

---

# Entwicklungslehre

## Befruchtung, Implantation

---

David P. Wolfer

Institut für Bewegungswissenschaften und Sport, D-HEST, ETH Zürich

Anatomisches Institut, Medizinische Fakultät, Universität Zürich

376-0151-00 Anatomie und Physiologie I

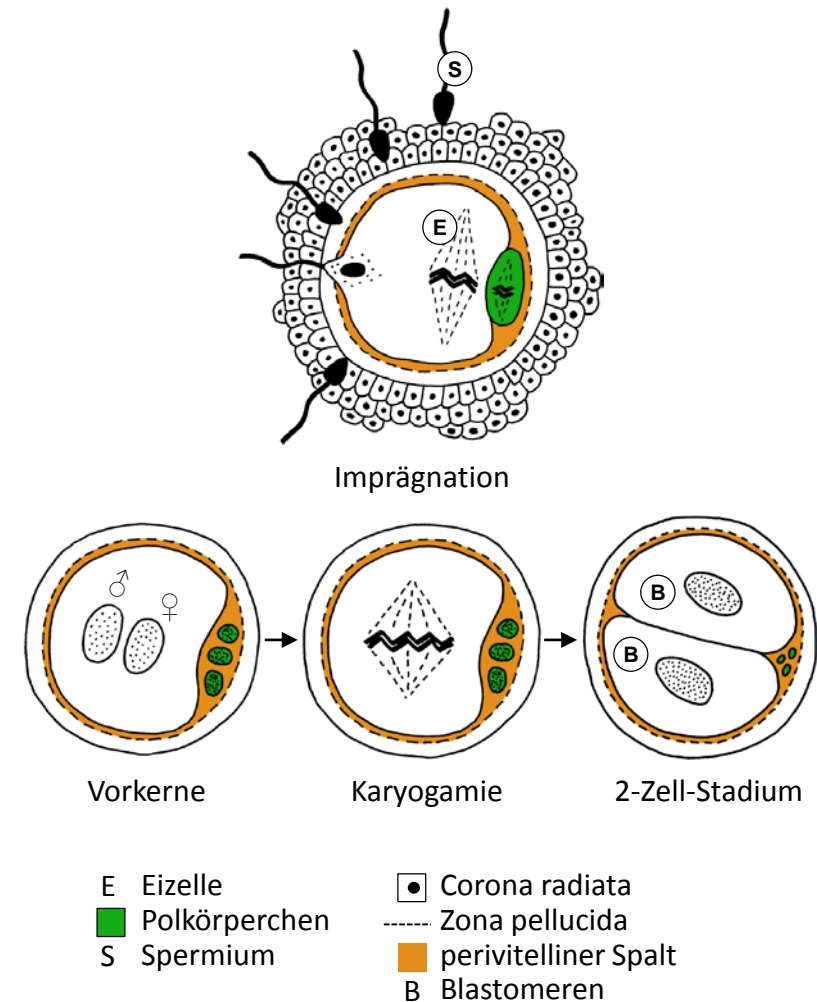
Mi 03.10.2018 08:00-09:45

# Entwicklungsperioden und Begriffe

- Zeitrechnung
  - p.c. = post conceptionem: 38 SSW
  - p.m. = post menstruationem:  $\pm$ !! 40 SSW
  - postnatal: 0 = Geburt
- pränatale Periode
  - Embryo* {
    - Frühentwicklung (1-3. Woche p.c.): Implantation, Bildung der Keimblätter
    - Embryonalperiode (4-8. Woche p.c.): Bildung der Organanlagen
  - Fetus* {
    - Fetalperiode (3. Monat bis Geburt): max. Längenwachstum 3-4. Monat, max. Gewichtszunahme 8-9. Monat
- postnatale Periode
  - Neonatalperiode (1. Monat)
  - Säuglingsperiode (2-12. Monat)
  - Kindheit
  - Pubertät (♀12-15, ♂13-16 Jahre)
  - Adoleszenz (3-4 Jahre nach Ende Pubertät)
  - Erwachsenenalter
- Zygote
  - nach Karyogamie, genetische Identität festgelegt
  - Wechselwirkung des genetischen Programms mit Umwelt → Individuum: kontinuierlicher Prozess, Beginn individueller Existenz biologisch nicht eindeutig bestimmbar!
- Frühgeburt
  - Geburt vor vollendeter 37. SSW p.m.
  - < 22-24 SSW kaum Chancen, 28-29 SSW 90% Überleben
  - Risiko bei Frühgeburt: Atemnotsyndrom, Hirnblutungen
- Abort (Fehlgeburt)
  - Ende Schwangerschaft bevor Kind lebensfähig, <16. SSW p.m. Frühabort, danach Spätabort
  - spontane Frühaborte oft unbemerkt
- Schwangerschaftsabbruch
  - Güterabwägung zwischen Interessen von Kind und Mutter
  - meiste Europäische Länder kennen Fristenregelung, auch CH: straflos in ersten 12 SSW p.m. bei Notlage
  - danach nur ärztliche Indikation

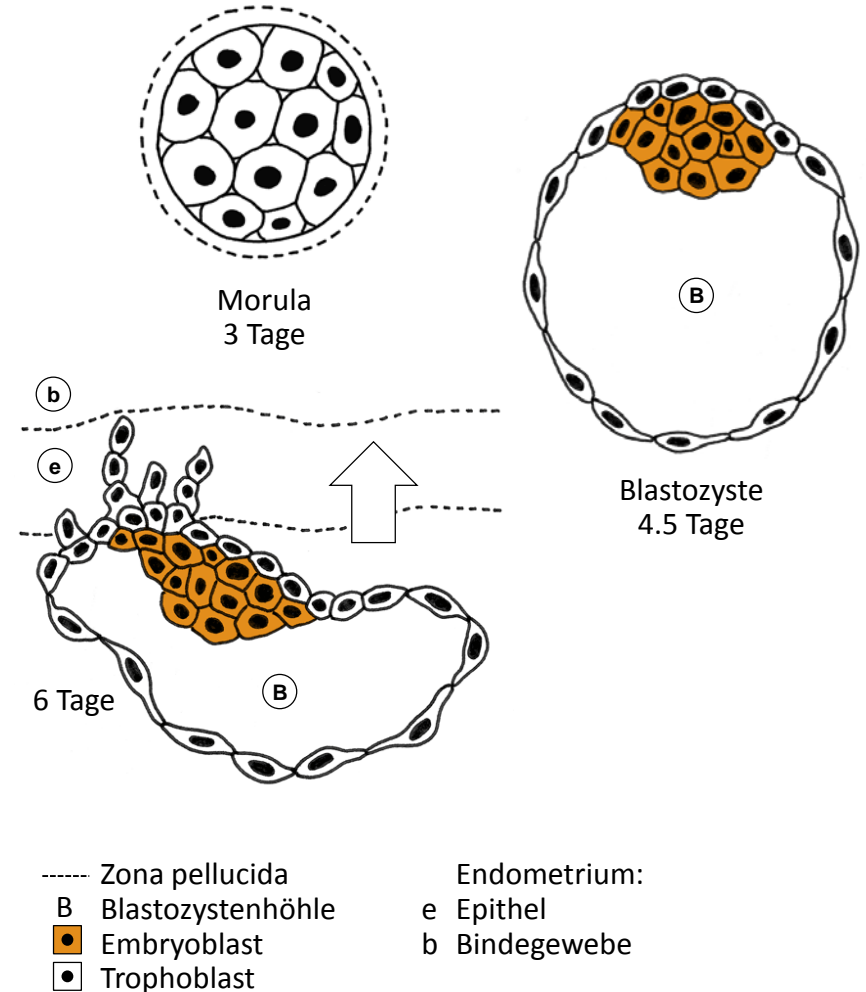
# Befruchtung

- **Imprägnation**
  - Nach Sprung Eizelle in 2. Reifeteilung
  - Spermien: Akrosomreaktion → Penetration Corona radiata & Zona pellucida, Fusion der Membranen, Kerninjektion
  - während Wanderung der Eizelle durch Eileiter (Ampulle)
- **Aktivierung der Eizelle**
  - Zonareaktion:  $\text{Ca}^{2+}$  aus intrazellulären Speichern → Plasma der Eizelle → Exozytose kortikaler Vesikel in perivitellinen Spalt → Polyspermieblock durch Versteifung der Zona pellucida
  - Beendigung Reifeteilung → ♀ Vorkern, 1+2 Polkörperchen
  - Beginn Zerfall Corona radiata
- **Karyogamie**
  - Spermium → ♂ Vorkern haploid (22+X oder 22+Y)
  - Eizelle → ♀ Vorkern haploid (22+X)
  - Duplikation Vorkern-DNA, Karyogamie (Paarung homologer Chromosomen), sofort 1. Mitose → 2-Zellen-Stadium nach 30h (2x22+XX oder 2x22+XY): 2 diploide totipotente Stammzellen
  - Polkörperchen gehen zugrunde

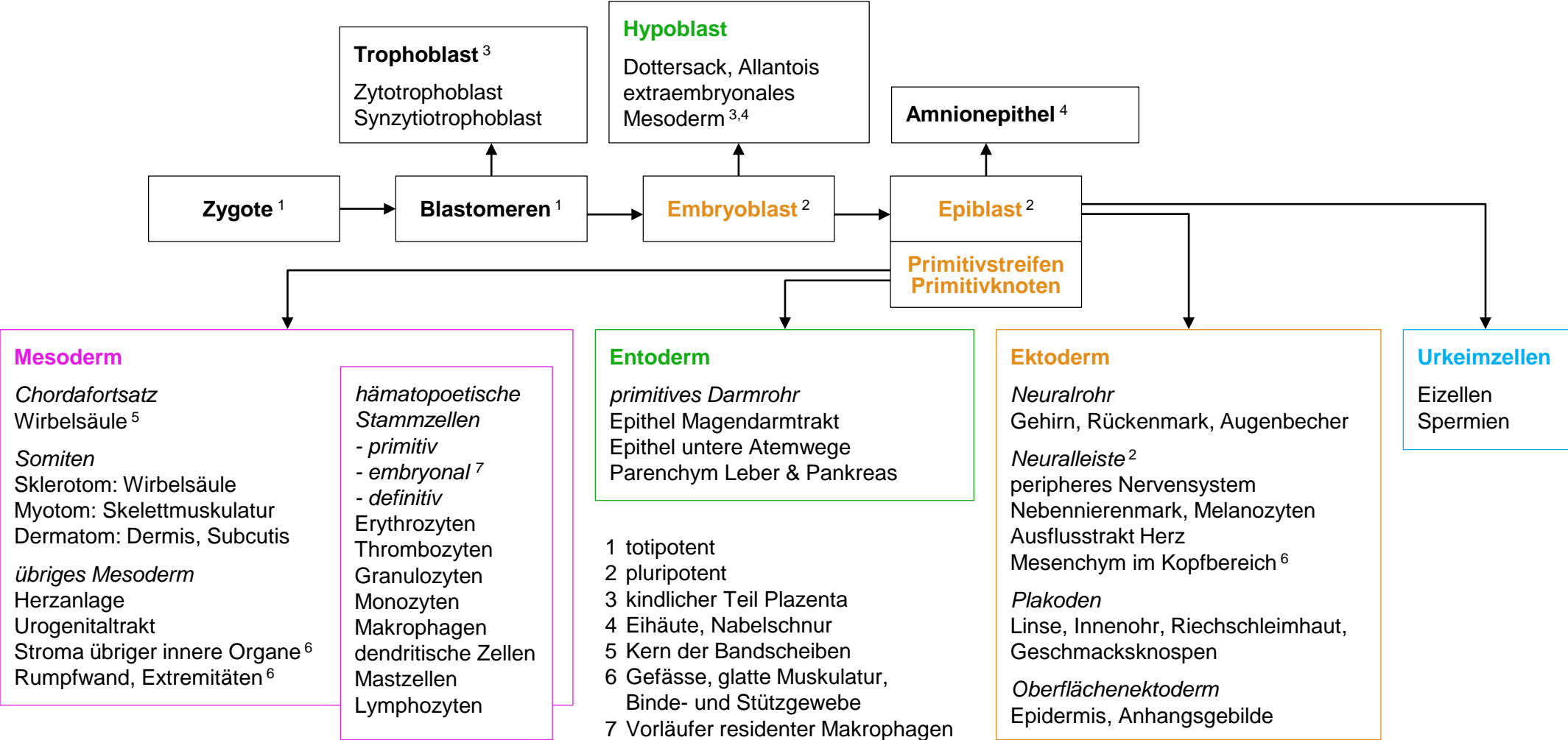


# Morula, Blastozyste

- **Morula**
  - Furchungsteilungen ( $\Sigma$  Volumen konstant) → Blastomeren
  - gleichzeitig Wanderung durch Eileiter zum Uterus in 4 Tagen
  - ab 16 Blastomeren innere & äussere Zellmasse, Verlust der Totipotenz, Beginn Höhlenbildung → Blastozystenhöhle
- **Blastozyste = Blastula**
  - innere Zellmasse → Embryoblast: pluripotente embryonale Stammzellen
  - Trophoblast: differenziertes Epithel, Hormonbildung (hCG)
- **Implantation = Einnistung**
  - Zona pellucida aufgelöst, Adhäsion an Endometrium, Trophoblast penetriert Endometrium
  - Implantation mit künftigem Rücken voraus
  - Extrauterin gravidität (Implantation am falscher Ort): 95% im Eileiter (Tubargravidität), Bauchhöhle, Ovar
- **In vitro Fertilisation (IVF)**
  - Luise Brown \*24.07.1978, 2010 Nobel an Robert G. Edwards
  - 1-2 4-8-Zell Morulae implantiert, überzählige → humane Stammzellen für Forschung? Alternative: IPS (induzierte pluripotente Stammzellen)

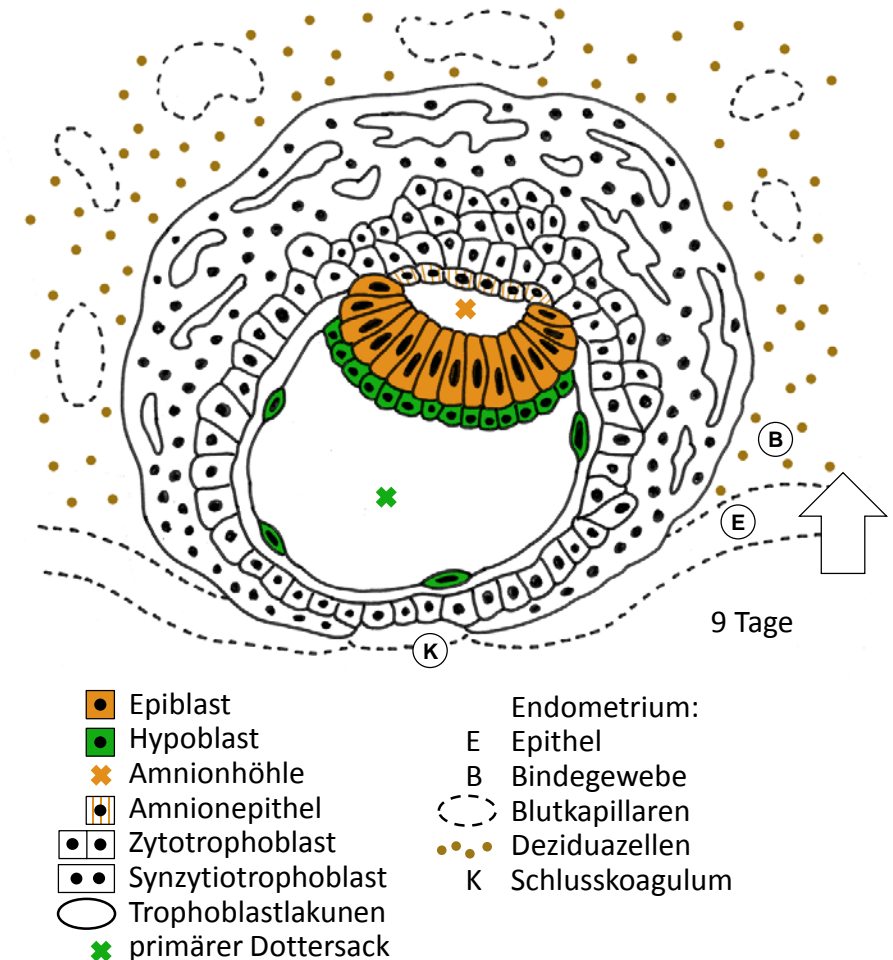


# Keimblätter, Zellstammbaum



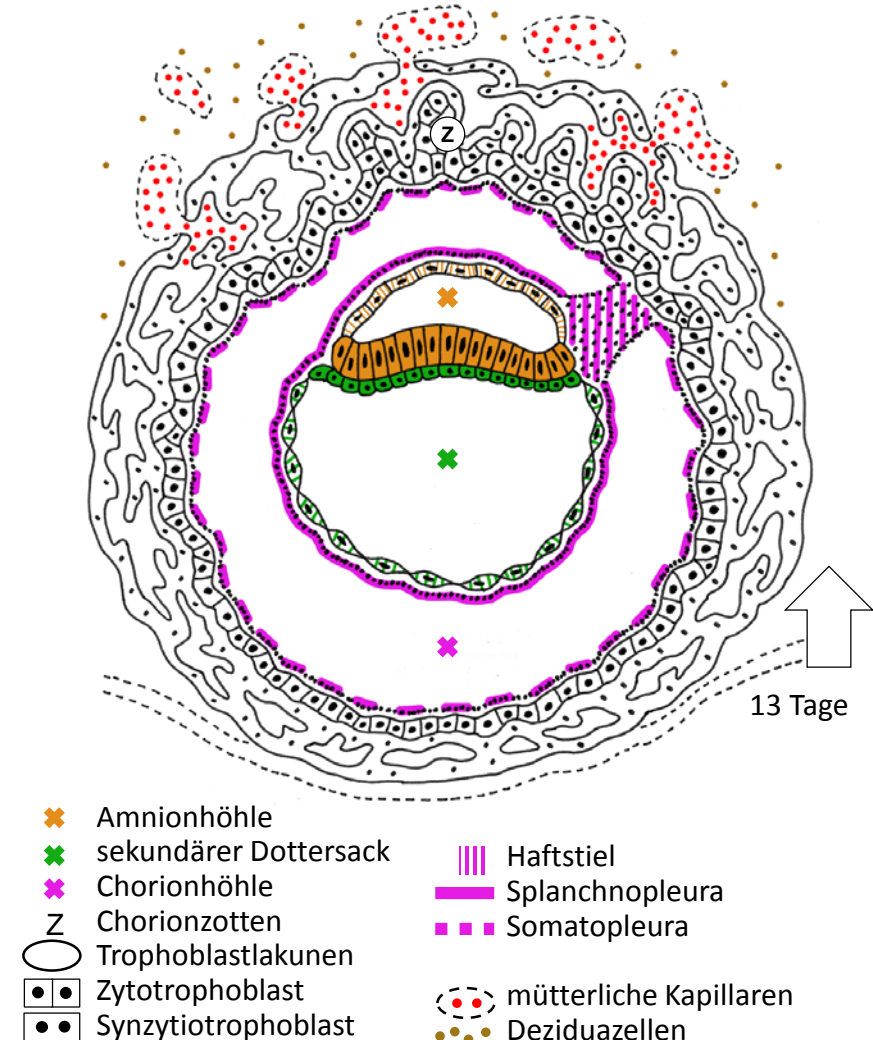
## 2 Keimblätter, Implantation

- Keimscheibe mit 2 Keimblättern
  - Embryoblast → 2 einschichtige Epithelien: Epiblast (später Rückenseite des Embryos), Hypoblast (später Bauchseite)
  - Bildung der Amnionhöhle, Zellen aus Epiblast → Amnionepithel
  - Zellen aus Hypoblast → primärer Dottersack, füllt Blastozystenhöhle
- Implantation
  - Trophoblast → 2 Schichten
  - Zytotrophoblast: innen, ein- bis mehrschichtiges Epithel aus Einzelzellen, Proliferation
  - Synzytiotrophoblast: aussen, Zellfusion, Zellnachschiebung aus Zytotrophoblast, konfluierende Vakuolen → Trophoblastlakunen
  - Uterus: Embryo vollständig eingesunken, nur noch Epitheldefekt mit Schlusskoagulum, Deziduaellen und Kapillaren im Bindegewebe
  - histiotrophe Phase: Embryo ernährt durch Destruktion mütterlichen Gewebes
- Schwangerschaftsnachweis
  - hCG im Blut ab 9 Tage p.c.
  - hCG im Urin ab 14 Tage p.c.



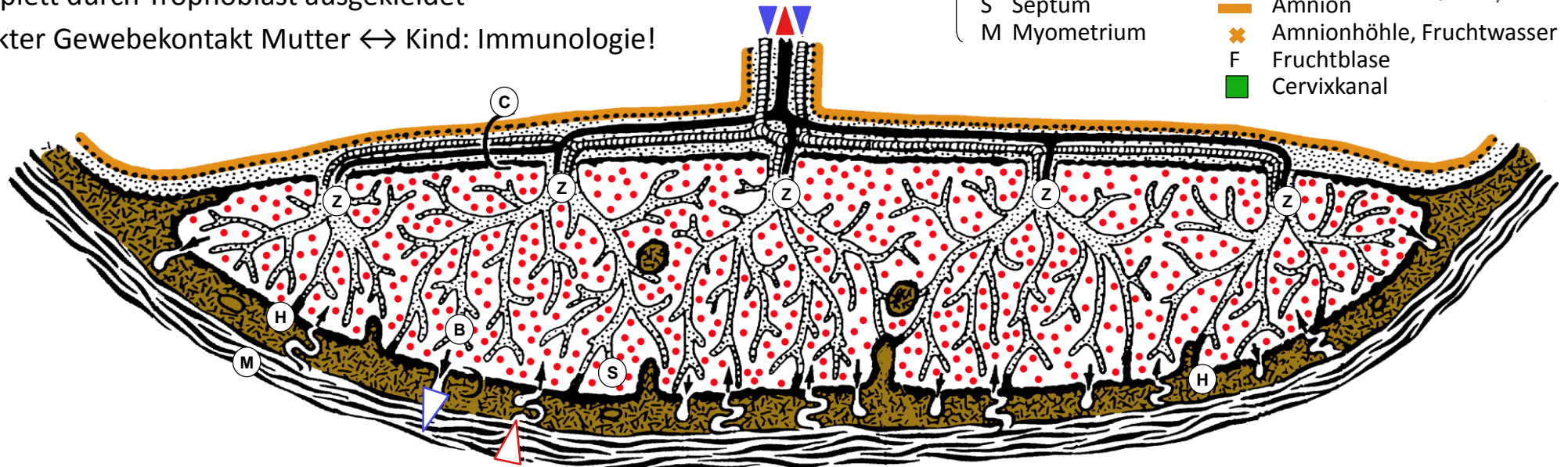
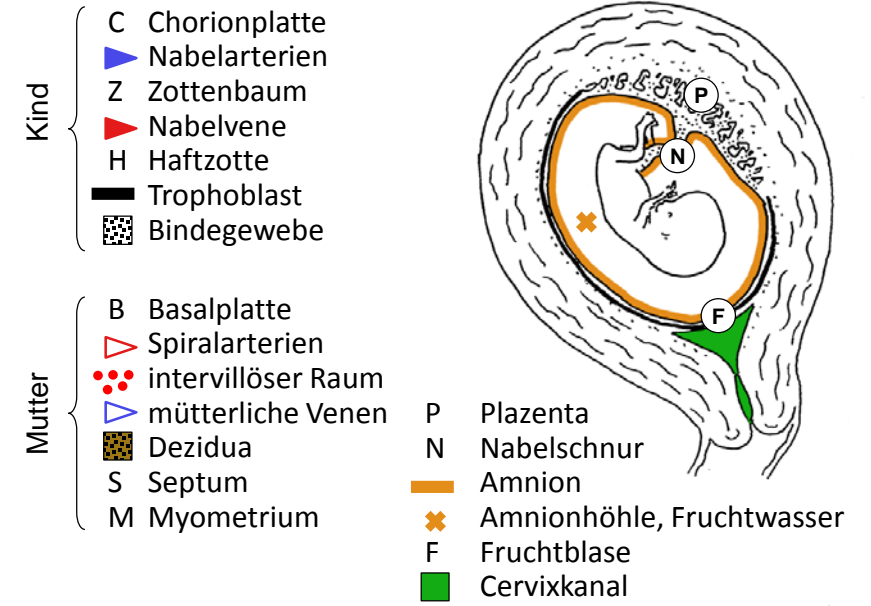
# Chorion, Chorionhöhle

- Chorionhöhle = extraembryonales Zoelom
  - Wachstum Embryo < Trophoblast → Chorionhöhle
  - Begrenzung innen: Amnionepithel, sekundärer Dottersack (ebenfalls aus Hypoblast); aussen: Zytotrophoblast
- extraembryonales Mesoderm
  - Zellwanderung aus hinterem Pool des Hypoblasts → Mesenchym (Epithel ↔ Mesenchym typisch für Entwicklung!)
  - tapeziert Chorionhöhle: viszerales Blatt = Splanchnopleura auf Dottersack, parietales Blatt = Somatopleura auf Trophoblast
  - bildet Haftstiel (später → Nabelschnur), darin ab 16. Tag Allantois = vor-übergehende Ausstülpung des Hypoblasts → Rudiment in Nabelschnur
- Chorion
  - Trophoblast + Somatopleura → Chorion
  - asymmetrisches Wachstum: Zottenbildung und glatter Bereich
  - Trophoblastlakunen konfluieren mit mütterlichen Kapillaren: intervillöser Raum → hämotrophe Phase: Nährstoffe und Sauerstoff aus mütterlichem Blut
  - Implantation komplett, statt Schlusskoagulum nur noch Vorwölbung der Schleimhaut



# Plazenta

- Uterus im 4. Monat
  - Amnionhöhle verdrängt Chorionhöhle und Dottersack, Amnion bedeckt Innenfläche des Chorions und Nabelschnur (ehemals Haftstiel)
  - Chorion füllt ganze Uteruslichtung, gegen Gebärmutterhals Fruchtblase = Membran aus glattem Chorion, Bindegewebe, Amnion
- Chorion (zottiger Teil) → Plazenta
  - Kind: Chorionplatte, Zotten + Blutgefäße, Haftzotten
  - Mutter: Basalplatte mit Septen, Blut fließt durch intervillösen Raum, komplett durch Trophoblast ausgekleidet
  - direkter Gewebekontakt Mutter ↔ Kind: Immunologie!





# Chorion- und Plazentazotten

- Chorion

- 3 Generationen von Chorionzotten
- primäre Chorionzotten (2. Woche):  
Synzytiotrophoblast & Kern aus Zytotrophoblast
- sekundäre Chorionzotten (3. Woche):  
zusätzlich Somatopleura → Kern aus Mesenchym
- tertiäre Chorionzotten (4. Woche):  
zusätzlich kindliche Blutkapillaren → Etablierung des kindlichen Kreislaufs, Aufnahme der Herztätigkeit

- Plazenta

- Plazentazotten: Optimierung der Diffusionskapazität
- Zytotrophoblast reduziert auf wenige Restzellen
- Blutkapillaren eng an verdünnten Stellen des Synzytiotrophoblasten
- Mesenchym → Bindegewebe mit Hofbauerzellen (Makrophagen) & Fibrinoid (gegen Geburt zunehmend)

