

Gentechnik II

Identifizierungsmethoden

Sekundarstufe II



Online-
Lernumgebung



Test
Center

auf www.gida.de

Filme Software



Biologie

DVD
VIDEO

Inhalt und Einsatz im Unterricht

"Gentechnik II - Identifizierungsmethoden" (Biologie Sek. II)

Dieser Film behandelt das Unterrichtsthema „Gentechnik“ für die Sekundarstufe II.

Das Hauptmenü bietet folgende 4 Filme zur Auswahl:

Gensonden	9:00 min
Polymerase-Kettenreaktion	5:30 min
Genetischer Fingerabdruck	9:40 min
DNA-Sequenzierung	8:00 min

(+ Grafikmenü mit 12 Farbgrafiken)

Die Filme erklären mithilfe aufwändiger und impressiver 3D-Computeranimationen die grundlegenden Arbeitstechniken und -methoden, die die Gentechnik bis heute entwickelt hat, um einzelne Gene in pro- und eukaryotischen Organismen zu identifizieren. Die Inhalte werden durchgehend auf Sek.-II-Niveau behandelt. Die schon von den 4 Genetik-Titeln bekannte **3D-Cartoonfigur „Geni“** führt in bewährt humoriger Manier auch durch diese (und alle weiteren) Gentechnik-Titel.

Alle Informationen sind nach aktuellen, wissenschaftlichen Erkenntnissen aufbereitet, um ein realistisches Bild der Arbeitsweise und der Möglichkeiten von Forschung, Entwicklung und Produktion in der Gentechnik zu zeichnen. **Vor allem aber legen alle Filme großen Wert auf sachliche Information. Auf „Emotion, Glaube und Wertung“ wird in jeder Hinsicht verzichtet.**

Die Inhalte der Filme sind stets altersstufen- und lehrplangerecht aufbereitet. Die vier Filme bauen inhaltlich nicht streng aufeinander auf, jedoch ist es wegen einiger sequenzieller Begriffsdefinitionen sinnvoll, die Filme in der o.g. Reihenfolge einzusetzen.

Ergänzend zu den o.g. 4 Filmen stehen zur Verfügung:

- **12 Farbgrafiken**, die das Unterrichtsgespräch illustrieren (in den Grafik-Menüs)
- **12 ausdrucksfähige PDF-Arbeitsblätter**, jeweils in Schüler- und Lehrerfassung

Im GIDA-Testcenter (auf www.gida.de) finden Sie auch zu diesem Titel interaktive und selbstausswertende Tests zur Bearbeitung am PC. Diese Tests können Sie online bearbeiten oder auch lokal auf Ihren Rechner downloaden, abspeichern und offline bearbeiten, ausdrucken etc.

Begleitmaterial (PDF) auf DVD

Über den „Windows-Explorer“ Ihres Windows-Betriebssystems können Sie die Dateistruktur einsehen. Sie finden dort u.a. den Ordner „DVD-ROM“. In diesem Ordner befindet sich u.a. die Datei

index.html

Wenn Sie diese Datei doppelklicken, öffnet Ihr Standard-Browser mit einem Menü, das Ihnen noch einmal alle Filme und auch das gesamte Begleitmaterial zur Auswahl anbietet (PDF-Dateien von Arbeitsblättern, Grafiken und Begleitheft, Internetlink zum GIDA-TEST-CENTER, etc.).

Durch einfaches Anklicken der gewünschten Begleitmaterial-Datei öffnet sich automatisch der Adobe Reader mit dem entsprechenden Inhalt (sofern Sie den Adobe Reader auf Ihrem Rechner installiert haben).

Die Arbeitsblätter ermöglichen Lernerfolgskontrollen bezüglich der Kerninhalte der Filme. Einige Arbeitsblätter sind am PC elektronisch ausfüllbar, soweit die Arbeitsblattstruktur und die Aufgabenstellung dies erlauben. Über die Druckfunktion des Adobe Reader können Sie auch einzelne oder alle Arbeitsblätter für Ihren Unterricht vervielfältigen.

Fachberatung bei der inhaltlichen Konzeption und Gestaltung:

Frau Erika Doenhardt-Klein, Oberstudienrätin
(Biologie, Chemie und Physik, Lehrbefähigung Sek.I + II)

Unser Dank für die Unterstützung unserer Filmaufnahmen geht an:

Albertus-Magnus-Gymnasium, Bergisch Gladbach-Bensberg
Science to class, Dr. Ina Siebenkotten und Dr. Ellen Barzen

Inhaltsverzeichnis

Seite:

Inhalt - Strukturdiagramm

4

Die Filme

Gensonden

5

Polymerase-Kettenreaktion

7

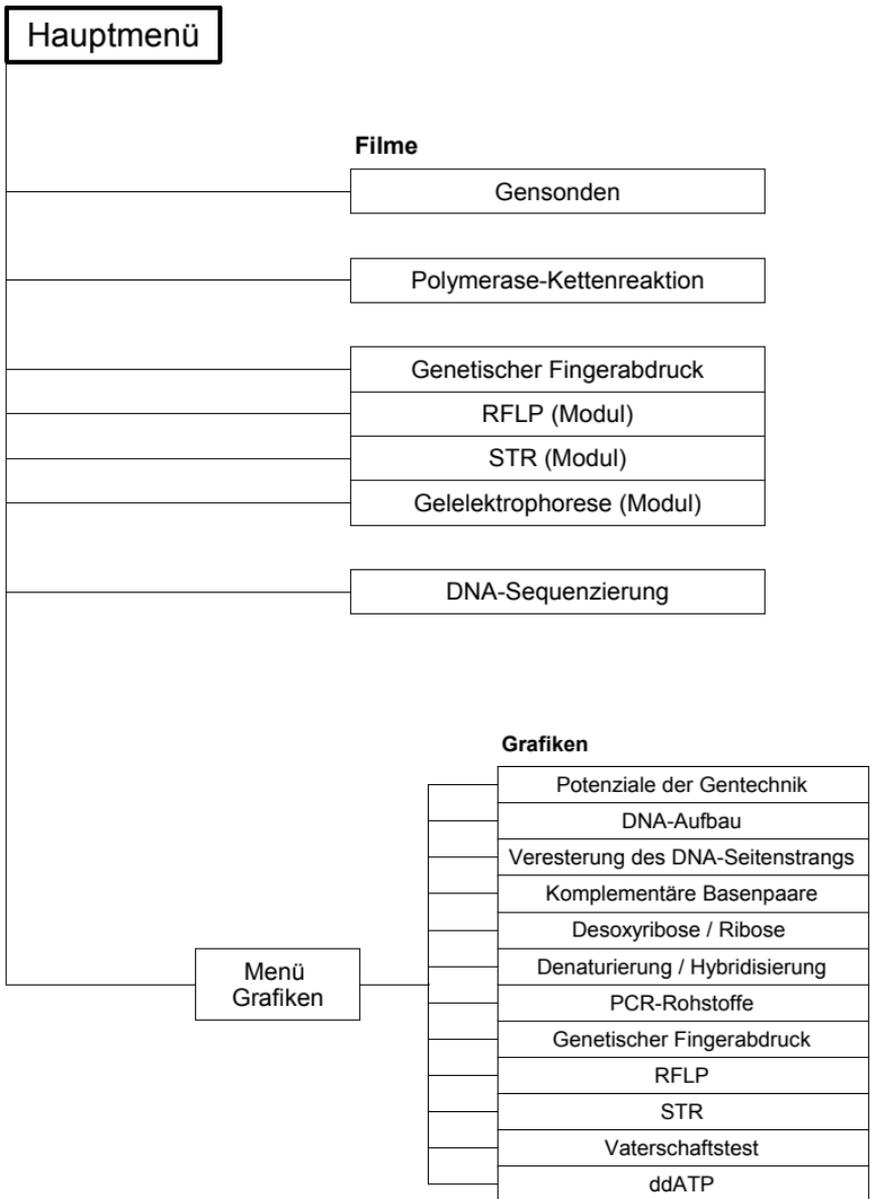
Genetischer Fingerabdruck

9

DNA-Sequenzierung

12

Inhalt – Strukturdiagramm



Gensonden

Laufzeit: 9:00 min, 2015

Lernziele:

- Die vielfältigen Anwendungen der Gentechnik erkennen;
- Den Aufbau von DNA und RNA und die Hybridisierung und Denaturierung beider Strangtypen rekapitulieren;
- Die Herstellung, Funktion und Anwendung von Gensonden kennenlernen.

Inhalt:

Der Film leitet ein mit der Aufstellung der breitgefächerten Anwendungsbereiche moderner Gentechnik.



Abbildung 1: Anwendungen der Gentechnik

Dann wird Gen-Chefkoch Geni in seiner Genküche vorgestellt. Er begleitet die Filme mit seinen bekannt trocken-humorigen Beiträgen.



Abbildung 2: Chefkoch Geni in seiner Genküche

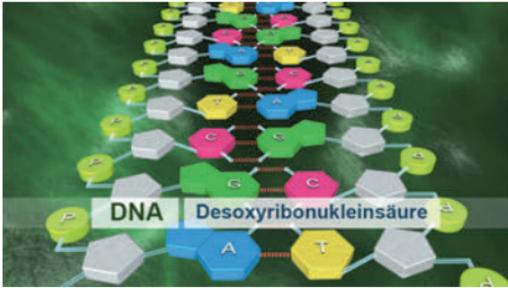


Abbildung 3: DNA

Dann erläutert der Film die Abläufe „Hybridisierung“ und „Denaturierung“, auch zwischen DNA- und RNA-Einzelsträngen.

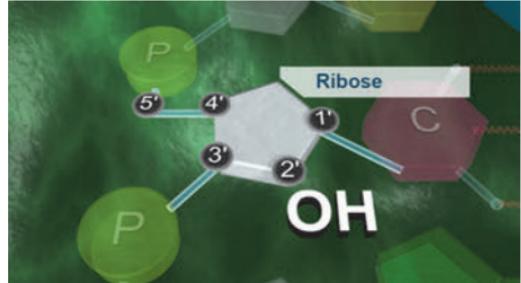


Abbildung 4: RNA

Der Begriff der „Gensonde“ wird eingeführt und ihre Funktion auf Basis der Hybridisierung: Mit Hilfe von („designten“) Gensonden kann man in großen Mengen von DNA-Material bestimmte DNA-Bereiche identifizieren, die für je ein Gen codieren. Durch radioaktive oder fluoreszierende Markierung der Phosphatgruppe der Gensonden kann man diese gesuchten DNA-Bereiche dann in speziellen Verfahren sichtbar machen.

Ein Gen-Chip wird vorgestellt: Die mit „Reverser Transkriptase“ geschriebene cDNA und ihr Einsatz in Mikro-Arrays wird abschließend gezeigt.

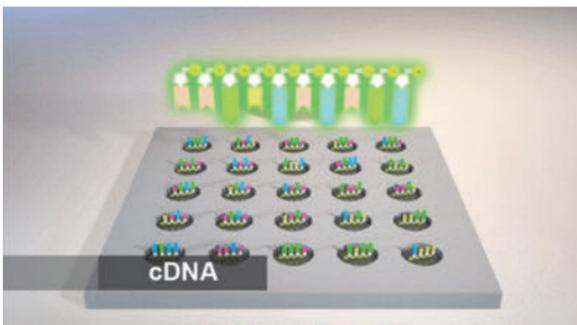


Abbildung 5: Gen-Chip mit Mikro-Arrays

Polymerase-Kettenreaktion

Laufzeit: 5:30 min, 2015

Lernziele:

- Den Ablauf und das Ziel der PCR nachvollziehen können.

Inhalt:

Der Film stellt zunächst den Erfinder der „PCR - Polymerase Chain Reaktion“ vor: Der amerikanische Biochemiker Kary Mullis entwickelte das Verfahren schon 1983. 1993 erhielt er den Nobelpreis für Chemie.

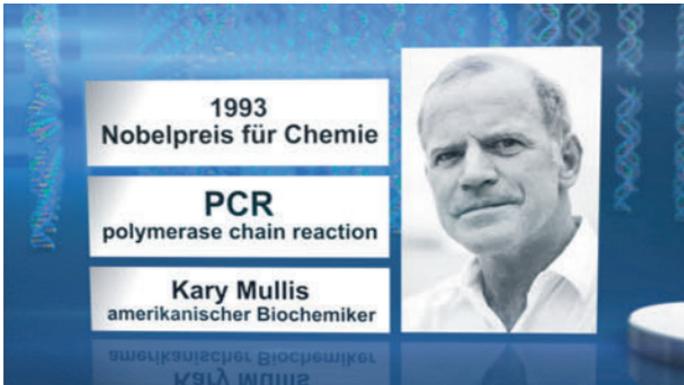


Abbildung 6: Kary Mullis, Erfinder der PCR

Die PCR war eine der bahnbrechenden Erfindungen, auf deren Basis sich die moderne Gentechnik überhaupt erst entwickeln konnte.



Abbildung 7: PCR-Rohstoffe

Im Prinzip geht es darum, kleinste Mengen DNA-Material für gentechnische Untersuchungen beliebig zu vermehren.



Abbildung 8: PCR im Schülerversuch

Der Film zeigt eine kleine Collage einzelner Arbeitsschritte in einem PCR-Schülerversuch. Eingewoben sind kurze, erklärende Trick-Passagen. Auch das zentrale Gerät, der Thermozykler, wird in seiner Funktion erläutert.

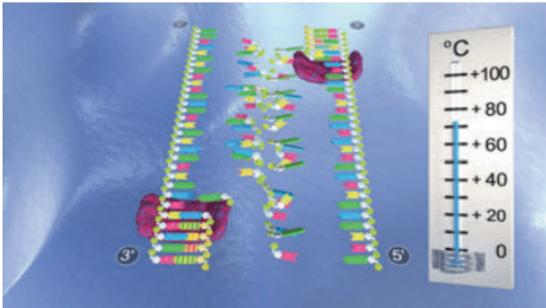


Abbildung 9: Primer- und Polymerase-Anlagerung

Der Begriff „target DNA“ und die eingesetzten „taq-Polymerase“ und „Primer“ werden benannt und ihre Funktion erklärt.

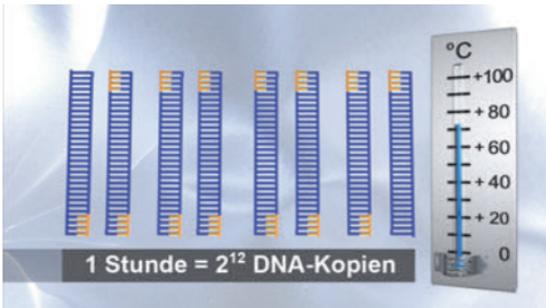


Abbildung 10: PCR-Kopierleistung

Zu guter Letzt wird die erstaunliche Vervielfältigungsleistung berechnet: Ein Kopierdurchlauf benötigt ca. 5 Minuten, nach einer Stunde hat man 2^{12} Kopien des DNA-Fragments.

Genetischer Fingerabdruck

Laufzeit: 9:40 min, 2015

Lernziele:

- RFLP und STR, als die beiden wesentlichen Verfahren zur Erstellung eines genetischen Fingerabdrucks kennenlernen;
- Gelelektrophorese und Southern Blot(ting) als zentrale Hilfsmittel des DNA-Screenings kennenlernen.

Inhalt:

Der Film stellt zunächst sehr deutlich heraus, dass der sogenannte „Genetische Fingerabdruck“ keinerlei Information über das Erbgut eines Menschen beinhaltet. Es werden lediglich spezielle Strukturen in der DNA abgebildet, die ein Individuum unverwechselbar identifizieren.

Im folgenden wird zunächst das etwas ältere RFLP-Verfahren („Restriction Fragment Length Polymorphism“ - „Riflip“ gesprochen) durchgängig geschildert. Sein Funktionsprinzip beruht auf der unterschiedlichen Verteilung typischer Erkennungssequenzen für Restriktionsenzyme auf der DNA.

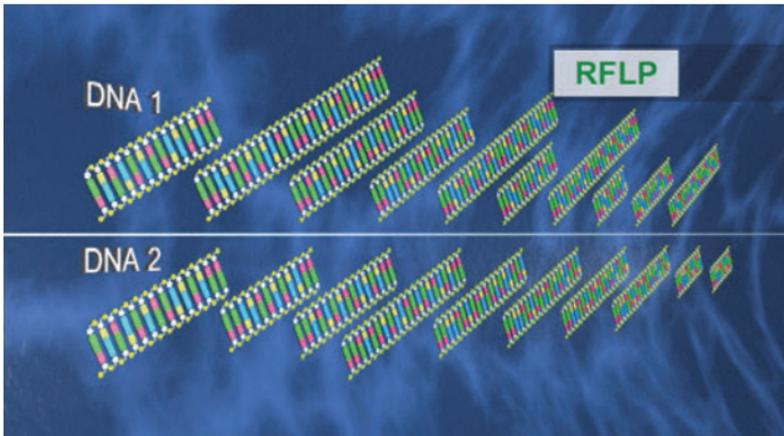


Abbildung 11: RFLP-Verfahren

Je mehr DNA-Bereiche mit verschiedenen Enzymen fragmentiert werden, desto sicherer ist die Identifikation des Individuums. Eine Sicherheit von 1 : zig Milliarden ist darstellbar.

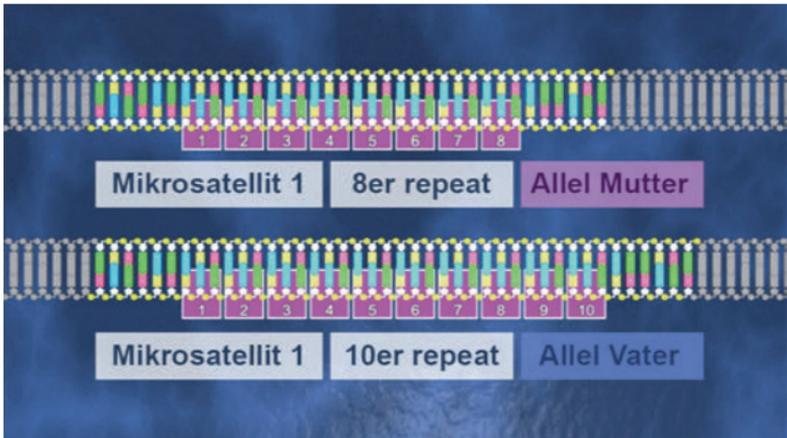


Abbildung 12: STR-Verfahren

„STR - Short Tandem Repeat“ ist das neuere, heute vorwiegend angewandte Verfahren. Der Film schildert auch dieses Verfahren im Detail, mit dem normalerweise 8 Mikrosatelliten auf die Wiederholzahl kurzer Basenfolgen (z.B. TAGTAGTAGTAG...) untersucht werden.

Die mit beiden Verfahren erzeugten, unterschiedlich langen DNA-Fragmente werden schließlich mit der sog. Gelelektrophorese als Banden auf einer „Gel-Laufbahn“ dargestellt.

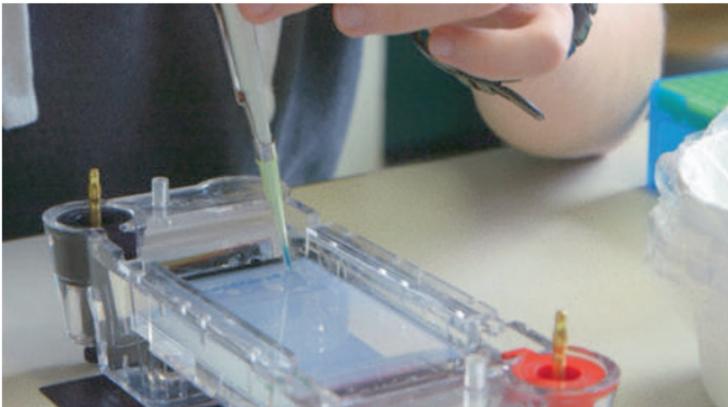


Abbildung 13: Gelelektrophorese

Der Film zeigt dann auch die „Filterung“ der DNA-Fragmente mithilfe des Southern Blot-Verfahrens, um das Bandenbild klarer darstellen zu können.

Der „geschriebene“ Gelblock wird in alkalische Lösung gelegt, was die DNA-Fragmente im Gel denaturieren lässt. Dann legt man eine Folie aus Nitrocellulose auf den Block, in die die DNA-Einzelstrangfragmente kapillar aufsteigen und fixiert werden. Schließlich markiert man die Fragmente mit ausgewählten, radioaktiven (oder fluoreszierenden) Gensonden.

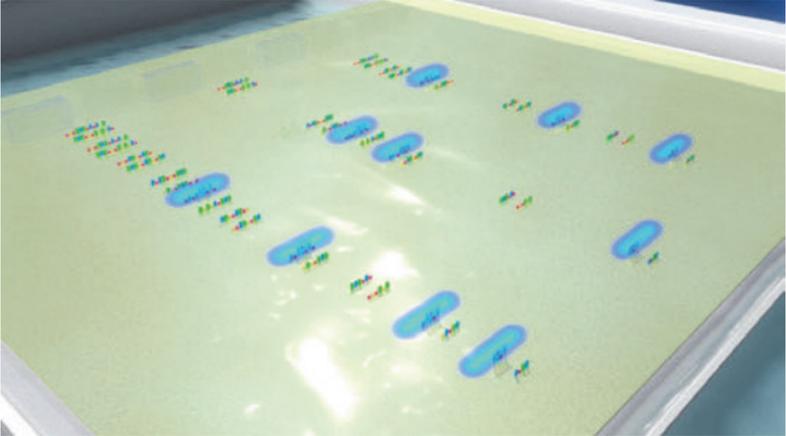


Abbildung 14: Southern Blot(ting)

* * *

DNA-Sequenzierung

Laufzeit: 8:00 min, 2015

Lernziele:

- Das Kettenabbruchverfahren von F. Sanger nachvollziehen können;
- Einige Methoden der Primer- und Nukleotid-Markierung kennenlernen.

Inhalt:

Der Film betont eingangs, dass die rasante Entwicklung der Gentechnik in den vergangenen ca. 40 Jahren stets viel mehr geprägt war von klugen Köpfen und ihren genialen Ideen als von Großapparate-Technik.

Das von 1990 bis 2003 absolvierte „Human-Genom-Projekt“ hat das gesamte menschliche Erbgut mit seinen ca. 3,3 Milliarden Basenpaaren und rund 30.000 Genen vollständig aufgeklärt. Das wäre nicht möglich gewesen ohne das sog. „Kettenabbruchverfahren“, das der britische Biochemiker F. Sanger 1975 entwickelte (1980 Nobelpreis für Chemie).

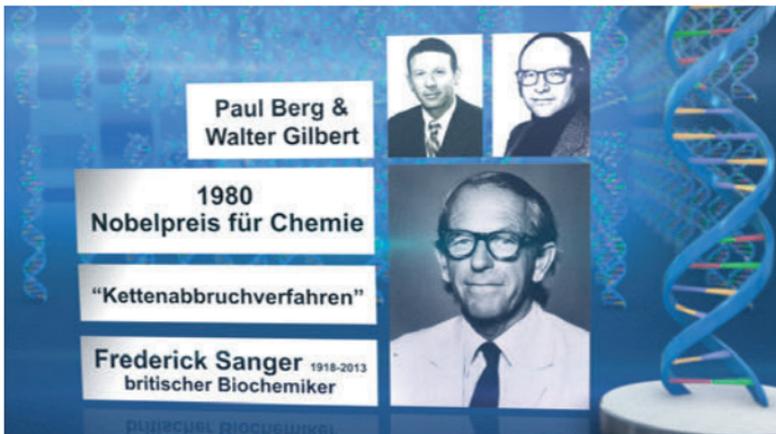


Abbildung 15: „Kettenabbruchverfahren“ nach F. Sanger

Sanger nutzte zunächst die PCR, um definierte DNA-Fragmente zu vervielfältigen. Alle DNA-Kopien wurden dann zu Einzelsträngen denaturiert, die dann mit radioaktiv markierten Primern, Polymerase und freien Nukleotiden wieder zu Doppelsträngen redupliziert wurden. Der wesentliche Clou waren dabei sog. Abbruchnukleotide, die bei der Reduplikation verschieden lange Fragmente mit immer gleichen Basen enden ließen. Eine detaillierte Computeranimation zeigt alle Einzelheiten dieses Kettenabbruchverfahrens.

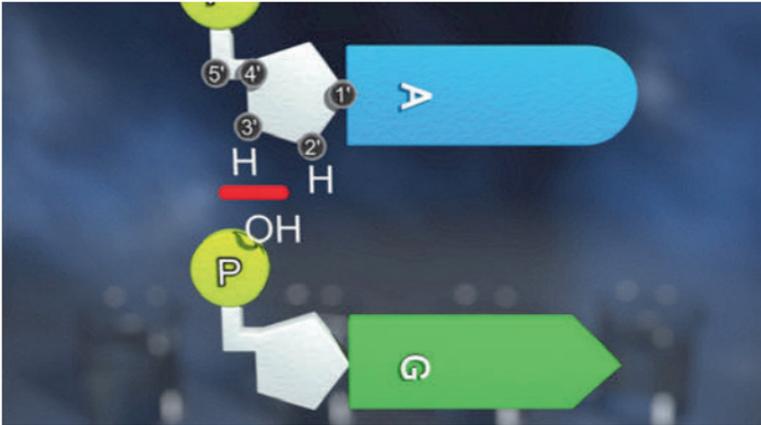


Abbildung 16: Abbruchnukleotid ddATP

In einer nachgeschalteten Gelelektrophorese konnte man die unterschiedlich langen Fragmente mit gleichem Basenende in einzelne Banden auftrennen. Für jeden der 4 Basenenden-Typen wurde dann eine Elektrophorese geschrieben. Im direkten Vergleich der 4 Bandenstrecken konnte man dann die Basensequenz der reduplizierten DNA ablesen und auf die (dazu komplementäre) Ausgangs-DNA rückschließen.

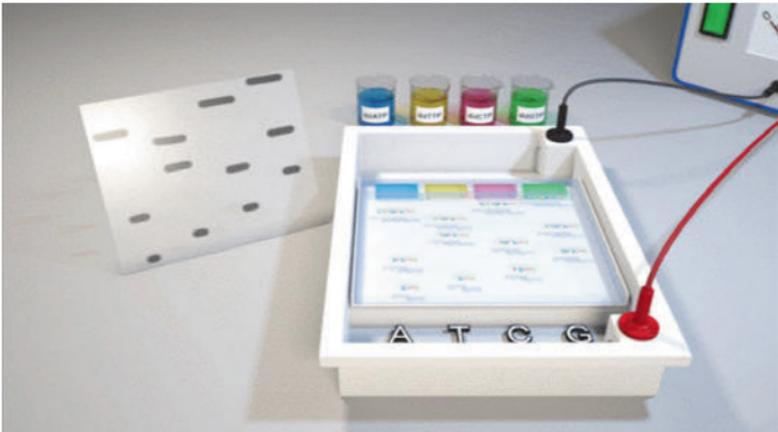


Abbildung 17: Basensequenz-Ermittlung mit Abbruch-Fragmenten

Sanger arbeitete mit radioaktiv markierten Primern, die jede Abbruchfragment-Bande per Autoradiographie auf Röntgenfilm sichtbar machten.

Das Verfahren wurde weiterentwickelt: An die Stelle der radioaktiven Markierung der Primer-Phosphatgruppe traten fluoreszierende Farbstoffe, die an die Primer gebunden wurden.

In einer speziellen Kapillarelektrophorese wanderten dann alle 4 Typen der farbmarkierten Abbruchfragmente auf einer gemeinsamen Strecke an einem Laser-Detektor vorbei, der die Farbensequenz und damit die End-Basensequenz detektierte.

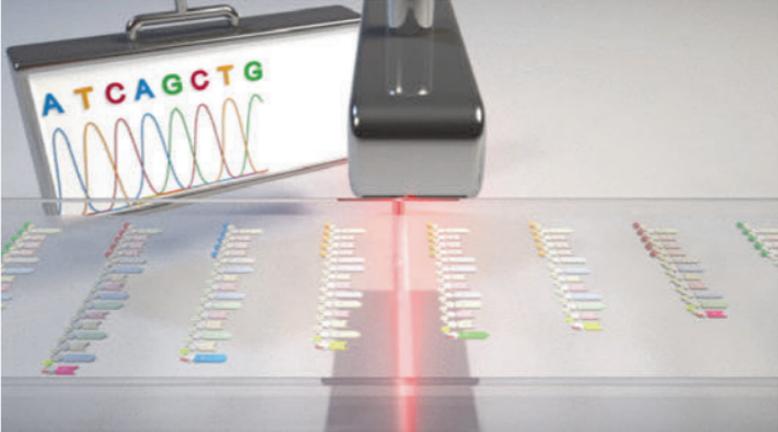


Abbildung 18: Kapillarelektrophorese mit Primer-Farbmarkierung

Vorerst letzter Entwicklungsschritt war dann in den 90er Jahren die direkte Farbmarkierung und Detektion der 4 verschiedenen Abbruchnukleotide selbst.

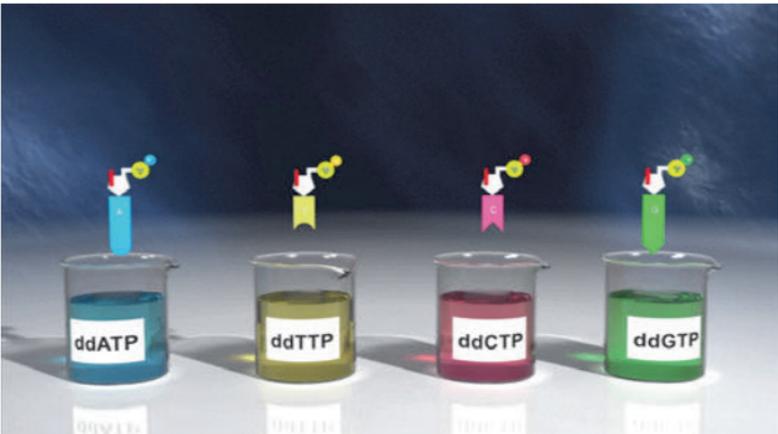


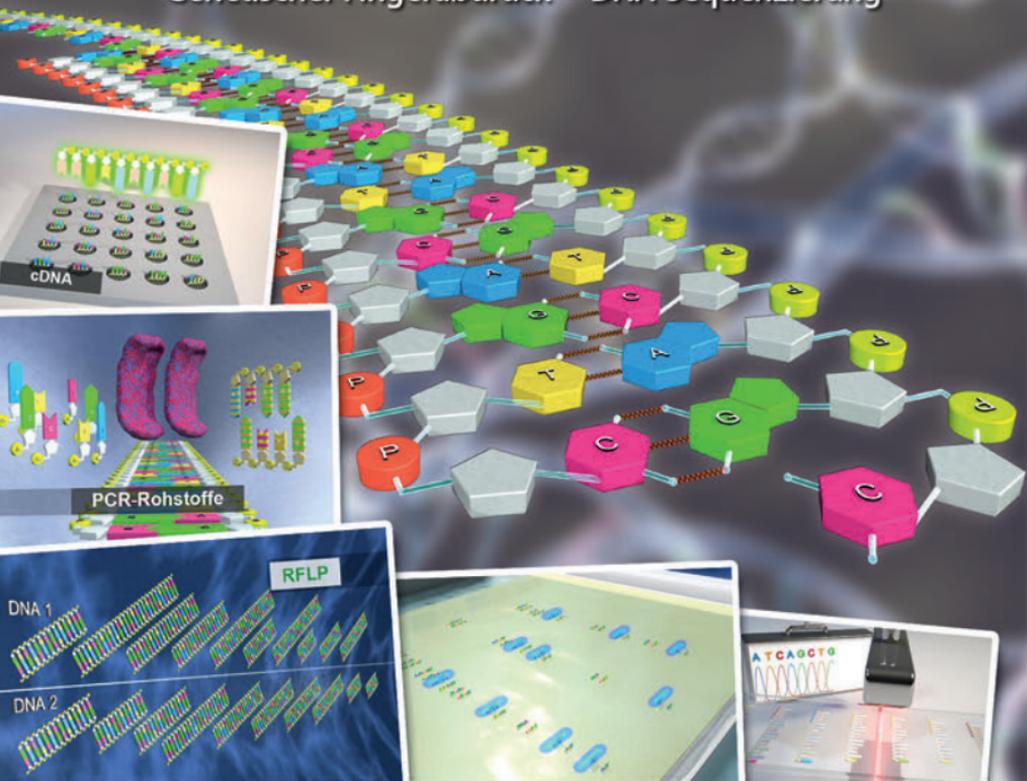
Abbildung 19: Farbmarkierung der Abbruchnukleotide



GIDA Gesellschaft für Information
und Darstellung mbH
Feld 25
51519 Odenthal

Tel. +49-(0) 2174-7846-0
Fax +49-(0) 2174-7846-25
info@gida.de
www.gida.de

Gensonden • Polymerase-Kettenreaktion Genetischer Fingerabdruck • DNA-Sequenzierung



GIDA-Medien sind ausschließlich für den Unterricht an
Schulen geeignet und bestimmt (§ 60a und § 60b UrhG).

BIO-DVD040 © 2015