



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

*Molekularbiologische Methoden in der Rekonstruktion der
Besiedlung Australiens*

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



Molekularbiologische Methoden in der Rekonstruktion der Besiedlung Australiens

von Sophie Marie Kleverbeck und Dr. Monika Pohlmann



© Buenaventuramariano/iStock/Getty Images Plus

In dieser Einheit schlüpfen die Schüler, angestoßen durch die Forschungsfrage: „Wie verlief die prähistorische Besiedlung Australiens durch die Vorfahren der heutigen Urbevölkerung, der Aborigines?“ in die Rolle von Wissenschaftlern. Angelehnt an die echte Forschung müssen die Schüler auf ihrem Weg zur Problemlösung molekulargenetische Analysemethoden anwenden und ihre kommunikativen Kompetenzen schulen. Es wird besonders die Arbeit im kleinen Team gefördert sowie das Präsentieren im Plenum. Die Übungsaufgaben zum Thema „Wer ist der Täter?“ fokussieren auf modernes DNA-Profilung. Damit wird der Anwendungsbereich der molekularbiologischen Techniken erweitert über die Enträtselung von Verwandtschaftsbeziehungen, prähistorischen Wanderwegen bis hin zur aktuellen Forensik. Die Übungsaufgaben fordern den handelnden Umgang mit Wissen und prüfen das erreichte Kompetenzniveau.

Molekularbiologische Methoden in der Rekonstruktion der Besiedlung Australiens

Niveau: weiterführend, vertiefend

von Sophie Marie Kleverbeck und Dr. Monika Pohlmann

Methodisch-didaktische Hinweise	1
M 1: Aborigines – die Urbevölkerung Australiens	3
M 2: Genetische Besonderheiten mitochondrialer DNA	4
M 3 Vermehrung von mtDNA und Flaschenhals-Effekt	5
M 4/5: DNA-Klonierung und – Sequenzierung	6
M 6: Gelelektrophorese	11
M 7: Vergleich von mtDNA aus Haarproben	13
M 8/9: Rekonstruktion der Besiedlung Australiens	15
M 10: Übungsaufgaben zum DNA-Profilung	19
Lösungen	22
Literaturverzeichnis	36

Kompetenzprofil:

Kompetenz	Anforderungsbereich	Basiskonzept	Material
Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation	I–III	Struktur und Funktion, Variabilität und Anpassbarkeit, Geschichte und Verwandtschaft	M 1–9
Fachwissen, Erkenntnisgewinnung	I–III	Struktur und Funktion, Variabilität und Anpassbarkeit, Geschichte und Verwandtschaft	M 10

Überblick:

Inhaltliche Stichpunkte	Material	Methode
Aktivierung von Vorwissen und Präkonzepten zur Erstkolonisierung Australiens und zu wissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen	M 1	Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, Mindmap
Genetische Besonderheit und Vermehrung von Mitochondrien und mtDNA, Heterosomie, Flaschenhalseffekt	M 2, 3	Texterschließung Veranschaulichen durch Skizzieren
PCR-Methode, metareflexive Bearbeitung der Methode	M 4	Verknüpfung von kontinuierlichem und diskontinuierlichem Text
DNA-Sequenzierung, metareflexive Bearbeitung der Methode	M 5	Diskontinuierlicher Text Text-Puzzle

Inhaltliche Stichpunkte	Material	Methode
Elektrophorese, metareflexive Bearbeitung der Methode	M 6	Code-Sonne
Vergleich der mRNA-Sequenzen aus komplementärer mtDNA verschiedener Aborigines-Populationen	M 7	Identifizieren von Mutationen in homologen mRNA-Sequenzen, Gruppierung nach Ähnlichkeit bzw. Verwandtschaft Code-Sonne
Rekonstruktion der Wanderwege bei Erstkolonisierung Australiens, Reflexion wissenschaftlicher Hypothesen	M 8 / 9	Hypothesen zum Stammbaum der Aborigines und zu Wanderwegen auf Grundlage genetischer Daten
DNA-Profilung unter Anwendung molekularbiologischer Techniken	M 10	Übung: Kriminalistische Fallstudie mittels PCR, DNA-Sequenzierung und <i>Southern Blotting</i> , Analyse von Autoradiogrammen („genetische Fingerabdrücke“)

Molekularbiologische Methoden in der Rekonstruktion der Besiedlung Australiens

Methodisch-didaktische Hinweise

Nach der nicht unumstrittenen „Out-of-Afrika“ Theorie zogen Gründerpopulationen des modernen Menschen von Afrika kommend in die gesamte Welt. Über den Nahen Osten und Ostasien breitete sich Homo sapiens vor ca. 40.000–50.000 Jahren nach Südostasien und Australien aus. Die genetische Diversität heutiger Bevölkerungsgruppen bezieht sich nur auf unbedeutende Unterschiede z. B. Hautfarbe oder Haarstruktur und ist als jeweils lokale Anpasstheit entstanden. Molekularbiologische Untersuchungen der mitochondrialen DNA (mtDNA) zeigen, dass die genetische Vielfalt in Afrika am größten ist. Dieser wichtige Befund unterstützt die Theorie, dass die Menschheit auf dem afrikanischen Kontinent ihren Ursprung hat.

Analysen der mtDNA belegen, dass die Besiedlung Australiens in einer zweiten Expansionswelle erfolgte, nachdem klimatische Veränderungen die Überquerung des Roten Meeres begünstigten. Das heutige Neuguinea und Australien bildeten einmal einen zusammenhängenden Kontinent (Sahul), jedoch verschwanden ehemalige Landwege nachdem der Meeresspiegel wieder stieg. Die ursprüngliche Siedlergruppe, die Australien erreicht hatte, war abgeschnitten und verteilte sich über den Kontinent. Mitochondriale Befunde und geographische Erkenntnisse verdeutlichen, dass sich die Besiedlung Australiens vor 45.000–49.000 Jahren von Norden über die Ost- und Westküsten nach Süden vollzog. Die migrierenden Stämme der Urbevölkerung grenzten sich stark voneinander ab. Dazu mögen unterschiedliche kulturelle Gepflogenheiten und Traditionen beigetragen haben. Damit war Regionalismus vorherrschend. Die Ureinwohner Australiens waren sehr orts- und naturverbunden und blieben größtenteils bis in die jüngste Vergangenheit in ihren jeweiligen Heimatregionen. DNA-Sequenzierungen der mtDNA von 111 Haarproben von Mitgliedern der großen Bevölkerungsgruppen heute lebender Aborigines trugen erheblich dazu bei, den geographischen Ursprung der verschiedenen Stämme und ihre verwandtschaftlichen Beziehungen aufzuklären. Entscheidend dafür waren molekularbiologische Vergleiche von mtDNA-Sequenzen. Über die mütterliche Linie konnten fünf genetische Großgruppen (S, O, M, P und R) identifiziert werden. Nur ein kleiner Teil der DNA, 37 Gene, ist in den Mitochondrien gespeichert, diese DNA ist für den Organismus lebenswichtig. Alle anderen Gene wurden im evolutiven Prozess einer fortschreitenden Endosymbiose in den Zellkern der Wirtszelle verlagert. Mitochondrien haben ein eigenes Translationssystem und der mitochondriale genetische Code zeigt Abweichungen vom (fast) universalen genetischen Code. Durch den Vergleich von Mutationen in Standardsequenzen können menschliche Verwandtschaftsbeziehungen rekonstruiert werden. Dass

dies möglich ist liegt daran, dass bereits seit 1981 Datenbanken für mtDNA angelegt wurden. Aus den Polymorphismen, den Allelvarianten, der menschlichen mtDNA lassen sich ethnisch diverse Gruppen rekonstruieren. mtDNA wird z. B. aus Blutplättchen oder Haarwurzeln gewonnen. Die Analyse der mtDNA kann erschwert sein, wenn nur kleine Bruchstücke vorliegen. Diese müssen dann mit Hilfe der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) repliziert werden. Für die anschließende DNA-Sequenzierung werden mindestens 10.000 Basenpaare benötigt. mtDNA liegt meist in einer großen Anzahl von Kopien in einer Zelle vor. Nachteil genetischer Analysen der mtDNA ist allerdings, dass sie nur über die mütterliche Linie vererbt wird und sich damit lediglich ein mütterlicher Stammbaum erschließen lässt.

In dieser Einheit vertiefen die Schüler ihre genetischen Kenntnisse. Am Kontext der Enträtlung der Wanderwege während der Erstkolonisierung des australischen Kontinents wenden sie molekularbiologische Methoden an, stellen diese aber auch in einen evolutionsbiologischen Zusammenhang. Die Aufgabe vertieft zudem die Methodenkompetenzen der Schüler. Erst im Zusammenspiel der Anwendung der PCR-Methode, der DNA-Sequenzierung und der elektrophoretischen Analyse werden Erkenntnisse zur Klärung der Forschungsfrage erzielt: „Wie verlief die prähistorische Besiedlung Australiens durch die Vorfahren der heutigen Urbevölkerung, der Aborigines?“ Grundlagenwissen zur Keimzellreifung, zur Proteinbiosynthese und zum genetischen Code ist Voraussetzung. Den damit verknüpften Kompetenzen wächst in dieser Lernaufgabe besondere Bedeutung zu, da auf deren Basis konkret und praktisch eine wissenschaftliche Frage selbstständig beantwortet werden kann.

Die Aufgaben fordern die selbstständige Rekapitulation der molekularbiologischen Methoden und erweitern deren Anwendungsbereich auf die moderne Forensik. Dabei wird das Southern Blotting-Verfahren als eine Spezialform der elektrophoretischen Stofftrennung neu erarbeitet und ein wirklichkeitsnaher Kriminalfall gelöst. Für eine erfolgreiche Bewältigung der Übung müssen die Lernprodukte der vorangegangenen Lernaufgabe zusammengeführt werden. Die Schüler gewinnen die Erkenntnis, dass zur Aufklärung prähistorischer Wanderwege der Menschheit sowie für das moderne DNA-Profilung in der Kriminalistik die gleichen Techniken nützlich sind.

Vorausgesetztes Fachwissen

Zur Bearbeitung der Aufgaben müssen die Schüler Kompetenzen zu Meiose, Proteinbiosynthese und Code-Sonne sowie Methodenkenntnisse zum PCR-Verfahren und zur DNA-Sequenzierung besitzen. Das Southern Blotting-Verfahren sollte noch unbekannt sein. Insgesamt sollte damit tragem Wissen Vorschub geleistet, und stattdessen anwendungsbezogene, handlungsorientierte Kompetenzen im Sinne nachhaltigen Lernens entwickelt werden.



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

*Molekularbiologische Methoden in der Rekonstruktion der
Besiedlung Australiens*

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

