
Embryologie

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 06.10.2021 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 (Mädchen 12-15, Knaben 13-16 Jahre)
- Adoleszenz (3-4 Jahre nach Ende Pubertät)
- Erwachsenenalter → Alter (Senium)

- Zygote

- nach Karyogamie, genetische Identität festgelegt
- Realisierung des genetischen Plans in Wechselwirkung mit Umwelt → Individuum: Prozess, Zeitpunkt des Beginns individueller Existenz biologisch nicht eindeutig bestimmbar!

- Frühgeburt

- Geburt vor vollendeter 37. SSW p.m. (10% der Kinder)
- 22-27 SSW «extrem früh» → Aussichten schlecht bis kritisch → Zentrum, >34 SSW «späte Frühgeburt» mit guten Aussichten
- Risiko bei Frühgeburt: Atemnotsyndrom, Hirnblutungen

- Abort (Fehlgeburt)

- Ende Schwangerschaft bevor Kind lebensfähig
- spontane Frühaborte (<16. SSW p.m.) oft unbemerkt

- Schwangerschaftsabbruch

- Güterabwägung zwischen Interessen von Kind und Mutter
- meiste Europäische Länder Fristenregelung (10-24 SSW p.m.), auch CH: straflos in ersten 12 SSW p.m. bei Notlage, danach nur ärztliche Indikation

Befruchtung

• Imprägnation

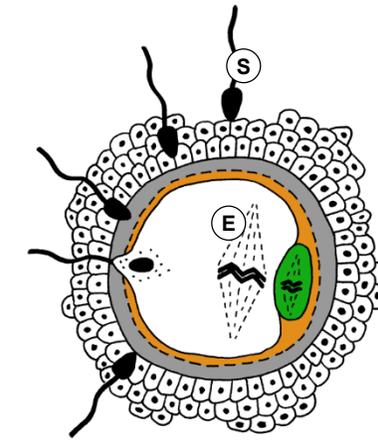
- Nach Sprung Eizelle in 2. Reifeteilung, Zona pellucida, Corona radiata
- Spermien: Akrosomreaktion → Penetration Corona radiata & Zona pellucida, Vordringen in perivitellinen Spalt → Fusion der Membranen, Kerninjektion = Iprägnation
- während Wanderung der Eizelle durch Eileiter (Ampulle)

• Aktivierung der Eizelle

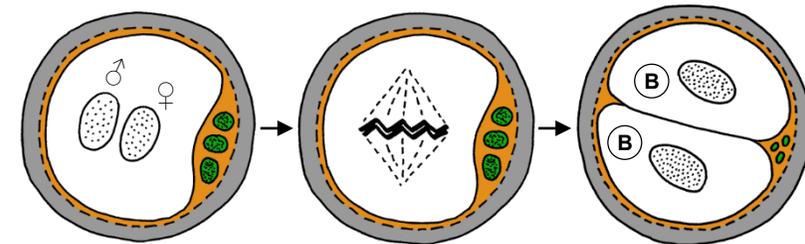
- Zonareaktion: Ca^{2+} aus intrazellulären Speichern → Plasma der Eizelle → Exozytose kortikaler Vesikel in perivitellinen Spalt → Polyspermieblock durch Versteifung der Zona pellucida
- Beendigung Reifeteilung → weiblicher Vorkern, 1+2 Polkörperchen
- Beginn Zerfall Corona radiata

• Karyogamie

- Spermium → männlicher Vorkern haploid (22+X oder 22+Y)
- Eizelle → weiblicher Vorkern haploid (22+X)
- Duplikation Vorkern-DNA, Karyogamie (Paarung homologer Chromosomen), sofort 1. Mitose → 2-Zellen-Stadium nach 30h (2x22+XX oder 2x22+XY): erste 2 Blastomere = diploide totipotente Stammzellen
- Polkörperchen gehen rasch zugrunde



Imprägnation



Vorkerne

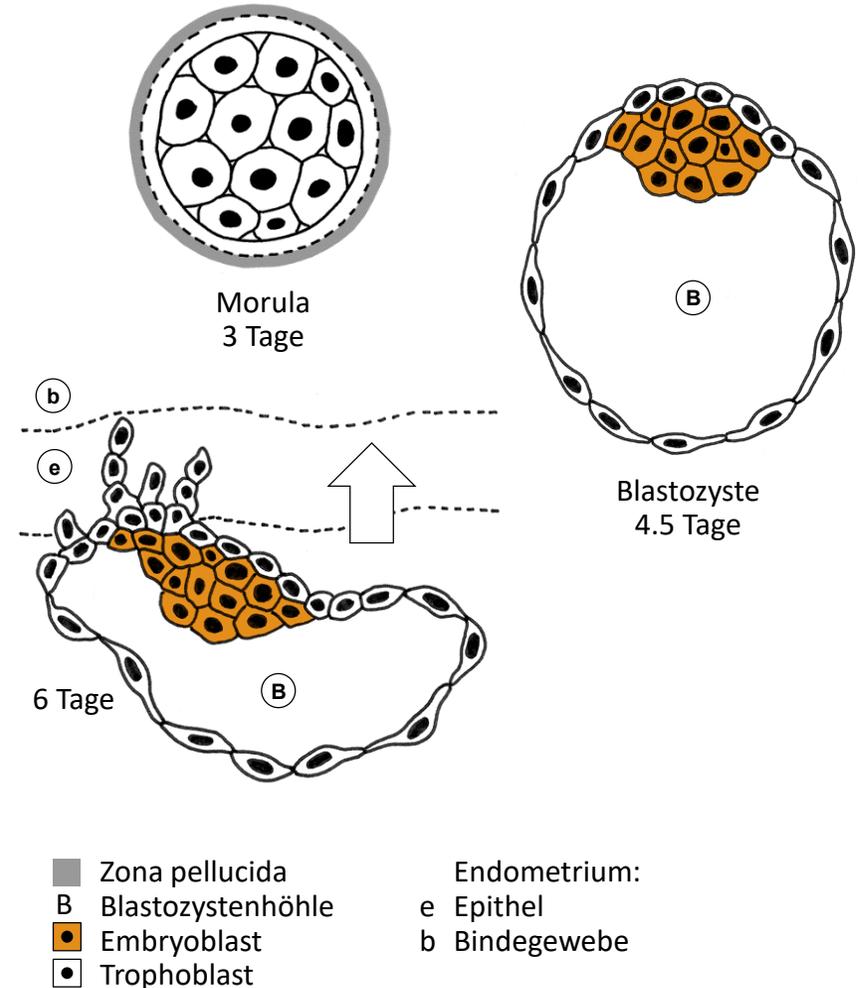
Karyogamie

2-Zell-Stadium

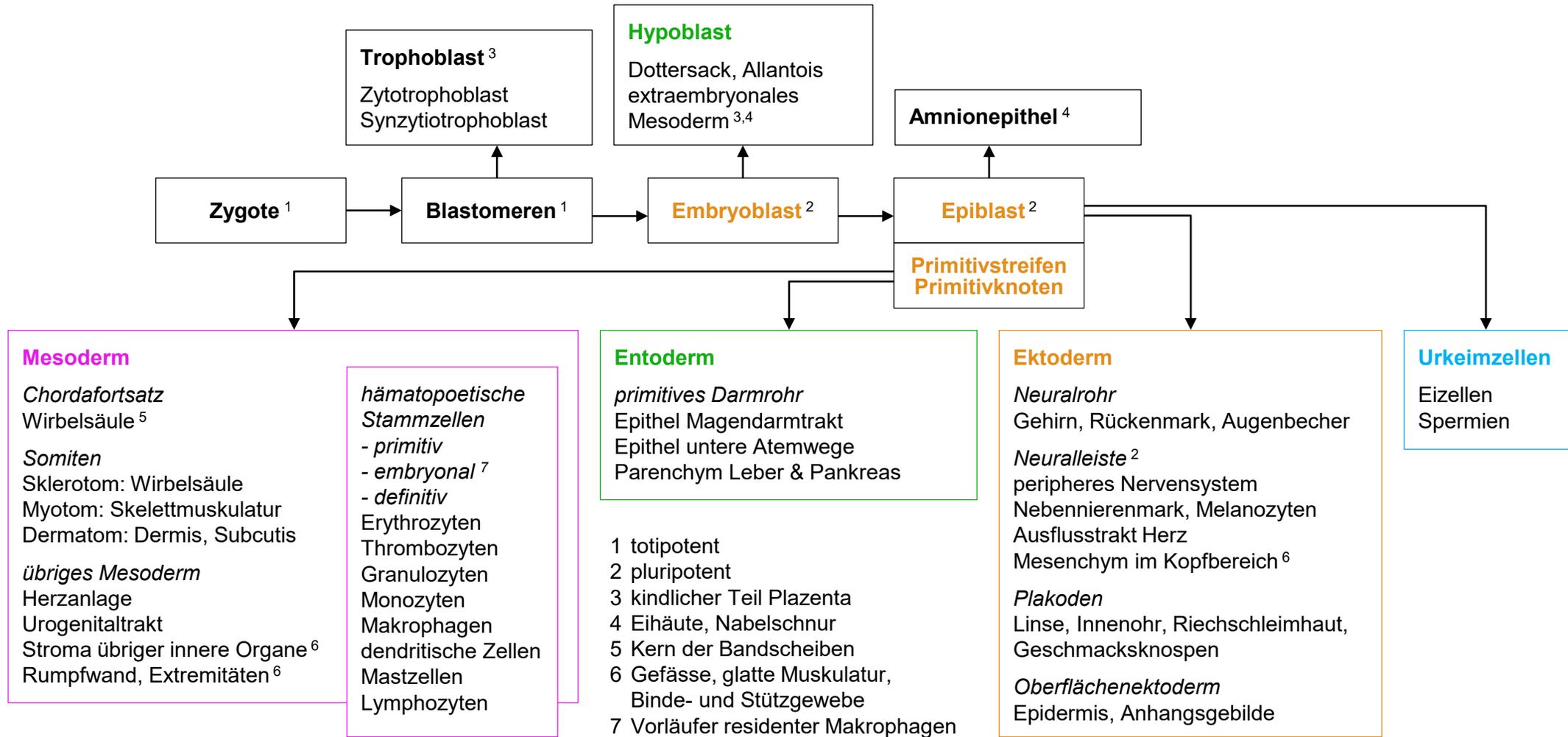
- | | |
|-----------------|------------------------|
| E Eizelle | ● Corona radiata |
| ■ Polkörperchen | ■ Zona pellucida |
| S Spermium | ■ perivitelliner Spalt |
| | B Blastomeren |

Morula, Blastozyste

- **Morula**
 - Furchungsteilungen (Σ Volumen konstant) \rightarrow Blastomeren
 - gleichzeitig Wanderung durch Eileiter zum Uterus in 4 Tagen
 - ab 16 Blastomeren innere & äussere Zellmasse, Verlust der Totipotenz, Beginn Höhlenbildung \rightarrow Blastozystenhöhle
- **Blastozyste = Blastula**
 - innere Zellmasse \rightarrow Embryoblast: pluripotente embryonale Stammzellen
 - äussere Zellmasse \rightarrow Trophoblast: differenziertes Epithel, bildet hCG
- **Beginn 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 \rightarrow humane Stammzellen für Forschung? Alternative: IPS (induzierte pluripotente Stammzellen)

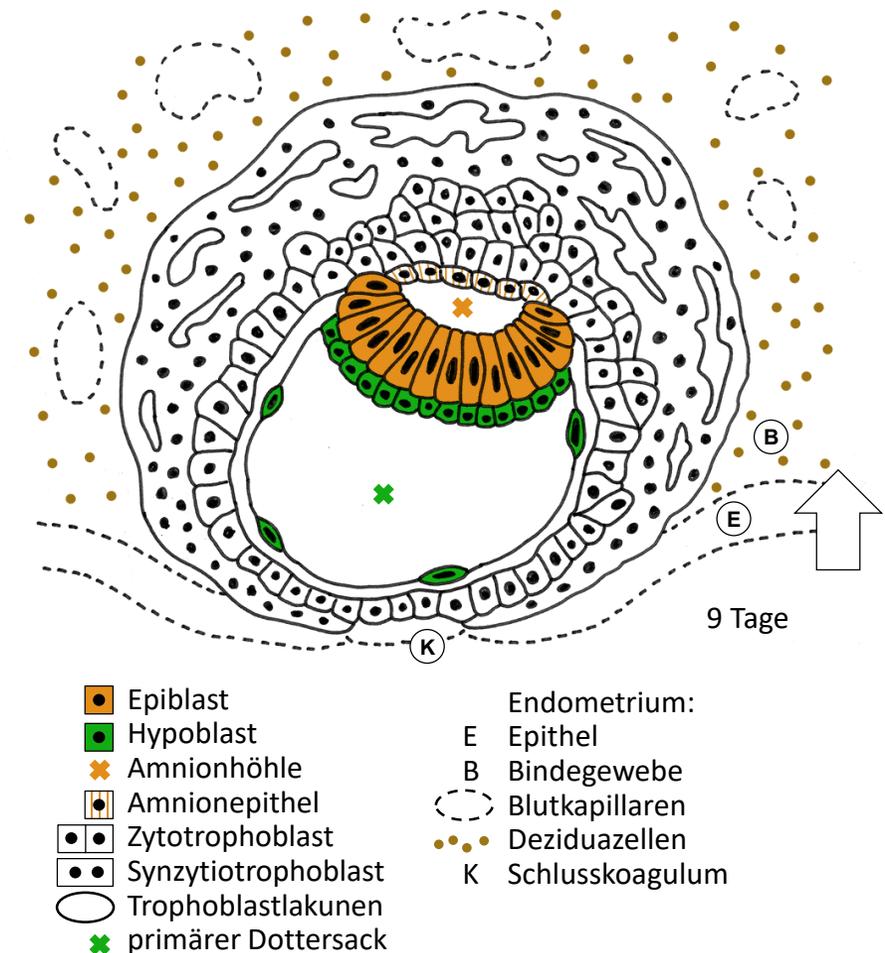


Keimblätter, Zellstammbaum



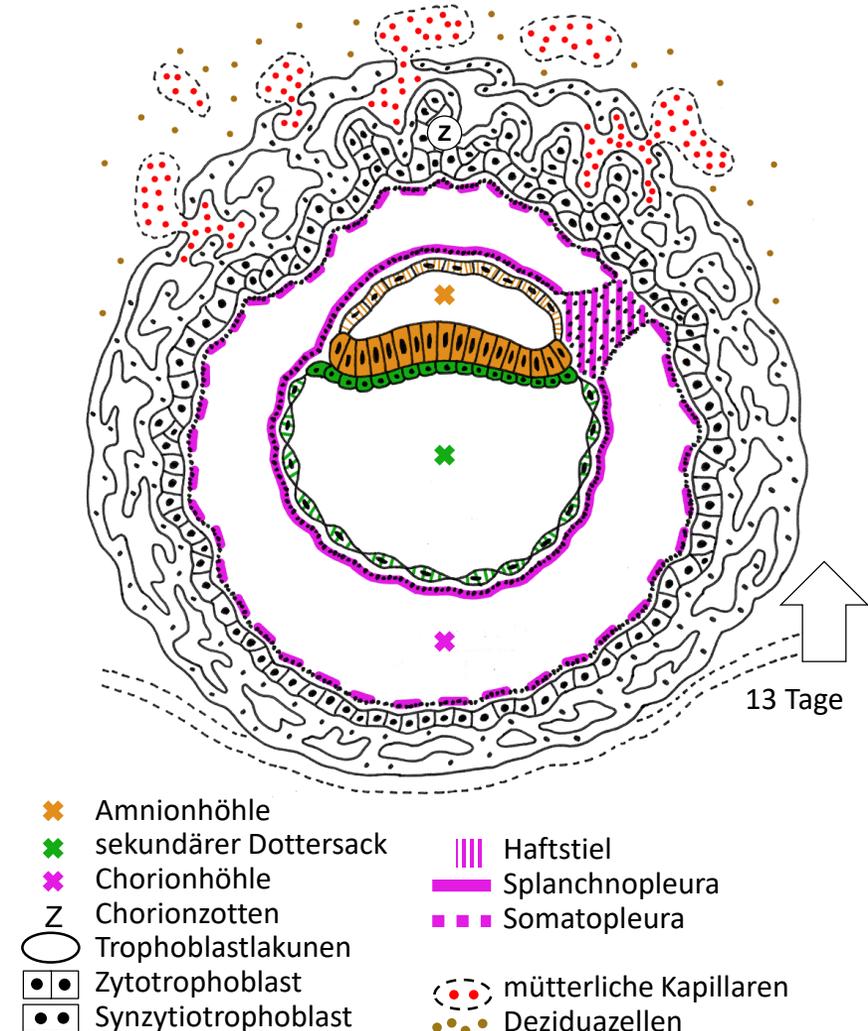
2 Keimblätter, Implantation

- 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
- Vollständige Implantation
 - Trophoblast → 2 Schichten
 - Zytotrophoblast: innen, ein- bis mehrschichtiges Epithel aus Einzelzellen, Proliferation mit Mitosen
 - Synzytiotrophoblast: aussen, Zellfusion, Zellnachschiebung aus Zytotrophoblast, konfluierende Vakuolen → Trophoblastlakunen
 - Uterus: Embryo vollständig eingesunken, nur noch Epitheldefekt mit Schlusskoagulum, Deziduaellen (Kohlehydrat und Fett speichernde modifizierte Fibroblasten) und Kapillaren im Bindegewebe
 - histiotrophe Phase: Embryo ernährt durch Destruktion mütterlichen Gewebes
- Schwangerschaftsnachweis
 - hCG im Blut ab 9 Tage p.c. - 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 + Amnion, parietales Blatt = Somatopleura auf Trophoblast
 - bildet Haftstiel (später → Nabelschnur), darin ab 16. Tag Allantois = vorübergehende Ausstülpung des Hypoblasts → Überrest (Rudiment) in der 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, Gesamtdurchmesser <2mm



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

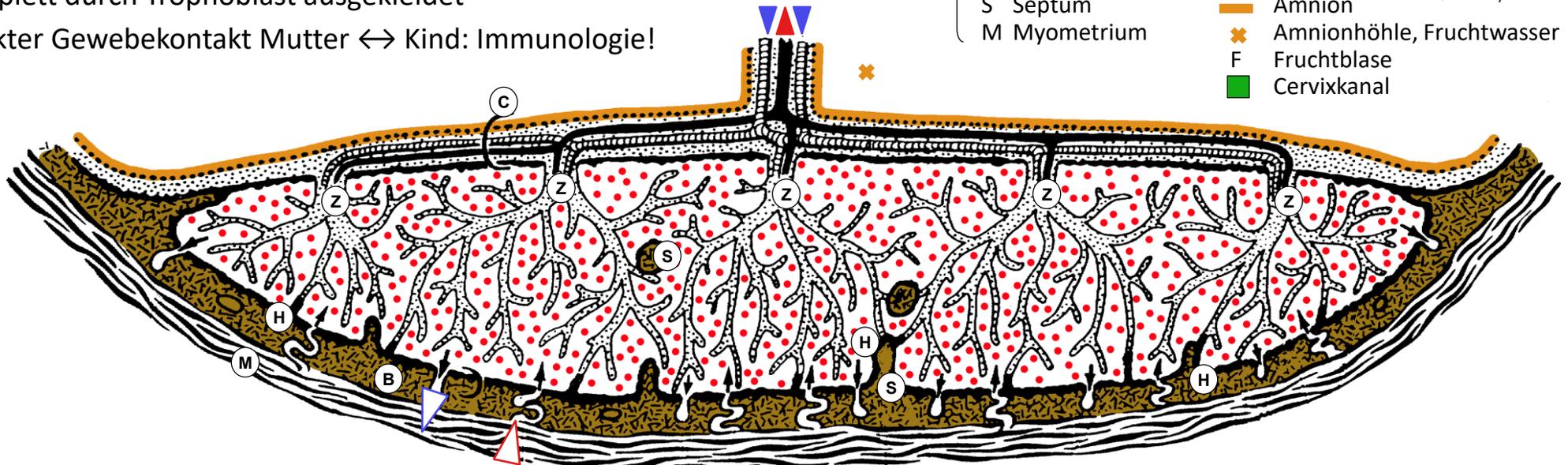
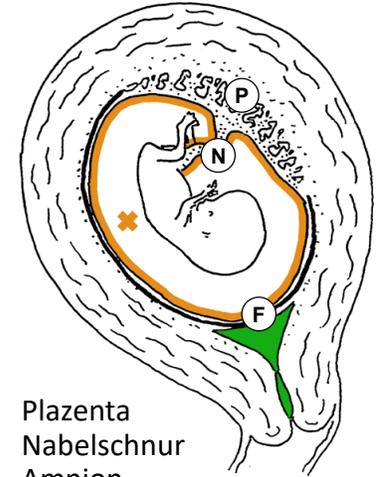
- Chorion (zottiger Teil) → Plazenta

- Kind: Chorionplatte, Zotten + Blutgefäße, Haftzotten
- Mutter: Basalplatte mit Septen, Blut fließt durch intervillösen Raum, komplett durch Trophoblast ausgekleidet
- direkter Gewebekontakt Mutter ↔ Kind: Immunologie!

- Kind
- C Chorionplatte
 - ▶ Nabelarterien
 - Z Zottenbaum
 - ▶ Nabelvene
 - H Haftzotte
 - Trophoblast
 - ▒ Bindegewebe

- Mutter
- B Basalplatte
 - ◁ Spiralarterien
 - intervillöser Raum
 - ◁ mütterliche Venen
 - ▒ Dezidua
 - S Septum
 - M Myometrium

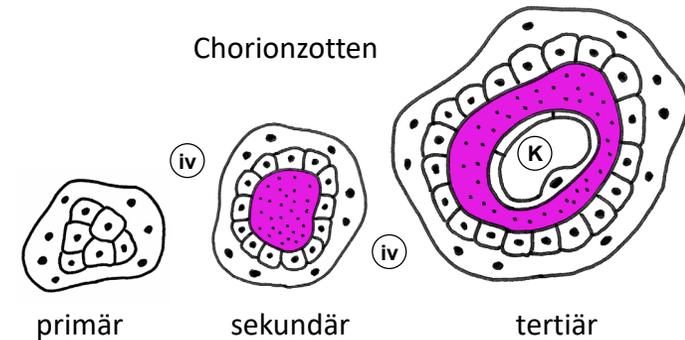
- P Plazenta
- N Nabelschnur
- Amnion
- ✱ Amnionhöhle, Fruchtwasser
- F Fruchtblase
- Cervixkanal



Chorion- und Plazentazotten

• Chorion

- 3 Generationen von Chorionzotten, alle in Kontakt mit mütterlichem Blut im intervillösen Raum
- primäre Chorionzotten (2. Woche pc.): Synzytiotrophoblast & Kern aus Zytotrophoblast
- sekundäre Chorionzotten (3. Woche pc.): zusätzlich Somatopleura → Kern aus Mesenchym
- tertiäre Chorionzotten (4. Woche pc.): zusätzlich kindliche Blutkapillaren → Etablierung des kindlichen Kreislaufs, Aufnahme der Herztätigkeit



• Plazenta

- Plazentazotten: Optimierung der Diffusionskapazität
- Vergrößerung der Austauschfläche durch stärkere Verzweigung
- Verkürzung der Diffusionsstrecke: Zytotrophoblast reduziert auf wenige Restzellen, Blutkapillaren eng an verdünnten Stellen des Synzytiotrophoblasten. Nur 2 dünne Zellschichten mit gemeinsamer Basallamina trennen kindliches und mütterliches Blut.
- Mesenchym → Bindegewebe mit Hofbauer-Zellen (Makrophagen) und Fibrinoid (gegen Geburt zunehmend)

