Biologie · Abi auf 2 Seiten · 5 / 8

Gentechnik und Erbgänge

PCR, Gelelektrophorese, Restriktion, Plasmide, CRISPR/Cas · Mendel, Meiose, Stammbäume, Beratung

Im Abitur

Methoden kommen als Material: Gelbild auswerten, PCR erklären, Stammbaum analysieren und Wahrscheinlichkeiten begründen.

PCR: DNA vervielfältigen

Schritt	Temperatur	Was passiert
1 Denaturierung	≈ 95 °C	Doppelstrang trennt sich in Einzelstränge
2 Anlagerung	≈ 55–65 °C	**Primer** binden an die Enden des gesuchten Abschnitts
3 Verlängerung	≈ 72 °C	**Taq-Polymerase** ergänzt den Strang ab dem Primer

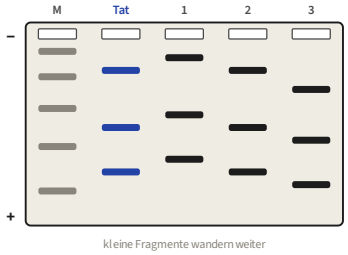
Jeder Zyklus verdoppelt die DNA: nach n Zyklen 2^n-fach, nach 30 Zyklen rund 1 Milliarde Kopien.
Zutaten: DNA, Primer, Nukleotide, Taq-Polymerase, Puffer.

Warum Taq?

Stammt aus dem Bakterium *Thermus aquaticus* aus heißen Quellen. Sie übersteht die 95 °C, normale Polymerasen denaturieren.

Gelelektrophorese und genetischer Fingerabdruck

- DNA ist durch die Phosphatgruppen **negativ** geladen und wandert im Gel zum **Pluspol**.
- **Kleine Fragmente** wandern schneller und weiter. Ein Marker (M) mit bekannten Längen dient als Maßstab.
- Fingerabdruck: Kurze Wiederholungen (STR) sind bei jedem Menschen verschieden lang. Gleiches Bandenmuster wie die Tatortprobe = Spur passt (hier Person 2).
- Vaterschaft: Jede Bande des Kindes muss von Mutter oder Vater stammen.



M = Marker, Tat = Tatortspur, 1–3 = Verdächtige.

Gene übertragen

- **Restriktionsenzyme** schneiden DNA an festen Erkennungssequenzen, z. B. EcoRI bei GAATTC. Es entstehen **klebrige Enden**.
- Gen und **Plasmid** (Vektor) mit demselben Enzym schneiden, mit **Ligase** verbinden, Plasmid in Bakterien einschleusen.
- **Selektion** über Marker-Gene, z. B. Antibiotika-Resistenz: Nur Bakterien mit Plasmid wachsen. So wird z. B. Human-Insulin hergestellt.
- **CRISPR/Cas9:** Eine Leit-RNA führt Cas9 zur passenden DNA-Stelle, Cas9 schneidet beide Stränge. Die Zelle repariert, dabei kann ein Gen ausgeschaltet oder verändert werden (Genschere, Nobelpreis 2020).

Bewerten

Chancen (Medikamente, Therapie) und Risiken (Off-Target-Schnitte, Keimbahn, Ökologie) abwägen, mit Werten begründen.

Sequenzieren und weitere Verfahren

- **Sanger-Sequenzierung** (Kettenabbruch): Neben normalen Nukleotiden werden markierte Abbruch-Nukleotide (ddNTPs) eingebaut. Es entstehen Stücke jeder Länge, die nach Größe sortiert die Basenfolge ergeben.
- **Gentechnisch veränderte Pflanzen**, z. B. Bt-Mais mit einem Bakterien-Gen für ein Insektengift.

Basis

Alle Verfahren nutzen Basenpaarung und Enzyme aus der Natur.

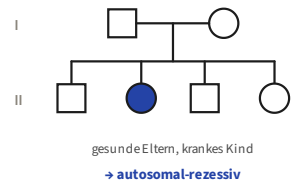
Mendel und Meiose

- **Genotyp** (Allele, z. B. Aa) und **Phänotyp** (Merkmal). **Homozygot** AA oder aa, **heterozygot** Aa. **Dominant** setzt sich durch, **rezessiv** zeigt sich nur bei aa.
- Kreuzung Aa × Aa: Genotypen 1 AA : 2 Aa : 1 aa, Phänotypen **3 : 1**. Bei Aa × aa: 1 : 1 (Testkreuzung).
- **Meiose** halbiert den Chromosomensatz (diploid → haploid). Neukombination durch zufällige Verteilung der Chromosomen und **Crossing-over**.

Mendel-Regeln
Uniformität, Spaltung, Unabhängigkeit (gilt nur für Gene auf verschiedenen Chromosomen).

Stammbäume analysieren

Erbgang	Erkennungszeichen	Beispiel
autosomal-rezessiv	**gesunde Eltern** mit krankem Kind, Frauen und Männer gleich oft	Mukoviszidose
autosomal-dominant	jede Generation betroffen, **zwei kranke Eltern** mit gesundem Kind	Chorea Huntington
X-chromosomal-rezessiv	fast nur **Männer**, über gesunde Überträgerinnen vererbt, nie Vater → Sohn	Bluterkrankheit, Rot-Grün-Schwäche



gesunde Eltern, krankes Kind
→ autosomal-rezessiv

□ Mann, ○ Frau, gefüllt = krank.

Vorgehen im Abi

1. **Dominant oder rezessiv?** Gesunde Eltern mit krankem Kind beweisen rezessiv.
2. **Autosomal oder X-chromosomal?** Kranke Tochter eines gesunden Vaters schließt X-rezessiv aus.
3. Genotypen eintragen, beim Unsicheren beide Möglichkeiten nennen (AA oder Aa).
4. Wahrscheinlichkeit mit Kreuzungsschema: Aa × Aa ergibt 1/4 krank. Ein **gesundes** Kind davon ist mit **2/3** Überträger.

Ausschlussprinzip
Erbgänge nicht „beweisen", sondern die anderen ausschließen. Immer mit konkreten Personen begründen.

Gentest und Gentherapie

- **Genetische Beratung:** Risiko für Kinder abschätzen, z. B. bei Fällen in der Familie.
- **Pränataldiagnostik** und Gentests werfen ethische Fragen auf: Recht auf Nichtwissen, Datenschutz, Selektion.
- **Somatische Gentherapie** verändert Körperzellen eines Menschen. Keimbahntherapie würde an Nachkommen weitergegeben und ist in Deutschland verboten.

Ethik
Argumente sortieren: Wer ist betroffen, welche Werte stehen gegeneinander, eigene Position begründen.

X-chromosomal rechnen

Überträgerin X^AX^a × gesunder Mann X^AY: Söhne zu **1/2 krank** (X^aY), Töchter zu 1/2 Überträgerinnen, keine Tochter krank. Ein Sohn bekommt sein X immer von der Mutter.

Schreibweise
Allele immer am X notieren, das Y trägt das Gen nicht.

Typische Fehler

- Bei der Gelelektrophorese wandern große Fragmente am weitesten. Umgekehrt.
- Wahrscheinlichkeit für ein gesundes Kind als Überträger mit 1/2 statt 2/3 angegeben.
- Kranker Vater vererbt X-rezessive Krankheit an den Sohn. Unmöglich, der Sohn bekommt sein Y.

Merkhilfe
Rezessiv ist „versteckt": kann eine Generation überspringen.

Weiter lernen

mehr Zettel folgen

- Weitere Überblicke zu anderen Themen und Fächern gibt es kostenlos.

Alle Zettel kostenlos:

Link im TikTok-Profil

von randnotiz