

Methoden der Präimplantationsdiagnostik und die Frage nach dem Recht auf ein gesundes Kind

Katja Reitschert, Prof. Dr. Corinna Hößle

Niveau: Sek. II

Dauer: 12 Unterrichtsstunden

Ziele: Die Schülerinnen und Schüler ...

- kennen die biologischen Stadien der befruchteten Eizelle;
- sind in der Lage, die einzelnen Schritte, die dem Vorgang der Präimplantationsdiagnostik (PID) zu Grunde liegen, zu erklären;
- kennen die verschiedenen Möglichkeiten der Pränataldiagnostik (PND);
- können die Unterschiede zwischen PID und PND benennen und die rechtliche Regelung der PID anhand des Embryonenschutzgesetzes erklären;
- sind in der Lage, die Ursachen, Symptome und Therapiemöglichkeiten der Stoffwechselkrankheit Mukoviszidose zu erklären;
- können Argumente bezüglich der Frage, ab wann menschliches Leben schützenswert ist, erkennen, zuordnen und kritisch reflektieren;
- schulen die soziale Kompetenz, Perspektivenwechsels und der Empathie in einer Dilemma-Diskussion und in einem Rollenspiel;
- verbessern ihre Sensibilität für moralisch relevante Situationen, werden sich ihrer eigenen und alternativer Werte bewusst und üben, eigene Urteile zu fällen.

Didaktisch-methodische Orientierung

Ziel der vorliegenden Unterrichtseinheit ist es, die Lernenden in das **Verfahren der Präimplantationsdiagnostik (PID)** einzuführen und Möglichkeiten für eine **ethische Bewertung** dieser kontrovers diskutierten Technologie aufzuweisen. Die Unterrichtseinheit ist **fächerübergreifend angelegt**, wobei bei diesem Thema naturwissenschaftliche Inhalte und ethische Fragestellungen untrennbar miteinander verbunden sind. Von den Inhalten werden insbesondere die Fächer Biologie, Religion, Ethik und Philosophie berührt.

Das dem PID zu Grunde liegende Prinzip besteht darin, Veränderungen des Erbmaterials eines Embryos in vitro zu bestimmen und ihn daraufhin der Wunschkörper einzuspülen bzw. zu verwerfen. Bei der Bewertung der PID steht die **Frage im Vordergrund, ob menschliches Leben in seinem frühesten Stadium bereits schützenswert ist**. Am Beispiel der PID sollen die moralische Argumentations- und Urteilsfähigkeit von Lernenden im Unterricht gefördert werden.

Zur Einführung in das Thema wird in der **ersten Stunde** ein offener Einstieg anhand des **Materials M 1** gewählt. Zu dem provokativen Bild erfolgt ein **Brainstorming**, wodurch eine Sensibilisierung für das Thema stattfindet.

Um den Schülerinnen und Schülern bewusst zu machen, welche differenzierten Schritte dem Eisprung sowie den ersten Tagen menschlicher Entwicklung zu Grunde liegen, erfolgt in der **zweiten Stunde** eine selbstständige Erarbeitung der naturwissenschaftlichen Grundlagen. Dies kann wahlweise in Einzel- oder Partnerarbeit erfolgen. In der Stunde soll Grundlagenwissen vermittelt werden, ohne dass die PID nur schwer verständlich ist.

Die **dritte** und **vierte Stunde** sind für die Erarbeitung des **methodischen Hintergrunds** der **Präimplantationsdiagnostik (PID)** sowie verschiedener **Untersuchungsformen der Pränataldiagnostik (PND)** vorgesehen. Die Lernenden werden mit dem Vorgehensweisen, Möglichkeiten und Risiken dieser Techniken vertraut gemacht. Die Erarbeitung lässt sich gut als **Gruppenpuzzle** durchführen (siehe auch Erläuterung).

Die **Dilemmadiskussion** hat sich als geeignete Methode erwiesen, um die **Urteilsfähigkeit** der Lernenden zu fördern. In der **fünften Stunde** werden die Schülerinnen und Schüler mithilfe des **Arbeitsblattes M 6** in dieses Verfahren eingeführt und aufgefordert, sich ein eigenes Urteil bezüglich der **ethischen Vertretbarkeit der PID** zu fällen. Ein weiteres Ziel dieser Stunde ist es, Empathie und die Fähigkeit zum **Perspektivenwechsel** zu stimulieren, indem dazu aufgefordert wird, die Perspektive anderer denkender Personen einzunehmen und Folgen möglicher Urteile zu antizipieren.

In der **sechsten Stunde** steht das Erarbeiten der medizinischen Grundlagen der genetisch bedingten **Stoffwechselkrankheit Mukoviszidose** im Vordergrund.

Ziel der **siebten Stunde** ist es, den Lernenden anhand des **Materials M 8** einen Einblick in die beiden ethischen Grundrichtungen der **deontologischen und utilitaristischen Ethik** zu vermitteln. Durch die Erarbeitung dieser beiden philosophischen Denktraditionen wird das ethische Basiswissen gefördert, welches für eine fundierte Auseinandersetzung mit (bio)ethischen Problemen unbedingt notwendig ist.

Die Argumente für bzw. gegen einen schutzwürdigen Status des Menschen von der Verschmelzung an lassen sich in vier argumentative Säulen unterteilen: das Speziesargument, das Kontinuumsargument, das Identitätsargument und das Potenzialitätsargument. Mithilfe des **Arbeitsblattes M 9** werden die Lernenden in der **achtten Stunde** in diese Hauptargumentationsstrategien eingeführt. So wird ihnen die Gelegenheit gegeben, über die Zugehörigkeit und Konsistenz vorgebrachter Argumente bezüglich des Status des Embryos entscheiden und urteilen zu können.

Die **neunte Stunde** baut direkt auf der vorherigen Stunde auf. Die Lernenden erhalten die Möglichkeit, sich in Partnerarbeit über die Anordnung der in **M 10** vorgelegten Argumente auszutauschen.

Um einen Einblick in die **rechtlichen Regelungen zur Präimplantationsdiagnostik** zu bekommen, werden die Schülerinnen und Schüler in der folgenden Stunde aufgefordert, den **Auszug M 11** aus dem deutschen **Embryonenschutzgesetz** kritisch zu lesen und in Kleingruppen zu reflektieren. Um die Partizipationsbereitschaft der Lernenden in der demokratischen Gesellschaft zu fördern, steht am Ende der Stunde der Aufruf, ausgewählte Paragrafen neu zu schreiben.

Zur Förderung der **Empathie**, des **Perspektivenwechsels** und der **sozialen Interaktion** wird zum Abschluss der Einheit mithilfe der **Materialien M 12–M 13** ein **Rollenspiel** durchgeführt. Dabei wenden die Schülerinnen und Schüler die erworbenen Fachkenntnisse sowie soziale und moralische Kompetenzen auf einen konkreten Fall an. Den Lernenden soll verdeutlicht werden, dass in ethischen Debatten eine Entscheidungsfindung auf der Grundlage einer allgemein anerkannten Moral oftmals sehr schwierig ist, da bestimmte Werte, Normen und Interessen unvereinbar miteinander konkurrieren.

Materialübersicht

- M 1 (Ab) **Embryonen in den Ausguss?**
- M 2 (Ab) **Die Entwicklung der befruchteten Eizelle**
 Internet (für Rechercharbeiten) oder Embryonenschutzgesetz (ESchG)

Verfahren der PID und der PND – Gruppenpuzzle

- M 3 (Ab) **Präimplantationsdiagnostik: Embryobiopsie und Polkörperbiopsie**
- M 4 (Ab) **Pränataldiagnostik: Ultraschalluntersuchung (Sonografie)**
- M 5 (Ab) **Pränataldiagnostik: Fruchtwasseruntersuchung (Amniozentese)**
- M 6 (Ab) **Recht auf ein gesundes Kind?**
- M 7 (Ab) **Das Krankheitsbild der Mukopolysaccharidose**
- M 8 (Ab) **Deontologische und utilitaristische Ethik**
- M 9 (Ab) **Argumentationsweisen für den Schutz von Embryonen**
- M 10 (Ab) **Ab wann und warum ist menschliches Leben schutzwürdig?**
 Das Arbeitsmaterial wird einmal kopiert, die Argumente einzeln ausgeschnitten und ungeordnet auf ein leeres Blatt Papier aufgeklebt, das dann in Klassenstärke kopiert und an die Lernenden ausgegeben wird.
- M 11 (Ab) **Rechtliche Regelungen in Deutschland – Auszüge aus dem Embryonenschutzgesetz (ESchG) von 1991**
- M 12 (Sp) **Menschen als Antikörperproduzenten – ein Rollenspiel zur Frage der Rechtmäßigkeit der Präimplantationsdiagnostik**
 Rollenkarten M 13
- M 13 (Sp) **Rollenkarten**
 Die Lehrkraft laminiert eine Kopie von M 13 und schneidet die einzelnen Rollenkarten aus.
- M 14 (Fo) **Die Präimplantationsdiagnostik (PID)**
- erneuerliche Kontrolle

Die Erläuterungen und Lösungen finden Sie ab Seite 22.

M 2 Die Entwicklung der befruchteten Eizelle

Nachdem das Spermium in die Eizelle eingedrungen ist, lagern sich zunächst die Kerne der beiden Zellen nebeneinander, bevor sie miteinander verschmelzen. Dieses **Vorkernstadium** kann bis zu 24 Stunden dauern. Nach der Verschmelzung der Zellkerne von Eizelle und Spermium (Befruchtung) wandert die **Zygote** durch den Eileiter.

Im Abstand von 20 Stunden finden nun Zellteilungen statt. Bis zum **Achtzellstadium** sind die einzelnen Zellen des Embryos, die Blastomeren genannt werden, **totipotent**, d. h. aus jeder Zelle könnte sich noch ein vollständiges Individuum entwickeln. Jedoch ab dem Achtzellstadium geht die Totipotenz der Zellen in eine **Pluripotenz** über, d. h. die Zellen können sich noch in jeden Zelltyp eines Organismus differenzieren, aus ihnen kann sich jedoch kein komplettes Individuum mehr entwickeln.

Drei bis vier Tage nach der Befruchtung liegt das ca. 16-zellige kugelförmige **Morulastadium (Maulbeerstadium)** vor. Die **Morula** (lat. *Morus*: Maulbeere) ist etwa 0,2 Millimeter groß. Im Uterus vollzieht sie weitere Zellteilungen und formt sich zu einer mit Flüssigkeit gefüllten Hohlkugel um, der **Blastozyste**.

Zwischen dem sechsten und siebten Tag nach der Befruchtung verlässt die Blastozyste die schützende **Zona pellucida** (Glashaut), welche die Eizelle bis dahin umgibt. Man spricht vom „Schlüpfen“ (*hatching*) der Blastozyste.



picture-alliance / dpa

Die Blastozyste gliedert sich in den äußeren Teil, den **Trophoblasten (Nährblatt)**, der für die Einnistung und Versorgung des Embryos zuständig ist, und den inneren Teil, den **Embryoblasten**, der später den eigentlichen Embryo bilden wird.

Der Trophoblast produziert Enzyme, welche die Gebärmutterschleimhaut aufweichen: Die Blastozyste dringt in die Schleimhaut ein und setzt sich dort fest. Die Gebärmutter umgibt die Einnistungsstelle mit neuen Blutgefäßen. Die **Plazenta (Mutterkuchen)** übernimmt als gemeinsames Organ von Mutter und Keim dessen Versorgung. Der Einnistungsvorgang (Implantation/Nidation) ist zwischen dem 12. und dem 14. Tag nach der Befruchtung abgeschlossen.

Aufgabe 1

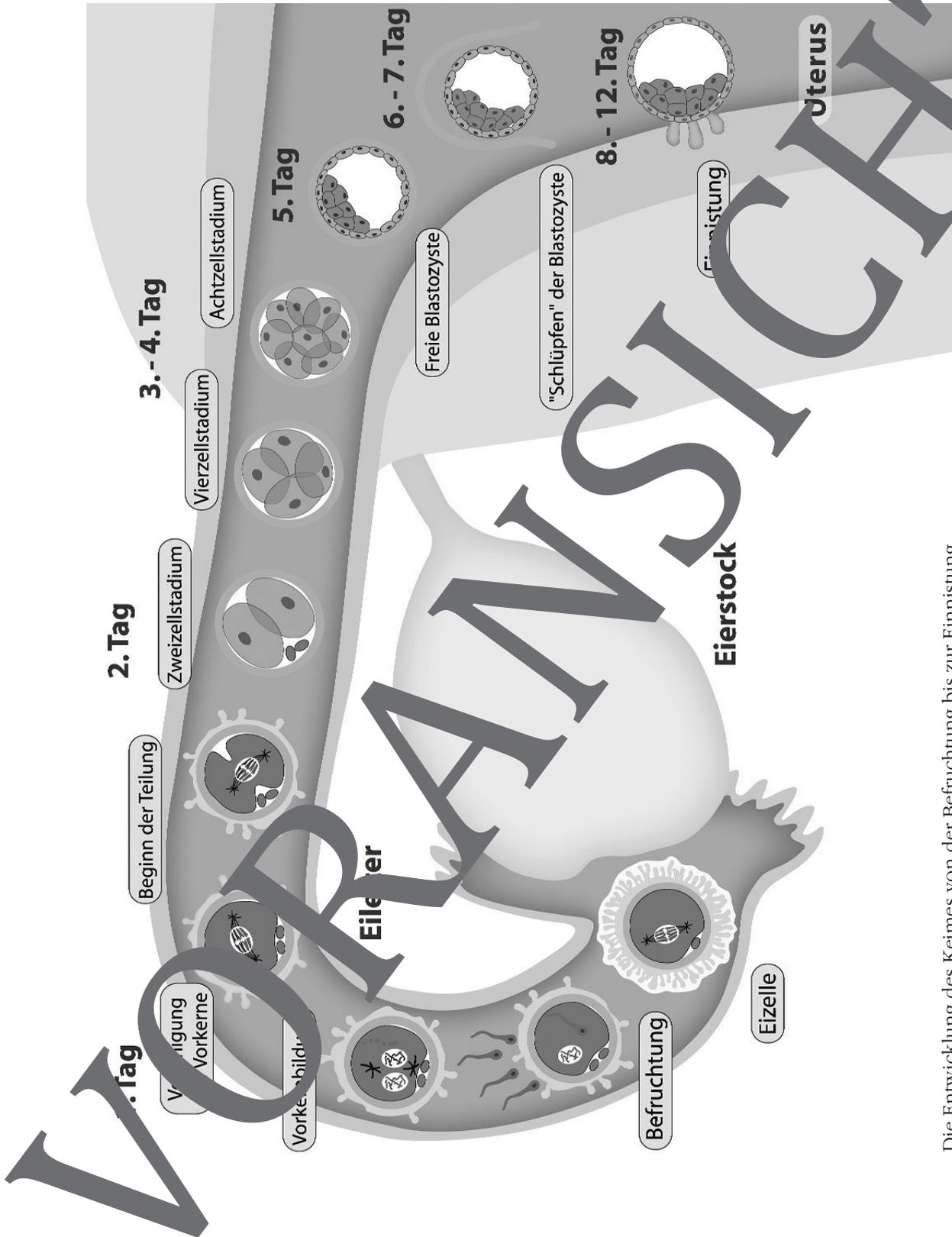
Übertragen Sie die Informationen aus dem Text in eine grafische Darstellung. Beschriften Sie diese anschließend.

Aufgabe 2

Laut Embryonenschutzgesetz wird zwischen dem Status des Vorkernstadiums und der Zygote unterschieden. Informieren Sie sich über die genauen Aussagen. Wie bewerten Sie die Unterscheidung?

Reihe 7	Verlauf	Material S 4	LEK	Glossar	Mediothek
---------	---------	-----------------	-----	---------	-----------

Quelle: <http://www.drze.de/themen/blickpunkt>



Die Entwicklung des Keimes von der Befruchtung bis zur Einnistung

M 3 Präimplantationsdiagnostik: Embryobiopsie und Polkörperbiopsie

Gruppe A

Die Präimplantationsdiagnostik (PID) ist eine Form der genetischen Diagnostik, mit der auffällige Embryonen, die im Uterus des Körpers entstandene Embryonen in vitro auf genetische Auffälligkeiten hin untersucht werden. Dabei werden Embryonen mit krankhaften Gen- oder Chromosomenveränderungen verworfen und nur genetisch unauffällige Embryonen in den Uterus der Frau transferiert. Eine Präimplantationsdiagnostik lässt sich entweder **an der Eizelle (Polkörperbiopsie)** oder in einem frühen **Embryonalstadium** durchführen (**Embryobiopsie**).

1. Polkörperbiopsie

Bei der Polkörperbiopsie werden die **Polkörper reifer Eizellen** untersucht. Diese Polkörper entstehen folgendermaßen:

a) Bildung des ersten Polkörpers:

Die weibliche Keimdrüsenzelle, die noch einen diploiden Chromosomensatz hat, durchläuft eine **erste Reifeteilung (Meiose I)**, wobei zwei haploide Zellen entstehen. Eine von diesen haploiden Zellen verkümmert und wird zum **1. Polkörper**, die andere reift zur **Eizelle** heran.

b) Bildung des zweiten Polkörpers:

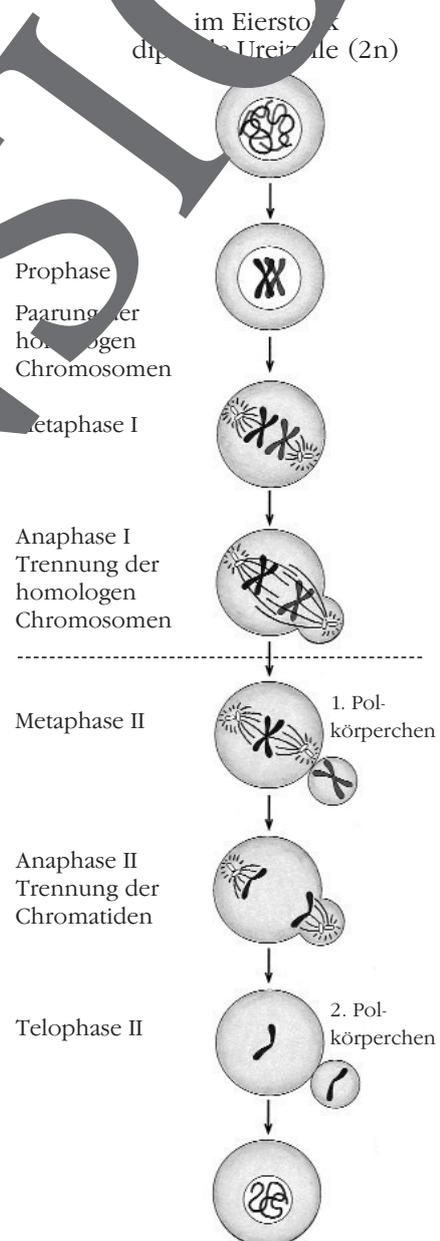
Wenn das Spermium in die Eizelle eingedrungen ist, aber der männliche und der weibliche Kern noch nicht miteinander verschmolzen sind (Vorkernstadium), durchläuft die Eizelle eine **zweite Reifeteilung (Meiose II)**, die dem Ablauf einer Mitose entspricht. Der haploide Chromosomensatz des weiblichen Kerns wird dabei verdoppelt, dann teilt sich der Kern und eine Hälfte davon wird als **2. Polkörper** ausgeschieden und genau wie der 1. Polkörper zwischen Eizelle und Glashaut (Zona pellucida) abgelegt. Sobald der zweite Polkörper abgeschnürt wurde, kommt es zur Verschmelzung des haploiden Kerns der Spermienzelle mit dem haploiden Kern der Eizelle (Befruchtung).

Der **1. Polkörper** enthält somit eine **Negativkopie des Erbmaterials der Eizelle**, der **2. Polkörper** enthält eine **genaue Kopie des Erbmaterials der Eizelle**.

In der Regel wird zunächst der 1. Polkörper untersucht und die Richtigkeit dieses Befundes mit einer Untersuchung des 2. Polkörpers überprüft. Die Untersuchungsmethode der Polkörperbiopsie weist einen Nachteil auf, dass nur mütterlich-seitige Veränderungen ermittelt werden können. Außerdem werden Veränderungen, die unter Umständen erst nach den ersten Teilungen des Embryos auftauchen, nicht berücksichtigt. Zudem entwickeln sich ca. 20 % der Eizellen, die auf diese Weise untersucht wurden, nicht weiter.

2. Embryobiopsie

Eine Embryobiopsie wird üblicherweise an drei Tage alten **Embryonen im Vier- bis Zehnzellstadium** durchgeführt. Bei einem solchen Embryo wird die Glashaut (Zona pellucida)



Die Bildung reifer Eizellen im Eierstock der Frau

M 5 Pränataldiagnostik: Fruchtwasseruntersuchung (Amniozentese)

Gruppe C

1. Amniozentese

Unter Amniozentese versteht man die **Punktion der Fruchtblase** der schwangeren Frau zur **Entnahme** der im Fruchtwasser befindlichen **fetalen Zellen**. Abgestoßene Haut- oder Magen-Darm-Zellen des Ungeborenen sind. Zunächst ermittelt man per Ultraschall die Lage des Kindes, daraufhin wird eine dünne Nadel durch die Bauchdecke in die Fruchtblase eingeführt. Ungefähr 20 ml Fruchtwasser werden entnommen und darin befindliche fetale Zellen herausgefiltert, kultiviert und vermehrt. Die Zellen überzieht man anschließend einer **DNA- und Chromosomenanalyse**. Verschiedene **chromosomale Störungen** (z. B. Trisomien), aber auch **Krankheiten**, die nur durch die **Veränderung eines einzigen Gens** bedingt sind, lassen sich diagnostizieren.

Als problematisch stellt sich die Möglichkeit der **Mosaikbildung bei Trisomien** dar. Es kann vorkommen, dass nicht in allen Zellen des Fetus das jeweilige Chromosom dreimal vorkommt; es kommen vielmehr auch Zellen mit dem normalen doppelten Chromosomensatz vor. Auch bei einer Mosaiktrisomie treten phänotypisch Merkmale der Trisomie bei dem geborenen Kind auf. Eine Fruchtwasseruntersuchung erfasst womöglich die Mosaiktrisomie nicht, wenn nur unauffällige Zellen extrahiert und untersucht wurden.

Eine Amniozentese wird ab der 15. Schwangerschaftswoche durchgeführt und dauert ca. 10 Minuten. Die Untersuchung ist nicht ganz ohne Risiko: So kann es zu Verletzungen der Gebärmutter kommen, zu Fruchtwasserverlust, zu Infektionen, zu Kontraktionen der Gebärmutter, zu Verletzung des ungeborenen Kindes durch die Nadel sowie zu Fehlgeburten.

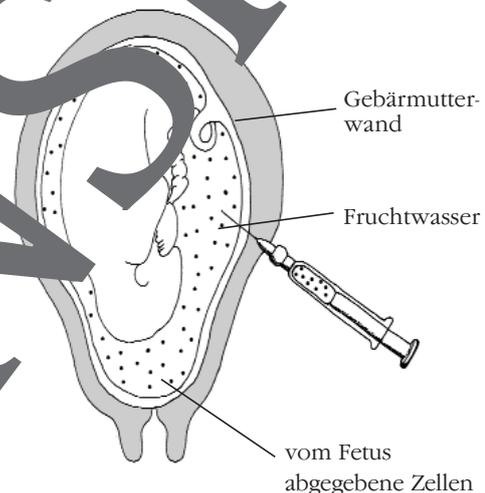


Abbildung: Amniozentese

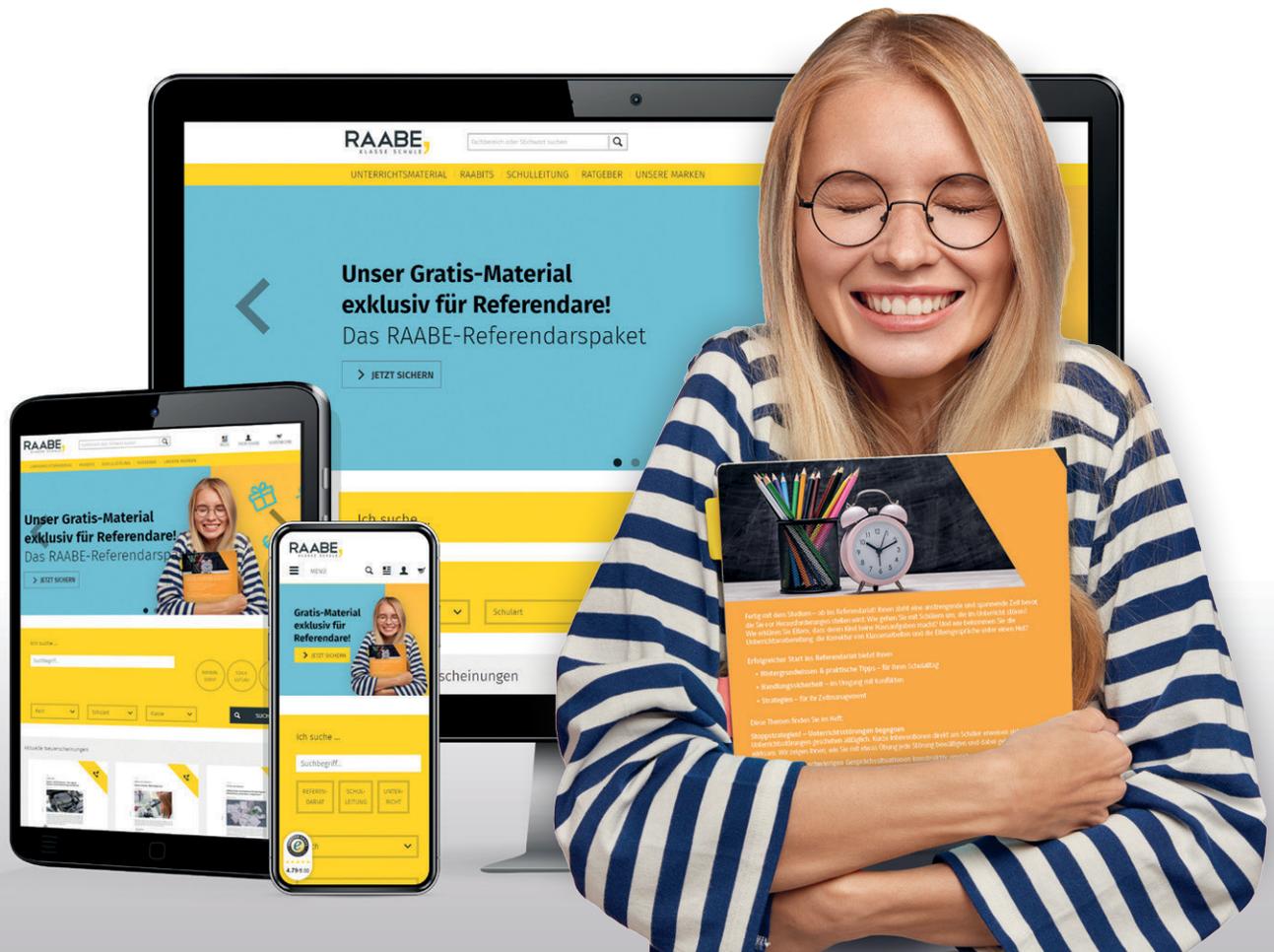
2. Chorionzottenbiopsie

Das Chorion ist eine der äußeren Hüllen um den Embryo bzw. Fetus und damit ein Teil der Plazenta (Mutterkuchen). Die Chorionzotten senken sich in die Gebärmutterschleimhaut ein und bilden somit einen fetalen Teil der Plazenta, über den der Stoffaustausch mit der Mutter erfolgt.

Bei der Chorionzottenbiopsie werden **Chorionzotten aus der Plazenta entnommen**. Das kann auf zwei Arten geschehen: Entweder wird eine Nadel durch die Bauchdecke bis in die Plazenta eingeführt und dort Gewebe entnommen oder es wird zu einem frühen Zeitpunkt der Schwangerschaft durch die Scheide und den Gebärmuttermund ein dünner Schlauch in die Plazenta eingeführt. Mit der Chorionzottenbiopsie kann man vor allem **Stoffwechselfehlerstörungen des Kindes** und **chromosomale Anomalien** feststellen. Normalerweise erfolgt die Untersuchung nicht vor der 11. Schwangerschaftswoche. Auch hier bestehen gewisse Risiken: Manchmal kommt es zu Blutungen oder Infektionen oder gar zu Fehlgeburten.

Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



✓ **Über 5.000 Unterrichtseinheiten**
sofort zum Download verfügbar

✓ **Webinare und Videos**
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung

✓ **Attraktive Vergünstigungen**
für Referendar:innen
mit bis zu 15% Rabatt

✓ **Käuferschutz**
mit Trusted Shops

Jetzt entdecken:
www.raabe.de

