



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 ▲

6.0 Lernziele, vorausgesetzter Stoff, Einführung, Problemkreise

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

6.1 Rolle und funktionelle Anatomie des Endometriums (Uterusschleimhaut)

- [Einführung](#)
- [Funktionelle Anatomie des Endometriums](#)
- [Definition der Funktionen des Endometriums](#)
- [Zyklische hormonelle Veränderungen des Endometriums](#)
 - [Die Menstruationsphase](#)
 - [Die folliculäre oder proliferative Phase](#)
 - [Die Luteinphase oder sekretorische Phase](#)

6.2 Etappen der Implantation

- [Normale Implantationszone](#)
- [Etappen](#)
 - [Adplantation der Blastozyste auf die Uterusschleimhaut](#)
 - [Adhäsion der Blastozyste an das Endometrium](#)
 - [Invasion des Trophoblasten und Einnistung](#)

6.3 Molekulare Aspekte der Implantation

- [Einführung](#)
- [Signalaustausch während der Vorimplantation](#)
- [Die Blastozyste und das Uterusepithel](#)
- [Interaktionen zwischen Blastozyste und Endometrium \(Einwachsen des Trophoblasten\)](#)

6.4 Implantationsanomalien

- [Extrauterine Schwangerschaften \(EUG\)](#)
- [Plazenta praevia](#)

6.5 Empfängnisverhütende Methoden, welche die Implantation verhindern

- Einführung
- Chemische Methoden
- Mechanische Methoden

6.6 Quiz

- Testen Sie Ihr Wissen

6.7 Kurz gefasst

- Zusammenfassung

6.8 Referenzen

- Referenzen



6.0 Lernziele, vorausgesetzter Stoff, Einführung, Problemkreise

- Lernziele
- Vorausgesetzter Stoff
- Einführung
- Problemkreise

Lernziele

Am Ende dieses Moduls sollten die Studierenden in der Lage sein:

- Die histologischen Strukturen des Endometriums zu beschreiben
- Die Phasen der endometrialen Reifung während dem Menstruationszyklus zu erklären
- Die Wirkung der Hypophysenhormone in der Regelung des Menstruationszyklus zu kennen
- Die verschiedenen Etappen der Implantation zu erklären
- Die grundlegenden Mechanismen der Implantation auf molekularer Ebene zu kennen
- Die normalen Implantationsorte und die Anomalien der extra-uterinen Schwangerschaften zu nennen
- Die verschiedenen Möglichkeiten aufzulisten um eine Implantation und somit eine Schwangerschaft zu verhindern

Vorausgesetzter Stoff

- Befruchtung
- Vorimplantation

Einführung

Die Implantation (Nidation), die dem Carnegie Stadium 5 (◀ 5 ▶) entspricht, **beginnt** zwischen dem **6. und 7. Tag** nach der Befruchtung und endet um den 12. Tag mit der Entstehung des primitiven utero-plazentären Kreislaufes. Es handelt sich hierbei um eine grundlegende Etappe der Entwicklung, die für das Überleben der nährstoffarmen Blastozyste unentbehrlich ist (das Ei besitzt keinen Dotter). Die Implantation des menschlichen Embryos ist **interstitiell**, wobei der Keim im Endometrium aufgenommen und vollständig eingebettet wird. Diese äusserst wichtige Etappe erlaubt nicht nur eine **Abgrenzung** des Embryos gegenüber der Aussenwelt, sie ermöglicht ebenfalls einen engen Kontakt mit dem mütterlichen Organismus, der für die weitere Entwicklung die **unentbehrliche Nährstoffzufuhr** garantiert.

Problemkreise

- Wie wird eine koordinierte Reifung der Gameten und des Endometriums sichergestellt, um optimale Bedingungen für die Entwicklung und für die Implantation des Embryos zu gewährleisten?
- Wie wird während der Implantationsperiode vor dem Einsetzen des utero-plazentären Kreislauf der Nährstoffbedarf der Blastozyste sichergestellt?
- Welche Mechanismen spielen bei der Kontrolle der Reaktion des Endometriums, auf die Anwesenheit einer Blastozyste eine Rolle? Man bedenke, dass die Blastozyste sowohl einen unterschiedlichen Genotyp besitzt, wie auch invasiv ist und eine hohe proteolytische Aktivität aufweist.
- Welche Massnahmen können Sie, basierend auf Ihren Kenntnissen über die Implantationsmechanismen der Blastozystenennen, um nach der Befruchtung einer Eizelle die weitere Entwicklung eines Embryos zu unterbrechen?

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



6.1 Rolle und funktionelle Anatomie des Endometriums (Uterusschleimhaut)

- **Einführung**
- **Funktionelle Anatomie des Endometriums**
- **Definition der Funktionen des Endometriums**
- Zyklische hormonelle Veränderungen des Endometriums
 - Die Menstruationsphase
 - Die folliculäre oder proliferative Phase
 - Die Luteinphase oder sekretorische Phase

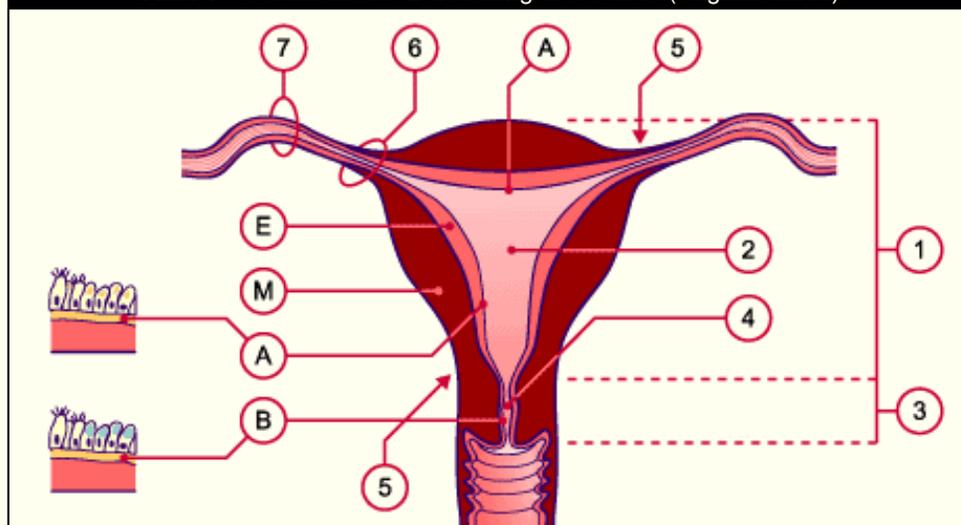
Einführung

Die Hauptfunktion des Uterus ist die **Aufnahme des Embryos** und später die Beherbergung des **Feten** während der Schwangerschaft. Der Uterus ist ein birnenförmiges, muskulöses Hohlorgan mit einer dreischichtigen Wand: Eine äussere Tunica serosa, das **Perimetrium**, eine dicke Tunica muscularis, das **Myometrium**, und eine innere Schleimhautauskleidung, das **Endometrium**. Das Endometrium ist der Ort der Implantation. Es erfährt morphologische und funktionelle Veränderungen, die eng mit der Ausschüttung von **Sexualhormonen** assoziiert sind. Ohne zyklische hormonelle Beeinflussung, das heisst vor der Pubertät oder nach der Menopause, ist dieses Gewebe **keinen Veränderungen unterworfen**. Mit der Menarche bereitet sich der Uterus bei jedem Zyklus auf die Aufnahme einer befruchteten Eizelle vor. Dies geschieht durch die Proliferation und die Differenzierung des Endometriums. Bleibt eine Implantation aus, wird die funktionelle (oberflächlichste) Schicht des Endometriums abgesondert und ausgeschieden.

Quiz

[Quiz 05](#)

Abb. 1 - Schematische Darstellung des Uterus (Sagittalschnitt)



Legende

Abb. 1

Die **Endometrium-schleimhaut (A)** besteht aus einem einschichtigen prismatischen Epithel, welches 3 Arten von Zellen aufweist: sekretorische Zellen (Sekretion von Glykogen), Flimmerzellen und Basalzellen. Das Bindegewebe ist reich an Drüsen (Glandulae uterinae). Die **Cervix-schleimhaut (B)** besteht aus einem einfachen zylindrischen Epithel mit Basalzellen, zillientragenden Zellen und sekretorischen Zellen (schleimproduzierend). Das Bindegewebe enthält verzweigte Drüsen

- 1 Corpus uteri
- 2 Cavitas uteri
- 3 Cervix uteri
- 4 Canalis cervicis
- 5 Isthmus uteri
- 6 Interstitielles Segment
- 7 Tuba uterina, Eileiter (Salpinx)
- A Schleimhaut des Uterus
- B Schleimhaut des Zervikalkanals
- E Endometrium
- M Myometrium

Mehr dazu

Der Uterus besteht aus zwei anatomisch unterschiedlichen Abschnitten: dem **Uteruskörper** (Corpus uteri mit der Cavitas uteri), der innen durch eine Schleimhaut (Endometrium) ausgekleidet wird, sowie der **Cervix uteri** (mit dem Canalis cervicis), welche ebenfalls durch eine Schleimhaut ausgekleidet wird.

Die Schleimhaut des **Corpus uteri**, das Endometrium, besitzt ein zellreiches Bindegewebe, das die Glandulae uterinae (Uterusdrüsen) enthält. Das Uterusepithel besteht aus einem einschichtigen prismatischen Epithel, das drei verschiedene Zelltypen aufweist: Sekretorische Zellen (Glykogen), mit Zilien versehene Zellen, und Basalzellen. Bei jedem Menstruationszyklus wird die Schleimhaut jeweils aus der tiefsten, dem Myometrium am nächsten gelegenen Schicht, der Basalschicht, wieder aufgebaut.

Funktionelle Anatomie des Endometriums

Das Endometrium besteht aus einem einschichtigen prismatischen Epithel, mit oder ohne Zilien (je nach Zeitpunkt des Menstruationszyklus). Es enthält eine Basallamina, Glandulae uterinae, ein spezialisiertes, zellreiches Bindegewebe (Stroma), das Blutgefäße aufweist. Man erkennt die Spiralarterien (Endäste der Arteriae uterinae), sowie ein venöses Abflusssystem.

Quiz

[Quiz 06](#)

Quiz

[Quiz 13](#)

Abb. 2 - Schematische Darstellung des Endometriums

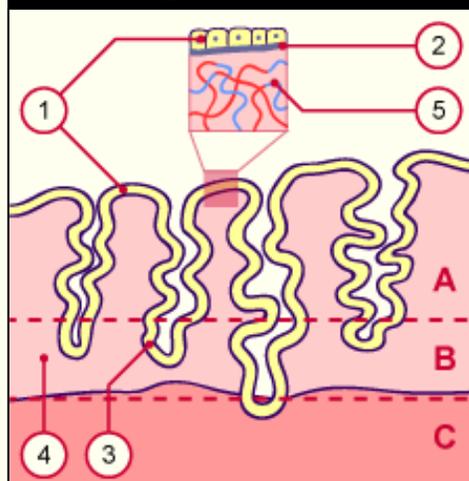
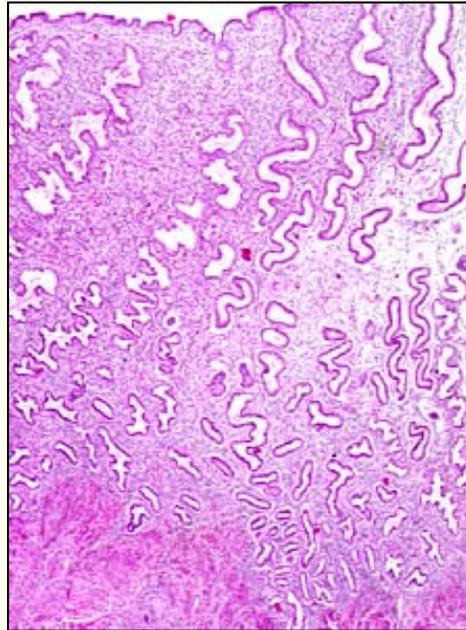


Abb. 3 - Endometrium in der sekretorischen Phase

Legende

Abb. 2-3
Schematische Darstellung der funktionellen Zone mit der Basalschicht des Endometriums, sowie der Glandulae uterinae und des Myometriums. Im Ausschnitt sind die Zellen des einschichtigen prismatischen Epithels, die Basallamina und die Blutgefäße vergrößert dargestellt. Beachten Sie, dass einige Drüsen bis ins Myometrium vordringen. Somit ist eine Regeneration, z. B. nach einer

- 1 Einschichtiges prismatisches Epithel
 - 2 Basallamina
 - 3 Uterusdrüsen, Glandulae uterinae
 - 4 Bindegewebe
 - 5 Blutgefäße
-



- A** Funktionelle Zone
B Basalschicht
C Myometrium
-

Kürettage, gewährleistet. **1**

Definition der Funktionen des Endometriums

- Zyklische Veränderungen der Uterusdrüsen und Blutgefäße im Verlauf der Menstruation, als Vorbereitung auf die Implantation
- Normaler Implantationsort der Blastozyste
- Entwicklungsort der Plazenta

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



6.1 Rolle und funktionelle Anatomie des Endometriums (Uterusschleimhaut)

- Einführung
- Funktionelle Anatomie des Endometriums
- Definition der Funktionen des Endometriums
- **Zyklische hormonelle Veränderungen des Endometriums**
 - Die Menstruationsphase
 - Die folliculäre oder proliferative Phase
 - Die Luteinphase oder sekretorische Phase

Zyklische hormonelle Veränderungen des Endometriums

Das Endometrium ist während der ganzen geschlechtlich aktiven Zeit (von der Pubertät bis zur Menopause) **zyklischen hormonellen Veränderungen, bedingt durch die Ovulation**, unterworfen. Die hormonale Regulierung der Ovulation findet auf drei Ebenen statt: Hypothalamus-Hypophyse-Ovar. Dies erfolgt über längere und kürzere Rückkoppelungsmechanismen.

Quiz

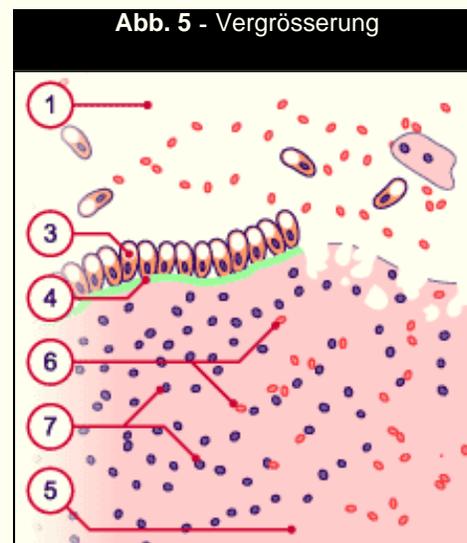
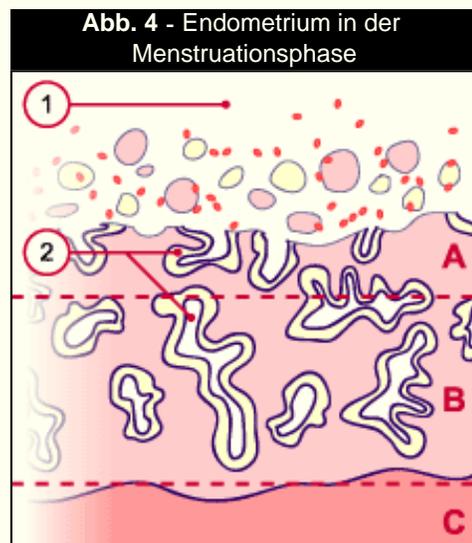
Quiz 04

Quiz

Quiz 14

Die Menstruationsphase

Die **Menstruationsphase (1. bis 4. Tag)** zeichnet den Beginn jedes Menstruationszyklus aus. Wenn eine Implantation ausbleibt, senkt die Rückbildung des Gelbkörpers die Werte der zirkulierenden Hormone Oestradiol und Progesteron, was die Abstossung der funktionellen Zone des Endometriums zur Folge hat.



Legende

Abb. 4-5
Abstossung der funktionellen Zone des Endometriums (spongiosa und compacta) vermischt mit Blut, endometrialen Überresten und Lymphozyten.

- | | |
|--|--|
| A Funktionelle Schicht | 3 Intakte Basalzellschicht |
| B Basalschicht | 4 Basalmembran |
| C Myometrium | 5 Uterusstroma |
| 1 Cavum uteri mit Epithelzellen,
Blutkörperchen und Reste der
abgestossenen Schleimhaut | 6 Blutkörperchen |
| 2 Intakte und teilweise abgestossene
Uterusdrüsen | 7 Freie Zellen des Bindegewebes |

Mehr dazu

Vaskuläre Mechanismen als Grundlage für die Menstruation

Wir haben gesehen, dass die vaskulären Mechanismen, die die Menstruationsphase (1.-4. Tag) regeln, Folge des Abfalls der Oestrogen- und Progesteronwerte sind. Letztere resultieren aus der Rückbildung des Gelbkörpers, welche bei ausbleibender Implantation erfolgt.

Nur die **funktionelle** Zone des Endometriums ist von diesen zyklischen Veränderungen betroffen, die **basale** Schicht bleibt intakt.

Die krampfartige Kontraktion der Tunica media der Spiralarterien ist für eine Unterbrechung der Durchblutung (Ischämie) verantwortlich, die das Absterben der funktionellen Zone des Endometriums zur Folge hat. Das nekrotische Gewebe wird zusammen mit Blut, welches durch einen lokalen fibrinolytischen Faktor nicht gerinnt ausgeschieden (Menstruation).

Das uterine Gefässnetz (Schema) zeigt eine **selektive Sensibilität** in Bezug auf die zyklischen hormonellen Veränderungen. Die radialen und basalen Arteriolen **reagieren nicht** auf die hormonellen Schwankungen, wohingegen die **Spiralarterien hormonempfindlich** sind. 2

Diese **selektive Sensibilität** lässt sich anhand der Entwicklung der anatomischen Struktur des Gefässnetzes erklären. Das Endometrium wird von der Tiefe bis zu seiner Oberfläche von Arteriolen durchdrungen. Die Wand dieser Arteriolen ist nicht überall gleich. Die Elastizität, der Gefässe, welche in Kontakt mit dem Myometrium stehen, nimmt ab, je weiter sie in das Uteruslumen eindringen, wobei gleichzeitig die kontraktilen Fähigkeiten reduziert werden. Die feine fibröse Wand, die übrig bleibt, reagiert ihrerseits auf hormonelle Einflüsse. Während der lutealen Phase verändern sich diese Gefässe unter der Wirkung des Progesterons und werden zu Spiralarterien mit dicker Gefässwand und grossem kontraktilen Potential.

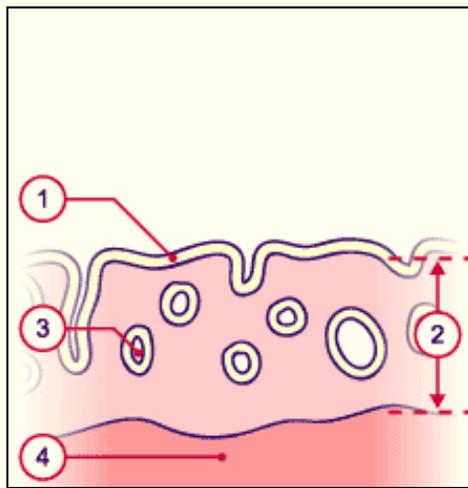
Die folliculäre oder proliferative Phase

Während der **proliferativen oder folliculären Phase (4. bis 14. Tag)** ist die **Sekretion** von **Oestrogenen** durch die wachsenden Ovarialfollikel verantwortlich für die Proliferation des Endometriums (intensive **Mitosen** im glandulären Epithelium). Das desquamierte Uterusepithel kleidet die Oberfläche wieder aus. In diesem Stadium sind eine gewisse Anzahl **mit Zilien versehener** epithelialer Zellen erkennbar. Die Drüsen verlängern sich und die Spiralarterien im Stroma werden leicht gewunden. Am Ende der proliferativen Phase löst der **Oestradiolgipfel** (durch den wachsenden Follikel sezerniert) einen positiven Rückkoppelungsmechanismus auf Ebene der Hypophyse aus und die Ovulation tritt 35 bis 44 Stunden nach dem initialen LH-Anstieg ein (zyklische hormonelle Veränderungen).

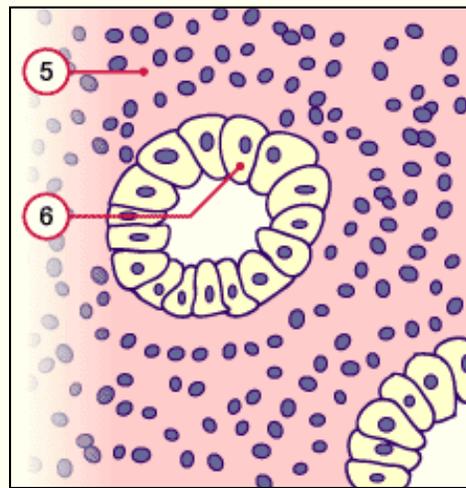
Abb. 6 - Endometrium in der frühen proliferativen Phase (schwache Vergrösserung)

Abb. 7 - Uterusdrüsen (starke Vergrösserung)

Legende



- 1 Drüsenepithel
- 2 wenig entwickeltes Endometrium
- 3 Uterusdrüsen
- 4 Myometrium



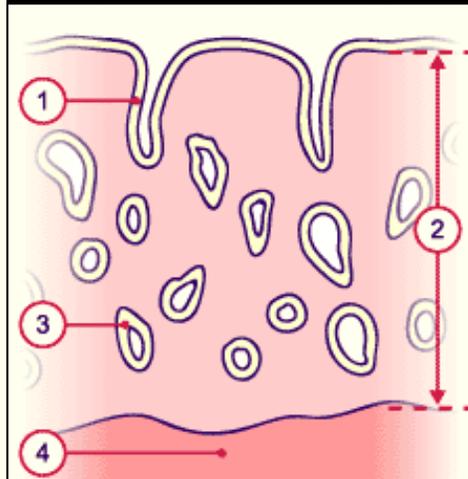
- 5 Stroma vom Endometrium
- 6 Epitheliale Zellen der Uterusdrüsen

Abb. 6-7
Frühe proliferative Phase, charakterisiert durch ein feines, relativ homogenes Endometrium

Mehr dazu

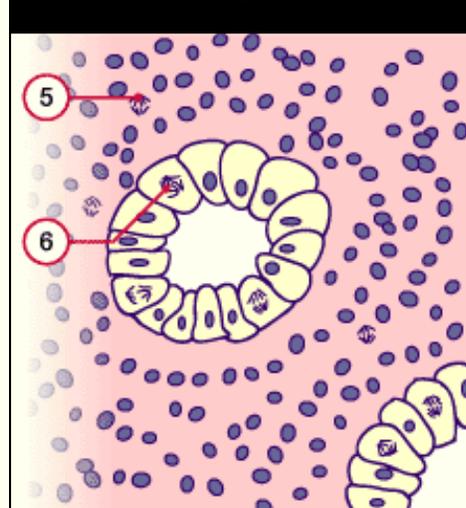
Histologie in schwacher und starker Vergrößerung

Abb. 8 - Endometrium in der späten proliferativen Phase (schwache Vergrößerung)



- 1 Drüsenepithel
- 2 Endometrium während der Proliferation
- 3 Uterusdrüsen
- 4 Myometrium

Abb. 9 - Uterusdrüse (starke Vergrößerung)



- 5 Stroma des Endometriums
- 6 Epitheliale Uterusdrüsenzellen mit Mitosen

Legende

Abb. 8-9
Späte proliferative Phase: Verdicktes Endometrium (Entwicklung der Zona spongiosa) mit vermehrten Drüsen und Mitosen, sichtbar im Drüsenepithel.

Die Luteinphase oder sekretorische Phase

Während der Luteinphase oder sekretorischen Phase (14. bis 28. Tag)

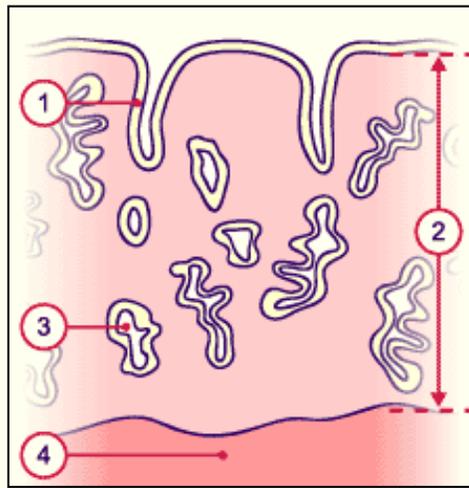
differenziert sich das Endometrium unter der Wirkung des Progesterons (Gelbkörper) und erreicht seine volle Reife. Die Schleimhautdrüsen und Arterien beginnen sich zu schlängeln. Das Bindegewebs-Stroma wird zum Ort ödematöser Veränderungen. Der Zeitraum der **maximalen Aufnahmefähigkeit** liegt zwischen dem **20. und dem 23. Tag**.

Tag. Diese Phase des Endometriums dauert 4 Tage und wird gewöhnlich als **«Implantationsfenster»** bezeichnet.

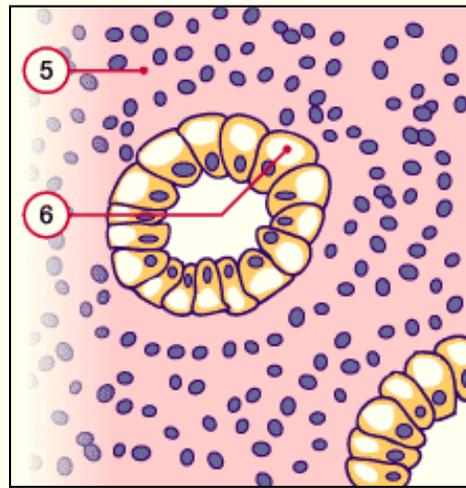
Abb. 10 - Endometrium in der frühen sekretorischen Phase (schwache Vergrößerung)

Abb. 11 - Uterusdrüse (starke Vergrößerung)

Legende



- 1 Drüsenepithel
- 2 Verdicktes Endometrium
- 3 Uterusdrüsen, gewunden
- 4 Myometrium



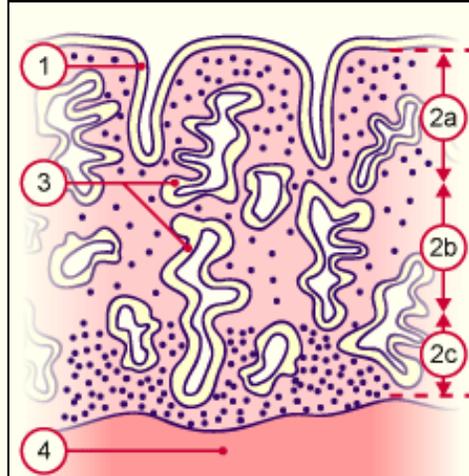
- 5 Stroma des Endometriums
- 6 Epitheliale Uterusdrüsenzellen mit Glykogenansammlungen am basalen Pol

Abb. 10-11
Frühe sekretorische Phase:
Das Endometrium erreicht nach und nach seine volle Reife. Die Kerne der Epithelzellen sind rund und liegen, wegen der Produktion und Lagerung von Glykogen am Basalpol, nahe beim Lumen (Apikalpol).

Mehr dazu

Histologie
schwache und starke Vergrößerung

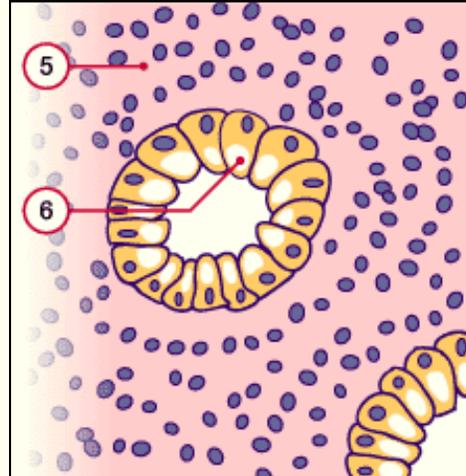
Abb. 12 - Endometrium in der mittleren sekretorischen Phase (schwache Vergrößerung)



- 1 Drüsenepithel
- 2a Stratum compactum
- 2b Stratum spongiosum
- 2c Stratum basale
- 3 Gewundene Uterusdrüsen
- 4 Myometrium

NB 2a + 2b = Stratum functionale

Abb. 13 - Uterusdrüse (starke Vergrößerung)



- 5 Stroma des Endometriums
- 6 Epithelzellen der Uterusdrüsen mit Glykogenansammlung am apikalen Pol

Legende

Abb. 12-13
Mittlere sekretorische Phase:
Das Endometrium erreicht seine Reife, das Glykogen wandert vom basalen zum apikalen Pol, wobei die Kerne der Epithelzellen zum basalen Pol verschoben werden. Die Glykogenhaltigen Sekretansammlungen werden in das Drüsenlumen abgegeben.

Anfang des Kapitels | **Nächstes Kapitel**



6.2 Etappen der Implantation

- **Normale Implantationszone**
- Etappen
 - Adplantation der Blastozyste auf die Uterusschleimhaut
 - Adhäsion der Blastozyste an das Endometrium
 - Invasion des Trophoblasten und Einnistung

Normale Implantationszone

Damit die Implantation korrekt ablaufen kann, müssen die **Blastozyste** und die **Uterusschleimhaut interagieren** können. Diese beiden voneinander unabhängigen Strukturen müssen sich also **synchronen** Veränderungen unterziehen. Die Implantation findet normalerweise in der **superioren und posterioren Wand des Corpus uteri** statt. Genauer gesagt in der funktionellen Schicht des Endometriums, während der sekretorischen Phase des Menstruationszyklus.

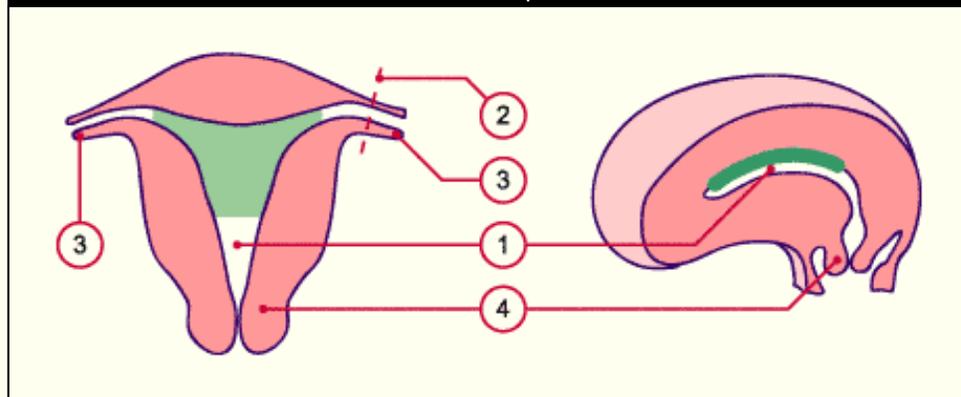
Quiz

[Quiz 01](#)

Quiz

[Quiz 11](#)

Abb. 14 - Normale Implantationszone



- 1 Uterushöhle
- 2 Isthmus uteri
- 3 Tuba Uterina
- 4 Cervix Uteri

Legende

Abb. 14
Normale Implantationszone der Blastozyste in der superioren und posterioren Wand der Uterusschleimhaut.

Ektopische Implantationszonen

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



6.2 Etappen der Implantation

- Normale Implantationszone
- **Etappen**
 - Adplantation der Blastozyste auf die Uterusschleimhaut
 - Adhäsion der Blastozyste an das Endometrium
 - Invasion des Trophoblasten und Einnistung

Etappen

Schematisch lassen sich drei Implantationsetappen unterscheiden:

- Adplantation der Blastozyste an das Endometrium
- Adhäsion der Blastozyste an das Endometrium
- Einwachsen des Trophoblasten und Einbettung

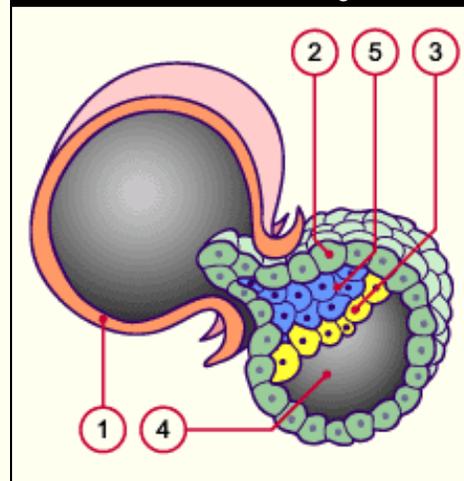
Quiz

Quiz 10

Adplantation der Blastozyste auf die Uterusschleimhaut

Wenn die Blastozyste am 5. Tag aus der Zona pellucida schlüpft (**3**), tritt sie mit der mütterlichen Uterusschleimhaut in Kontakt, indem sie sich mit dem embryonalen Pol an das Endometrium anlagert.

Abb. 15 - Hatching

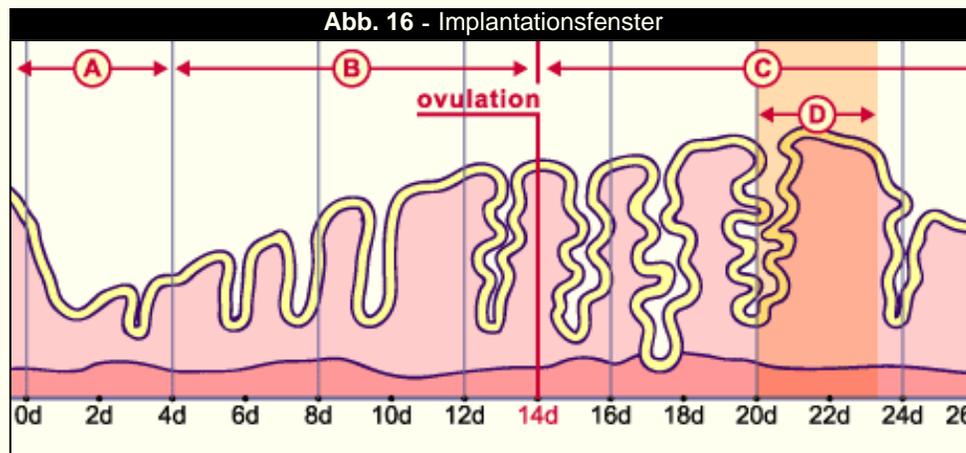


- 1 Zona pellucida
- 2 Trophoblast (äussere Zellmasse)
- 3 Hypoblast (Teil der inneren Zellmasse)
- 4 Blastozystenöhle
- 5 Epiblast (Teil der inneren Zellmasse)

Legende

Abb. 15
Die Blastozyste schlüpft aus der teils aufgelösten Membrana pellucida. Man unterscheidet den Trophoblasten, der die äussere Zellmasse bildet und den Embryoblasten (innere Zellschicht mit Epi- und Hypoblasten) sowie die Blastozystenöhle.

Die Adhäsion kann stattfinden, wenn der Uterus zuvor in seine sekretorische Phase (Luteinphase) eingetreten ist. Diese empfangsbereite Phase des Endometriums dauert 4 Tage (20. -23. Tag) und wird üblicherweise "Implantationsfenster" genannt. Sie folgt ca. 6 Tagen nach dem LH-Gipfel und ist charakterisiert durch das Auftreten von kleinen Erhebungen am apikalen Pol der epithelialen Endometriumszellen. Eine der Aufgaben dieser Erhebungen liegt in der Absorption der Uterusflüssigkeit, was die Blastozyste dem Endometrium näher bringt und sie gleichzeitig immobilisiert. In diesem Stadium kann die Blastozyste noch durch eine Auswaschung eliminiert werden. Es existiert auch eine Hypothese, nach der das Progesteron und die Oestrogene, die durch die Blastozyste produziert werden, verantwortlich seien für ein Oedem, das die bereits abgeflachte Uterushöhle füllt. Dies soll ebenfalls dazu beitragen, dass die Blastozyste gegen das Uterusepithel gedrückt wird. **4**.



- A Menstruation
- B Proliferation
- C Sekretion
- D Implantationsfenster

Legende

Abb. 16 Menstruationszyklus mit den zyklischen Veränderungen des Endometriums. Das Implantationsfenster, das der Periode der maximalen Empfängnis entspricht, ist hier abgebildet (D).

Quiz

Quiz 02

Mehr dazu

Zona pellucida

Während der ganzen Zeitspanne von der Ovulation bis zur Implantation wird die Eizelle von der Zona pellucida umgeben, deren Rolle sich verändert. Anfänglich vereinfacht sie zusammen mit den Zellen der Corona radiata den Transport der Oozyte im Eileiter. Zum Zeitpunkt der Befruchtung erleichtert sie die Akrosomalreaktion der Spermien. Schliesslich, nachdem die Kortikalreaktion stattgefunden hat, unterzieht sie sich physischen und chemischen Veränderungen. Zum Beispiel wird für weitere Spermien ein Eindringen verunmöglicht, was eine Polyspermie verhindert. Die Zona pellucida besitzt keine HLA Antigene und agiert demnach in Bezug auf die Mutter als immunologische Barriere. Eine andere wichtige Rolle ist die Prävention einer verfrühten Implantation des Embryos in der Tubenregion.

Adhäsion der Blastozyste an das Endometrium

In Folge der Apposition der freien Blastozyste auf das Uterusepithel (**4**) interagieren die **Mikrovilli** auf der Oberfläche der zu äusserst gelegenen Trophoblastzellen mit den Epithelzellen des Uterus. Es bilden sich **Verbindungskomplexe**, die für eine

Abb. 17 - Adhäsion der Blastozyste

Legende

stärkere Adhäsion verantwortlich sind. In diesem Stadium **kann die Blastozyste nicht mehr durch einfaches Auswaschen eliminiert werden**. Die Adhäsion der Blastozyste an das Endometrium kommt durch **Oberflächenglykoproteine** zustande, der spezifische Mechanismus ist jedoch nicht im Detail bekannt.

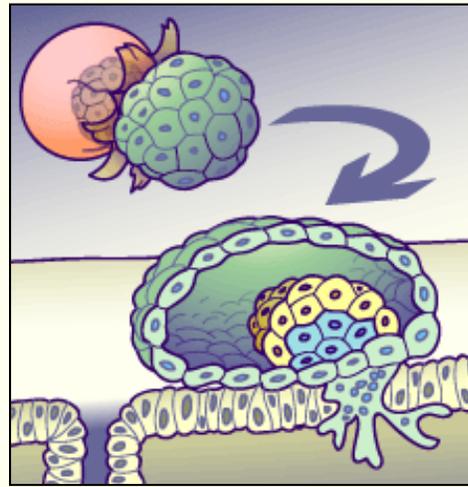


Abb. 17 Ausschlüpfen der Blastozyste und Anheftung an das Endometrium. Man erkennt die Zellen des Synzytiotrophoblasten, die zwischen die Zellen des Uterusepithels einwachsen.

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



6.2 Etappen der Implantation

- Normale Implantationszone
- Etappen
 - Adplantation der Blastozyste auf die Uterusschleimhaut
 - Adhäsion der Blastozyste an das Endometrium
 - **Invasion des Trophoblasten und Einnistung**

Invasion des Trophoblasten und Einnistung

Der Trophoblast wird sich in **zwei verschiedene Zellmassen** differenzieren, kurz bevor er mit dem Endometrium in Kontakt treten wird:

- der äussere Synzytiotrophoblast (ST)
- der innere Zytotrophoblast (ZT)

Der Zytotrophoblast, in der Tiefe, besteht aus einer inneren unregelmässigen Schicht von ovoiden, einkernigen Zellen. Dort befindet sich auch der Ort **intensiver mitotischer Aktivität**.

In der Peripherie bildet der **Synzytiotrophoblast** ein **Synzytium**, d.h. eine mehrkernige Schicht ohne Zellgrenzen, das aus der Fusion der äusseren Zytotrophoblastenzellen stammt. Der Synzytiotrophoblast besitzt **lytische Enzyme** und sezerniert Faktoren, die eine Apoptose der epithelialen Zellen der Uterusschleimhaut bewirken. Der Synzytiotrophoblast durchquert auch die Basallamina und dringt in das darunterliegende Stroma ein, das in Kontakt mit den uterinen Blutgefässen steht. Mit der Implantation der Blastozyste in das Endometrium entwickelt sich der Synzytiotrophoblast schnell und wird, nachdem der Embryo sich vollständig eingenistet hat, diesen vollständig umgeben.

Die Uterusschleimhaut reagiert auf die Implantation mit der Dezidualreaktion, die das Endometrium in die Dezidua umwandelt. Die Synzytiotrophoblastzellen phagozytieren die apoptotischen Dezidualzellen der Uterusschleimhaut und resorbieren die darin gebildeten Proteine, Zucker sowie Lipide. Sie erodieren ebenfalls die Kanäle der endometrialen Drüsen und die Kapillaren des Stromas.

Quiz

[Quiz 03](#)

Quiz

[Quiz 07](#)

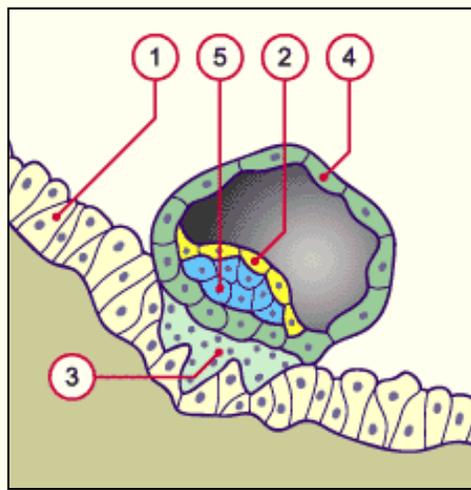
Mehr dazu

Die Dezidualreaktion ist charakterisiert durch...

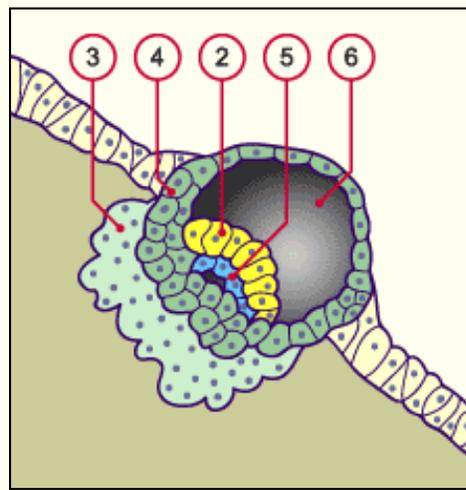
Abb. 18 - Implantation 6.-7. Tag

Abb. 19 - Implantation 7.-8. Tag

Legende



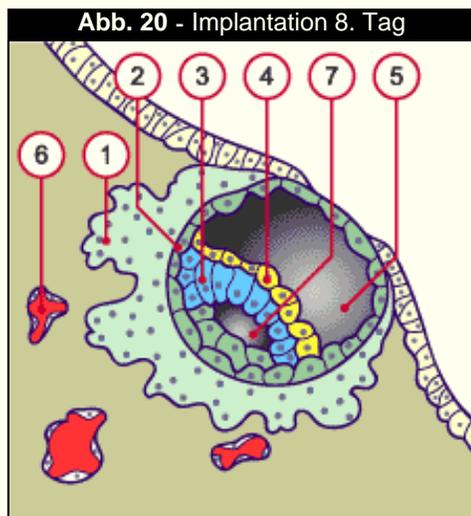
- 1 Epithel der Uterusschleimhaut
- 2 Hypoblast
- 3 Synzytiotrophoblast
- 4 Zytotrophoblast



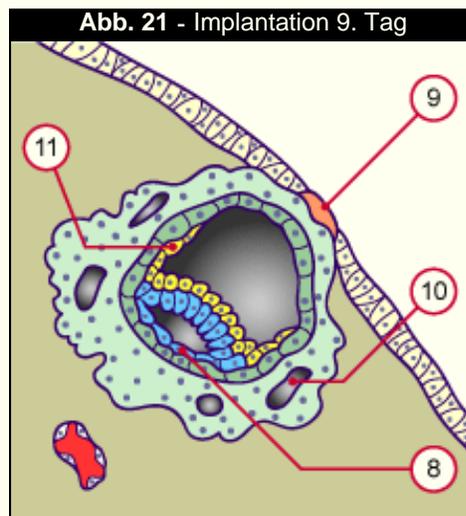
- 5 Epiblast
- 6 Blastozystenhöhle

Abb. 18
Freie Blastozyste (nach der Auflösung der Zona pellucida) in der Phase der Adplantation an die Uteruswand (6. bis 7. Tag nach Ovulation). Die Trophoblastzellen des embryonalen Pols differenzieren und vermehren sich und bilden den invasiven Synzytiotrophoblasten. Der abembryonale Pol besteht aus Zytotrophoblastenzellen.

Abb. 19
Didermische embryonale Scheibe (Hypoblast und Epiblast) nach 8 Tagen. Zu beobachten ist das Erscheinen der Amnionhöhle im Epiblasten. Der ST verfolgt weiterhin seine invasive Aktivität im mütterlichen Gewebe



- 1 Synzytiotrophoblast (ST)
- 2 Zytotrophoblast (ZT)
- 3 Epiblast
- 4 Hypoblast
- 5 Blastozystenhöhle
- 6 Mütterliche Blutkapillare
- 7 Amnionhöhle



- 8 Amnioblasten
- 9 Fibrinpfropf
- 10 Trophoblastlakunen
- 11 sich vermehrender Hypoblast

Legende

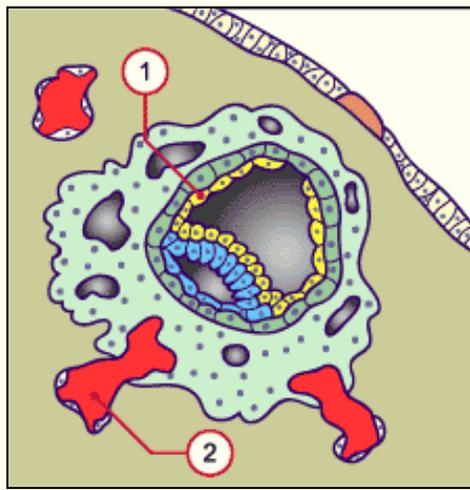
Abb. 20, Abb. 21
Vollständige Implantation des Embryos im Endometrium und Abdeckung des Implantationsortes durch einen Fibrinpfropf. Die Amnionhöhle erweitert sich und eine Zellschicht (Amnioblasten) trennt sie nun vom ZT. Die Hypoblastzellen fangen ebenfalls an, sich zu vermehren (5b). Extra-zytoplasmatische Vakuolen erscheinen im ST und vereinen sich zu Lakunen.

In der Mitte der 2. Woche tauchen im ST extra-zytoplasmatische Vakuolen auf. Sie konfluieren zu **Lakunen**. Diese Lakunen sind anfänglich mit Gewebeflüssigkeiten und Uterussekreten gefüllt. Nach der Erosion der mütterlichen Gefäße wird deren Blut die Lakunen füllen, welche sich später zu den intervillösen Räumen weiterentwickeln. Das **invasive Wachstum des ST** hört in der **Zona compacta** der Uterusschleimhaut auf. Um den 13. Tag entsteht der **primitive utero-plazentäre Kreislauf**.

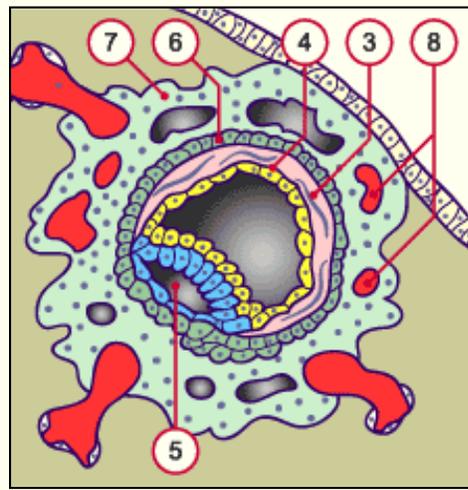
Abb. 22 - Implantation 9-10. Tag

Abb. 23 - Implantation 10-11. Tag

Legende



- 1 Sich vermehrender Hypoblast
- 2 Erodierte mütterliche Kapillare



- 3 Extra-embryonales Retikulum
- 4 Heuser'sche Membran
- 5 Amnionhöhle
- 6 Zytotrophoblast
- 7 Synzytiotrophoblast
- 8 Lakune, gefüllt mit Blut

Abb. 22, Abb. 23
Die zerstörerische Aktivität des ST erreicht die Kapillaren des Endometriums. Das mütterliche Blut fließt in die Lakunen ein. Der ST umhüllt die mütterlichen Kapillaren, erweitert sein Lakunennetzwerk und bildet einen arteriellen Speicher und ein venöses Abflusssystem.

Am Ende der 2. Woche, wenn die Implantation beendet ist, besteht die embryonale Anlage schematisch aus zwei aufeinander liegenden Bläschen: die Amnionhöhle (dorsal) und das Nabelbläschen (ventral). Der Boden der Amnionhöhle wird durch den Epiblasten gebildet, und das Dach des Nabelbläschens durch den Hypoblasten. Diese beiden aneinanderliegenden Keimblätter bilden den Embryo oder die zweiblättrige Keimscheibe.

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



6.3 Molekulare Aspekte der Implantation

- Einführung
- Signalaustausch während der Vorimplantation
- Die Blastozyste und das Uterusepithel
- Interaktionen zwischen Blastozyste und Endometrium (Einwachsen des Trophoblasten)

Einführung

Die **molekularen Mechanismen** der Implantation sind heute nur teilweise bekannt. Sie rufen komplexe **kaskadenartige Interaktionen** zwischen den embryonalen Trophoblastzellen, den Epithelzellen, Dezidualzellen, den immunkompetenten Zellen und der extrazellulären Matrix (EZM), des mütterlichen Endometriums, hervor. Diese zellulären Interaktionen benötigen **verschiedene Mediatoren** wie z.B. Wachstumsfaktoren, Proteinase und ihre Inhibitoren, die Bestandteile der EZM, die Adhäsionsmoleküle (Integrine, Cadherine) und die Hormone. Tatsächlich sezernieren die Dezidualzellen und die endometrialen Drüsen **Wachstumsfaktoren** und verschiedene andere für die Implantation des Embryos notwendige **Faktoren**. Die Blastozyste ihrerseits exprimiert eigene Wachstumsfaktoren und zahlreiche **Rezeptoren**, die Gewebeinteraktionen mit dem Uterusepithel erlauben.

Schematisch gesehen finden die molekularen Interaktionen zwischen der Blastozyste und dem mütterlichen Organismus auf drei Ebenen statt:

- Signalaustausch während der Vorimplantation
- Interaktionen zwischen der Blastozyste und dem Uterusepithel (Adplantation)
- Interaktionen zwischen der Blastozyste und dem Endometrium (Einwachsen des Trophoblasten)

Signalaustausch während der Vorimplantation

Das Endometrium und der Embryo kommunizieren schon **vor dessen Apposition** auf dem Uterusepithel miteinander. Tatsächlich **sezerniert** die Blastozyste seit ihrem Schlüpfen **Moleküle**, die auf die ovariäre Aktivität, die Beweglichkeit der Tube und des Endometriums (EPF, HCG) wirken. Mit der Kompaktion der Morula erscheinen **Rezeptoren** für den koloniestimulierenden Faktor (CSF), den epithelialen Wachstumsfaktor (EGF), den Leukämie Inhibitions Faktor (LIF) und für das E-Cadherin. Die **Cadherine** sind kalziumabhängige Zelladhäsionsmoleküle, die bei der Verankerung der Blastozyste im Endometrium eine Rolle spielen. Der Embryo produziert auch in diesem Stadium Interleukin 1 (IL-1 α und β), welches eine Schlüsselrolle bei der **Ausrichtung des Embryos** zur Uterusschleimhaut hin, einnehmen wird. Auch der Aktivierungsfaktor der Thrombozyten (PAF) wird vom Embryo produziert. Das Interleukin (IL-1), dessen Rezeptoren während der Luteinphase auf den Epithelzellen des Endometriums lokalisiert sind, ist nötig, um den LIF im Uterus zu produzieren.

Mehr dazu

[Abkürzungen in der englischen Literatur](#)

Quiz

[Quiz 08](#)

Mehr dazu

Diese Seite ermöglicht die Vertiefung der Kenntnisse über [molekulare Mechanismen der Implantation](#). (Französisch)

◀ SEITE ▶

EMBRYOGENESE

ORGANOGENESE

HOME

AUSTAUSCHZONE

SUCHEN

HILFE

UP ▲

Während der Vorimplantationsphase nimmt die Dicke der Oberflächenproteine (Glykocalyx) sowie die **elektrostatische Abstossung** zwischen der Blastozyste und dem Endometrium ab, was die Implantation begünstigt.

Die Blastozyste und das Uterusepithel

Quiz

Quiz 15

Die Apposition und die Adhäsion der Blastozyste an das Uterusepithel benötigt die Sekretion von Faktoren, die sich an spezifische Rezeptoren binden (eines der Gewebe muss den Liganden sezernieren, das andere sollte den Rezeptor exprimieren).

Es sind zahlreiche "Implantationsfaktoren" bekannt:

Das Interleukin 1 (**IL-1**), der Inhibitionsfaktor für Leukozyten (**LIF**), der koloniestimulierende Faktor (**CSF**), sowie der epitheliale Wachstumsfaktor (**EGF**) und sein Rezeptor **EGF-R**.

Das embryonale IL-1 bindet sich während der Implantation an seinen Rezeptor auf der Oberfläche der Epithelzellen des Endometriums.

Der LIF (ein Glykoprotein, das in die Gruppe der Zytokine gehört) wird ab dem 18. Tag des Menstruationszyklus durch die Uterusepithelzellen synthetisiert, sein Rezeptor wird durch die Blastozyste exprimiert. Er scheint eine Rolle in der Differenzierung des ZT zum ST zu spielen und trägt zur HCG-Sekretion bei.

Der EGF-Rezeptor kann sich an zahlreiche Liganden binden. Beim Menschen wird der **EGF-R** ab dem 4. Tag durch die Zellen der inneren Zellmasse und durch den Trophoblasten exprimiert. Zwischen dem 4. und dem 7. Tag wird seine Expression auf die innere Zellmasse und den embryonalen Pol des Trophoblasten beschränkt. Dies könnte eine Erklärung sein für die Ausrichtung der Blastozyste, die sich mit dem embryonalen Pol einnistet.

Interaktionen zwischen Blastozyste und Endometrium (Einwachsen des Trophoblasten)

Der Trophoblast benimmt sich wie ein "pseudo-tumorales Gewebe", welches das Endometrium infiltriert. Die Trophoblastzellen sezernieren **proteolytisch aktive Enzyme**, die auf die EZM wirken, indem diese für die Invasion des Embryos durchlässiger gemacht wird. Es handelt sich hier hauptsächlich um matrizielle Metalloproteinasen (**MMP**) und um Plasminogen-Aktivatoren.

Nach der Zerstörung der Basalmembran wächst der Trophoblast in die Dezidua des Uterusgewebes ein (extravillöser Trophoblast). Die Trophoblastzellen exprimieren bestimmte **Integrine** (Zelladhäsionsmoleküle). Die Integrine, welche aus der $\alpha 6$ Kette bestehen und durch die **tiefergelegenen Zellen** exprimiert werden, interagieren nicht mit der Uterusschleimhaut nicht. Dagegen haben die Integrine $\alpha 5\beta 1$ und $\alpha 1\beta 1$, die von den **oberflächlich gelegenen Zellen** exprimiert werden, einen Einfluss auf die Schleimhaut. Es ist also offensichtlich, dass die Modulation der Rezeptoren das Ausmass des Einwachsens des Trophoblasten determiniert.

Das **Einwachsen des Trophoblasten** und der Abbau der EZM werden durch endometriale Faktoren kontrolliert (sezerniert durch Epithelzellen, Fibroblasten, Makrophagen und Leukozyten). Diese Faktoren wirken auf eine autokrine und parakrine Art, um die Invasion des Trophoblasten zu erleichtern. (5)

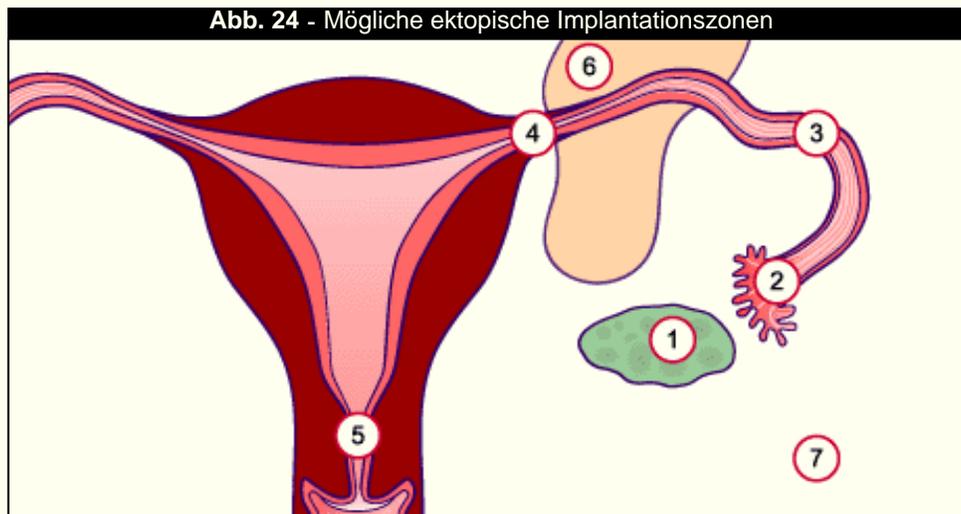
Modul
Implantation

6.4 Implantationsanomalien

- Extraterine Schwangerschaften (EUG)
- Plazenta praevia

Extraterine Schwangerschaften
(EUG)

Die extraterine Schwangerschaft (EUG = extraterine Gravidität) ist eine seltene, jedoch schwerwiegende Komplikation (2,5% aller Schwangerschaften). Sie kann zu Hämorrhagien und damit verbunden zu Sterilität (wegen Ruptur der Tube) führen. Die **normale Befruchtung** findet immer **ausserhalb des Uterus** statt; im **äusseren Drittel der Tube**. Die befruchtete Eizelle wandert durch die Ampulle. Die Implantation findet um den 6. Tag in der Uterusschleimhaut statt. Wird diese Wanderung durch irgendwelche Faktoren verzögert, kann sich die Blastozyste irgendwo auf ihrem Weg in den Uterus implantieren. Am häufigsten geschieht dies in der Tube (**99% der EUG sind Tubenschwangerschaften**).



- 1 im Ovar
- 2 im Infundibulum
- 3 in der Tube
- 4 im Interstitium
- 5 im tiefen Uterus (Ort für spätere Plazenta praevia)
- 6 abdominal (auf einer Intestinalschleife)
- 7 im Becken

Quiz

Quiz 09

Legende

Abb. 24
Die Tubenschwangerschaften (3) kommen am häufigsten vor (99%).

Die extra-uterinen Schwangerschaften (EUG) kann in **gesunden Tuben** auftreten, dies geschieht in **ungefähr 10% der Fälle** und steht möglicherweise in Verbindung mit:

- Einem verspäteten Auffangen der Oozyte durch den Tubenrichter
- Einer Störung der Peristaltik in der Tube (zurückgehend auf die Wirkung von Ovulationsinduktoren und gewissen Medikamenten)

Am häufigsten treten extra-uterine Schwangerschaften in **pathologischen Tuben** auf (**ungefähr 90%**). Verantwortlich dafür sind organische Hindernisse, oftmals bilateral. Sie führen oft zu Rezidiven und später zu Sterilität.

Für EUG gibt es insgesamt **6 potentielle Risikofaktoren**:

- Infektionen (Eileiterentzündung, Salpingitis)
- Chirurgische Eingriffe im Becken
- Tabakmissbrauch
- In Vitro Fertilisation (IVF)
- Kongenitale Anomalien (Tubenmissbildungen)
- Endometriose (ektopische Fragmente der Uterusschleimhaut)

Plazenta praevia

Wenn die Implantation im unteren Teil des Uterus stattfindet, wird sich später die Plazenta in der Cervix uteri entwickeln. Dies kann zu schwerwiegenden Hämorrhagien führen. Diese Art von Implantation nennt man **Plazenta praevia**. Eine Geburt durch den Geburtskanal würde die Plazenta ablösen bevor der Fetus geboren ist. Deshalb wird in solchen Situationen immer per Kaiserschnitt geboren. Die Plazenta praevia tritt in **1% der Schwangerschaften** auf.

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

Video

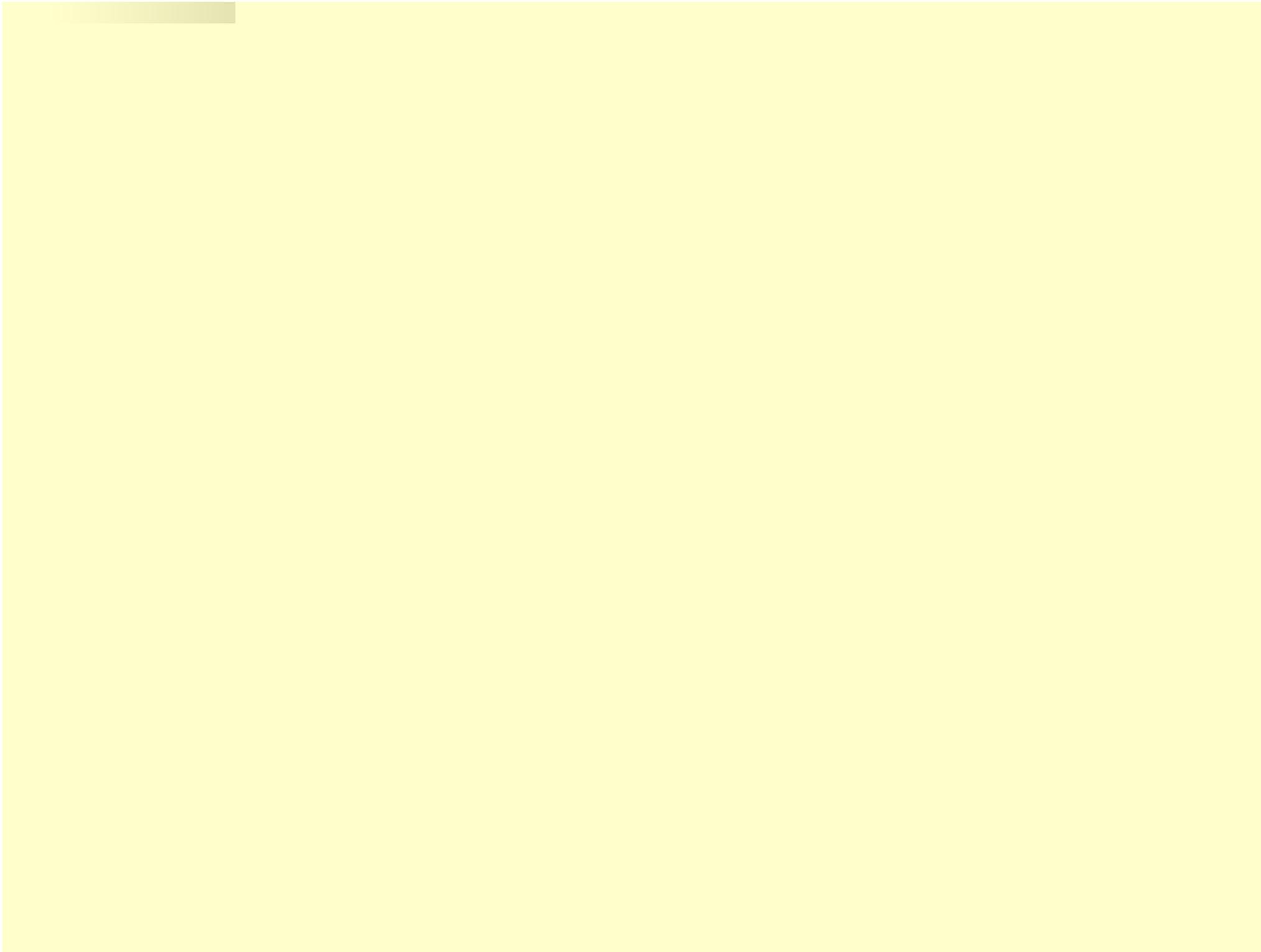
[Extrauterine Gravidität \(Tubar\)](#)
(5 MB)
© PD Dr. med. Michel Müller, Frauenklinik Inselspital, Bern

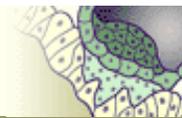
Video

[IVE: Insemination durch intra-zytoplasmatischen Spermieninjektion \(ICSI\)](#). (3 MB)
© Prof. B. Imthurn, Unispital, Zürich

Quiz

[Quiz 16](#)





6.5 Empfängnisverhütende Methoden, welche die Implantation verhindern

- Einführung
- Chemische Methoden
- Mechanische Methoden

Einführung

Die empfängnisverhütenden Methoden sollen eine Schwangerschaft verhindern.

Es existieren verschiedene Arten der Empfängnisverhütung. Die chemischen Methoden zeigen bei korrekter Anwendung eine hohe Effizienz.

Die Empfängnisverhütung kann auf drei Ebenen stattfinden:

- Verhinderung des Zusammentreffens zwischen Oozyte und Spermium
- Verhinderung der Ovulation
- Verhinderung der Befruchtung bzw. Implantation der Oozyte

Wir interessieren uns hier für Methoden, die die Implantation verhindern.

Verschiedene empfängnisverhütende Methoden, die die Implantation verhindern



Pille



Spirale



Die Pille danach

Mehr dazu

Ergänzende Informationen zur [hormonellen Empfängnisverhütung](#)

Chemische Methoden

Die Pille danach

Mit dieser Methode werden hohe Dosen eines Oestrogens in Verbindung mit einem Progesteron oder eine hohe Dose eines reinen Progesterons so schnell wie möglich nach dem ungeschützten Geschlechtsverkehr und **bis zu spätestens 72 Stunden danach verabreicht**. Die Effizienz dieser Methode beträgt rund 99%, verlangt jedoch eine rasche Einnahme und stellt eine hormonelle Überdosis dar.

Verschiedene Mechanismen scheinen zusammenzuwirken: nämlich eine Hemmung der Ovulation, des Transports der Oozyte/des Spermiums durch die Tube, Interferenz mit der Befruchtung und Veränderungen des Endometriums. Dadurch soll eine Implantation verunmöglicht werden. In allen Fällen interveniert die empfängnisverhütende Methode vor der Implantation der Oozyte in den Uterus.

Das Mifepriston-RU486

Der Wirkstoff ist ein synthetisches Steroidmolekül, dessen sehr starke Anti-

Progesteron-Eigenschaft auf einer kompetitiven Hemmung der Progesteronrezeptoren beruhen. Das Mifepriston oder RU486, das der Pille seinen Namen gibt, hat einen **Anti-Nidations-Effekt** auf den Uterusmuskel, das Endometrium und die Cervix. Bei dieser Art des Schwangerschaftsabbruch wird die Effizienz, durch Kombination mit einem **Prostaglandin** zusätzlich zum Mifepriston, auf 95% erhöht. Auch die Abstossung des Embryos wird beschleunigt. Die Einnahme muss bis spätestens **49 Tage nach Ausbleiben der Menstruationsblutung** erfolgen.

Mechanische Methoden

Quiz

[Quiz 12](#)

Die Spirale:

Die ersten Exemplare stammen **aus dem Jahre 1920!** Die feinen Plastikmodelle mit Kupferfaden sind erst seit 1970 erhältlich; die neueren Spiralen setzen Progesteron frei.

Es handelt sich um eine intra-uterine Einlage (IUD) mit doppelter Funktion: Erstens wird die Implantation verhindert und zweitens werden die Spermien immobilisiert. Dieses Mittel zur Empfängnisverhütung zeigt eine Effizienz von ca. 90% und wird oft angewendet.

Die Spirale ist eine feine Einlage aus Plastik, die einen Kupferfaden enthält, und in die Uterushöhle eingesetzt wird. Die IUD's können **inert oder medikamentös** behandelt sein (geben langsam kleine Mengen von Kupfer oder Progesteron ab). Die kupferhaltigen IUD's immobilisieren die Spermien indem Kupfer den Mitochondrienstoffwechsel hemmt. Die IUD's, die Progesteron freisetzen, verdicken auch den zervikalen Schleimpfropfen (was den Spermien den Durchgang in die Uterushöhle erschwert) und verändern die endometriale Epithelauskleidung. Alle IUD's lösen eine endometriale Entzündung aus mit Leukozytose und Freisetzung von Prostaglandinen. Diese wirken gleichzeitig auf die Cervix, den Uterus und die Eileiter, was eine Befruchtung der Oozyte durch ein Spermium verhindert.

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

Modul
Implantation

6.6 Quiz

**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: [Normale Implantationszonen der Blastozyste](#)

Quiz 02: [Verschiedene Phasen des Menstruationszyklus](#)

Quiz 03: [Etappen der Implantation](#)

Quiz 04: [Zyklische strukturelle Veränderungen des Endometriums](#)

Quiz 05: [Schematische Darstellung vom Uterus](#)

Quiz 06: [Das Endometrium](#)

Quiz 07: [Die Amnionhöhle](#)

Quiz 08: [Die Vorimplantationsphase](#)

Quiz 09: [Extra-uterine Schwangerschaften \(EUG\)](#)

Quiz 10: [Adplantation der Blastozyste](#)

Quiz 11: [Normale Implantationszone](#)

Quiz 12: [Die chemischen, empfängnisverhütenden Methoden](#)

Quiz 13: [Die Zusammensetzung der Uteruswand](#)

Quiz 14: [Der Menstruationszyklus](#)

Quiz 15: [Interaktionen zwischen der Blastozyste und dem Endometrium](#)

Quiz 16: [Die Plazenta praevia](#)

Achtung

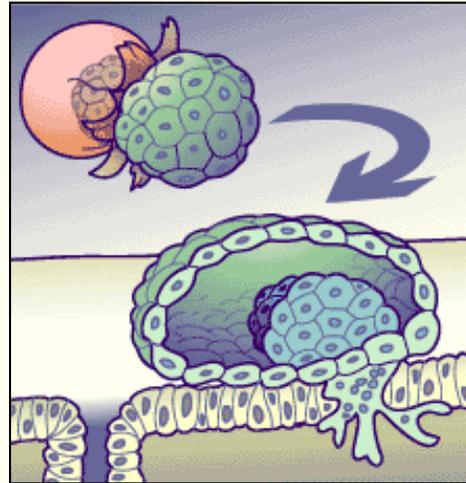
Um die Quiz machen zu können, müssen Sie das Plugin **Flash 6** auf Ihrem Computer installieren (siehe "Downloads" im Hilfemenu)

[Theorie zur Frage](#)

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

6.7 Kurz gefasst

Dieses Modul beschreibt die Implantationsetappen der Blastozyste in die Wand des Endometriums. Dieser Prozess erstreckt sich über einen Zeitraum vom Ende der ersten Woche der embryonalen Entwicklung; nämlich ab dem Zeitpunkt des Schlüpfens der Blastozyste; bis zur Entstehung des primitiven plazentären Kreislaufes in der Mitte der zweiten Entwicklungswoche erstreckt.



[Start Animation](#)

Das **Endometrium** (6.1) weist eine Struktur auf, die eine Implantation der Blastozyste begünstigt. Es unterzieht sich **strukturellen Veränderungen**, die durch sexuelle Hormone reguliert werden. Dieser Zyklus lässt sich in drei Phasen unterteilen (menstruelle, folliculäre und luteinische). Jede ist charakterisiert durch eine eigenes histologisches Erscheinungsbild des Endometriums, speziell des Drüseneithels.

Die **Implantationsetappen** (6.2) beginnen mit der Apposition der Blastozyste an die Uterusschleimhaut, die normalerweise nur **in einer Region der Uteruswand** entsteht. Eine Implantation der Blastozyste ausserhalb dieser Zone bedeutet eine extra-uterine Schwangerschaft mit schwerwiegenden Folgen für die Gesundheit. Die **Implantationsetappen** der Blastozyste in das Uterusendometrium lässt sich in drei Phasen gliedern: Die Apposition, die Adhäsion und die Einnistung. Die Apposition kann nur während eines bestimmten Zeitraums im Laufe des Zyklus stattfinden, dem sog. Implantationsfenster. Die Apposition steht im Zusammenhang mit der Reifung der Uterusschleimhaut. Sobald die Adhäsion an die Uterusschleimhaut vollzogen ist, differenzieren die in der Peripherie gelegenden Zellen der Blastozyste - der Trophoblast - in zwei Zelltypen: in den Synzytiotrophoblasten (ST, aussen) und in den Zytotrophoblasten (ZT, innen). Durch ihre lytische Aktivität erodieren die ST-Zellen zahlreiche Strukturen der Uterusschleimhaut und induzieren die Dezidualreaktion dieser Schleimhaut. Dieser Prozess führt zur **Einnistung** der Blastozyste in die Schleimhaut, wobei sie zu diesem Zeitpunkt vollständig von ST-Zellen umgeben wird. Während der zweiten Woche tauchen im ST extra-zytoplasmatische Vakuolen auf. Sie konfluieren zu Lakunen und werden später mit mütterlichem Blut gefüllt, das aus den durch die lytische ST-Aktivität erodierten Gefässen stammt. Dadurch entsteht der primitive utero-plazentären Kreislauf.

Die Etappen der Implantation resultieren in einer Kaskade **molekularer Mechanismen** (6.3) von Interaktionen zwischen den Trophoblastzellen einerseits, und andererseits den Zellen und der extra-zellulären Matrix der Uterusschleimhaut. Diese Interaktionen beginnen schon im Moment des Ausschlüpfens der Blastozyste (**Vorimplantations-Signale**), damit die strukturellen und funktionellen Eigenschaften des Uterus verändert werden. Das begünstigt die Bewegung der Blastozyste in Richtung des Implantationsortes und dessen Modifikation, um eine Implantation zu erleichtern. Die **Interaktionen** zwischen der **Blastozyste und dem Uterusepithel** stellen die richtige Orientierung des Embryos und dessen Adhäsion an die Uteruswand sicher. Die Interaktionen zwischen der Blastozyste und dem Endometrium regulieren das Einwachsen des Trophoblasten und die Einnistung in die Schleimhaut.

Mehrere Faktoren können zu einer **abnormalen Implantation** führen (6.4). Es gibt ausserhalb der normalen Implantationszone verschiedene Orte, innerhalb und ausserhalb des Uterus, wo sich die Blastozyste einnisten kann (**Extrauterine Schwangerschaften (EUG)**). Innerhalb des Uterus führt eine Implantation im unteren Teil zu einer **Plazenta praevia**. Sie bildet sich im Cervix uteri und verhindert eine normale Geburt. Auch kann es dadurch bei ihrer Ablösung zu schwerwiegenden klinischen Komplikationen (Hämorrhagien) kommen.

Bei den **kontrazeptiven Methoden** unterscheidet man zwischen **mechanischen** und **chemischen** Methoden.

Die mechanischen Methoden (Spirale) haben eine Doppelfunktion, einerseits wirken sie einer Einnistung entgegen und andererseits immobilisieren sie die Spermien. Bei chemischen Methoden, welche die Implantation oder die frühe embryonale Entwicklung verhindern sollen, werden entweder hohe Hormondosen (Pille-danach) oder Rezeptorantagonisten (RU 486) verabreicht

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



6.8 Referenzen

1. Human Microscopic Anatomy, R.V. Krstic, Springer Verlag, 1997, 412-13
2. Human Microscopic Anatomy, R.V. Krstic, Springer Verlag, 1997, 414-15
3. Angiogenesis in the postovulatory primate endometrium: the coiled arteriolar system, Kaiserman-Abramof IR, Padykula HA, Anat Rec 1989 Aug;224(4):479-89
4. Human Embryology and Developmental Biology, Bruce M. Carlson, Mosby, 1994, 45
5. [The 2 differentiation pathways of the human trophoblast](#), Evain-Brion D. , Gynecol Obstet Fertil 2001 Jul-Aug;29(7-8):497-502

◀ SEITE ▶

EMBRYOGENESE

ORGANOGENESE

HOME

AUSTAUSCHZONE

SUCHEN

HILFE

UP ▲

Liste der Kapitel _

-