist kostengünstiger.
  - Die Enzyme sind reiner.
  - Die Enzyme können für spezielle Zwecke verändert werden.
4.  
Ein Patent ist ein Schutzrecht. Es gibt dem Inhaber das Recht, andere von der gewerbmässigen Nutzung seiner Erfindung auszuschliessen.

## Bildnachweis Kapitel Diverse Anwendungen

1. Übersicht	Dr. Mark Benecke, <a href="http://www.benecke.com">www.benecke.com</a>
2. Der genetische Fingerabdruck	bluewin-Meldung vom 16.6.03 zum DNS-Profil-Gesetz
3. Sanierung von Altlasten	<a href="http://www.sciences-ouest.org">www.sciences-ouest.org</a>
4. Enzyme	<a href="http://www.merian.fr.bw.schule.de">www.merian.fr.bw.schule.de</a>
5. Patente	<a href="http://www.airbed.ch">www.airbed.ch</a>
Aufgeklärte Taten	<a href="http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat_Fak_III">www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat_Fak_III</a>
Das Verfahren	<a href="http://www.polizei-bw.de/lka">www.polizei-bw.de/lka</a>
Vaterschaftstest	Institut für Rechtsmedizin des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, <a href="http://www.rmed.mu-luebeck.de">www.rmed.mu-luebeck.de</a>
Pappeln	<a href="http://www.ecolotree.com">www.ecolotree.com</a>
Bessere Waschmittel	<a href="http://www.20six.de/pub">www.20six.de/pub</a>
Bio-Treibstoff	<a href="http://www.europabio.org">www.europabio.org</a>
Heikle Fragen b. Patentschutz	<a href="http://www.greenpeace-muenchen.de">www.greenpeace-muenchen.de</a>

Es ist nicht in allen Fällen gelungen, die Inhaber der Rechte aufzufinden.  
Berechtigte Ansprüche werden im Rahmen üblicher Vereinbarungen abgegolten.

Text: Jörg Häfliger, Lehrmittelautor und Publizist, Luzern