

Kapitel 19

Entwicklungsprozesse

- Ein vielzelliger Organismus durchläuft in seiner Entwicklung eine Reihe von Embryonalstadien, bis schließlich die Adultform erreicht wird. Die Entwicklung dauert bis zum Tod an.
[Siehe Abbildung 19.1](#)
- Wachstum resultiert aus einer Kombination von Zellteilung und Zellvergrößerung.
- Differenzierung führt zu spezialisierten Zelltypen.
- Morphogenese – die Gestaltbildung des vielzelligen Organismus – ist das Ergebnis von Musterbildung.
- Bei vielen Organismen ist das Schicksal früher Embryonalzellen noch nicht festgelegt. Diese Zellen können sich, wenn sie in eine andere Körperregion des Embryos verpflanzt werden, zu anderen Geweben entwickeln.
[Siehe Abbildung 19.2](#)
- Wenn sich der Embryo entwickelt, werden seine Zellen allmählich immer stärker determiniert (darauf festgelegt, sich zu bestimmten Zelltypen zu entwickeln). Nach der Determination differenzieren sich Zellen schließlich zu ihrer endgültigen, oft spezialisierten Form.

Die Rolle der differentiellen Genexpression bei der Zelldifferenzierung

- Die Zygote ist totipotent; sie enthält die gesamte genetische Beschaffenheit des Organismus und kann alle adulten Gewebe bilden.
- Zwei Beweislinien zeigen, dass Differenzierung keine dauerhaften Veränderungen im Genom mit sich bringt. Nach Befunden aus Kerntransplantations- und Zellfusionsexperimenten behält der Kern der differenzierten Zelle die Fähigkeit, wie ein Zygotenkern zu agieren und die Entstehung eines Gesamtorganismus zu steuern. Nach molekularen Untersuchungen enthalten alle Zellen sämtliche Gene für den Organismus, in einem bestimmten Gewebe werden aber nur gewisse Gene exprimiert.
[Siehe Abbildung 19.3](#), [Abbildung 19.14](#) und [Abbildung 19.5](#)
- Embryonale Stammzellen sind totipotent und lassen sich im Labor züchten. Bei geeigneter Stimulation durch die Umgebung können diese Zellen dazu veranlasst werden, Zellen zu bilden, die sich zu einem bestimmten Zelltyp differenzieren.
[Siehe Abbildung 19.6](#) und [Tutorium 19.1](#)

Die Rolle von cytoplasmatischer Segregation und Induktion bei der Zelldetermination

- Eine ungleiche Verteilung von cytoplasmatischen Determinanten in Eizelle, Zygote oder Embryo kann zu einer Zelldetermination führen. Wird diese Verteilung experimentell verändert, kann dies die Genexpression verändern, sodass anomale oder nicht funktionsfähige Organismen entstehen.
[Siehe Abbildung 19.7](#), [Abbildung 19.8](#) und [Tutorium 19.2](#)
- Einige embryonale tierische Gewebe steuern die Entwicklung ihrer Nachbargewebe durch die Sezernierung von Induktoren.

- Induktion erfolgt häufig wechselseitig: Ein Gewebe veranlasst ein benachbartes Gewebe, sich zu verändern, und das benachbarte Gewebe veranlasst seinerseits das erste Gewebe zur Veränderung, wie bei der Augenbildung von Wirbeltierembryonen.

[Siehe Abbildung 19.9](#)

- Bei dem Nematoden *Caenorhabditis elegans* kann die Induktion sehr präzise sein, wobei individuelle Zellen in nur zwei oder drei Nachbarzellen bestimmte Effekte bewirken.

[Siehe Abbildung 19.10](#)

Die Rolle der Musterbildung bei der Organentwicklung

- Apoptose spielt bei der Musterbildung eine wichtige Rolle. Einige Gene, deren Proteinprodukte die Apoptose regulieren, konnten identifiziert werden.

[Siehe Abbildung 19.11](#)

- Pflanzen verfügen über Organidentitätsgene, die miteinander wechselwirken, um die Bildung von Kelchblättern, Kronblättern, Staubblättern und Fruchtblättern zu bewirken. Mutationen dieser Gene können dazu führen, dass Meristemzellen ein anderes Organ bilden.

[Siehe Abbildung 19.12](#)

- Pflanzliche Organidentitätsgene codieren Transkriptionsfaktoren der MADS-Box-Familie.
- Sowohl Pflanzen als auch Tiere nutzen Positionsinformation als Basis für die Musterbildung. Geliefert wird diese Information von Morphogen-Gradienten.

Die Rolle der differentiellen Genexpression beim Entwickeln der Körpersegmentierung

- Experimente an der Taufliege *Drosophila melanogaster* haben viele Informationen über die Entwicklung der Körpersegmentierung geliefert.
- Die ersten Gene, die an der Determination der *Drosophila*-Segmentierung mitwirken, sind die Maternaleffektgene wie *bicoid* und *nanos*, die Morphogene codieren, welche in Eizellen Gradienten ausbilden. Diese Morphogene wirken auf Segmentierungsgene, um die anterior-posteriore Organisation des Embryos zu definieren.

[Siehe Abbildung 19.14](#)

- Es gibt drei verschiedenen Typen von Segmentierungsgenen. Lückengene (Gap-Gene) organisieren breite Banden längs der anterior-posterioren Achse, Paarregelgene unterteilen die Achse in Segmentpaare, und Segmentpolaritätsgene definieren die anterior-posteriore Achse eines jeden Segments.

[Siehe Abbildung 19.15](#) und [Tutorium 19.3](#)

- Segmentierung entwickelt sich als Resultat einer transkriptionell kontrollierten Kaskade, wobei das Produkt eines jeden Gens die Expression des nächsten Gens fördert oder unterdrückt.
- Eine Aktivierung von Segmentierungsgenen führt zur Aktivierung der geeigneten homöotischen Gene in jedem Segment. Die homöotischen Gene definieren die funktionellen Merkmale der Segmente.
- Mutationen homöotischer Gene rufen oft bizarre Effekte hervor und führen dazu, dass sich Strukturen an ungeeigneten Körperstellen bilden.
- Homöotische Gene enthalten eine Sequenz, die als Homöobox bezeichnet wird und die Homöodomäne codiert, eine Aminosäuresequenz, die Teil vieler Transkriptionsfaktoren ist.