

IN DIESEM KAPITEL

Wird das Themengebiet Genetik mit seinen verschiedenen Disziplinen erläutert

Wird die alltägliche Arbeit in einem Genetiklabor gezeigt

Werden Berufsmöglichkeiten in der Genetik vorgestellt

Kapitel 1

Was Genetik ist und warum man sich damit auskennen muss

Willkommen in der vielschichtigen und faszinierenden Welt der Genetik! Dieses Kapitel erklärt das Arbeitsgebiet der Genetik und zeigt Ihnen, was Genetiker tun. Sie erhalten einen Überblick über das gesamte Gebiet und einen ersten Eindruck von den Details, die in den anderen Kapiteln dieses Buches vertiefend beschrieben werden.

Was ist Genetik?



Genetik ist die Wissenschaft, die die Weitergabe von Merkmalen von einer Generation zur nächsten untersucht. Einfach ausgedrückt, bestimmt die Genetik einfach *alles* eines jeden Lebewesens auf unserer Erde. Die Gene eines Organismus, also Abschnitte auf der DNA, sind die grundlegenden Einheiten der Vererbung. Gene kontrollieren, wie ein Organismus aussieht, sich verhält und sich vermehrt. Gerade weil die gesamte Biologie von den Genen abhängt, ist das Verständnis der Genetik für alle Lebenswissenschaften einschließlich der Landwirtschaft oder der Medizin von entscheidender Bedeutung.



Historisch betrachtet ist die Genetik noch eine relativ junge Wissenschaft. Die Prinzipien der Vererbung von einer Generation zur nächsten wurden vor über 150 Jahren von Gregor Mendel zum ersten Mal beschrieben (und erfuhren zunächst keine Beachtung). Anfang des 20. Jahrhunderts wurden die Gesetze der Vererbung

wiederentdeckt und veränderten die Biologie für immer. Damals aber war der eigentliche Star der Genetik-Show, die DNA, noch nicht erforscht. Dies geschah erst in den 1950ern. Heute helfen modernste Technologien den Genetikern, das Wissen über die DNA und die Vererbung von Tag zu Tag zu erweitern.

Die Genetik wird in vier größere Gebiete eingeteilt:

- ✓ **Klassische oder Mendelsche Genetik:** Diese Disziplin beschreibt, wie physische Charakteristika (Merkmale) von einer Generation zur nächsten weitergegeben werden.
- ✓ **Molekulargenetik:** Die Molekulargenetik ist die Lehre vom chemischen und physikalischen Aufbau der DNA, der eng verwandten RNA und der Übersetzung der genetischen Information in Proteine. Molekulargenetiker beschäftigen sich ebenfalls damit, wie Gene arbeiten.
- ✓ **Populationsgenetik:** Ein Bereich der Genetik, der sich mit der genetischen Ausstattung großer Gruppen von Lebewesen befasst.
- ✓ **Quantitative Genetik:** Ein hochmathematisches Arbeitsfeld, das sich mit den statistischen Zusammenhängen zwischen Genen und den Merkmalen, die sie verschlüsseln, befasst.

An den Hochschulen beginnen Genetik-Vorlesungen meistens mit der klassischen Genetik und gehen dann zur Molekulargenetik über, mit Abstechern in die Populationsgenetik, die Evolutionsgenetik und die quantitative Genetik. Dieses Buch folgt demselben Weg, weil die Inhalte der Gebiete aufeinander aufbauen. Nichtsdestotrotz ist es natürlich völlig in Ordnung und auch problemlos möglich, zwischen den Disziplinen hin und her zu springen. Wie auch immer Sie die Lektüre dieses Buches angehen, gebe ich Ihnen auf jeden Fall jede Menge Verweise an die Hand, damit Sie den Überblick nicht verlieren.

Klassische Genetik: Die Weitergabe von Merkmalen von Generation zu Generation



Im Grunde genommen ist die *klassische Genetik* die Genetik der Individuen und ihrer Familien. Sie konzentriert sich meistens auf die Erforschung physischer Merkmale oder *Phänotypen* als Stellvertreter und sichtbares Zeichen für die Gene, die den Phänotyp bestimmen.



Gregor Mendel (1822–1884) war ein einfacher Mönch und begründete die Wissenschaft der Genetik. Mendel war Gärtner, dessen unstillbare Neugier sich mit einem grünen Daumen paarte. Seine Beobachtungen mögen nach heutiger Sicht sehr einfach gewesen sein, aber seine Rückschlüsse verblüffend elegant. Dieser Teilzeit-Wissenschaftler hatte keinen Zugang zu modernen Technologien, Computern oder einem Taschenrechner. Dennoch fand er mit größter Sorgfalt heraus, wie die Vererbung funktioniert.

Klassische Genetik wird manchmal auch bezeichnet als:

- ✓ **Mendelsche Genetik:** Wenn man eine wissenschaftliche Disziplin gründet, wird sie nach einem benannt – das ist nur fair!
- ✓ **Transmissionsgenetik:** Dieser Ausdruck bezieht sich darauf, dass in der klassischen Genetik die Weitergabe (*Transmission*) von Merkmalen von Eltern an ihre Nachkommen beschrieben wird.

Egal, wie man es nennt – die klassische Genetik beinhaltet auch die Forschung an Zellen und Chromosomen (auf die ich dann in Kapitel 2 zu sprechen komme). Die Zellteilung ist der eigentliche Motor der Vererbung, aber man muss ja auch nicht die Funktionsweise eines Verbrennungsmotors verstehen, um Auto fahren zu können, oder? Deshalb könnten Sie auch direkt bei der einfachen Vererbung (Kapitel 3) einsteigen und sich zu den komplizierten Vererbungsformen (Kapitel 4) durcharbeiten, ohne irgendetwas von der Zellteilung zu wissen. (Mendel hat, nebenbei erwähnt, nichts über Zellen und Chromosomen gewusst, als er seine Theorie aufstellte.)

Geschlecht und Reproduktion sind ebenfalls Bestandteile der klassischen Genetik. Verschiedene Kombinationen von Genen und Chromosomen (DNA-Strängen) bestimmen das Geschlecht, ob ein Lebewesen also männlich oder weiblich ist. Aber das Thema wird noch komplizierter – und interessanter: Bei einigen Lebewesen wie zum Beispiel Krokodilen und Schildkröten spielt die Umwelt bei der Festlegung des Geschlechts eine wichtige Rolle. Andere Tiere wechseln das Geschlecht mit ihrem Wohnort. Sollte ich Ihr Interesse geweckt haben, finden Sie die etwas absonderlichen Details in Kapitel 5.

Die klassische Genetik bietet auch den Rahmen für viele weitere Unterdisziplinen. Die humangenetische Beratung (siehe Kapitel 12) hängt stark vom Wissen über Vererbungsmuster ab, um die medizinische Vorgeschichte von Personen in einen genetischen Kontext bringen zu können. Das Wissen über chromosomal Defekte wie das Down-Syndrom (Kapitel 15) baut auf dem Wissen über Zellbiologie und dem Verständnis des Geschehens während der Zellteilung auf. Bei forensischen Analysen (in Kapitel 18) wird ebenfalls die Mendelsche Genetik verwendet, zum Beispiel bei Vaterschaftstests oder zur Identifizierung von Personen im Kontext mit Straftaten.

Molekulargenetik: DNA und die Chemie der Gene



Während sich die klassische Genetik mit den äußerlich sichtbaren Auswirkungen beschäftigt, fällt die Untersuchung der Gene selbst unter die Bezeichnung *Molekulargenetik*. Das Arbeitsgebiet der Molekulargenetiker beinhaltet alle Vorgänge, die das Leben der Zellen betreffen und die Herstellung der dazu benötigten Substanzen, deren Baupläne in den Genen beschrieben sind. Das Blickfeld der Molekulargenetiker liegt dabei auf den chemischen und physikalischen Strukturen der Doppelhelix, der DNA, die ich in Kapitel 6 vorstelle. Die Baupläne für Ihr Aussehen und alles andere an und in Ihrem Körper – von der Funktion der Muskeln über das Augenblinzeln bis hin zur Blutgruppe und zu Ihrer Empfänglichkeit für bestimmte Krankheiten – sind als Information in Ihrer DNA (Ihren Genen) enthalten.

Ihre Gene werden über einen komplizierten Vorgang in all die Proteine übersetzt, die Sie und Ihre Persönlichkeit ausmachen. Er beginnt mit dem Kopieren der DNA-Informationen im Zellkern in eine leicht vergängliche Transportform, die RNA (siehe Kapitel 9). Die RNA bringt die Information aus der DNA aus dem Zellkern zu den Orten der Translation (das wird in Kapitel 10 behandelt). Das heißt, die Informationen werden in Proteine übersetzt, die schließlich einen menschlichen Körper wie Ihren bilden und Tag für Tag organisieren – Muskeln, Haut, Augen, Ohren, Enzyme oder Hormone. Um es mit einem Beispiel zu erläutern, können Sie es sich so vorstellen: Die Blaupause einer Bauanleitung des Architekten wird dem Bauteil übergeben, der anhand dieser Anweisungen ein Haus baut.

Die *Genexpression* (das An- und Ausschalten von Genen, Kapitel 11) und der Aufbau des genetischen Codes in der DNA und RNA werden als Teilbereiche der Molekulargenetik betrachtet. Die Ursachenforschung für Krebs und die Jagd nach einem Heilmittel (was ich in Kapitel 14 bespreche) konzentrieren sich auf die Molekulargenetik, weil die für Krebs verantwortlichen Veränderungen (die als *Mutationen* bezeichnet werden) auf chemischer Ebene in der DNA stattfinden (mehr zu Mutationen in Kapitel 13). Die Gentherapie (Kapitel 16), die Gentechnologie (Kapitel 19) und das Klonen (Kapitel 20) sind allesamt Unterdisziplinen der Molekulargenetik.

Populationsgenetik: Die Genetik einer Gruppe

Die Genetik ist, zum Schrecken vieler Studenten, insgesamt erstaunlich mathematisch. Ein Gebiet, in dem nach der quantitativen Genetik (siehe nächster Abschnitt) besonders viel Mathematik zur Beschreibung genetischer Vorgänge benutzt wird, ist die Populationsgenetik.



Wenn man mithilfe der Mendelschen Genetik die Vererbungsmuster vieler Individuen untersucht, die etwas gemein haben, weil diese zum Beispiel alle in einem bestimmten Gebiet leben, dann ist das Populationsgenetik. Die *Populationsgenetik* ist die Lehre der genetischen Zusammensetzung der Lebewesen einer bestimmten Gruppe (Details in Kapitel 17). An und für sich ist die Populationsgenetik die Suche nach Mustern, die die genetische Signatur einer bestimmten Gruppe ausmachen wie zum Beispiel die Auswirkungen von Wanderungen, eine Isolation vom Rest der Population durch beispielsweise geographische Barrieren wie Berge oder Meere, Paarungsmöglichkeiten und Verhaltensveränderungen.



Mithilfe der Populationsgenetik können Wissenschaftler verstehen, wie die Verteilung der Gene in einer Population beispielsweise die Gesundheit der Individuen innerhalb dieser Population beeinflusst. Nehmen Sie etwa die Geparde: Diese eher schmächtige Katze ist die Königin der Geschwindigkeitsrekorde in Afrika. Populationsgenetiker haben herausgefunden, dass sich alle Geparde genetisch sehr ähnlich sind, und zwar so ähnlich, dass Hauttransplantationen von einem Gepard zum anderen problemlos funktionieren. Die genetische Vielfalt der Geparde ist aufgrund der natürlich bedingten Inzucht und der damit verbundenen genetischen Verarmung so gering, dass Artenschützer befürchten, alle Tiere könnten von einer Krankheit dahingerafft werden. Wenn kein Tier resistent wäre, bestünde die Gefahr, dass diese faszinierenden Jäger sehr schnell aussterben könnten.

Die mathematische Beschreibung der Genetik bei Populationen ist zum Beispiel für die Rechtsmedizin wichtig (siehe Kapitel 18). Um die Einzigartigkeit eines genetischen Fingerabdrucks genau feststellen zu können, müssen Genetiker die genetischen Fingerabdrücke vieler Individuen untersuchen und herausfinden, wie verbreitet oder selten ein bestimmtes Muster sein kann. Auch in der Medizin nutzt man die Populationsgenetik, um die Häufigkeit bestimmter Mutationen zu ermitteln und um Medikamente für bestimmte Krankheiten zu finden. Mehr über Mutationen erfahren Sie in Kapitel 13. In Kapitel 21 finden Sie Informationen über Genetik in Zusammenhang mit der Entwicklung neuer Medikamente. Die *Evolutionsgenetik* oder wie sich Merkmale im Laufe der Zeit verändern, behandle ich in Kapitel 17.

Quantitative Genetik: Die Vererbung in den Griff kriegen



Die *quantitative Genetik* untersucht Merkmale, die geringfügig variieren, und bringt diese Merkmale mit der dem Organismus zugrunde liegenden Genetik in Beziehung. Eine Kombination eines ganzen Gefolges von Genen und Umwelteinflüssen bestimmt über die Merkmalsausprägung wie zum Beispiel die Fähigkeit von Hunden zum Apport, die Größe oder Anzahl der Eier bei Vögeln und die Laufgeschwindigkeit von Menschen. Über einen komplexen statistischen Ansatz kann die quantitative Genetik auch berechnen, inwiefern die Variation eines Merkmals genetisch oder von der Umwelt bestimmt ist.

Ein Anwendungsgebiet der quantitativen Genetik ist, die Erblichkeit (Heritabilität) eines bestimmten Merkmals zu bestimmen. Dieses Maß erlaubt es Wissenschaftlern, basierend auf den Eigenschaften der Eltern Vorhersagen über die Nachkommen zu machen. Die Erblichkeit gibt an, wie stark ein Merkmal wie zum Beispiel die Samenproduktion von Pflanzen durch gezielte Züchtung (oder im Zuge der Evolution durch natürliche Selektion) verändert wird.

Aus dem Leben eines Genetikers

Der Alltag eines Genetikers kann sich in einem Labor, in einem Seminarraum oder bei der Arbeit mit Patienten und deren Familien abspielen. In diesem Abschnitt erfahren Sie, wie ein typisches Genetiklabor aussieht. Außerdem erhalten Sie einen Überblick über die Karrieremöglichkeiten im Bereich der Genetik.

Ein Blick ins Genetiklabor

Ein Genlabor ist ein geschäftiger, unruhiger Ort. Es steht voll mit Apparaten, Zubehör und Wissenschaftlern, die sich an ihren Arbeitsplätzen (der so genannten *Laborbank* oder »Bench«, auch wenn es sich dabei nur um eine Arbeitsfläche handelt, an der man stehend arbeiten kann) abmühen. Je nach Labor trifft man Mitarbeiter, die in ihren weißen Kitteln sehr offiziell aussehen oder Forscher, die eher salopp in Jeans und T-Shirt gekleidet sind. Generell haben Genetiklabore mindestens die folgende Ausstattung:

36 TEIL I Fakten zur Genetik: Die Grundlagen

- ✓ *Einmalhandschuhe*, um den Laborarbeiter vor den Chemikalien und die DNA oder andere Materialien vor einer Kontamination (Verunreinigung) zu schützen.
- ✓ *Pipetten*, um auch kleinste Mengen von Flüssigkeiten mit größtmöglicher Genauigkeit zu dosieren; Glasbehälter (zur Abmessung, Sterilisierung und Lagerung von Flüssigkeiten), *Mikroreaktionsgefäß* (das sind kleine Plastikgefäße von 0,2 bis 2 ml für chemische Reaktionen, die auch zentrifugiert werden können) und *Mikrotiterplatten* (in denen viele chemische Reaktionen im Miniatur-Maßstab parallel durchgeführt und in einem entsprechenden Gerät ausgewertet werden können).
- ✓ *Elektronische Waagen*, um supergenaue Wiegungen vorzunehmen.
- ✓ *Chemikalien* und ultrareines Wasser.
- ✓ Einen *Kühlschrank* (der auf 4,4 °C eingestellt ist), einen Gefrierschrank (-20 °C) und einen Ultratief-Gefrierschrank (-80 °C). Wiederholtes Einfrieren und Auftauen führt dazu, dass DNA in kleinste Stücke zerbricht und so zerstört wird. Aus diesem Grund werden im Genlabor keine Gefrierschränke mit No-Frost-Funktion verwendet, weil diese die Temperatur hoch und wieder herunterfahren, um das entstandene Eis zu schmelzen.
- ✓ *Zentrifugen*, um Substanzgemische zu trennen. Jede Substanz, ob Zellreste, Proteine oder DNA, hat eine andere Schwimmdichte und kann durch Zentrifugieren mit extrem hoher Geschwindigkeit vom Rest der Zelle getrennt werden. Das wiederum ermöglicht den Forschern, Zellbestandteile separat voneinander zu untersuchen.
- ✓ *Inkubatoren* für das Wachstum von Mikroorganismen unter kontrollierten Bedingungen. Forscher nutzen Hefezellen oder Bakterien häufig, um im Experiment zu testen, wie Gene wirken.
- ✓ *Trockenschränke* und *Autoklaven* sterilisieren Glasbehälter, andere Geräte oder Flüssigkeiten. Mikroorganismen und Viren werden hier durch extreme Hitze abgetötet.
- ✓ Geräte wie *Vortexe* (zum Homogenisieren von Flüssigkeiten), Wasserbäder, Schüttler, *Thermozykler* (die man für die PCR verwendet – siehe Kapitel 18) oder DNA-Sequenzer (Kapitel 8).
- ✓ *Laborbücher*, um jede Reaktion und deren Ergebnisse bis ins kleinste Detail aufzuzeichnen. Auch andere Genetiker müssen jedes Experiment komplett wiederholen können (wieder und wieder), um sicherzustellen, dass das Ergebnis Bestand hat. Das Laborbuch kann auch digital geführt werden (elektronisches Laborjournal oder ELN für »Electronic Laboratory Notebook«) und ist ein rechtsgültiges Dokument, das vor Gericht als Beweismittel verwendet werden kann. Präzision und Vollständigkeit sind ein Muss, vor allem dann, wenn genetisch veränderte Organismen (GVOs) verwendet wurden, die nach dem Experiment ordnungsgemäß vernichtet werden müssen.
- ✓ *Computer*, die vollgepackt sind mit Auswertungssoftware für Analyseergebnisse, und die über Internetanschluss Zugriff auf riesige Datenbanken mit genetischen Informationen ermöglichen (wenn Sie an das Ende dieses Kapitels blättern, finden Sie einige nützliche Adressen).

Die wichtigsten Geräte eines Genetikers kennen Sie nun bereits. Folgende Arbeitsschritte gehören zum Arbeitsalltag im Genetiklabor:

- ✓ Das Trennen der DNA von den restlichen Zellbestandteilen (siehe Kapitel 6).
- ✓ Die Messung der Reinheit der gewonnenen DNA und die Bestimmung, wie viel DNA gewonnen wurde (nach Gewicht).
- ✓ Das Mischen von Chemikalien, die für Reaktionen und Experimente zur DNA-Analyse benötigt werden.
- ✓ Die Kultivierung bestimmter Zellarten, Bakterienstämme oder Viren zur Untersuchung kurzer DNA-Abschnitte (siehe Kapitel 16).
- ✓ Die DNA-Sequenzierung (welche ich in Kapitel 8 behandle), um die Reihenfolge der Basen auf dem DNA-Strang herauszufinden (das erkläre ich genauer in Kapitel 6).
- ✓ Die Polymerase-Kettenreaktion oder PCR (siehe Kapitel 18). Eine sehr gute Methode, um DNA praktisch unendlich zu vermehren, um dann andere Untersuchungen an der DNA durchführen zu können.
- ✓ Das Analysieren der gewonnenen DNA-Sequenzen durch den Vergleich mit entsprechenden Sequenzen vieler anderer Organismen (die Information steht in einer riesigen, öffentlich zugänglichen Datenbank zur Verfügung – näheres hierzu am Ende des Kapitels).
- ✓ Der Vergleich von DNA-Fingerabdrücken mehrerer Individuen, um Täter zu überführen oder eine Vaterschaft festzustellen (siehe Kapitel 18).
- ✓ Tägliche oder wöchentliche Laborbesprechungen, an denen jeder Mitarbeiter teilnimmt, um Ergebnisse zu diskutieren und neue Versuche zu planen.

Arbeitsfelder in der Genetik

Viele Menschen beteiligen sich an der Erforschung der Genetik. Über die folgenden Berufsbeschreibungen können Sie nachgrübeln, falls Sie eine Karriere in der Genetik anstreben.

Labortechniker

Die *Labortechniker* führen die meisten alltäglichen Arbeiten im Labor aus. Der Techniker mischt die Chemikalien, die von jedem Mitarbeiter im Labor für die Experimente verwendet werden. Techniker bereiten normalerweise auch die richtigen Materialien vor, auf denen Bakterienkulturen wachsen (die als Träger für DNA benutzt werden, siehe Kapitel 16), kultivieren die Bakterien und überwachen deren Wachstum. Die Techniker sind ebenfalls dafür verantwortlich, dass immer genug Verbrauchsmaterial vorhanden ist und die Glasbehälter gewaschen sind – nicht gerade eine glamouröse Arbeit, aber notwendig, wenn man bedenkt, dass im Labor tonnenweise Glasbecher und Flaschen benötigt werden, die sauber gehalten werden müssen.

Bei Experimenten sind die Techniker verantwortlich für die Separation der DNA von anderem Gewebe und die Kontrolle der Reinheit (um sicherzustellen, dass die Probe keine Verunreinigungen wie Proteine enthält). Mit einer recht komplizierten Maschine, dem Photometer, kann der Techniker auch die genaue Menge der gewonnenen DNA ermitteln. Wenn die Probe den Anforderungen genügt, analysiert der Techniker sie vielleicht etwas genauer (mit PCR oder Sequenzierung).

Die Ausbildung, die ein Techniker benötigt, hängt letztlich vom Maß der Verantwortung ab, die eine bestimmte Position mit sich bringt. Laboranten absolvieren in der Regel eine dreijährige Ausbildung nach dem Bundesausbildungsgesetz, technische Assistenten eine zweijährige schulische Ausbildung an Berufsfachschulen und Berufskollegs. Darauf aufbauend kann eine Weiterbildung an einer Fachschule zum Beispiel zum staatlich geprüften Techniker der Fachrichtung Biotechnik absolviert werden. Kenntnisse der Mikrobiologie, um den Umgang mit Bakterien zu verstehen und sicher und sauber durchführen zu können, sind natürlich vonnöten. Alle Techniker müssen gute Protokollführer sein, weil jede einzelne Aktivität im Labor schriftlich im Laborbuch festgehalten werden muss.

Studenten, Doktoranden und Post-Doktoranden

An den meisten Universitäten sind die Labore voll mit *Studenten* und *Doktoranden*, die an ihrer Abschlussarbeit arbeiten, Studenten an ihrer Masterarbeit (was früher die Diplomarbeit war) oder Doktoranden an ihrer Doktorarbeit. In einigen Laboren forschen diese Studenten selbstständig und unabhängig. Andererseits sind viele Institute aber auf einige wenige Fragestellungen in einem bestimmten Arbeitsgebiet spezialisiert, zum Beispiel in der Krebsbekämpfung oder in der Pflanzenzüchtung. Die Studenten dieser Institute arbeiten dann an speziellen Aspekten der Fragestellung, die ihr Professor bearbeitet. Viele Tätigkeiten der Studenten ähneln denen der Techniker (siehe vorangegangener Abschnitt). Zusätzlich gestalten sie den Versuchsablauf, führen die Experimente durch und werten die Ergebnisse und ihre Bedeutung aus. Am Ende verfasst der Student dann ein langes Dokument (*Diplom-/Masterarbeit* oder *Doktorarbeit* beziehungsweise *Dissertation*), in der er beschreibt, was er getan hat, was dabei herausgekommen ist und was die Ergebnisse auch im Hinblick auf frühere Forschungsergebnisse bedeuten. Neben der Laborarbeit besuchen die Studenten Vorlesungen und müssen sich zermürbenden Prüfungen unterziehen (glauben Sie mir, besonders was das »zermürbend« anbelangt).

Die Regelstudienzeit beträgt für einen Bachelor-Studiengang sechs bis acht Semester, für einen Master-Studiengang noch einmal zwei bis vier Semester. Studieren kann man mit der Fachhochschulreife an einer Fachhochschule oder heute vielfach auch Hochschule für Angewandte Wissenschaften oder mit dem Abitur an einer Universität. Für eine Doktorarbeit braucht man dann mindestens drei weitere Jahre.

Wenn man den Doktortitel hat, muss man als Azubi-Genetiker gegebenenfalls noch weitere Erfahrung sammeln, bevor man sich ernsthaft auf entsprechende Stellen bewirbt. *Post-Doktoranden* (meist *Postdocs* genannt) werden nach der Fertigstellung ihrer Dissertation an einer Universität oder einem Forschungsinstitut angestellt. Als Postdoc hat man die Möglichkeit, neue Techniken zu erlernen oder sich zu spezialisieren, bevor man zum Beispiel eine Professur anstrebt oder als Wissenschaftler in die Forschung geht.

Wissenschaftler in der Forschung

Wissenschaftler in der Forschung arbeiten meistens für die Privatindustrie, wo sie mit der Versuchsplanung und Laborleitung betraut sind. Viele Industriezweige und Institutionen bieten Möglichkeiten für Wissenschaftler in der Forschung:

- ✓ Pharmazeutische Unternehmen forschen beispielsweise danach, wie bestimmte Medikamente die Genexpression (Kapitel 11) beeinflussen und entwickeln neue Behandlungsmethoden wie zum Beispiel die Gentherapie (siehe Kapitel 16).
- ✓ Rechtsmedizinische Labore analysieren DNA, die an Tatorten gefunden wurde, und vergleichen genetische Fingerabdrücke (siehe Kapitel 18).
- ✓ Unternehmen arbeiten die Informationen aus Genomprojekten auf und vermarkten sie (Humangenomprojekt und andere, siehe Kapitel 11).
- ✓ Unternehmen entwerfen und vermarkten Produkte wie Testkits oder Laborgeräte für andere Genetiklabore.

Als Forscher in der Industrie sollte man mindestens ein Diplom, einen Master oder einen Doktortitel besitzen. Mit einigen Jahren Erfahrung kann man aber auch mit einer einfachen Berufsausbildung oder auch einem FH-Abschluss eine höher dotierte Stelle bekommen. Als Forscher sollte man in der Lage sein, Versuche planen und die Ergebnisse statistisch auswerten zu können. Kommunikationsstärke und gute Englischkenntnisse sind ein Muss. Viele Forscher müssen darüber hinaus über Personalführungsqualitäten verfügen. Zusätzlich tragen sie die finanzielle Verantwortung für Investitionen, Ausgaben für Ausrüstung und Verbrauchsmaterial und die Lohnkosten.

Fachhochschul- oder Universitätsprofessor

Ein Professor macht dieselbe Arbeit wie ein Forscher in der Privatwirtschaft, allerdings muss er zusätzlich noch Lehrtätigkeiten, die Ausbildung der Studenten, die Einwerbung von sogenannten Drittmitteln zur Durchführung von Forschungsvorhaben und die Publikation der Forschungsergebnisse in angesehenen, von Experten begutachteten Fachzeitschriften übernehmen. Professoren leiten ihr Labor mit den Technikern, Studenten, Doktoranden und Postdocs. Sie sind nicht nur für den Entwurf eines Forschungsvorhabens verantwortlich, sondern müssen auch gewährleisten, dass das Vorhaben zeitgerecht (und innerhalb des Budgets!) abgewickelt wird.

Bei kleineren Bildungsstätten werden dem Professor bis zu drei Kurse jedes Semester abverlangt. Größere Einrichtungen (Elite-Universitäten) mögen hier von ihren Professoren nur einen Kurs pro Jahr verlangen. Genetikprofessoren unterrichten die Grundlagen wie auch fortgeschrittene und Spezialkurse zum Beispiel über rekombinante DNA (siehe Kapitel 16) oder Populationsgenetik (siehe Kapitel 17).

Um sich als Professor an einer wissenschaftlichen Hochschule bewerben zu können, muss man promoviert sein. Seit der Novelle des Hochschulrahmengesetzes 2002 ist eine Habilitation allerdings nicht mehr zwingend erforderlich. Die Bewerber sollten schon mehrere Forschungsergebnisse veröffentlicht haben, um die Fähigkeit zu wissenschaftlicher Arbeit unter-

Beweis zu stellen. Die meisten Universitäten wollen auch sicherstellen, dass der Professor *in spe* erfolgreich Geldmittel einwerben kann – was heißt, dass der Kandidat in der Regel schon Fördergelder an Land gezogen haben sollte, bevor er den Job erhält.

Genetischer Berater

Genetische Berater arbeiten mit medizinischem Personal zusammen, um die medizinische Vorgeschichte der Patienten und ihrer Familienmitglieder auszuwerten. Dabei beraten sie sich direkt mit dem Patienten und erfragen von ihm möglichst alle Informationen über den Familiengeschlechterbaum (siehe Kapitel 12), wobei sie nach Mustern suchen, die erblich sein könnten. Sie können auch feststellen, welche Krankheiten ein Patient wahrscheinlich geerbt hat. Genetische Berater werden dazu ausgebildet, die Befragungen vorsichtig und gründlich durchzuführen, um sicherzustellen, dass keine Information übersehen oder übergangen wird.

Für die genetische Beratung muss sich ein Arzt zum »Facharzt für Humangenetik« oder mit der Zusatzbezeichnung »Medizinische Genetik« qualifizieren. Die weitere Ausbildung umfasst viele Stunden Arbeit mit Patienten, um ihre Fähigkeiten bei der Patientenbefragung und Analyse zu verfeinern (unter der Anleitung erfahrener Profis versteht sich). Die Arbeit erfordert exzellente Dokumentationsfähigkeit und strikte Beachtung von Details. Genetische Berater müssen nicht nur mit Patienten, sondern auch mit Ärzten und Wissenschaftlern gut auskommen. Eine gute mündliche und schriftliche Kommunikationsfähigkeit ist ein Muss.



Die wichtigsten Fähigkeiten eines Beraters sind Unvoreingenommenheit und Personenzentriertheit. Der Berater muss in der Lage sein, die Familiengeschichte unvoreingenommen und ohne Vorurteile zu analysieren und den Patienten hinsichtlich seiner Optionen beraten zu können, ohne bei mehreren Optionen einer bestimmten Vorgehensweise den Vorzug zu geben. Außerdem muss er alle Informationen vertraulich behandeln und darf diese nur mit autorisierten Personen wie zum Beispiel dem Hausarzt des Patienten mitteilen, um die Privatsphäre des Patienten zu schützen.



Nützliche Webseiten zur weiteren Vertiefung

Im Internet finden Sie eigentlich fast alles zum Thema Genetik. Mit ein paar Klicks können Sie die neuesten Entdeckungen finden und die besten Vorlesungen besuchen, die zu diesem Thema angeboten werden. Hier ist ein kurzer Überblick:

- ✓ Erste Anlaufstelle bei der Suche nach einem möglichen Tätigkeitsfeld im Bereich der Genetik ist die Datenbank der Bundesagentur für Arbeit. Diese bietet unter <http://berufenet.arbeitsagentur.de> eine recht gute Übersicht mit Ausbildungs- und Tätigkeitsbeschreibungen (zum Beispiel: Suche »Fachhumangenetiker«).

- ✓ Bundesverband Deutscher Humangenetiker e. V. <http://www.bvdh.de/>
- ✓ Deutsche Gesellschaft für Humangenetik e. V. (GfH) <http://www.gfhev.de/>
- ✓ Human Genome Organisation (HUGO) <http://www.hugo-international.org/>

