

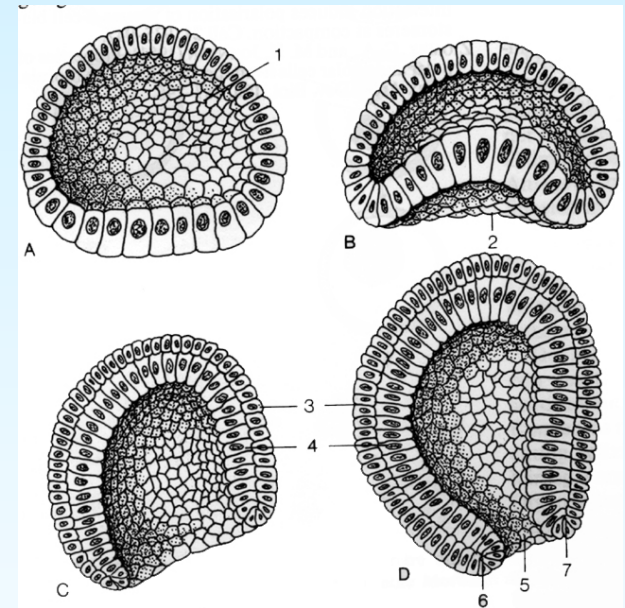
# Gastrulation

*"It is not birth, marriage, or death, but gastrulation, which is truly the most important time in your life."*

Lewis Wolpert (1986)

Gesamtheit der morphogenetischen Prozesse zur Bildung der Keimblätter und der Körpergrundgestalt aus der Blastula

Ursprünglich Bezeichnung für die Urdarmbildung durch Einstülpung der Blastula



Gastrulation des Amphioxus durch Einstülpung der Blastula

# Gastrulation bei Säugern

- Umwandlung des Embryoblasten in die Keimscheibe
- Bildung des Amnion
- Bildung des Hypoblasten bzw. des Entoderms
- Bildung von Primitivstreifen und Mesoderm
- Bildung der Körperachsen
- Anlage der Primitivorgane
- Neurulation
- Entwicklungen des Mesoderm
- Bildung des Coeloms
- Kranio-kaudale und laterale Abfaltung der Keimscheibe und Anlage des Darmes

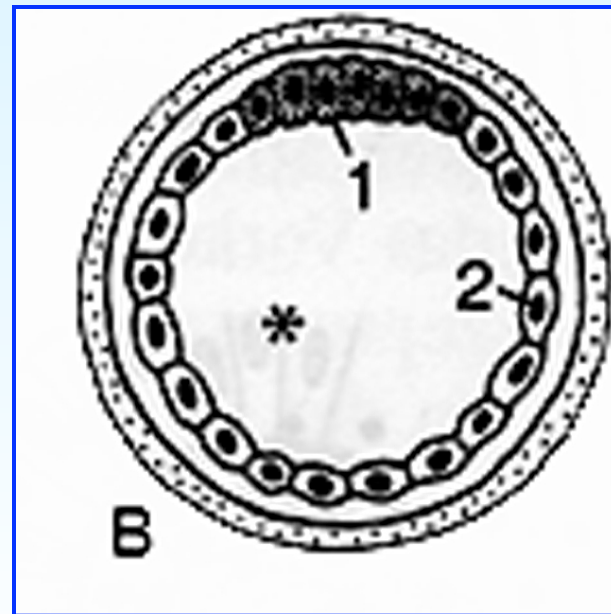
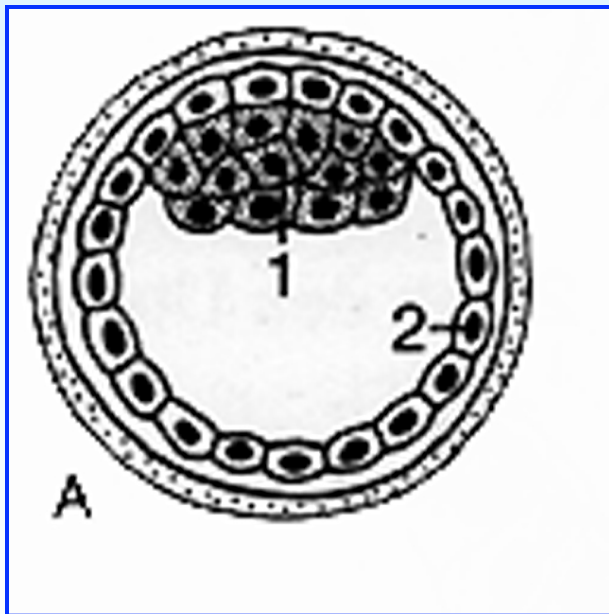
# Ausgangspunkt: die Blastozyste

Embryoblast (Embryonalknoten)

Trophoblast

Blastocoel

Zona pellucida



# Keimblätter

## Keimblätter: flächenhafte Zellverbände

- erste Differenzierung des Embryos
- Ausgangspunkt für die Entwicklung von Strukturen, Geweben und Organen

Ektoderm → Zentralnervensystem, Sinnesepithelien, Epidermis

Mesoderm → Binde- und Stützgewebe, Muskulatur, Blut-/Lymphgefäße, Blut-, Lymphzellen, Milz, Reproduktionsorgane

Entoderm → Epithelien des Verdauungskanals, Athmungsapparates, von Drüsen, Leber, Pankreas, Harnblase, Harnröhre

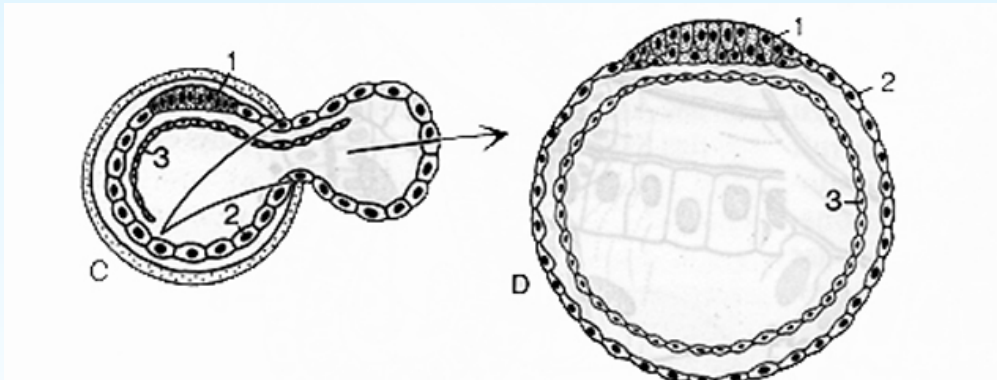
Keimblatt: deskriptiver Begriff (Kaspar Friedrich Wolff (1733 – 1794))

keine histogenetische Spezifität

# Bildung des Entoderms durch Delamination

## Bei Säugetieren und Vögeln:

- Umwandlung des Embryoblast in Keimscheibe
- **Hypoblast**, entstanden durch Delamination
  - breitet sich innen entlang des Trophoblasten aus
    - primitives **Entoderm**
    - **Archenteron** (Ergänzungshöhle, primitiver Darm)  
der größte Teil wird später Dottersack



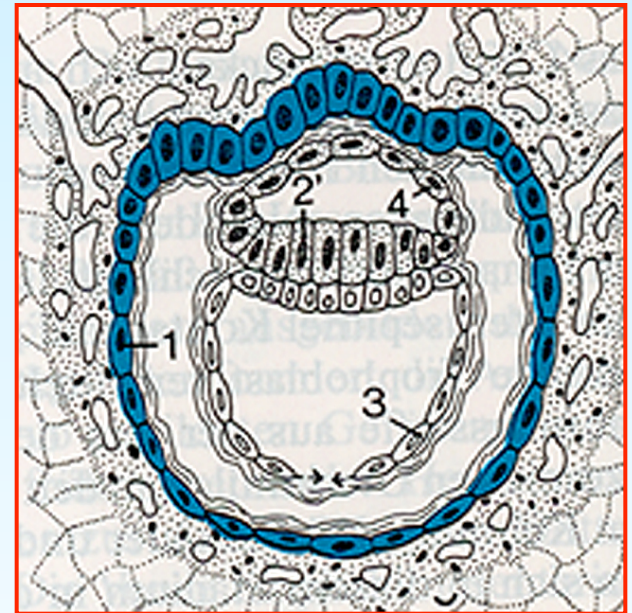
# Entwicklung des Spaltamnion (Schizamnion) beim Menschen

Bei Primaten:

Embryozyste bleibt erhalten

Dach: Amnionepithel

Boden: Keimscheibe

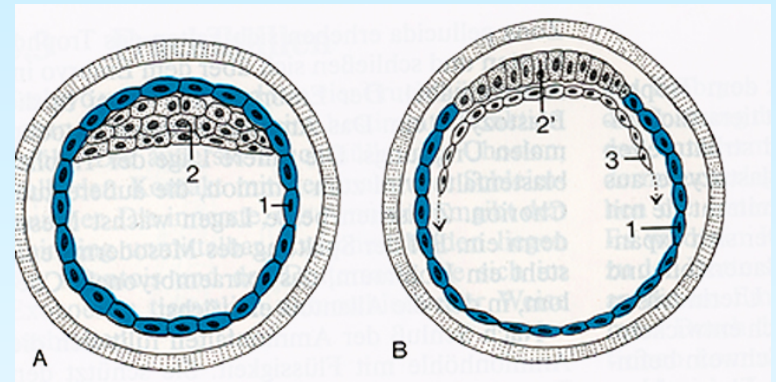


# Entwicklung eines Faltamnion

Rauber Deckschicht = Trophoblastenteil über dem Embryoblast

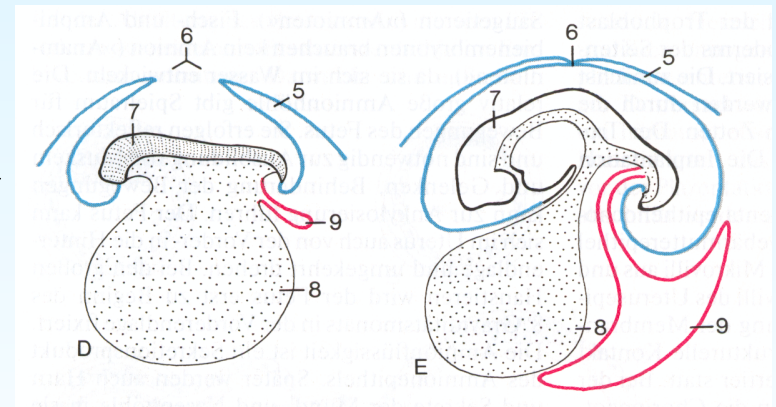
Raubtiere:

Embryoblast wird als  
einschichtige Keimscheibe in  
Den Trophoblasten eingegliedert



Huftiere

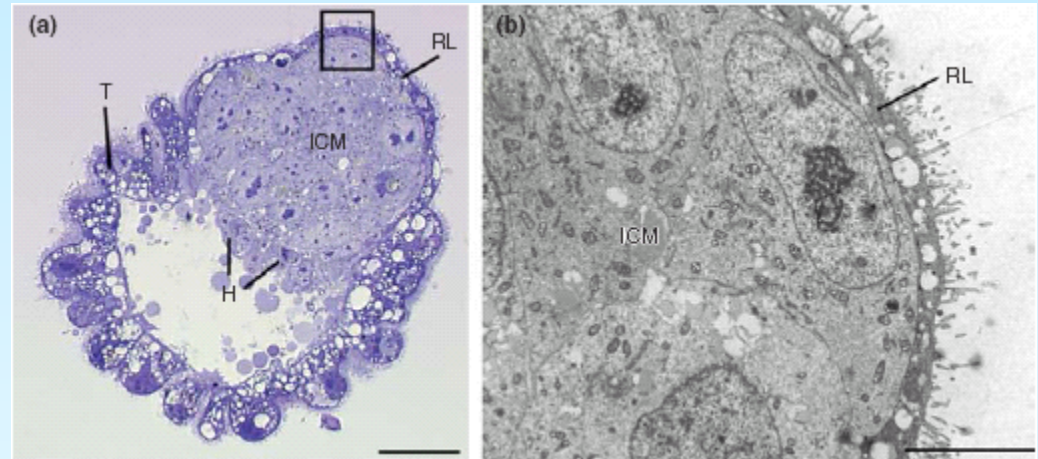
Degeneration der Rauber Deckschicht



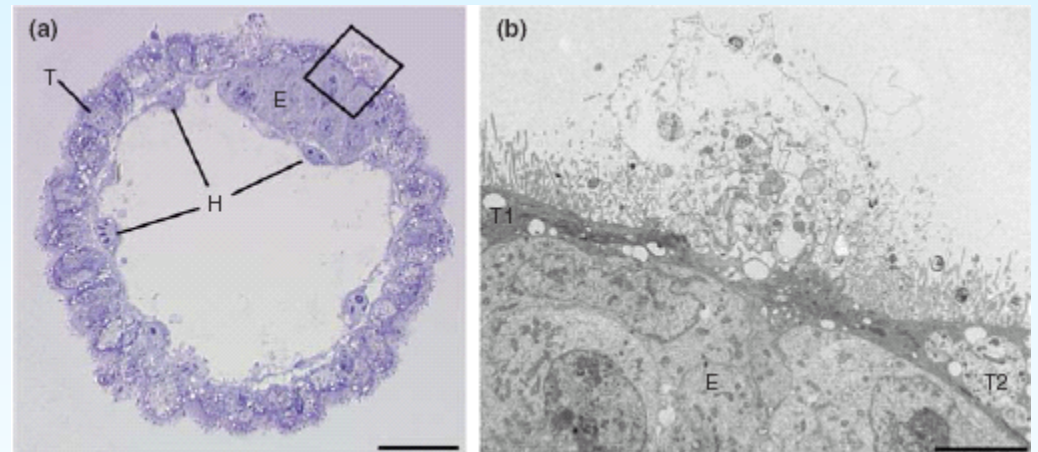
Falten des Trophoblasten schließen sich über dem Embryo  
im Amnionnabel

# Entwicklung des Faltamnions beim Rind

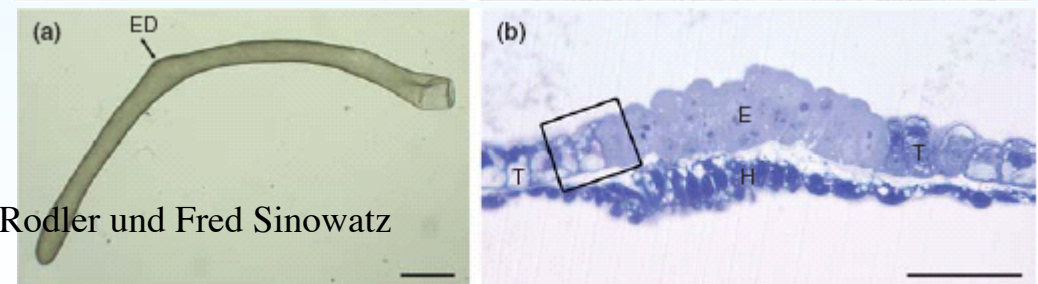
9 Tage p. ins.



11 Tage p. ins.



14 Tage p. ins.



Daniela Rodler und Fred Sinowatz



# Formveränderung der Blastozyste nach dem Schlüpfen

Pferd: rund / queroval

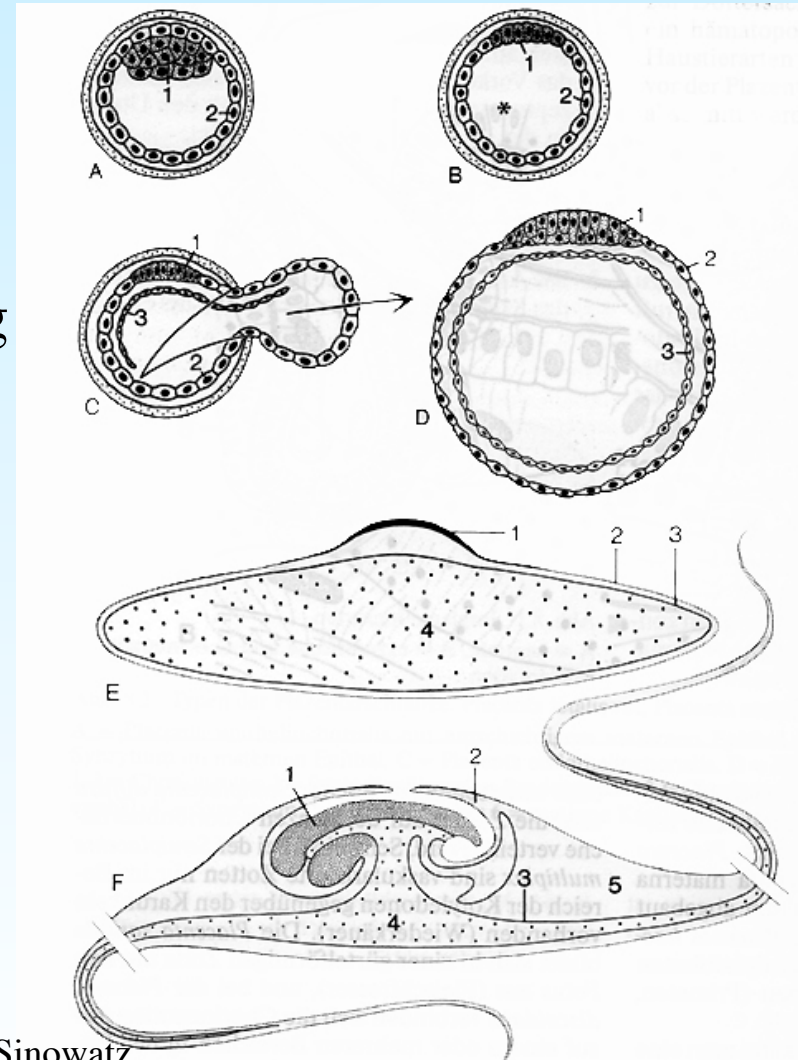
Vergrößerung auf 6,5 cm

Fleischfresser: zitronenförmig

Wiederkäuer, Schwein: schlauchförmig

Schaf bis 50 cm

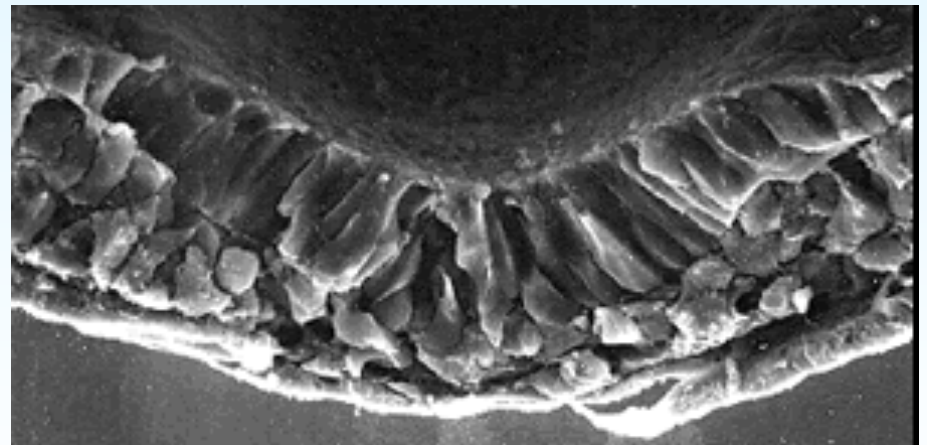
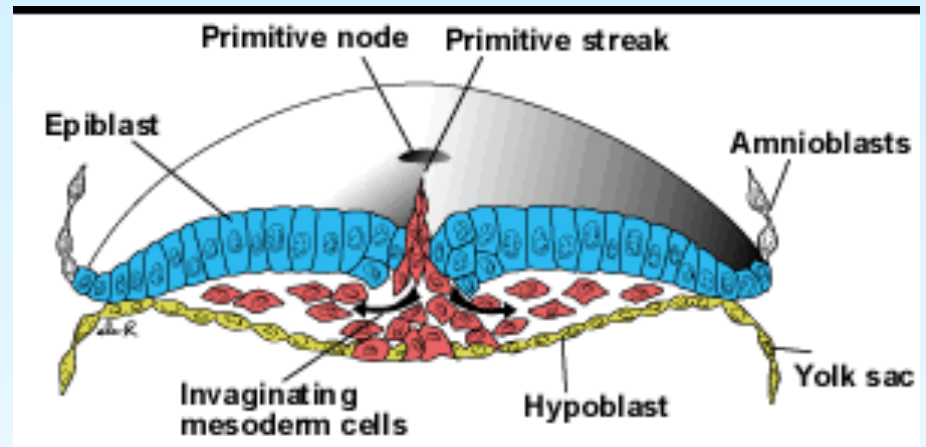
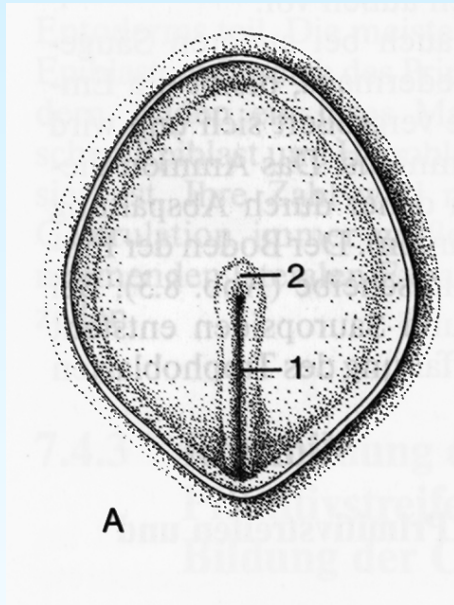
Schwein bis 1,5 m



# Bildung des Mesoderm

Drittes Keimblatt

Mesenchym: embryonales Bindegewebe



# Primitivbildungen

## Entstehung der Körperachsen

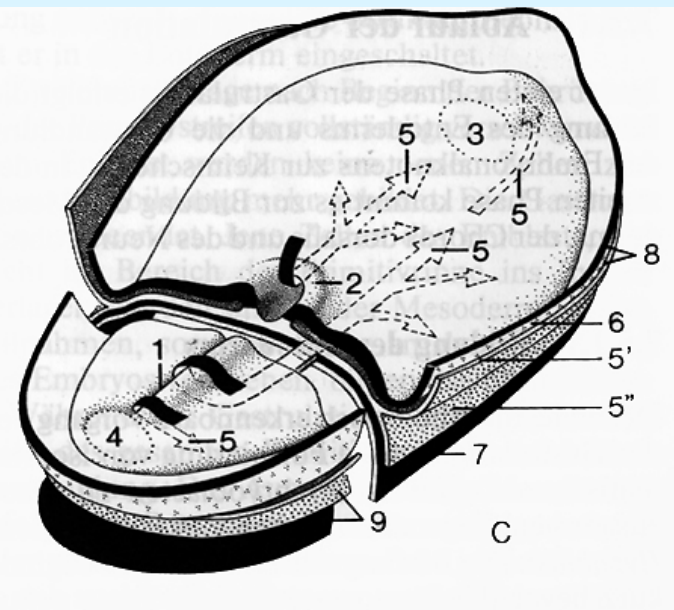
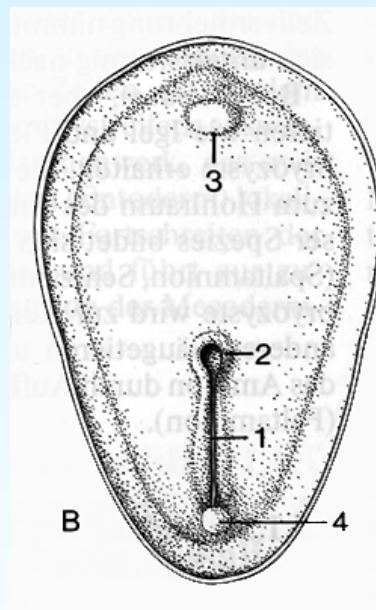
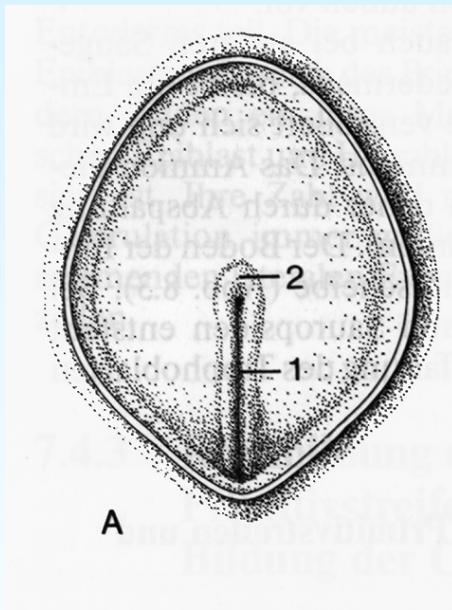
Primitivstreifen

Primitivrinne

Primitivknoten

Proliferationszentren für die Bildung

- des Mesoderms
- der Chorda dorsalis



Chordafortsatz → hinterer Teil der Chorda

Prächordalplatte → vorderer Teil der Chorda

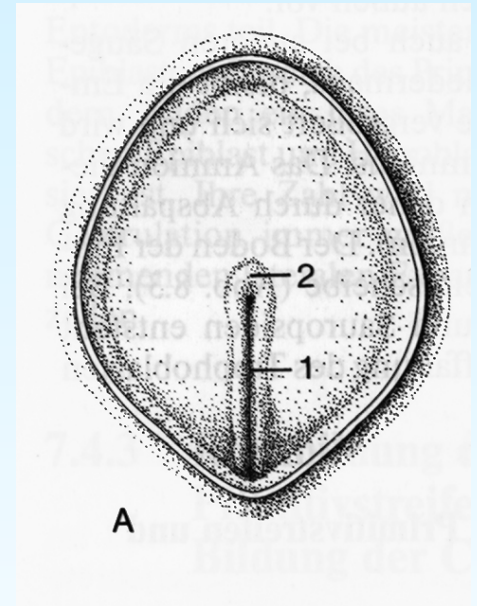
# Entwicklung der Links-Rechts-Asymmetrie

Anlage asymmetrischer Organe (Herz etc.):

- Unilaterale Expression von Genen bzw. Proteinen im Primitivknoten

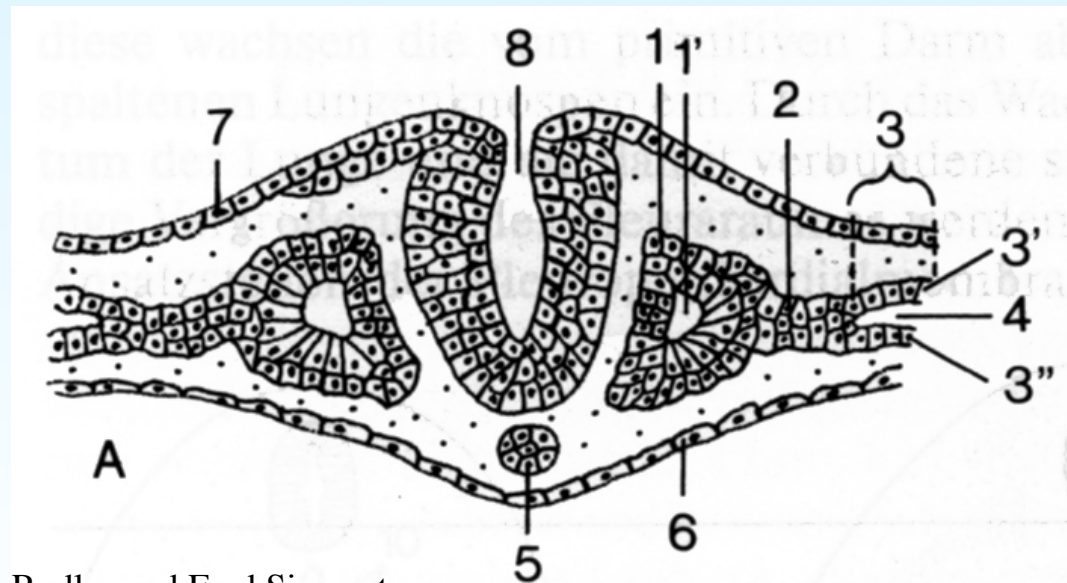
z. B.

- Sonic hedgehog SHH (li)
- NODAL (li)
- LEFTY (left-right determination factor) (li)
- Snail (re)
- FGF8 (re)
- Zilienbewegung im Primitivknoten
  - Kartagener Syndrom mit Situs inversus bei kongenitalem Defekt der Zilienbeweglichkeit



# Anlage der Primitivorgane

- Chorda dorsalis
- Neuralrohr
- paraxiales Mesoderm (Somiten)
- laterales Mesoderm (Seitenplatten)
- intermediäres Mesoderm
- primitives Darmrohr

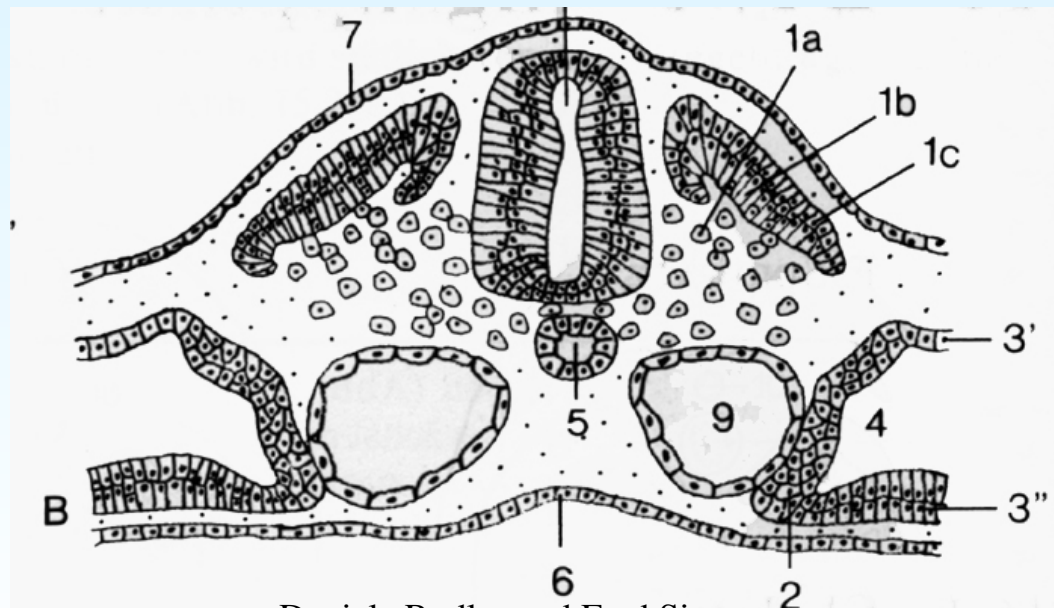


Daniela Rodler und Fred Sinowatz

# Chorda dorsalis

Medianer mesodermaler Zellstrang

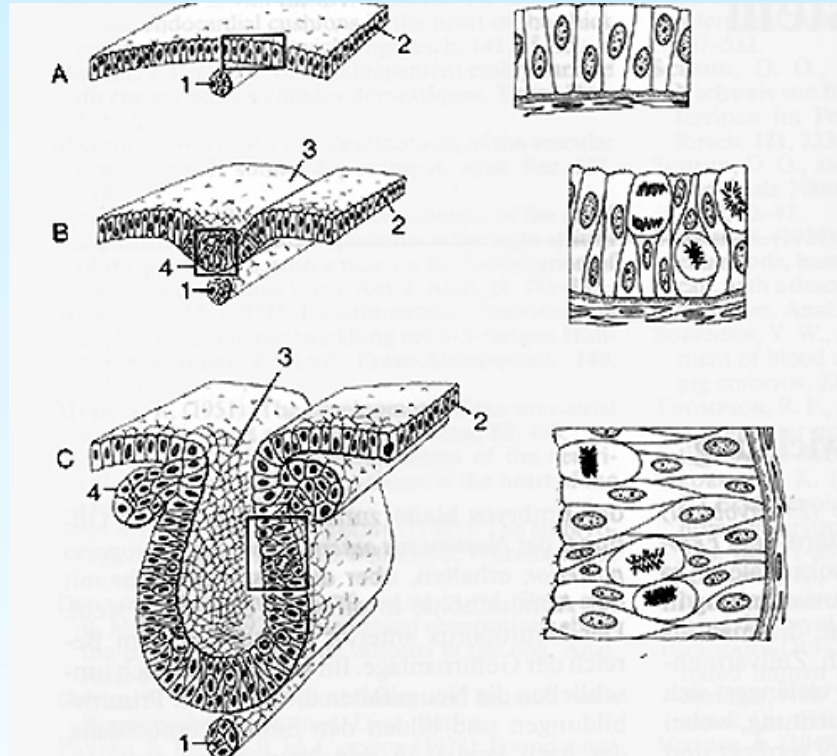
- primitives Stützgerüst
- induziert im Ektoderm die Anlage des Zentralnervensystems
- Überrest: Nucleus pulposus



Daniela Rodler und Fred Sinowatz

# Neurulation

Neuralplatte → Neuralrinne → Neurfalten → Neuralrohr



# Differenzierungen des Neuralrohrs

Kranialer Abschnitt → Gehirnanlage

Kaudal: Medullarrohr → Rückenmark

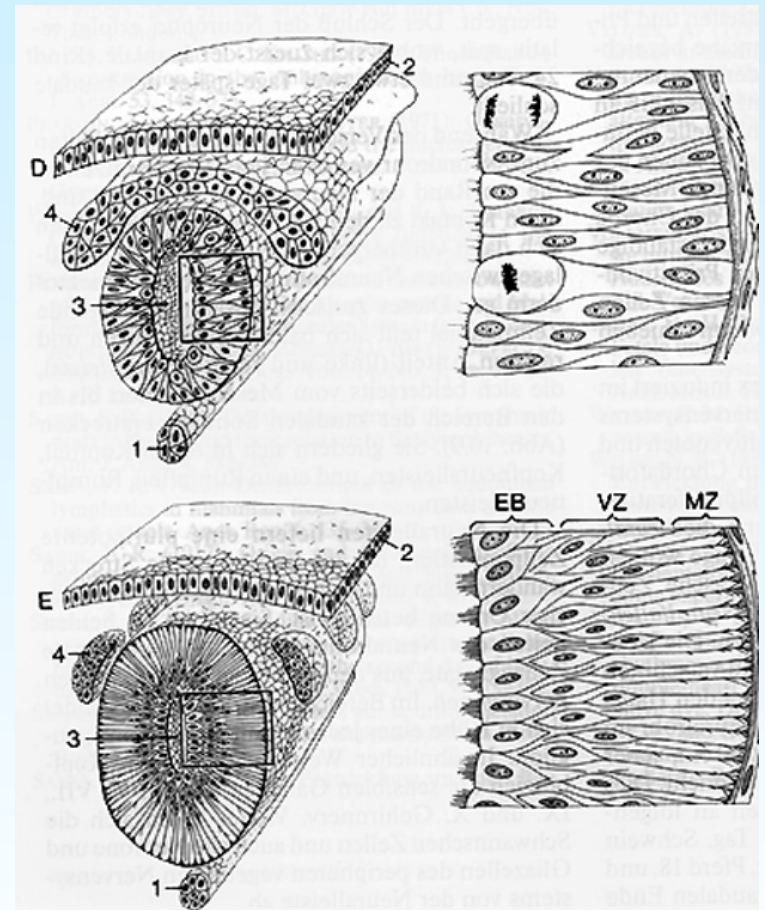
Neuralleisten →

- Spinalganglien, vegetative Ganglien
- Ganglien Hirnnerven V, VII, IX, X
- Schwann Zellen, Pigmentzellen,
- Zellen des Nebennierenmarks

Ohrplakoden

Linsenplakoden

Nasenplakoden



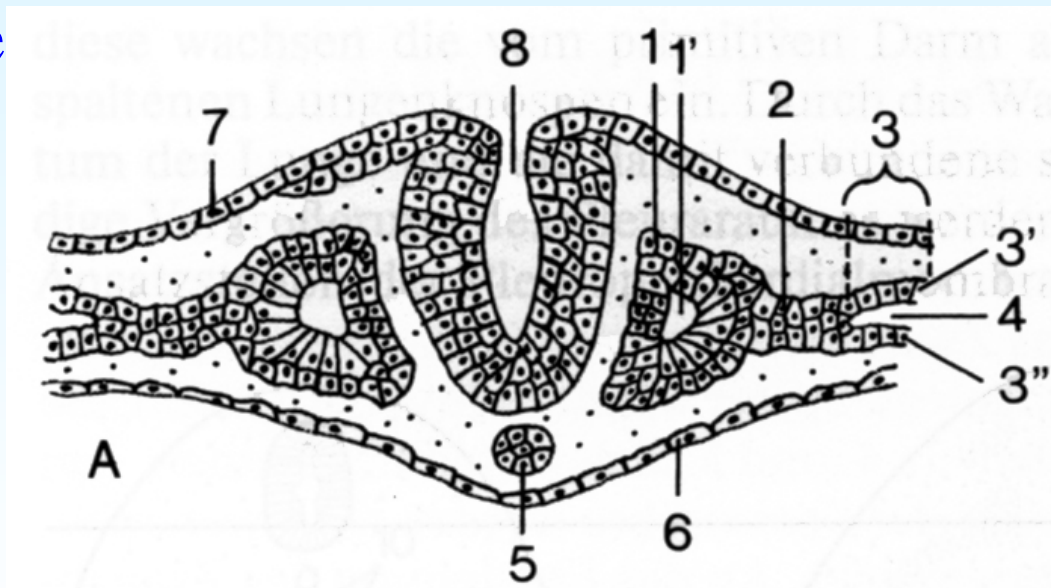


# Entwicklungen des Mesoderm

Paraxiales Mesoderm (Mesoblast der Stammzone)

Laterales Mesoderm (Mesoblast der Seitenzone)

Interme



# Paraxiales Mesoderm

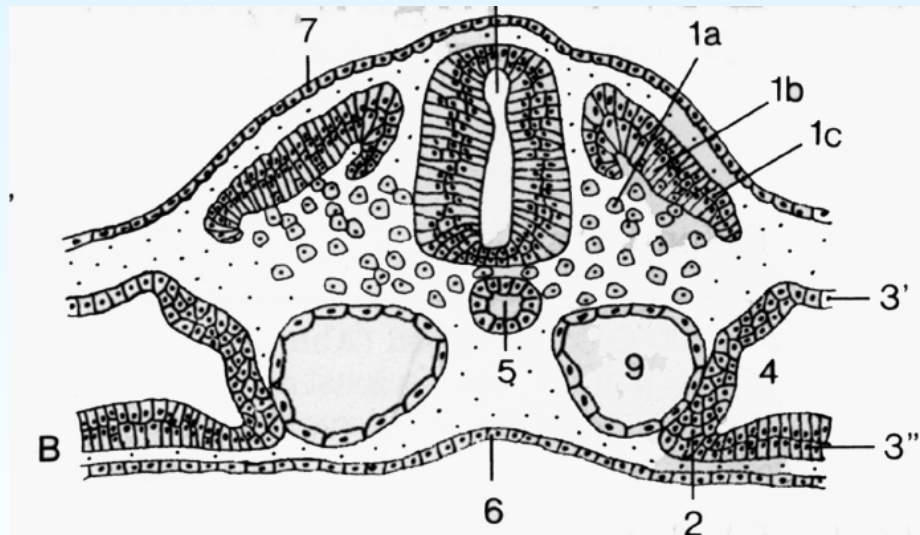
Somiten (Urwirbel)

nach Auflösung des Myocoel

ventromediale Wand → Sklerotom → Achsenskelett

dorsolaterale Wand: → Dermatome → Dermis/Subcutis

dorsale Urwirbelkante: → Myotome → Skelettmuskulatur



Daniela Rodler und Fred Sinowatz

# Laterales Mesoderm

bleibt unsegmentiert

Spaltenbildung und Bildung des Coelom

kranialer Anteil → Perikardhöhle

Kaudaler Anteil → Pleura und Peritonealhöhle

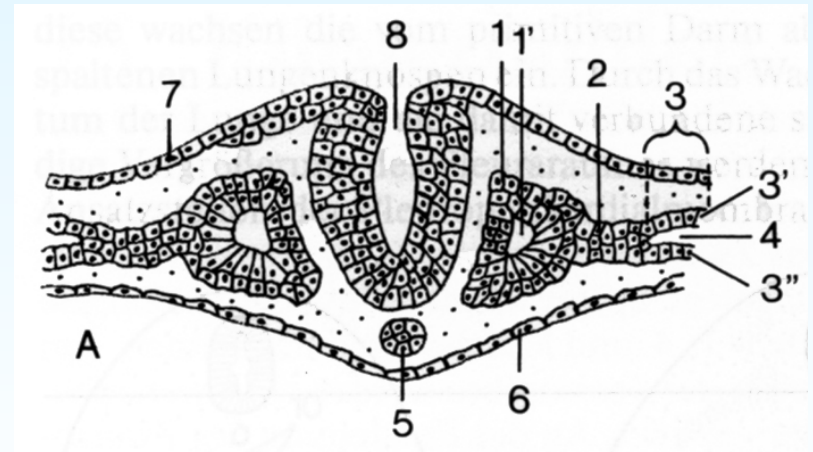
Parietales Mesoderm (Somatopleura)

→ Bindegewebe, Muskulatur, vordere und seitliche Rumpfwand, Rippen

Viszerales Mesoderm (Splanchnopleura)

→ Wand des Verdauungsröhres

→ Mesenchym von Dottersack, Allantois





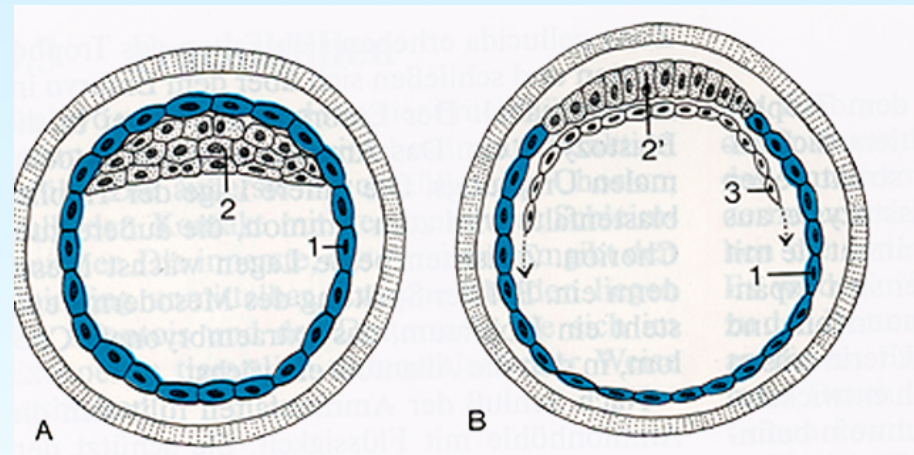
# Differenzierungen des Entoderms

- Hypoblast, entstanden durch Delamination
- wächst entlang des Trophoblasten → primitives Entoderm
- kleidet den Dottersack aus

→ Darmanlage

→ Ductus omphaloentericus

→ Sekundär: Allantoisbildung  
(Divertikel aus der Kloake)



# Darmbildung

Longitudinale und transversale Abfaltung des Embryos führt zur Umwandlung der ovalen Keimscheibe in einen gebogenen zylindrischen Embryonalkörper

## Primitiver Darm:

- Vorderdarm (Proenteron)
- Mitteldarm (Mesenteron)  
(über Ductus omphaloentericus Verbindung mit Dottersack)
- Enddarm (Metenteron)
- Mundbucht, Rachenmembran
- Afterbucht, Kloakenmembran
  
- dorsales Gekröse
- ventrales Gekröse

