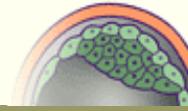




HUMANEMBRYOLOGIE

Version 2008-2009

Online Embryologiekurs für Studierende der Medizin
Entwickelt von den Universitäten Freiburg, Lausanne und Bern
mit Unterstützung des Schweizerischen Virtuellen Campus.



Kapitel

Contact

EMBRYOGENESE

HOME

AUSTAUSCHZONE

SUCHEN

HILFE

UP ▲

5.0 Lernziele, vorausgesetzter Stoff,
Einführung, Problemkreise

- [Lernziele](#)
- [Vorausgesetzter Stoff](#)
- [Einführung](#)
- [Problemkreise](#)

5.1 Die Furchungsteilungen und die
Migration des Embryos durch die Tube

- [Die Furchungsteilungen bis zur Morula](#)
- [Die Entstehung der Blastozyste](#)
- [Das Schlüpfen der Blastozyste \(Hatching\)](#)
- [Die Polarität des Embryos](#)
- [Die Migration des Embryos durch die Tube](#)

5.2 Quiz

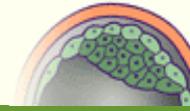
- [Testen Sie Ihr Wissen](#)

5.3 Kurz gefasst

- [Zusammenfassung](#)

5.4 Referenzen

- [Referenzen](#)



5.0 Lernziele, vorausgesetzter Stoff, Einführung, Problemkreise

- Lernziele
- Vorausgesetzter Stoff
- Einführung
- Problemkreise

Lernziele

In diesem Modul werden folgende Kenntnisse vermittelt:

- Beschreiben der Entwicklung des Embryos von der ersten Zelle bis zur Blastozyste
- Kennen der wichtigen Stadien der Präimplantationsphase
- Beschreiben der Bedeutung dieser Stadien
- Kennen der Dauer der Präimplantationsphase

Vorausgesetzter Stoff

- Die Vorgänge bei der Fertilisation, die zur Entstehung der Zygote führen

Einführung

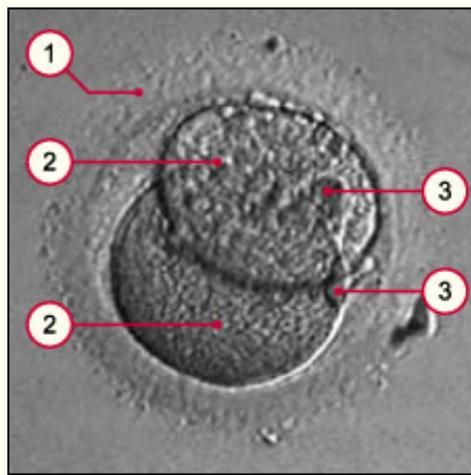
Nach einer erfolgreichen Fertilisation folgt für die Eizelle die Zeit der Präimplantation, die etwa 6 Tage dauert und sich wie folgt präsentiert:

Während die befruchtete Oozyte von der Ampulle durch die Tube ins Cavum uteri wandert, entwickelt sie sich durch Zellteilungen zur implantationsbereiten Blastozyste. Am Ende des sechsten Tages nach der Befruchtung nistet sich diese ins Endometrium ein.

Abb. 1 - Zweizell-Stadium

Abb. 2 - Blastozyste

Legende



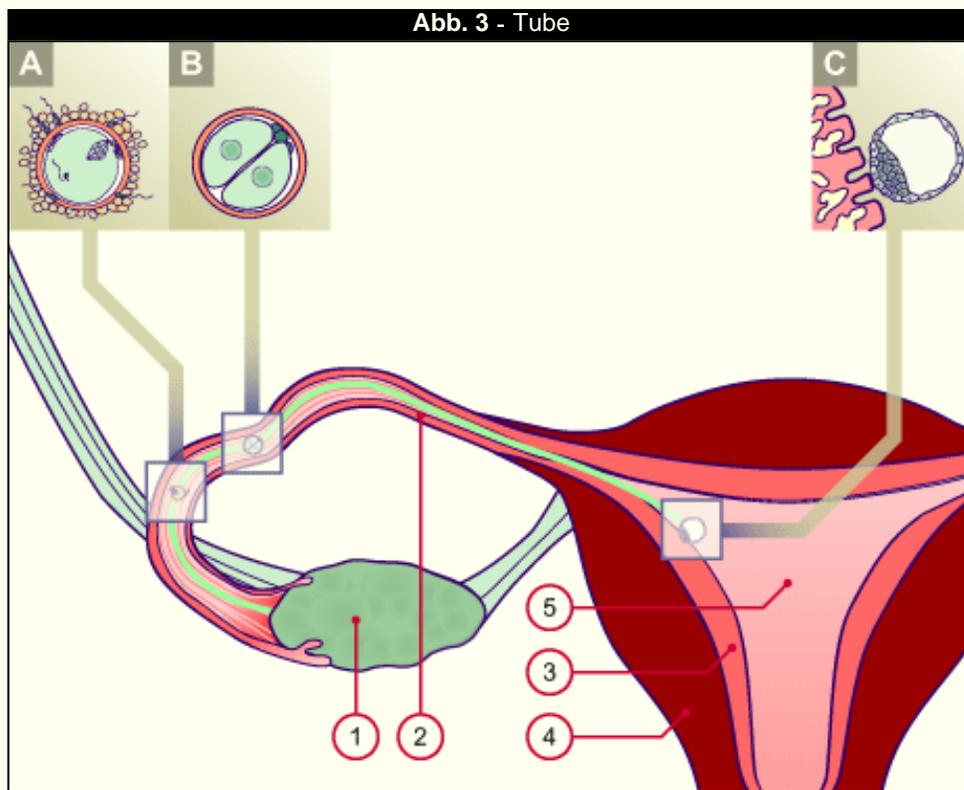
- 1 Zona pellucida
- 2 Blastomere
- 3 Polkörper



- 4 Innere Zellmasse (Embryoblast)
- 5 Blastozystenhöhle

Abb. 1
Durch Teilung der Zygote ist ein zweizelliger Embryo entstanden. Aufnahme ungefähr 24h nach Insemination.

Abb. 2
Man nennt diese Form des Embryos eine Blastozyste, weil die Zellen eine im Inneren gelegene, flüssigkeitsgefüllte Höhle umschliessen. Aufnahme am fünften Tag nach Insemination.
© Dr. A. Senn et al, CHUV Lausanne



- 1 Ovar
- 2 Tube
- 3 Endometrium
- 4 Myometrium
- 5 Cavum uteri
- A Imprägnierte Eizelle
- B Zweizell-Stadium
- C Blastozyste

Legende

Abb. 3
Die grüne Linie markiert den Weg, den der Embryo bis zur Implantationsstelle in den ersten sechs Tagen zurücklegt.

Problemkreise

Schlüsselbegriffe

Begriffe, die im Modul Präimplantationsphase von Bedeutung sind.

- Wie kommt der Embryo bis in der Uterus, wie findet er seinen Weg?
- Wovon ernährt sich der Embryo bis zu seiner Implantation?
- Wie kommt es zur Bildung der Blastozyste?

Liste der Kapitel | **Nächstes Kapitel**

-



5.1 Die Furchungsteilungen und die Migration des Embryos durch die Tube

- Die Furchungsteilungen bis zur Morula
- Die Entstehung der Blastozyste
- Das Schlüpfen der Blastozyste (Hatching)
- Die Polarität des Embryos
- Die Migration des Embryos durch die Tube

Die Furchungsteilungen bis zur Morula

Circa 24h nach der Insemination beginnt die imprägnierte Eizelle mit der ersten Furchungsteilung.

Quiz

Quiz 06

Abb. 4 - Zygote



Abb. 5 - Zweizell Stadium



Legende

Fig. 4
Imprägnierte Eizelle (ungefähr 16-20h nach Insemination).

Fig. 5
Zweizellige Embryo (ungefähr 24h nach Insemination).

© Laboratoire de Biologie de la Reproduction; Lausanne

Abb. 6 - Vierzell Stadium



Abb. 7 - Achtzell Stadium



Legende

Fig. 6
Vierzellige Embryo (ungefähr 45h nach Insemination).

Fig. 7
Achtzellige Embryo (ungefähr 72h nach Insemination).

© Laboratoire de Biologie de la Reproduction; Lausanne

Es entsteht die **Morula** nach 96h, eine Ansammlung von etwa 30 Zellen

Abb. 8 - Morula

Legende

(Blastomere). Weil diese Zellen alleine durch Furchung der Zygote entstanden sind und sich allesamt innerhalb der nicht dehnbaren Zona pellucida befinden, weisen sie kein Grössenwachstum auf. Jede neue Zelle ist somit nur noch halb so gross wie die Zelle aus der sie hervorgeht. Ihren Namen verdankt die Morula ihrer Ähnlichkeit mit einer Brombeere, die in der Tat aussieht wie eine **Ansammlung von kugeligen Zellen**.



Fig. 4
Morula (ungefähr 96h nach Insemination).

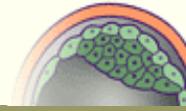
© Laboratoire de Biologie de la Reproduction; Lausanne

Video

[Vom Zweizell Stadium zur jungen Morula \(96h\)...](#)
(205K)

Die Furchungsteilungen der einzelnen Zellen müssen nicht alle synchron ablaufen. In Bezug auf den Zeitpunkt der Zellteilung kann es zu Phasenverschiebungen kommen. Die Zellteilung muss also nicht streng nach der Folge 4,8,16,32,64,128,... stattfinden, sondern kann zu jeder beliebigen Anzahl Zellen des Embryos führen.

[Liste der Kapitel](#) | [Nächste Seite](#)



5.1 Die Furchungsteilungen und die Migration des Embryos durch die Tube

- Die Furchungsteilungen bis zur Morula
- **Die Entstehung der Blastozyste**
- Das Schlüpfen der Blastozyste (Hatching)
- Die Polarität des Embryos
- Die Migration des Embryos durch die Tube

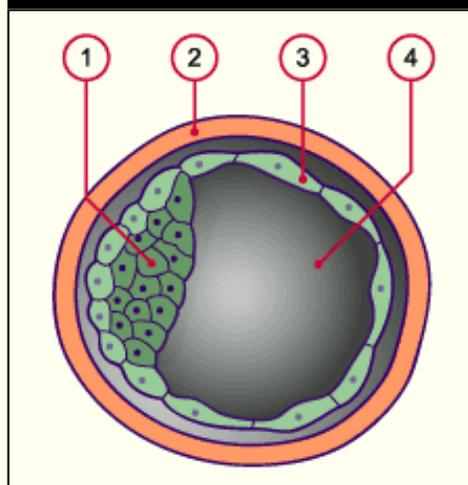
Die Entstehung der Blastozyste

Die äussersten Zellen der nach wie vor in der Zona pellucida eingeschlossenen Morula beginnen am 4. Tag nach der Insemination sich zusammen zu schliessen (sog. Kompaktierung). Es entsteht ein epithelialer, nach aussen dichter Zellverband, dessen Zellen abflachen und kleiner werden. Die Zellen verbinden sich untereinander mittels Schlussleistenkomplexen, tight junctions und gap junctions. Im Inneren der Blastozyste formiert sich eine Höhle, in die Flüssigkeit einströmt (sog. Blastozystenhöhle). Die zwei bis vier innersten Zellen der früheren Morula entwickeln sich zur sog. Inneren Zellmasse der Blastozyste. Alleine aus dieser inneren Zellmasse (Embryoblast) heraus wird sich der eigentliche Embryo entwickeln. Die Zellen dieses Embryoblasten konzentrieren sich an einem Pol, dem embryonalen Pol der Blastozyste. Entstanden ist also eine äussere Zellmasse (Trophoblast), die aus sehr vielen Zellen besteht, und der aus nur wenigen Zellen bestehende Embryoblast. Das Verhältnis der Anzahl Zellen von Embryoblast zu Trophoblast beträgt etwa 1:10. Aus dem Trophoblasten werden die Eihäute und die kindlichen Anteile der Plazenta entstehen.

Quiz

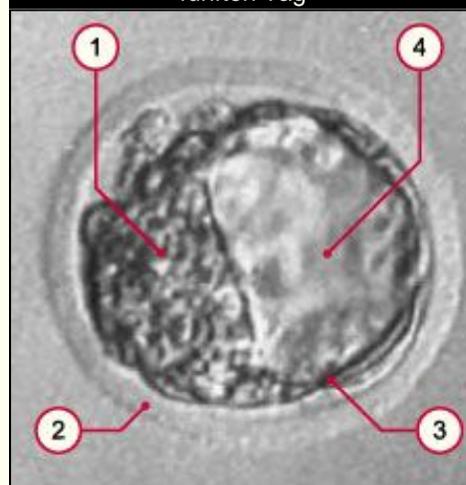
Quiz 08

Abb. 9 - Blastozyste Schema



- 1 Embryoblast
- 2 Zona pellucida
- 3 Trophoblast
- 4 Blastozystenhöhle

Abb. 10 - Aufnahme der Blastozyste am fünften Tag



Legende

Abb. 9
Die Blastozyste ist durch Kompaktierung der Zellen und Ansammlung interzellulärer Flüssigkeit entstanden, welche zur Bildung einer Blastozystenhöhle führt. Der im Innern gelegene Embryoblast (Buckel auf der linken Seite) besteht zu diesem Zeitpunkt aus etwa 12 Zellen. Der umhüllende Trophoblast aus einer einlagigen Zellschicht weist zum selben Zeitpunkt um die hundert Zellen auf. © Dr. A. Senn et al, CHUV Lausanne

Video

[Von der Morula zur Blastozyste \(56K\)](#)

[Vorherige Seite](#) | [Nächste Seite](#)

Modul **5**
Vorimplantation

5.1 Die Furchungsteilungen und die Migration des Embryos durch die Tube

- Die Furchungsteilungen bis zur Morula
- Die Entstehung der Blastozyste
- **Das Schlüpfen der Blastozyste (Hatching)**
- Die Polarität des Embryos
- Die Migration des Embryos durch die Tube

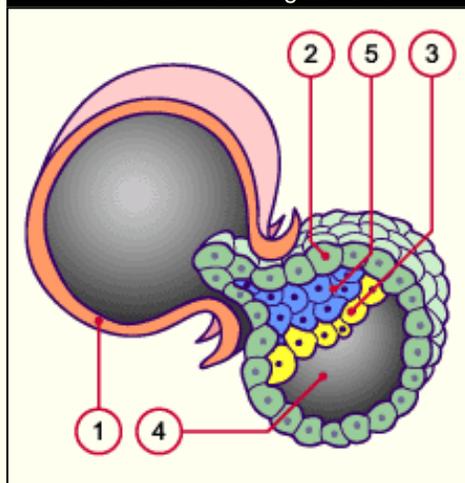
Das Schlüpfen der Blastozyste (Hatching)

Etwa am Ende des fünften Tages befreit sich der Embryo von der umhüllenden Zona pellucida. Durch eine aufeinanderfolgende Reihe von Ausdehnungskontraktionen (expansion contractions) sprengt der Embryo die Hülle. Unterstützt wird er durch Enzyme, die die Zona pellucida am abembryonalen Pol (dieser liegt dem embryonalen Pol genau gegenüber) auflösen. Durch rhythmische Ausdehnungskontraktionen kommt zu einem Herausquellen des Embryos aus der starren Hülle. Diese "erste Geburt" nennt sich auch Hatching.

Quiz

Quiz 04

Abb. 10 - Hatching Schema



- 1 Zona pellucida
- 2 Trophoblast (äussere Zellmasse)
- 3 Hypoblast (Teil der inneren Zellmasse)
- 4 Blastozystenhöhle
- 5 Epiblast (Teil der inneren Zellmasse)

Abb. 11 - Blastozyste



Legende

Abb. 10, Abb. 11
Der Embryo schlüpft mit dem abembryonalen Pol voran aus der Zona pellucida.

Bilder

Entwicklung von der Zygote bis zum Hatching ([Überblick](#)).

Video

Entwicklung von der Morula bis zum Hatching. (260K)

Das Volumen eines Embryos fängt an sich zu vergrössern, sobald die Bildung der Blastozystenhöhle innerhalb der

Abb. 12 - Kontraktionen der Blastozyste

Legende

Morula einsetzt.

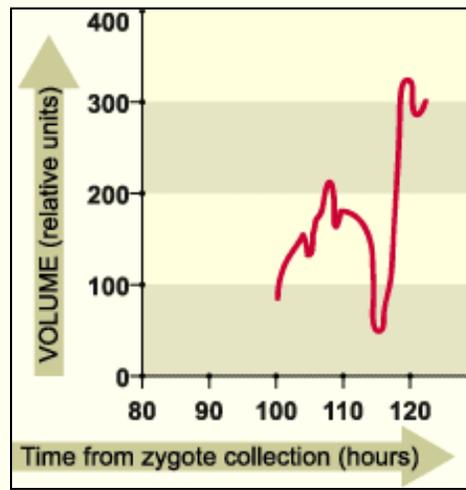


Abb. 12
Charakteristisch für die Volumenzunahme sind rhythmische Ausdehnungs-kontraktionen wie sie auf der Grafik erkennbar sind.
Nach M.P. Primi, CHUV, Lausanne

[Vorherige Seite](#) | [Nächste Seite](#)



5.1 Die Furchungsteilungen und die Migration des Embryos durch die Tube

- Die Furchungsteilungen bis zur Morula
- Die Entstehung der Blastozyste
- Das Schlüpfen der Blastozyste (Hatching)
- **Die Polarität des Embryos**
- Die Migration des Embryos durch die Tube

Die Polarität des Embryos

Die Polarität des Embryos äussert sich in der Ausbildung eines **embryonalen** und eines **abembryonalen** Poles. Ganz offensichtlich wird dies bei der Betrachtung einer Blastozyste, wo sich eine innere Zell-Masse (**ICM**) ausbildet. Diese **konzentriert sich an einem Pol** innen an der Hohlkugel, die aus Blastomeren gebildet wird. (Aus den Blastomeren der inneren Zellmasse entsteht später der eigentliche Embryo, aus den Blastomeren der Hohlkugel die extraembryonalen Strukturen wie Eihäute und Teile der Plazenta).

Diese Polarität wird schon in der unbefruchteten Oozyte angelegt. Massgeblich daran beteiligt ist ihr Zytoskelett. Da das Zytoskelett am Oolemma verankert ist, kann man unter günstigen Beobachtungsbedingungen an der unbefruchteten Eizelle **eine eher glatte von einer eher rauhen Oberfläche unterscheiden**. Diese beiden unterschiedlich gehaltenen Oberflächen widerspiegeln die Polarität des zukünftigen Embryos.

Abb. 13 - Blastozyste am 5. Tag



- 1 Blastomere des Trophoblasten (abembryonaler Pol)
- 2 Innere Zellmasse (ICM) (embryonaler Pol)

Abb. 14 - Imprägnierte Oozyte

Quiz

Quiz 03

Legende

Abb. 13
Blastozyste, die sich aus einer assistiert befruchteten Oozyte entwickelt hat, kurz vor dem Einbringen in die Patientin.
© Dr. S.v.Wyl, Frauenklinik Bern

Legende

Abb. 14
In dieser auf die Oberfläche der Oozyte fokussierten Aufnahme, imponiert die rechte Hemisphäre glatter, wogegen die linke Hemisphäre eine gröbere Oberflächenstruktur aufweist. In der Tiefe der Aufnahme sind zwei Vorkerne in der typischen vis-à-vis Stellung und ein Polkörper auszumachen.



Die Teilung der Zygote zum Zweizellstadium geschieht nun genau so, dass sich die eine entstehende Zelle zum einen Pol und die andere Zelle zum anderen Pol orientiert. Die Teilung geschieht dabei immer so, dass die **Polkörper in der Teilungsfurche zu liegen kommen**. Das ist nicht weiter verwunderlich, hängen doch Zytoskelett und die Teilungsspindel zur Ausstossung der Polkörper zusammen. Die Teilungsspindel kann man dabei auch als Teil des Zytoskeletts bezeichnen.



Abb.15 - Zwei-Zell-Embryo

1 Polkörper

Legende

Abb. 15
Die zwei erkennbaren Polkörper liegen genau in der Teilungsfurche zwischen den beiden Zellen.
[Video dazu](#) (270KB). © Dr. A. Senn, CHUV, CEMCAV, Lausanne

Quiz

[Quiz 01](#)

Diese einmal angelegte Polarität, die sich in den beiden Zellen widerspiegelt, bleibt bestehen, so dass man sie auch im Morula-Stadium wieder finden kann. Eine durch die Polkörper gelegte, **gedachte Äquatorialebene**, trennt auch hier den **embryonalen vom abembryonalen Pol**.

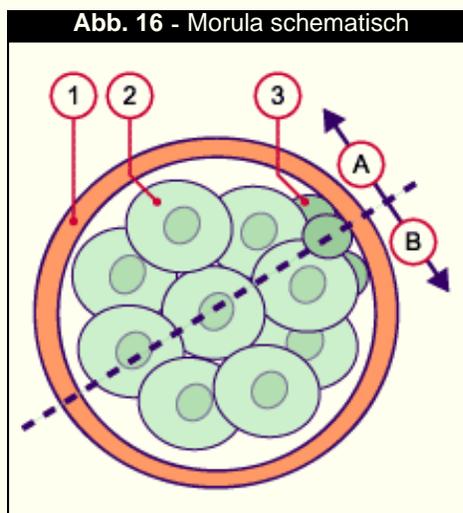


Abb. 16 - Morula schematisch

- 1 Zona pellucida
- 2 Blastomere
- 3 Polkörper

Legende

Abb. 16
Schematischer Embryo im Morula Stadium. Eine gedachte Äquatorialebene geht durch die Ansammlung der Polkörper hindurch (punktierte Linie). Auf der einen Seite (**A**) findet sich der eine Pol, auf der anderen Seite (**B**) der andere Pol des Embryos.

Quiz

[Quiz 02](#)

Modul **5**
Vorimplantation

5.1 Die Furchungsteilungen und die Migration des Embryos durch die Tube

- Die Furchungsteilungen bis zur Morula
- Die Entstehung der Blastozyste
- Das Schlüpfen der Blastozyste (Hatching)
- Die Polarität des Embryos
- Die Migration des Embryos durch die Tube

Die Migration des Embryos durch die Tube

Während sich die befruchtete Oozyte zur Morula und Blastozyste entwickelt und schlussendlich aus der Zona pellucida schlüpft, wandert sie von der Ampulle durch die Tube ins Cavum uteri, wo sie sich am Ende des sechsten Tages im Endometrium einnistet. Transportiert wird die Oozyte bzw. der Embryo durch den Flimmerschlag und Kontraktionen der Tube.

Quiz

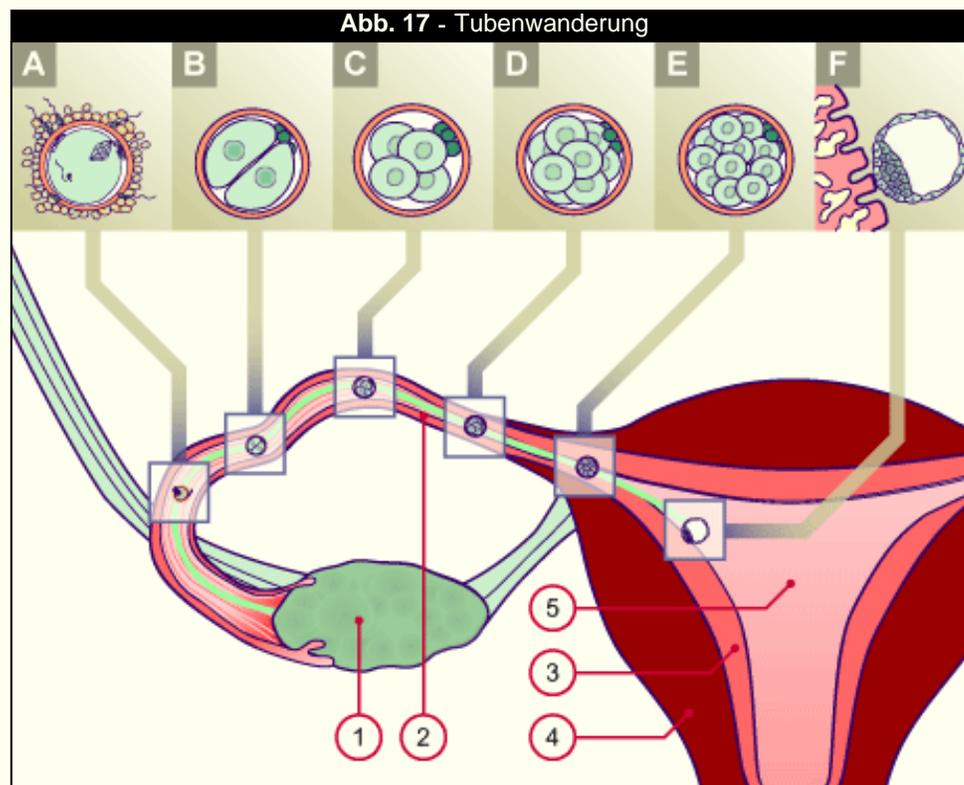
Quiz 05

Kommentar

Der zeitliche Ablauf der Präimplantationsstadien geht zusammenfassend aus diesem [Schema](#) hervor.

Legende

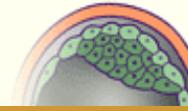
Abb. 17
Der Embryo durchläuft die Furchungsstadien während der Tubenwanderung. Als Blastozyste erreicht er am Ende des 5. Tags das Cavum uteri. Dort kommt es zum Hatching am 5. und zum Einnisten am 6. Tag.



- 1 Ovar
 - 2 Tube
 - 3 Endometrium
 - 4 Myometrium
 - 5 Cavum uteri
 - A** Spermatozoon penetriert in Oozyte (Konzeption), Tag 0
 - B** Zweizellstadium, Tag 1
 - C** Vierzellstadium, Tag 2
 - D** Achtzellstadium, Tag 3
 - E** Morula (16-32 Zellen), Tag 4
 - F** Freie Blastozyste (nach Hatching), Tag 6
-

[Anfang des Kapitels](#) | [Vorherige Seite](#) | **[Nächstes Kapitel](#)**

-

**Spielerisch Lernen:**

Testen Sie Ihr Wissen mit verschiedenen Fragen zu den einzelnen Kapiteln. Mit dem Quiz können Sie wichtige Details repetieren und dabei eventuell noch Wissenslücken aufdecken.

Die Links "[Theorie zur Frage](#)" bei den jeweiligen Fragen führen Sie direkt auf die entsprechenden Seiten des Theorieteils, wo sie die korrekte Antwort auf die Frage finden.

Wir machen Sie aber darauf aufmerksam, dass die Quiz das seriöse Durcharbeiten des Theorieteils dieses Moduls nicht ersetzen ;-)

Quiz 01: [Polarität des Embryos Teil I](#)

Quiz 02: [Polarität des Embryos Teil II](#)

Quiz 03: [Polarität des Embryos Teil III](#)

Quiz 04: [Hatching](#)

Quiz 05: [Periode der Vorimplantation](#)

Quiz 06: [Zellteilungen](#)

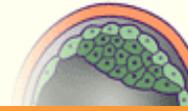
Quiz 08: [Kompaktierung](#)

Achtung

Um die Quiz machen zu können, müssen Sie das Plugin Flash 5 auf Ihrem Computer installieren (siehe "[Downloads](#)" im Hilfemenu)

[Theorie zur Frage](#)

[Liste der Kapitel](#) | [Nächstes Kapitel](#)



5.3 Kurz gefasst

Nach erfolgreicher Fertilisation, die im ampullären Teil der Tube stattfindet, wandert der Embryo durch die Tube in das Cavum uteri. Diese Wanderung dauert sechs Tage. Dabei **teilt** sich die **Zygote** mehrmals vorerst ohne Zunahme des Gesamtvolumens, denn sie ist immer noch von der Zona pellucida umgeben. Es entstehen Tochterzellen und man spricht nun vom **Blastomerenstadium**. Ab ca. 16 Zellen (**Morula**) erfolgt die **Kompaktion**, indem die äusseren Zellen, die **Trophoblasten**, einen kompakten epithelialen Verband bilden. Sie sind untereinander mit Schlussleistenkomplexen verbunden und bilden nach aussen Microvilli. Die inneren Zellen werden so vom Einfluss des äusseren Milieus abgeschirmt und können sich anders differenzieren. Es entsteht im Inneren der **Embryoblast**. Gleichzeitig bildet sich auch ein mit Flüssigkeit gefüllter Raum, die **Blastozystenöhle**. Man spricht nun von der **Blastozyste**. Anschliessend schlüpft die Blastozyste aus der Zona pellucida (**hatching**) und befindet sich nun als **freie Blastozyste** am Eingang in das Cavum uteri. Man kann nun **zwei Schichten von Zellen im Embryoblasten** unterscheiden: die **Epiblasten** und die **Hypoblasten**. In der Folge lagert sich die freie Blastozyste mit dem Pol, wo sich der Embryoblast befindet, an das Endometrium an, was als **Adplantation** bezeichnet wird. Mit ihren Enzymen löst die Blastozyste das Endometrium auf und dringt allmählich in die Tiefe ein. Damit hat die **Implantation** begonnen.

Bilder

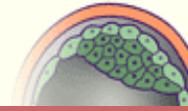
Entwicklung von der Zygote bis zum Hatching ([Überblick](#)).

Video

[Vom Zweizell Stadium bis zum Hatching.](#)
Mouse Embryo (2 Mb)

[Liste der Kapitel](#) | [Nächstes Kapitel](#)

-



5.4 Referenzen

1. The fine structure of normal and abnormal human embryos developed in culture. Lopata A, Kohlmann DJ, Johnston J, In Beier HM, Lindner HR (eds) Fertilisation of human egg in vitro. Springer, Berlin, 1983, 189-210

HUMAN-
EMBRYOLOGIE
Embryogenese

MODUL 5

KAPITEL

LERNZIELE

QUIZ

KURZ GEFASST

REFERENZEN

◀ SEITE ▶

EMBRYOGENESE

ORGANOGENESE

HOME

AUSTAUSCHZONE

SUCHEN

HILFE

UP ▲

[Liste der Kapitel](#) _

-