

① Biologische Strukturen verschiedener Organismen können aufgrund der übereinstimmenden Erbinformation ähnlich sein. In diesem Fall spricht man von Homologie. Beruht die Ähnlichkeit aber auf einer ähnlichen Funktion und hat ihre Ursache in einem vergleichbaren Selektionsdruck, spricht man von Analogie und Konvergenz.

② Die Ähnlichkeit der drei Arten zeigt sich im gedrungenen Körper, der zugespitzten Kopfform, vor allem aber in der über die ganze Rückenseite reichenden Bestachelung, die an Kopf, Bauch und Flanken zum Teil in Behaarung übergeht. Auch bezüglich ihrer Bildung, Beweglichkeit und dem Grundaufbau stimmen die Stacheln untereinander und mit den Haaren überein. Im Feinbau von Rinde und Mark zeigen sich Abwandlungen. Die Stacheln übernehmen bei allen drei Arten dieselbe Funktion. Sie dienen der Abwehr von Fressfeinden. Außerdem bestehen Übereinstimmungen in der Lage, dem Grundaufbau und der Anordnung. Diese gelten auch für die Haare. Stacheln sind daher untereinander und mit Haaren homolog.

③ Einige Säugetiere, zum Beispiel Igel und Igeltenrek, stimmen in einer Reihe gemeinsamer Merkmale überein und werden daher als eigene Verwandtschaftsgruppe (im Rang einer Ordnung) Insektenfresser oder *Insectivora* zusammengefasst.

Da die Stacheln mit den Haaren homolog sind, handelt es sich um ursprüngliche (plesiomorphe) Säugetiermerkmale, die bei nicht näher verwandten Gruppen wie Kloakentieren und Insektenfressern vorkommen können. Haare sind zwar evolutive Neuerwerbungen (Apomorphien) der Säugetiere, zur Abgrenzung von Verwandtschaftsgruppen innerhalb der Säugetiere aber nicht geeignet, da sie im Grundplan aller Säugetiere vorkommen.

Da keines der im Zoologiebuch genannten Insektenfresser-Merkmale eine evolutive Neuerwerbung (Apomorphie) darstellt, sondern zur Grundausstattung der Säugetiere gehört, ist fraglich, ob die *Insectivora* eine monophyletische Gruppe sind, Igel und Igeltenrek also eng verwandt sind.

④ *Serumreaktion oder Präzipitinreaktion:*

Bei dieser Methode spritzt man beispielsweise einem Kaninchen etwas menschliches Blutserum. Das Kaninchen entwickelt daraufhin Antikörper gegen die Proteine des menschlichen Serums. Entnimmt man nach einiger Zeit dem Kaninchen Blut und bringt das daraus gewonnene Blutserum erneut mit menschlichem Serum zusammen, verklumpen die Antikörper die gelösten Proteine durch Präzipitation.

Bringt man Serum eines gegen Menschen Serum empfindlichen Kaninchens mit Serum anderer Tierarten zusammen, gilt der Grad der Ausfällung als Maß für die Verwandtschaft dieser Tiere mit dem Menschen.

Nachteilig bei der Präzipitinreaktion ist, dass sie sich nicht bei allen Tierarten anwenden lässt und die Ergebnisse insgesamt zu wenig differenziert sind.

*Aminosäuresequenz von Proteinen:*

Proteine sind durch Kettenlänge und Sequenz ihrer Aminosäurebestandteile eindeutig gekennzeichnet. Da die Aminosäuresequenz durch Gene codiert ist, darf man Sequenzübereinstimmung von Proteinen verschiedener Arten als unmittelbaren Ausdruck gemeinsamer Abstammung ansehen. So lässt sich beispielsweise die Aminosäuresequenz des Membranproteins Cytochrom c vergleichen, das in der Atmungskette aller aeroben Eukaryoten vorkommt.

### *DNA-DNA-Hybridisierung:*

Bei dieser Methode wird zunächst die gereinigte DNA zweier Arten getrennt fragmentiert und erhitzt, bis die Wasserstoffbrücken aufbrechen und sich die komplementären Stränge trennen. Bringt man anschließend die Einzelstränge der verschiedenen Arten zusammen und kühlt ab, lagern sich komplementäre Sequenzen zu Hybrid-Doppelsträngen zusammen. Je näher verwandt die DNA ist, desto größer ist die Zahl der Wasserstoffbrücken und desto höher muss in einem weiteren Schritt die Temperatur sein, um die Stränge erneut zu vereinzeln. Je höher die Schmelztemperatur ist, um so höher ist die genetische Ähnlichkeit und damit die Verwandtschaft der verglichenen Arten.

### *Analyse der DNA:*

Geht man von der Überlegung aus, dass alle Homologien auf übereinstimmender Erbinformation beruhen, ist der direkte Vergleich der DNA die unmittelbarste Bestimmung des Verwandtschaftsgrads zwischen Lebewesen. Je mehr Änderungen vorhanden sind, umso mehr Mutationen haben stattgefunden und umso größer ist die stammesgeschichtliche Distanz.

Es gibt verschiedene Methoden, um die Nucleotidabfolge eines DNA-Moleküls zu bestimmen. Das Verfahren von SANGER beruht darauf, dass die Replikation von DNA mithilfe von künstlich modifizierten Nucleotiden basenspezifisch abgebrochen wird. Dadurch entstehen DNA-Teilstränge von unterschiedlicher Länge. Aus deren Auftrennung durch Gelelektrophorese lässt sich dann auf die Basensequenz der DNA-Matrize rückschließen.

⑤ Der einheimische Igel wird im natürlichen System folgendermaßen eingeordnet:

Klasse: Säugetiere (*Mammalia*)

Ordnung: Insektenfresser (*Insectivora*)

Familie: Igel (*Erinaceidae*)

Gattung: Igel (*Erinaceus*)

Art: Europäischer Igel (*Erinaceus europaeus*)

⑥ Das natürliche System bildet auf der Grundlage gemeinsamer homologer Merkmale Verwandtschaftsgruppen von Organismen und ordnet diese nach abgestufter Ähnlichkeit in hierarchische (geschachtelte) Kategorien.