

Embryonalentwicklung

Furchung

führt von einem einzelligen zu einem organisierten vielzelligen Lebewesen

= Blastogenese

- erste Phase der Embryonalentwicklung der vielzelligen Tiere
- Zellteilung durch Abschnürung
- das befruchtete Ei teilt sich schrittweise in kleinere Furchungszellen (Blastomere)
- der Embryo vergrößert sich dabei nicht

erste Fruchungsteilungen verlaufen sehr schnell

nur Replikation der DNA und Mitosen

Transkription und Translation finden nicht statt

Transkripte stammen von der Eizelle (→ maternaler Effekt)

Furchung endet mit der erstmaligen Nutzung embryoeigener Gene

mütterliche Effekte

verursacht durch Genprodukte der Mutter oder niedermolekulare Substanzen, die während der Oogenese von der Mutter im Ei-Cytoplasma abgelagert wurden

Polarität oft durch mütterliche Polarität bestimmt

kopfwärts: Vorderpol / dorsalwärts: Dorsalseite

Polarität oft durch mütterliche Gene bestimmt

Drosophila-Mutante *bicoid*: defekte mRNA von Mutter im Ei,

Bicoid-Protein kann nicht gebildet werden → kein Konzentrationsgefälle

→ kein Kopf

frühe Phase des Wachstums

Kern-Plasma-Relation steigt an

Anteil Chromatin steigt an, Cytoplasma bleibt ± konstant

Erreichen einer bestimmten Kern-Plasma-Relation

Zellzyklus verlangsamt sich

→ Transkription des zygotischen Genoms beginnt

äußerer Furchungsablauf

→ durch Verteilung und Menge von Dotter und Cytoplasma bestimmt

Dottermenge:

Eier können **oligolecithal** (wenig Dotter)
oder **polylecithal** (viel Dotter) sein

→ Dottermenge hängt vom Entwicklungsmodus der Art ab

Larvenstadium mit **früher Nahrungsaufnahme** → **oligolecithal**

z.B. einheimische Frösche mit Kaulquappen-Stadium
od. Versorgung über Plazenta

Larvenstadium mit **später Nahrungsaufnahme** → **polylecithal**

z.B. Reptilien, Vögel
od. eierlegende Säugetiere

Dotterverteilung:

Dotter ist **isolecithal** (gleichmäßig) verteilt

Dotter ist **telolecithal** (am vegetativen Ende) konzentriert

Furchungsarten

holoblastisch = totale Furchung:

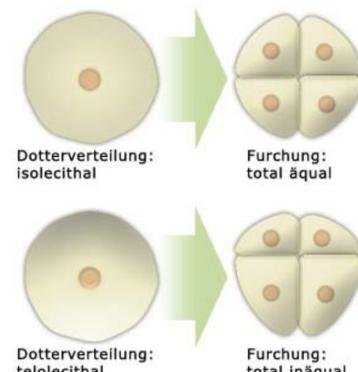
Dottermenge relativ gering, Furche schnürt das Ei komplett durch

total-äquale Furchung:

entstehende Zellen nahezu gleich groß
(Schwämme, Nesseltiere, Stachelhäuter)

total-inäquale Furchung:

entstehende Zellen sind verschieden groß
(Amphibien)

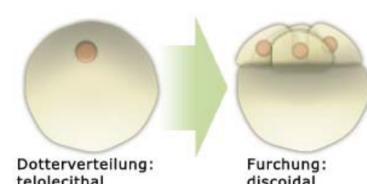


meroblastisch = partielle Furchung:

dotterreiche Eier, Furchung unvollständig

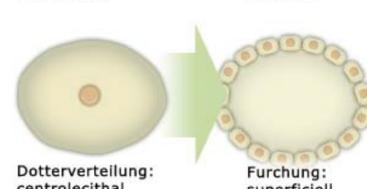
partiell-discoidal:

dotterreiche Eier, telolecithal
Kern und Plasma sitzen dem Dotter auf → Keimscheibe
(Kopffüßer, Fische, Vögel, ...)



partiell-superfiziell:

Kern inmitten der Dottermasse
Kernteilungen, aber zunächst keine Zellteilungen
(Insekten)

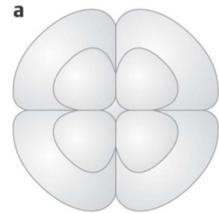


Holoblastische Furchung

Einteilung nach Lage der Blastomere

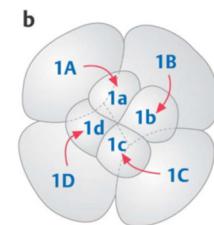
Radiärfurchung:

Zellteilung entsprechend Meridianen und Äquatorialebenen
regelmäßig
(Schwämme)



Spiralfurchung:

bei der 3. Teilung stehen die Teilungsspindeln nicht parallel,
sondern schräg zur animalen-vegetativen¹ Achse
(Weichtiere)



→ wichtig: Spiralquartett-4d-Furchung

Frühentwicklung von Drosophila

→ meroblastisch/partiell-superfiziell, polylecithale Eier mit centrolecithaler Verteilung

nach der Befruchtung und der Verschmelzung der Kerne erfolgen mehrere Kernteilungen ohne Ausbildung von Zellmembranen

⇒ Embryo aus einer Zelle mit vielen Zellkernen (synzytiales² Blastoderm)

Kerne wandern früh in die Peripherie (Cortex) des Embryos

einige Kerne werden im posterioren³ Polplasma eingeschlossen

→ entwickeln sich unabhängig der anderen Kerne

→ daraus entwickeln sich die Keimzellen

Blastodermstadium:

Einstülpung und Wachstum der äußeren Zellmembran in die Regionen zwischen den einzelnen Kernen → „zelluläres Blastoderm“

→ erstes einschichtiges Epithel der entstehenden Fliege

Blastodermzellen durch Cytoplasmakanäle mit Dotter verbunden

Entwicklungsschicksal der Blastodermzellen hängt von der Position im Cortex ab

⇒ Zugang zu asymmetrisch verteilten, morphogenen Genprodukten auf bestimmte Kerne beschränkt

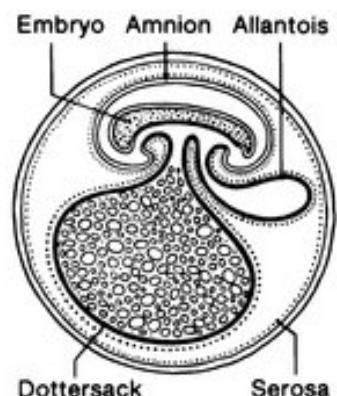
¹ animaler Pol: Teil der Blastozyste, der sich als erstes in die Uterusschleimhaut einnistet. In diesem Bereich sitzt im Innenraum der Blastozyste der Vorläufer des Embryo. gegenüberliegender Eipol: vegetativer Pol

² Syncytium: mehrkernige (polyenergide) Zelle

³ hinten liegend, Hinterende des Embryos

Amniota: Gruppe von Wirbeltieren (Reptilien, Vögel, Säugetiere), bei denen der sich entwickelnde Embryo schützende Embryonalhüllen bildet und sich in einer mit Amnionflüssigkeit (Fruchtwasser) gefüllten Amnionhöhle entwickelt
→ Unabhängigkeit vom Wasser

(= Evolution der Keimscheibe & sehr dotterreicher Eier)?



Entwicklung der Plazenta

- = Verbindungsorgan zwischen Embryo und dem mütterlichen Organismus bei Höheren Säugetieren
- Stoff- und Gasaustausch zwischen mütterlichem Blut und dem Blut des Embryos
- Plazentabildung erlaubt eine verlängerte Entwicklung des Embryos innerhalb der Gebärmutterhöhle

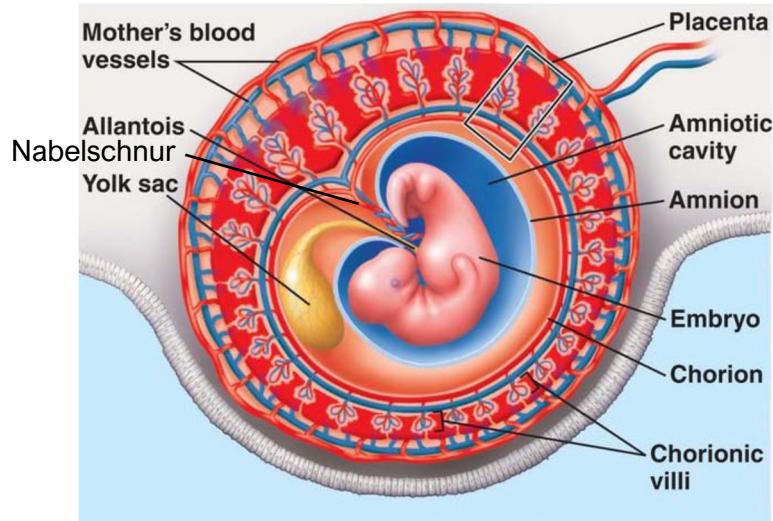
Ausbildung der Plazenta beim Menschen

mütterlicher Anteil: Uteruswand (Gebärmutterschleimhaut)

embryonaler Anteil: Chorion = Serosa; äußere der 2 Embryonalhüllen bei Amniota bildet Zotten, die sich in die Gebärmutter eindringen
+ Allantois Ausstülpung des embryonalen Darms (Urharnblase)
= Chorioallantois

- 1) Blastocyste⁴ löst die obersten Schichten der vorbereiteten Gebärmutterschleimhaut auf und wird von ihr umwachsen
- 2) Trophoblast des Keims bildet die ersten Zotten (Ausstülpungen, die durch weiteren Abbau der Schleimhaut tiefer eindringen)
→ bildet mit dem Chorion den embryonalen Teil der Plazenta
- 3) bei der Histolyse der Schleimhaut werden auch die mütterlichen Blutgefäßwände aufgelöst, sodass arterielles Blut in den embryonalen Teil der Plazenta eintritt und von den ebenfalls offenen Venen wieder aufgenommen wird
- 4) zu Beginn des 2. Monats entstehen in den Zotten bluthaltige Hohlräume, die Anschluss an das extraembryonale Blutgefäßsystem erhalten

⁴ Embryonalstadium der Säuger; bestehend aus Trophoblast, enthält an einer Stelle innen den Embryoblast
Embryoblast: fortgeschrittenes Furchungsstadium;
Trophoblast: Spezialorgan zur Implantation in die Uterusschleimhaut



Funktionen der Plazenta

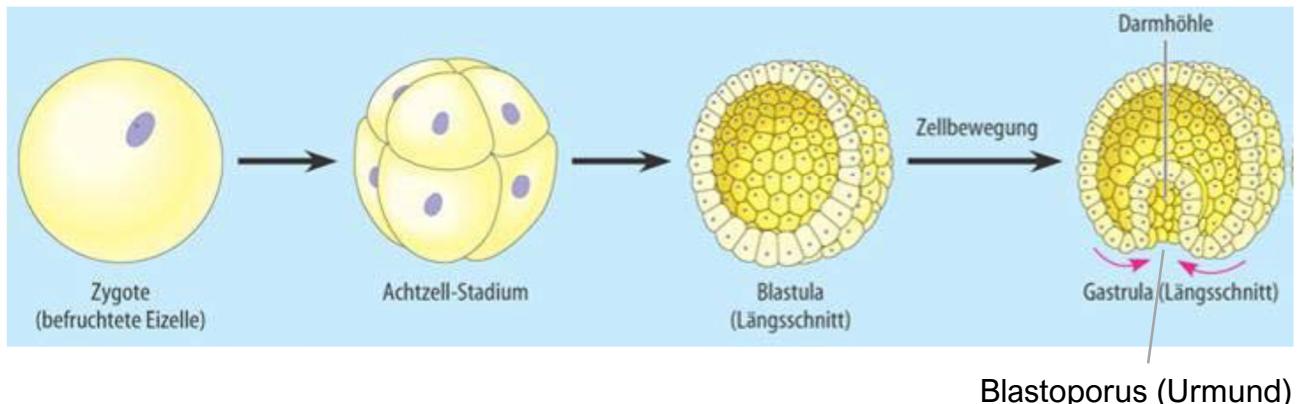
- Atmungsorgan
- Darm
- Leber
- Niere
- Schutzorgan (verhindert Übertritt gefährlicher Stoffe in den fetalen Kreislauf)
- Hormondrüse (Gonadotropin zur Erhaltung der Schwangerschaft)

Keimblätterbildung

Keimblätter: Zellschichten, die sich in der Embryonalentwicklung sondern und die Organe verschiedener Körperschichten bilden

Gastrulation

→ Entstehung der primären Keimblätter **Ektoderm**⁵ und **Entoderm**⁶ durch Einstülpung der Blastula



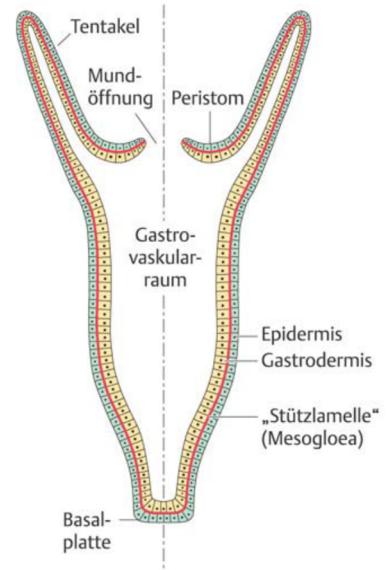
⇒ **permanenter Zweiweg-Darm (Gastrovaskularsystem)**

„Magen“ der Nesseltiere; Hohlraumsystem durch Taschen oder Kanäle;
dient auch zur Verteilung der Nährstoffe

⇒ **Blastocoel (Keimhöhle)**
primäre Leibeshöhle

→ Vielzeller sind ursprünglich **diploblastische** Organismen

Blastoporus → Mundöffnung = Protostomier
Anus = Deuterostomier



⁵ bildet vor allem Epidermis und Nervengewebe und ist am Aufbau der Hauptsinnesorgane beteiligt

⁶ bildet den Magen-Darm-Trakt samt den abgeleiteten Organen (z.B. Leber, Lunge, endokrine Drüsen)

Triploblastische Organismen

Bildung des dritten Keimblatts

→ Mesodermbildung meist nach der Gastrulation

Entstehung durch: Epitheleinfaltung

Immigration von Einzelzellen in die primäre Leibeshöhle

Urmesodermzellen (4d-Zelle bei der Spiralfurchung)

Zellen meist aus dem Entoderm

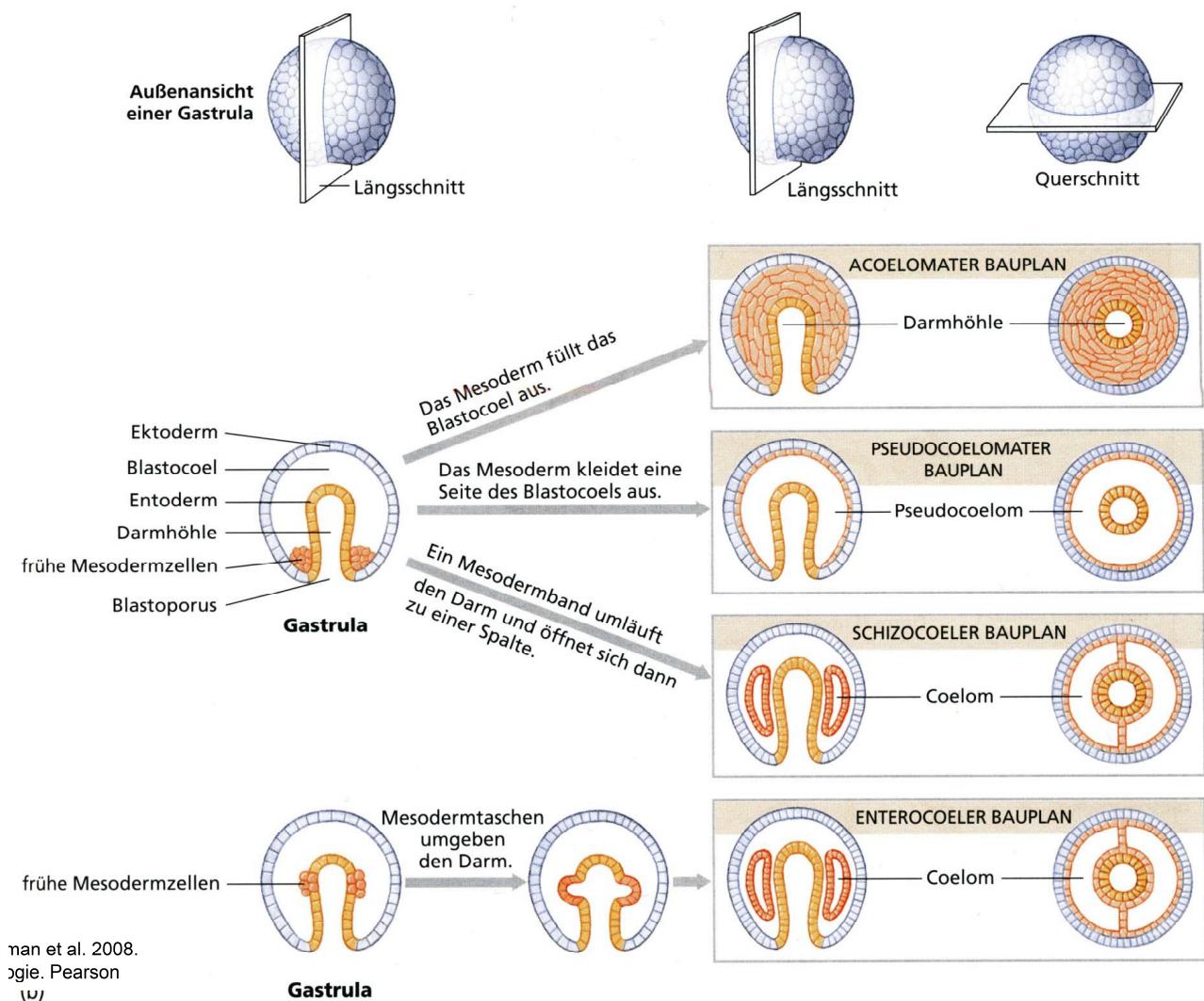
→ kommt zwischen Entoderm und Ektoderm zum Liegen

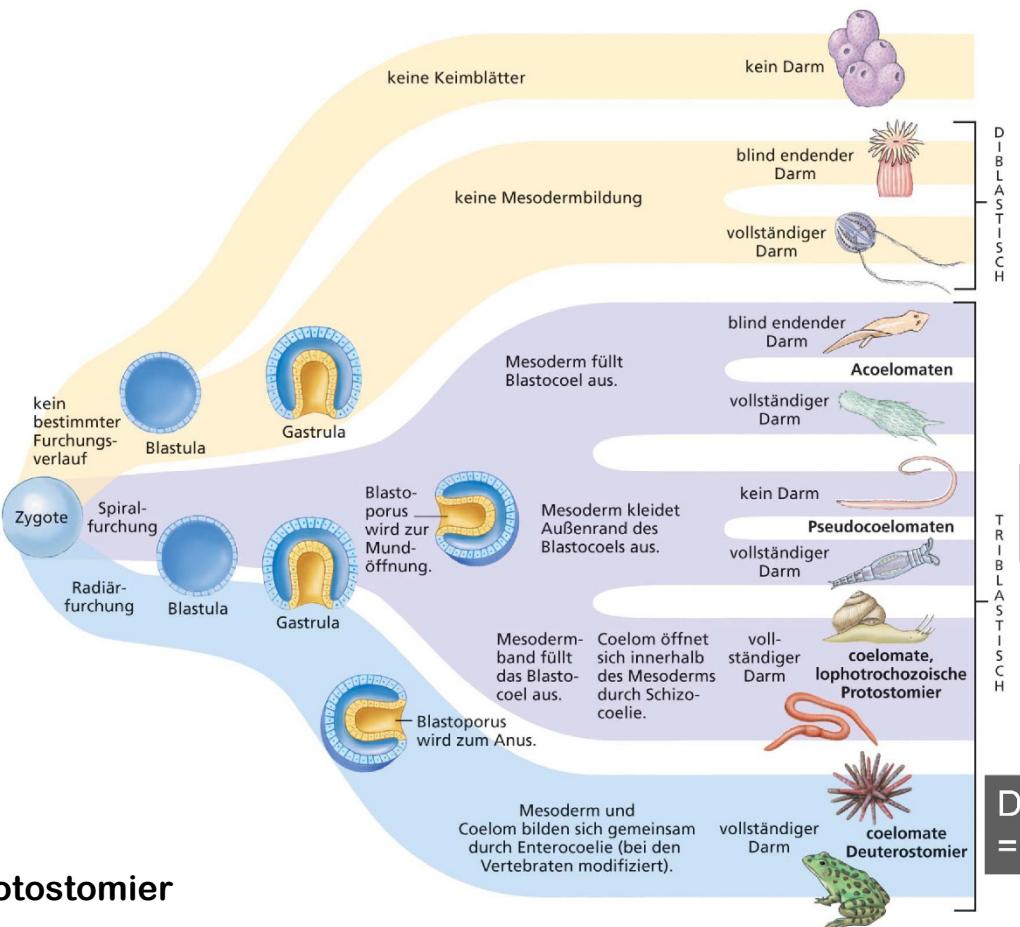
Folge: neue Positionen der Zellen → neue Wechselwirkungen

→ weitere Gestaltung des Bauplans

Hohlraum im Mesoderm = **Coelom** (sekundäre Leibeshöhle)

→ verdrängt das Blastocoel (primäre Leibeshöhle) (außer beim Pseudocoelom)





Protostomier
= Urmünder

Deuterostomier
= Neumünder

78

Protostomier

→ Urmund wird zum definitiven Mund

meist Spiralfurchung

→ Mesoderm aus 4d Zelle!

meist frühe Festlegung des Zellschicksals

(keine normale Entwicklung bei Ausfall von Blastomeren)

Beispiele: Plattwürmer (acoelomat)
Fadenwürmer (pseudocoelomat)
Weichtiere, Rundwürmer (coelomat)

wenn Coelom, dann meist durch Schizocoelie entstanden

Coelom flüssigkeitsgefüllt + Mesoderm mit Muskelschichten → hydrostatisches Skelett

Deuterostomier

→ Urmund wird zum After / Sekundäröffnung wird zum Mund

meist Radiärfurchung

meist regulative Entwicklung

→ Schicksal der Zelle hängt von Wechselwirkungen mit Nachbarzellen ab

→ Verlust von Zellen kann kompensiert werden

Enterocoelie: Mesoderm und Coelom entstehen gleichzeitig

Entwicklung von Organsystemen bei Säugetieren

→ Derivate der Keimblätter

Ektoderm

- Außenepithel und Derivate
- Neuralrohr (u.a. Gehirn, Rückenmark, motorische Nerven)
- Neuralwulst (u.a. sensorische Nerven, Schädel, Kiemenbögen)
- Sinnesorgane

Entoderm

- Verdauungsorgane (Magen-Darm)
- Leber, Bauchspeicheldrüse
- Epithel der Atemwege, Lungen
- Harnblase, Harnröhre

Mesoderm

- Chorda dorsalis (urspr. Achsenknochen, bei Vertebraten reduziert, durch Wirbelsäule ersetzt)
- Kreislaufsystem
- Somiten (Ursegmente), glatte Muskulatur der Eingeweide
- Knochen
- Urogenitalsystem (Harn- und Geschlechtsorgane morphologisch-funktionell miteinander verknüpft)

Herz:

erstes, funktionsfähiges embryonales Organ (Hühnchen: Herzschlag schon am Tag 2 der Brutphase)

Zuckbewegungen nach Zusammenlagerung der Zellen

Rhythmischer Schlag folgt

Herzkammern entstehen

Sinusknoten (legt Herzschlag fest (Schrittmacher))

→ Nährstoffversorgung für Wachstum des Embryos