

## Kapitel 20

### Die Entwicklung beginnt mit der Befruchtung

- Spermium und Eizelle liefern unterschiedliche Beiträge zur Zygote. Das Spermium liefert einen haploiden Zellkern und bei vielen Tierarten ein Centriol. Die Eizelle steuert einen haploiden Kern, Nährstoffe, Ribosomen und mRNA bei.
- Der cytoplasmatische Inhalt der Eizelle ist nicht homogen verteilt und wird nach der Befruchtung neu angeordnet, um die Hauptachsen des zukünftigen Embryos festzulegen.  
[Siehe Abbildung 20.2](#) und [Abbildung 20.3](#)

### Furchung: Das Cytoplasma wird neu verpackt

- Bei den meisten Tieren ist die Furchung eine Phase rascher Zellteilung ohne Zellvergrößerung oder Genexpression. Im Verlauf der Furchung wird das Cytoplasma der Zygote in immer kleinere Zellen verpackt.
- Das Furchungsmuster wird von der Dottermenge beeinflusst, welche die Bildung von Teilungsfurchen behindert, und von der Orientierung der Mitosespindeln. Das Ergebnis der Furchung ist eine Hohlkugel oder eine Zellmasse, die als Blastula bezeichnet wird.  
[Siehe Abbildung 20.4](#)
- Die Furchung bei Säugern ist insofern einzigartig, als die Zellteilungen sehr langsam vonstatten gehen und bereits früh im Verlauf des Furchungsprozesses eigene Gene exprimiert werden. Die Furchung führt zu einer inneren Zellmasse (Embryoblast), aus der sich der Embryo entwickelt, und einer äußeren Zellschicht, die zum Trophoblast wird. In diesem Stadium wird der Säugerembryo als Blastocyste bezeichnet.  
[Siehe Abbildung 20.5](#)
- Durch Markierung bestimmter Blastomeren und Beobachtung, welche Gewebe und Organe deren Abkömmlinge bilden, lässt sich ein Anlagenplan erstellen.  
[Siehe Abbildung 20.6](#)
- Manche Arten machen eine Mosaikentwicklung durch, bei der das Schicksal einer jeden Zelle ab dem Achtzellstadium festgelegt ist. Andere Arten, einschließlich der Wirbeltiere, machen eine regulative Entwicklung durch, bei der die übrigen Zellen Zellverluste in frühen Furchungsstadien kompensieren können.

### Gastrulation: Der Körperbauplan entsteht

- Im Verlauf der Gastrulation finden massive Zellbewegungen statt, die zur Ausbildung von drei Keimblättern führen und Zellen aus verschiedenen Regionen der Blastula in neuen Kontakt miteinander bringen.
- Der erste Schritt bei der Seeigel- und der Amphibiengastrulation besteht darin, dass bestimmte Blastomeren nach innen wandern. Der Ort dieser Einwärtsbewegung wird zum Urmund (Blastoporus). Die in die Blastula wandernden Zellen werden zum Entoderm und zum Mesoderm; die außen verbleibenden Zellen werden zum Ektoderm. Cytoplasmatische Faktoren in den Zellen am vegetativen Pol sind wesentlich für die Einleitung der Entwicklung.  
[Siehe Abbildung 20.8](#) und [Abbildung 20.9](#)
- Die Amphibiengastrulation kommt in Gang, wenn Zellen aus dem grauen Halbmond ins Blastocoel wandern. Diese Einwärtswanderung erzeugt den Urmund.

- Die dorsale Urmundlippe ist ein entscheidender Ort für die Zelldetermination. Sie wird als Spemann-Organisator bezeichnet.  
[Siehe Abbildung 20.9](#), [Abbildung 20.10](#), [Abbildung 20.11](#), [Tutorium 20.1](#) und [Tutorium 20.2](#)
- Das Protein  $\beta$ -Catenin aktiviert eine Signalkaskade, die den Spemann-Organisator induziert und die anterior-posteriore Körperachse festlegt.  
[Siehe Abbildung 20.12](#)
- Links-rechts-Asymmetrien werden wahrscheinlich im Verlauf der Gastrulation von der asymmetrischen Verteilung früher Transkriptionsfaktoren kontrolliert.
- Die Gastrulation von Reptilien und Vögeln unterscheidet sich von derjenigen bei Seeigeln und Fröschen, weil die große Dottermenge in ihren Eiern dazu führt, dass die Blastula eine flache Keimscheibe bildet.  
[Siehe Abbildung 20.13](#)
- Obwohl die Eier von Säugern keinen Dotter haben, ähnelt ihr Gastrulationsmuster demjenigen von Vögeln und Reptilien.

### Neurulation: Das Nervensystem wird angelegt

- Auf die Gastrulation folgt die Organogenese. Zellen, die über die dorsale Urmundlippe wandern, sind dazu bestimmt, sich zur Chorda dorsalis zu entwickeln. Die Chorda dorsalis veranlasst das darüber liegende Ektoderm, sich zu verdicken, parallele Wülste zu bilden und sich so einzufalten, dass sich unter dem epidermalen Ektoderm ein Neuralrohr bildet. Aus dem Neuralrohr entwickelt sich das Nervensystem.  
[Siehe Abbildung 20.15](#)
- Die Chorda- und die Neuralleistenzellen tragen zur segmentalen Organisation von Gewebeblöcken (Somiten) entlang der Körperlängsachse bei. Währenddessen bilden sich die Anlagen für Organe und Organsysteme aus.  
[Siehe Abbildung 20.16](#)
- Bei Säugern bestimmen vier Hox-Gen-Familien das Muster der anterior-posterioren Differenzierung entlang der Körperlängsachse. Andere Gene, wie *sonic hedgehog*, tragen zur dorso-ventralen Differenzierung bei.  
[Siehe Abbildung 20.17](#)

### Extraembryonale Membranen

- Die Embryonen von Reptilien, Vögeln und Säugern werden von vier Embryonalhüllen geschützt und ernährt. Bei Vögeln und Reptilien umgibt der Dottersack den Dotter und versorgt den Embryo mit Nährstoffen, das Chorion kleidet die Eischale aus und nimmt am Gasaustausch teil, das Amnion umgibt den Embryo und schließt ihn in einem wässrigen Medium ein, und die Allantois speichert Stoffwechselschlacken und beteiligt sich ebenfalls am Gasaustausch.  
[Siehe Abbildung 20.18](#) und [Aktivität 20.1](#)
- Bei Säugern treten Chorion- und Trophoblastenzellen mit dem mütterlichen Uterus in Wechselbeziehung, um eine Placenta zu bilden, die den Embryo mit Nährstoffen versorgt und für den Gasaustausch sorgt. Das Amnion schließt den Embryo in einem wässrigen Medium ein.  
[Siehe Abbildung 20.14](#) und [Abbildung 20.19](#)
- Fruchtwasserproben oder Gewebeproben aus dem Chorion können auf das Vorliegen von Erbkrankheiten untersucht werden.  
[Siehe Abbildung 20.20](#)

## **Die Entwicklung des Menschen**

- Beim Menschen lässt sich die Schwangerschaft in drei Trimester einteilen. Im ersten Trimester bildet sich der Embryo; in dieser Zeitspanne reagiert er besonders empfindlich auf Umweltfaktoren, die zu Missbildungen führen können. Im zweiten und dritten Trimester wächst der Embryo heran, die Gliedmaßen verlängern sich, und die Organsysteme reifen.
- Hormonelle Veränderungen halten die Schwangerschaft aufrecht und rufen darüber hinaus bei der Mutter Schwangerschaftssymptome hervor.
- Die Entwicklung setzt sich während der Kindheit und das ganze Leben hindurch fort.