

---

# Genitalorgane – Physiologie

Powerpoint-Präsentation zur Vorlesung Humanbiologie 3  
am 08.02.2018

## Prof. Dr. rer. nat. Thomas Wieder

(thomas.wieder@med.uni-tuebingen.de)

**Universitäts-Hautklinik Tübingen**

**Liebermeisterstr. 25**

**D-72076 Tübingen**

**Laborgebäude: Röntgenweg 13/1**

**Tel.: 07071-2986871**

## Literaturauswahl

### Biochemie

*D. Voet, J.G. Voet*  
*Biochemistry, John Wiley & Sons*

*Römpf Online*  
[www.roempp.com](http://www.roempp.com), Thieme Chemistry

### Allgemein

*Wikibooks*  
<http://de.wikibooks.org/wiki/Hauptseite>

### Physiologie/ Pathophysiologie

*D. U. Silverthorn*  
*Physiologie, Pearson Studium*

*R. F. Schmidt, F. Lang, M. Heckmann*  
*Physiologie des Menschen: mit Pathophysiologie,*  
*Springer*

*R. Klink, S. Silbernagl*  
*Lehrbuch der Physiologie, Thieme*

*S. Silbernagl, A. Despopoulos*  
*Taschenatlas der Physiologie, Thieme*

*S. Silbernagl, F. Lang,*  
*Taschenatlas der Pathophysiologie, Thieme*

---

---

# Genitalorgane

Geschlechtsorgane und Geschlechtsmerkmale

## Mann

- Gonaden

Hoden; Produktion der Spermien

- Somatische Geschlechtsmerkmale

Primär

Penis und Scrotum

Sekundär

Gesichts- und Brusthaare; Muskulärer Körperbau; schmale Hüften

## Frau

- Gonaden

Eierstöcke; Produktion von Oocyten

- Somatische Geschlechtsmerkmale

Primär

Vagina, Uterus, Clitoris, Cervix

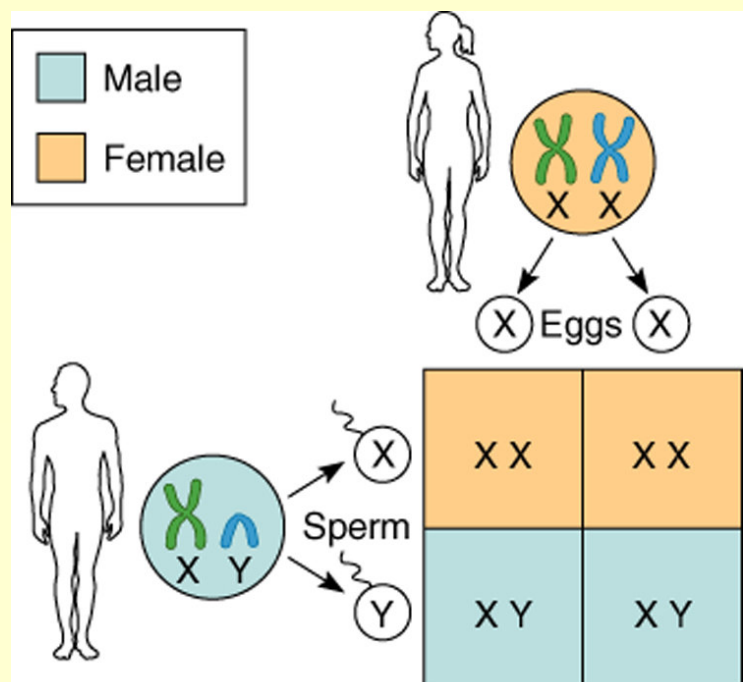
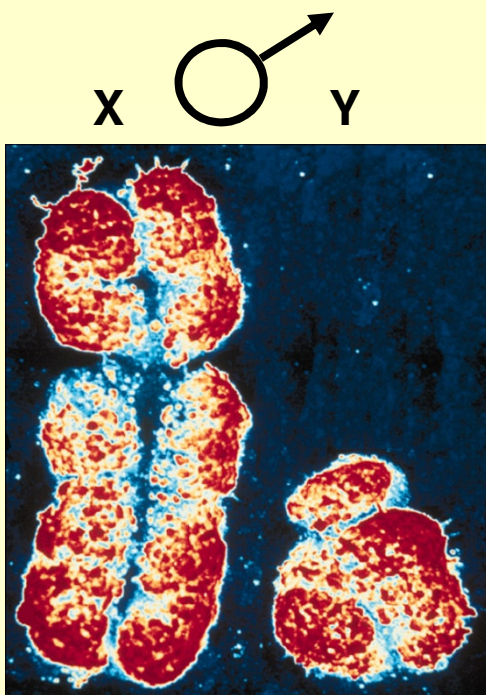
Sekundär

Keine Körperhaare; Brüste; Erhöhtes Körperfett; runde Hüften

# Reproduktion

## Festlegung des Geschlechts

- Heterosomen legen das Geschlecht fest
- XX: Weiblich; XY: Männlich
- X Eier; X oder Y Spermien

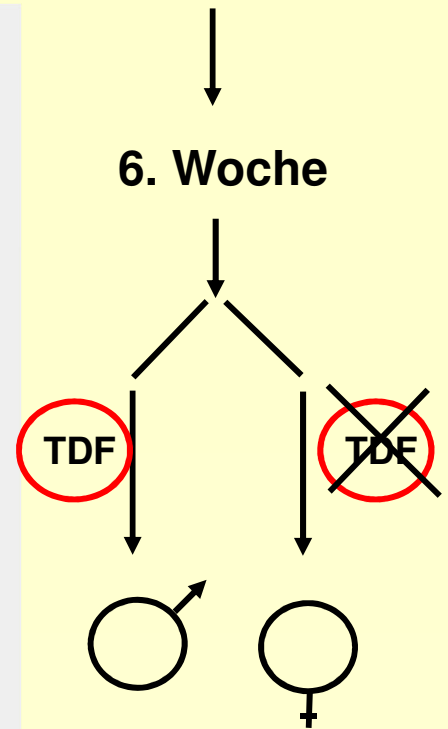
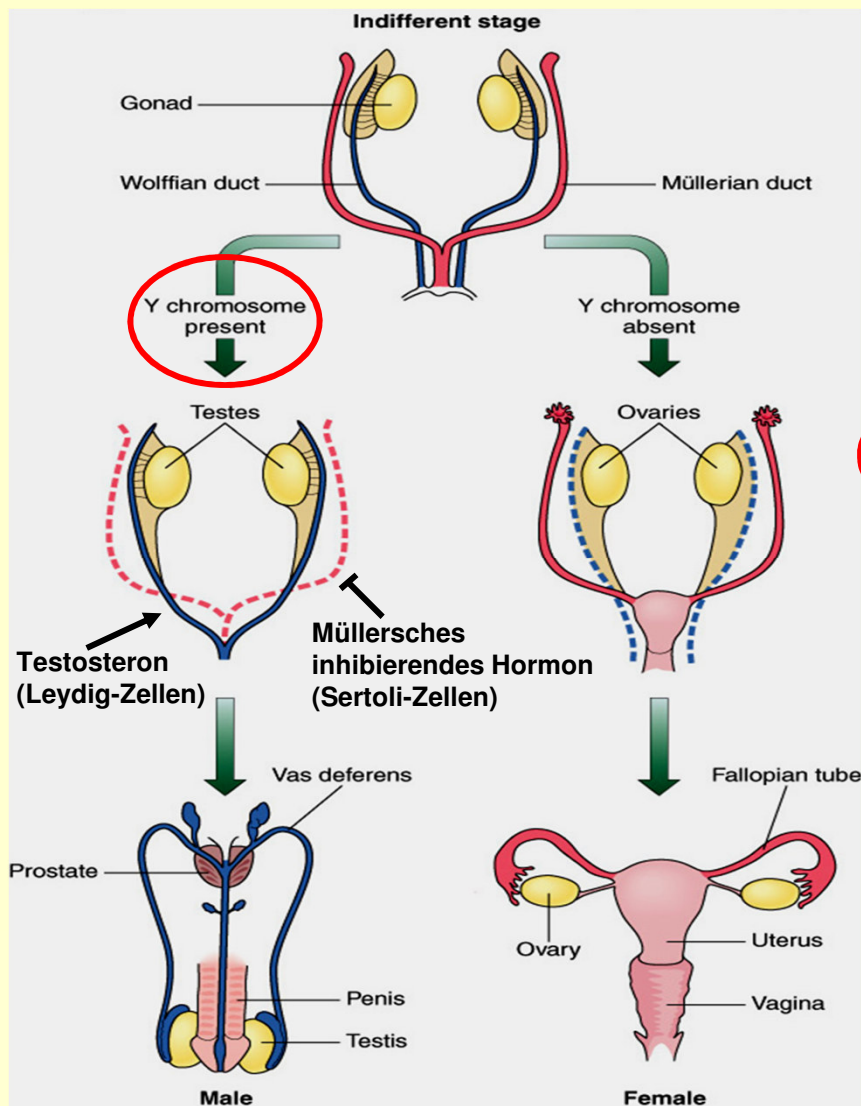


Ohno, S. *Sex Chromosomes and Sex-Linked Genes* (Springer, Berlin, 1967)

# Reproduktion

## Festlegung des Geschlechts

- Am Anfang: undifferenzierte Gonaden und zwei Sets reproduktiver Gänge
- Entwicklung in Richtung männliches Geschlecht benutzt Informationen auf Y-Chromosom



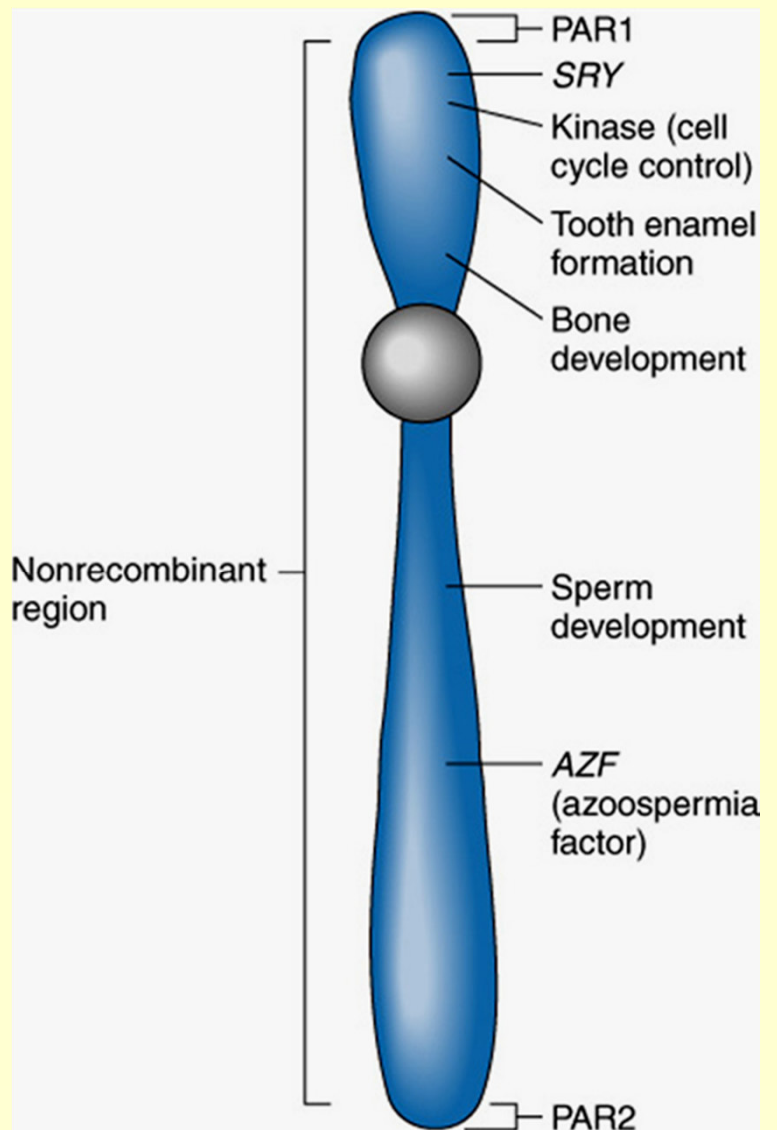
TDF: Testis determining factor

# Reproduktion

## Festlegung des Geschlechts

### Drei Typen von Genen auf dem Y-Chromosom

- Mit dem X-Chromosom gemeinsam (Pseudoautosomal; PAR)
- X-Y homolog
- Y-Chromosom spezifisch (SRY-Gen)



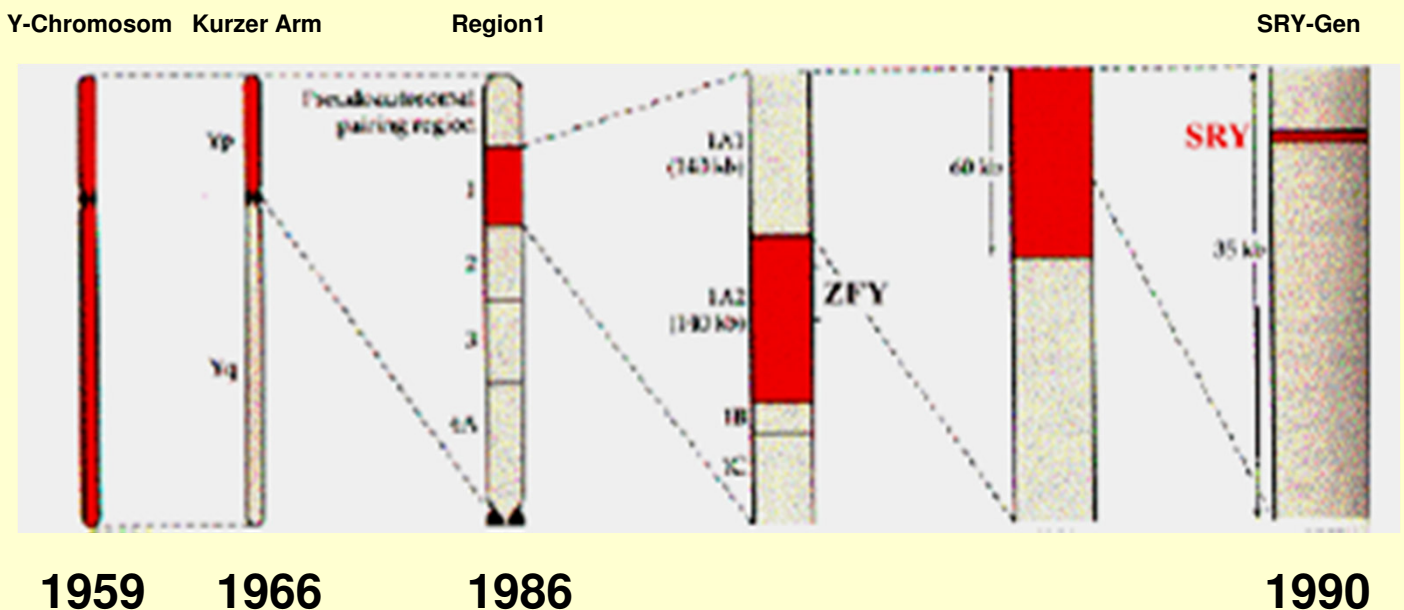
# Reproduktion

## Festlegung des Geschlechts

- Die Suche nach der Geschlechts-determinierenden Region auf dem Y-Chromosom (SRY)
- Genprodukt stellt den TDF dar

TDF: Testis determining factor

## Zeittafel der „Genjäger“

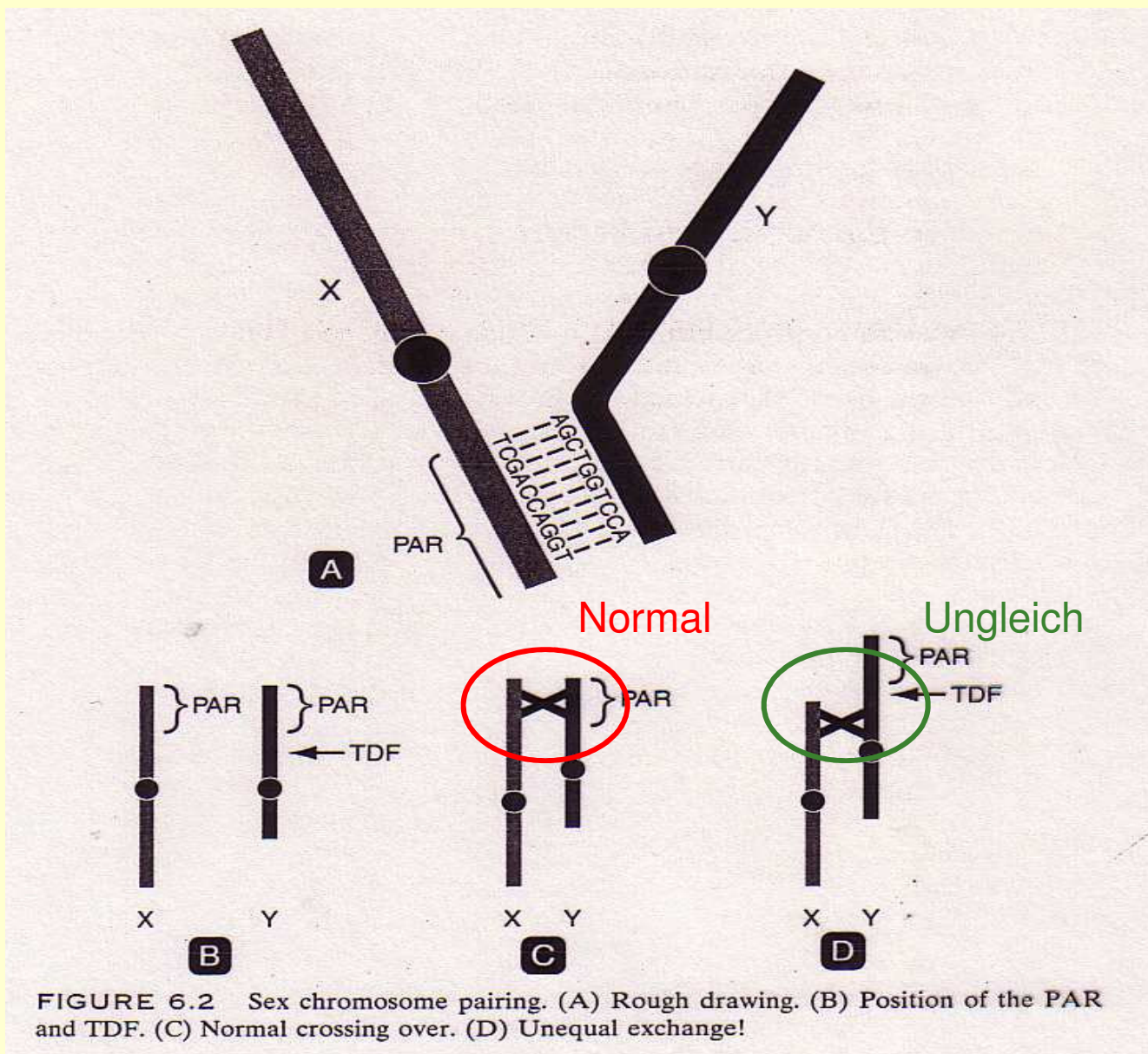


Nach: McLaren, A. 1990. The making of male mice. *Nature* 351: 96.

# Reproduktion

## Störungen der Geschlechtsfestlegung

### Crossing over der Heterosomen



---

# Reproduktion

## Störungen der Geschlechtsfestlegung

### Störungen mit normalem Karyotyp

- Mutiertes hybrid Chromosom: X (TDF) Chromosom  
46 XX (TDF) Mann **“XX-Male-Syndrom”**
- Y (delTDF) Chromosom: 46 XY (delTDF) Frau  
**“Testikuläre Feminisierung”**
- Androgeninsensitivitätssyndrom (AIS): 46 XY Frau  
kein Rezeptor für Testosteron  
**“Testikuläre Feminisierung”**

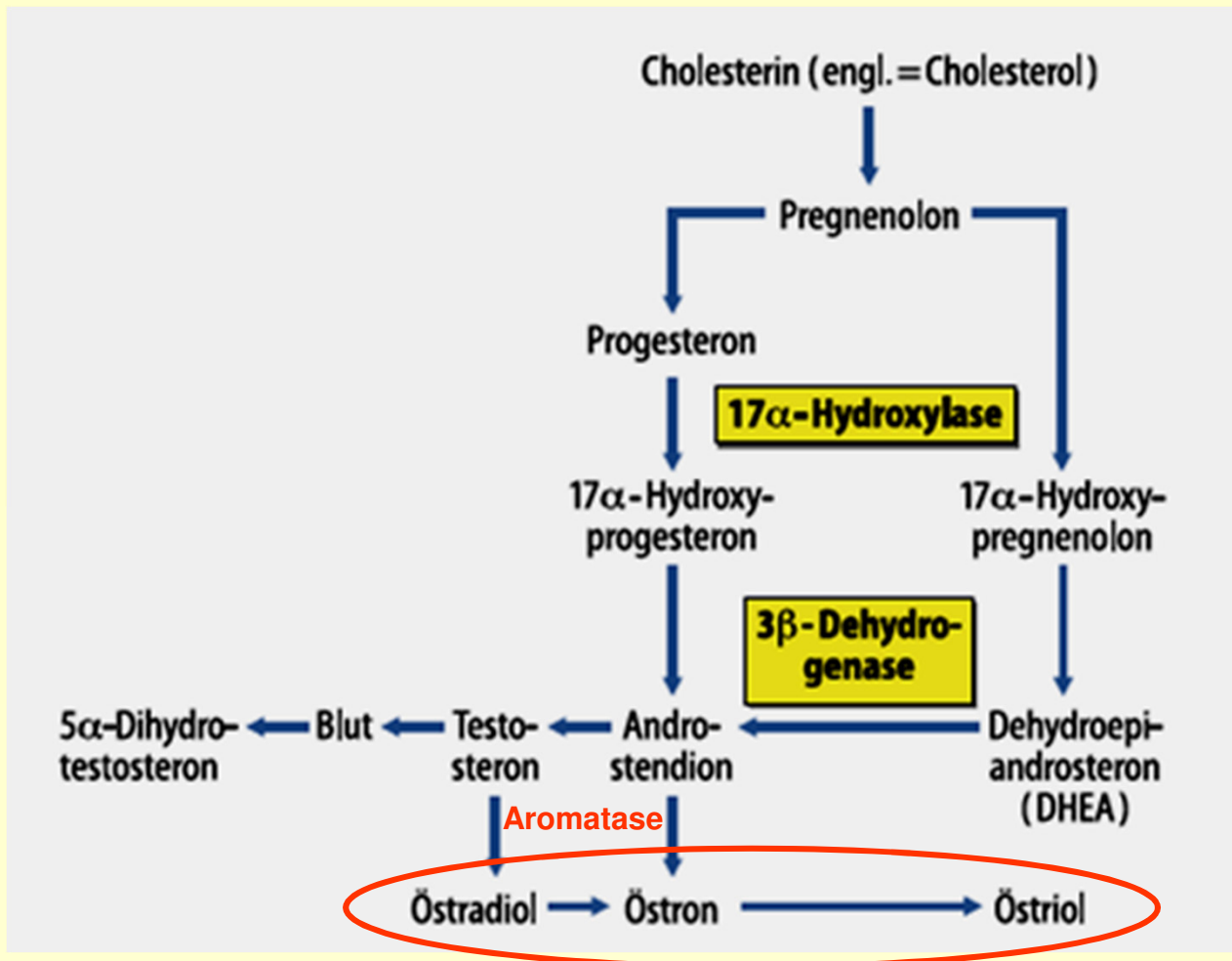
### Störungen mit unnormalem Karyotyp (Aneuploidy)

- Klinefelter Syndrom: **XXY**  
Junge mit pubertärer Fehlentwicklung und atrophierten Hoden
- Turner Syndrom: **X0**  
Mädchen mit Minderwuchs, Infantilismus und Rückentwicklung der Ovarien
- **XYY**  
grosse Männer, überrepräsentiert bei Strafgefangenen  
Zusammenhang jedoch fragwürdig (falsche Statistik)

# Sexualhormone

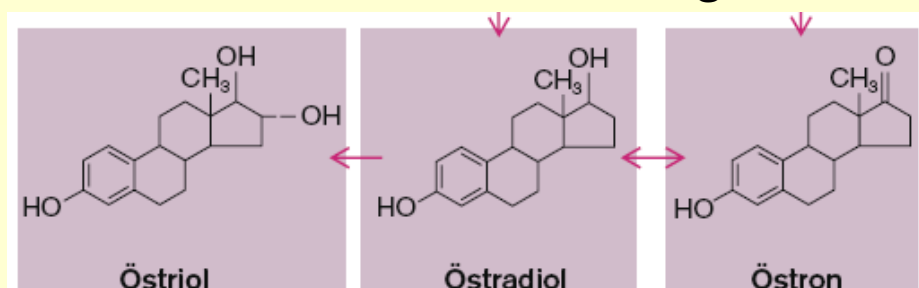
## Weibliche Sexualhormone

### Synthese der Östrogene



### Strukturformeln der Östrogene

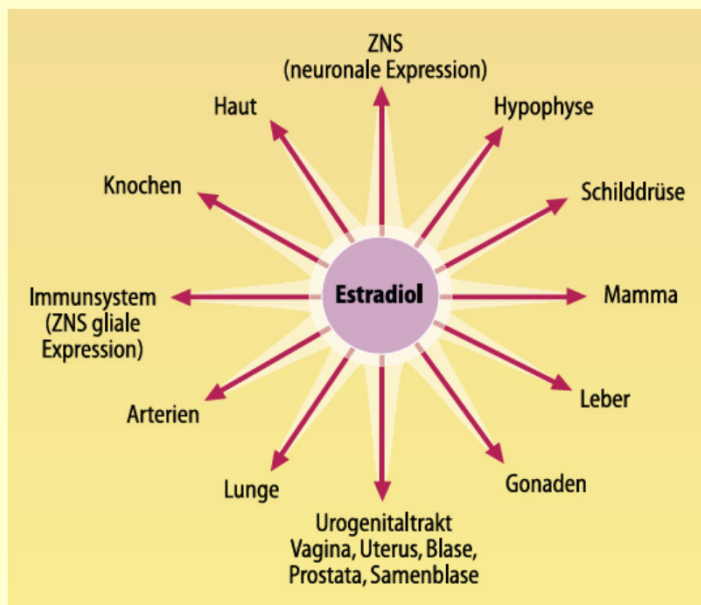
Bildungsort:  
Ovarien



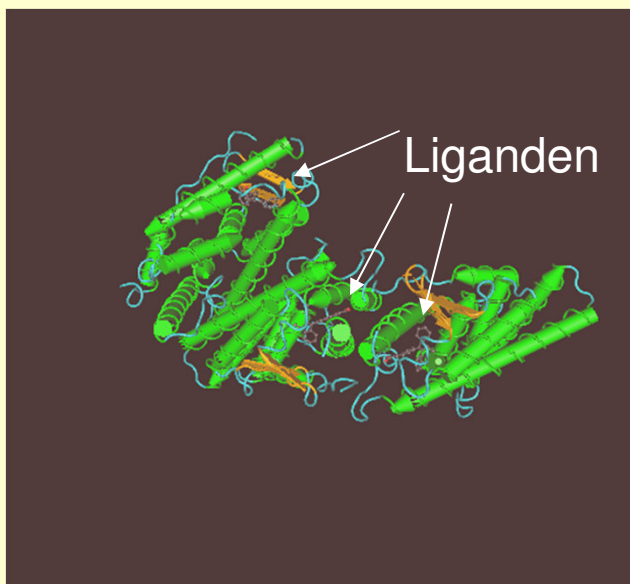
# Sexualhormone

## Weibliche Sexualhormone

### Wirkungen der Östrogene



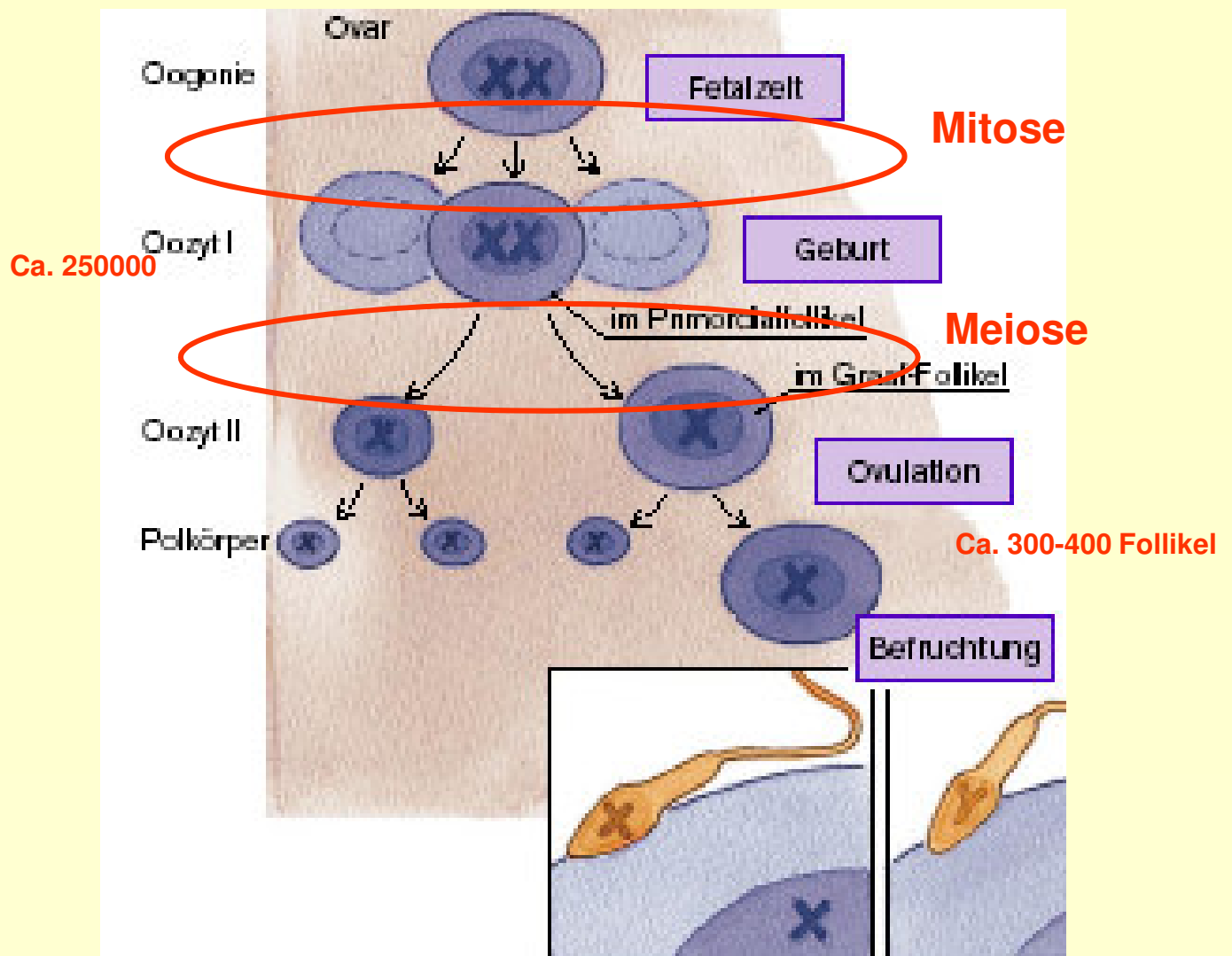
Alle Zellen, die Östrogenrezeptoren enthalten



Östrogen-Rezeptor  $\alpha$

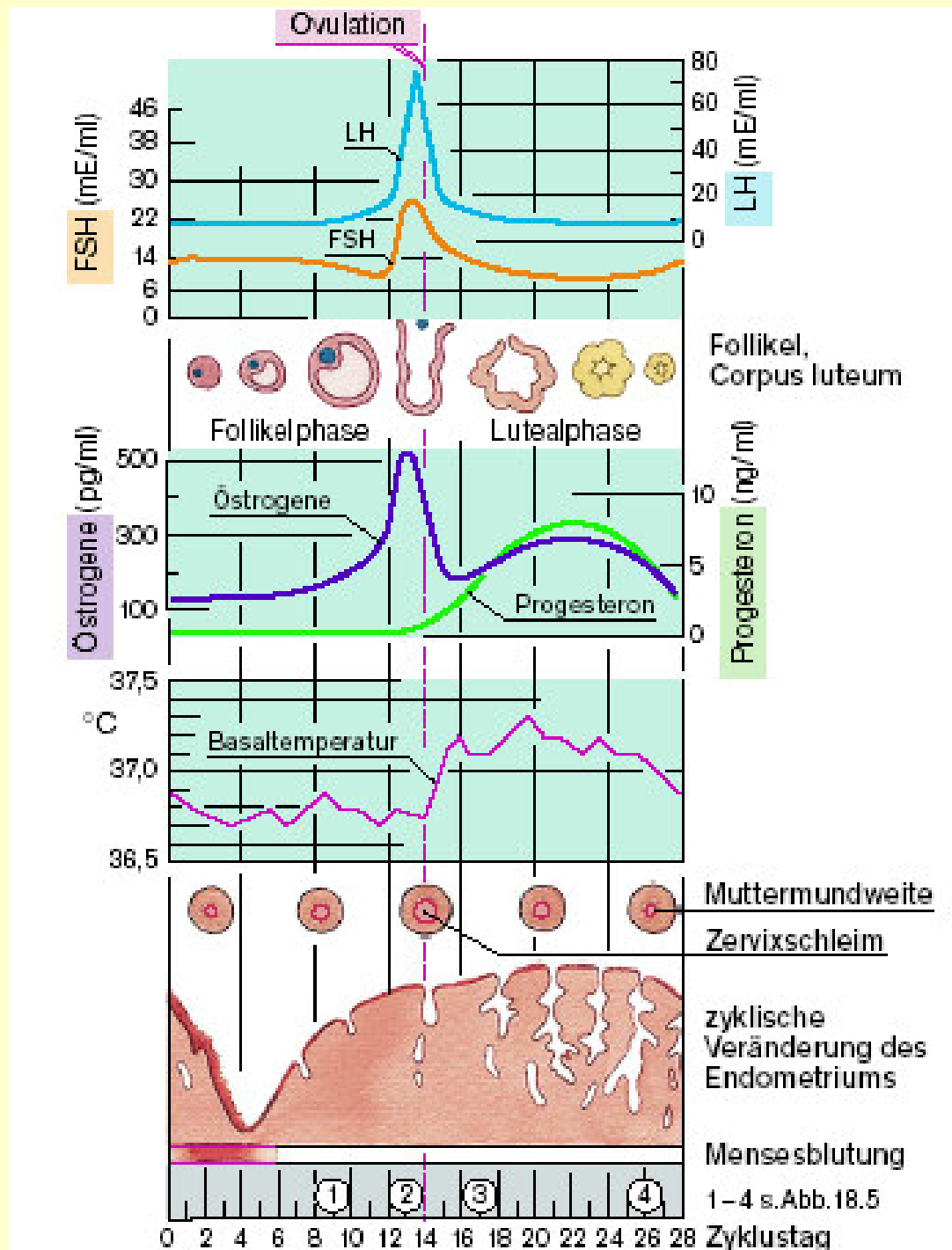
# Reproduktion

## Entwicklung der Eizelle



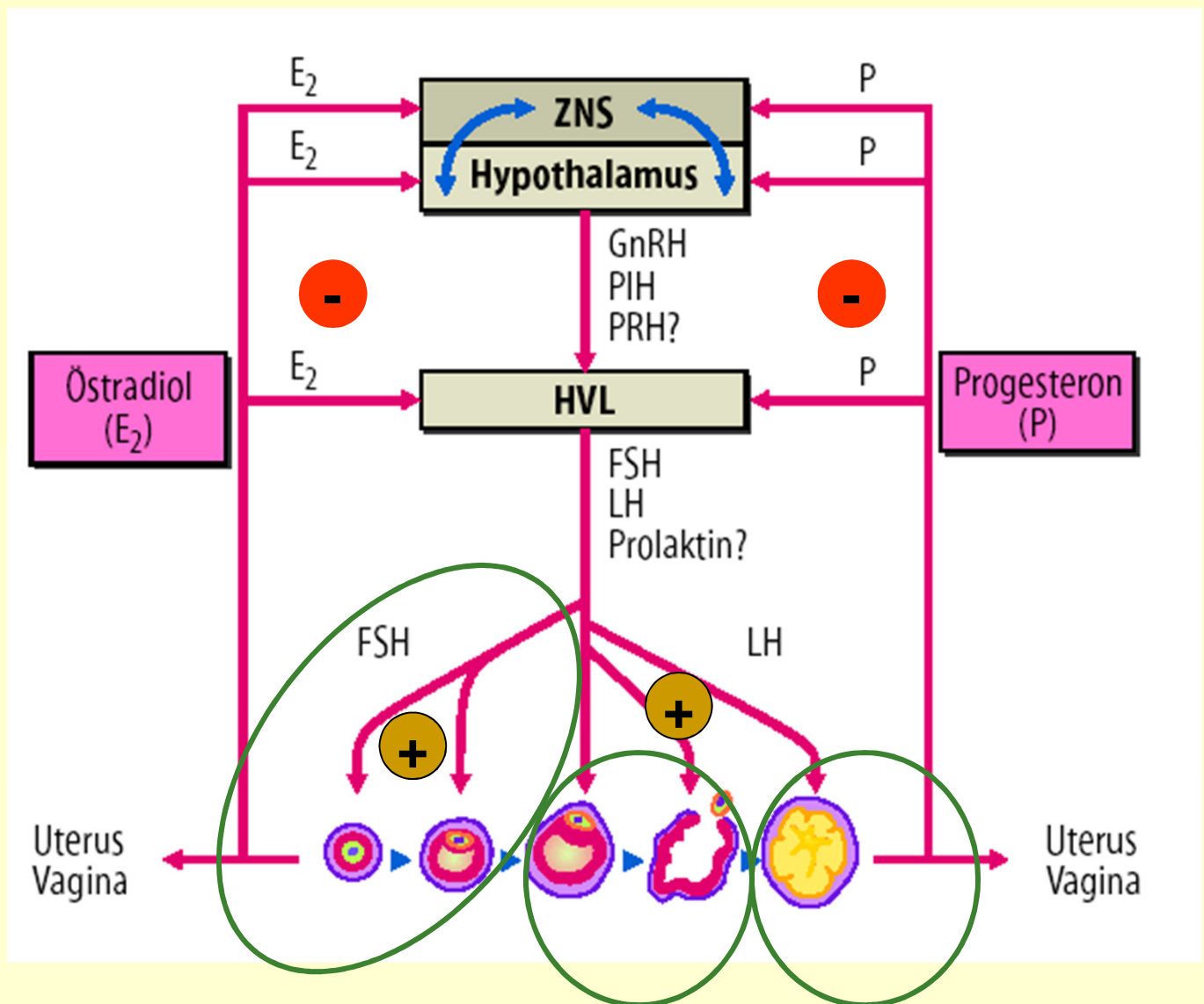
# Sexualhormone

## Menstruationszyklus der Frau



# Sexualhormone

## Hormonelle Regulation des Menstruationszyklus



**1. Follikelphase:**  
Gonadotropine  
überwiegen (FSH)

**2. Zyklusmitte:**  
Vermehrte LH  
Freisetzung führt  
zur Ovulation

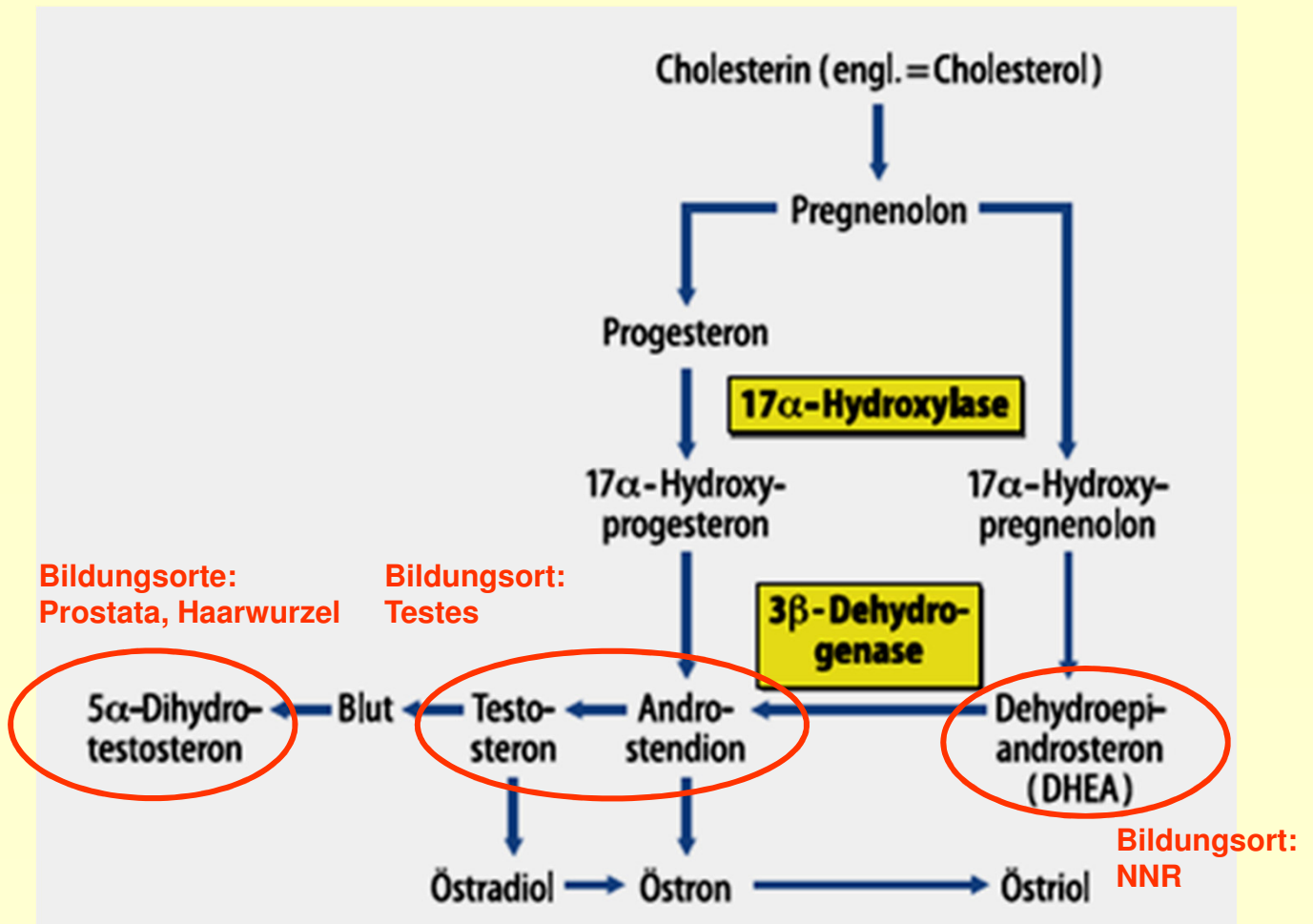
**3. Lutealphase:**  
Progesteron und Östrogen  
hemmen Hypothalamus und  
Hypophyse

**4. Neubeginn:**  
Corpus luteum  
stellt Proge-  
steronbildung ein

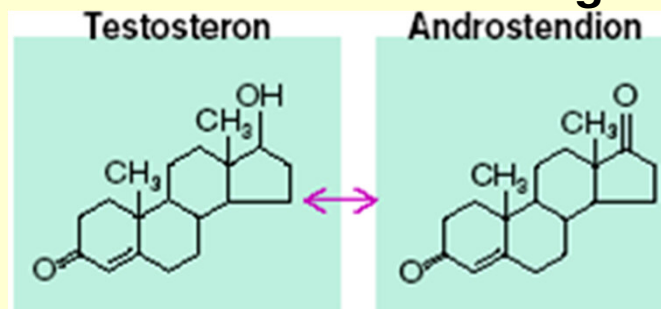
# Sexualhormone

## Männliche Sexualhormone

### Synthese der Androgene



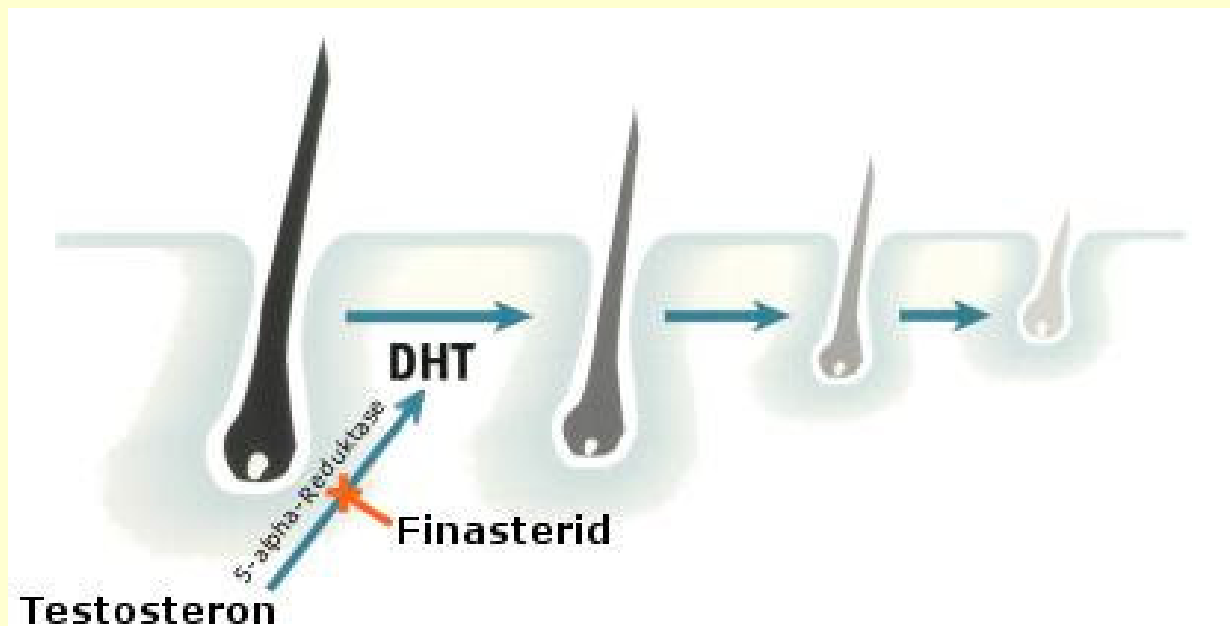
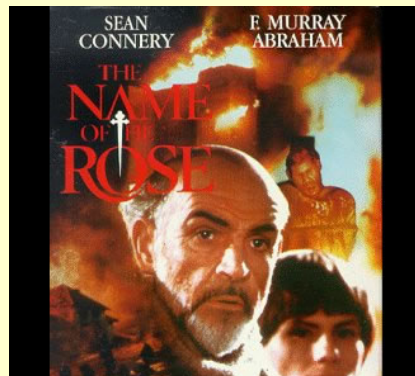
### Strukturformeln der Androgene



# Sexualhormone

Hormonelle Wirkungen von 5  $\alpha$ -Dihydrotestosteron

## Alopecia androgenetica des Mannes

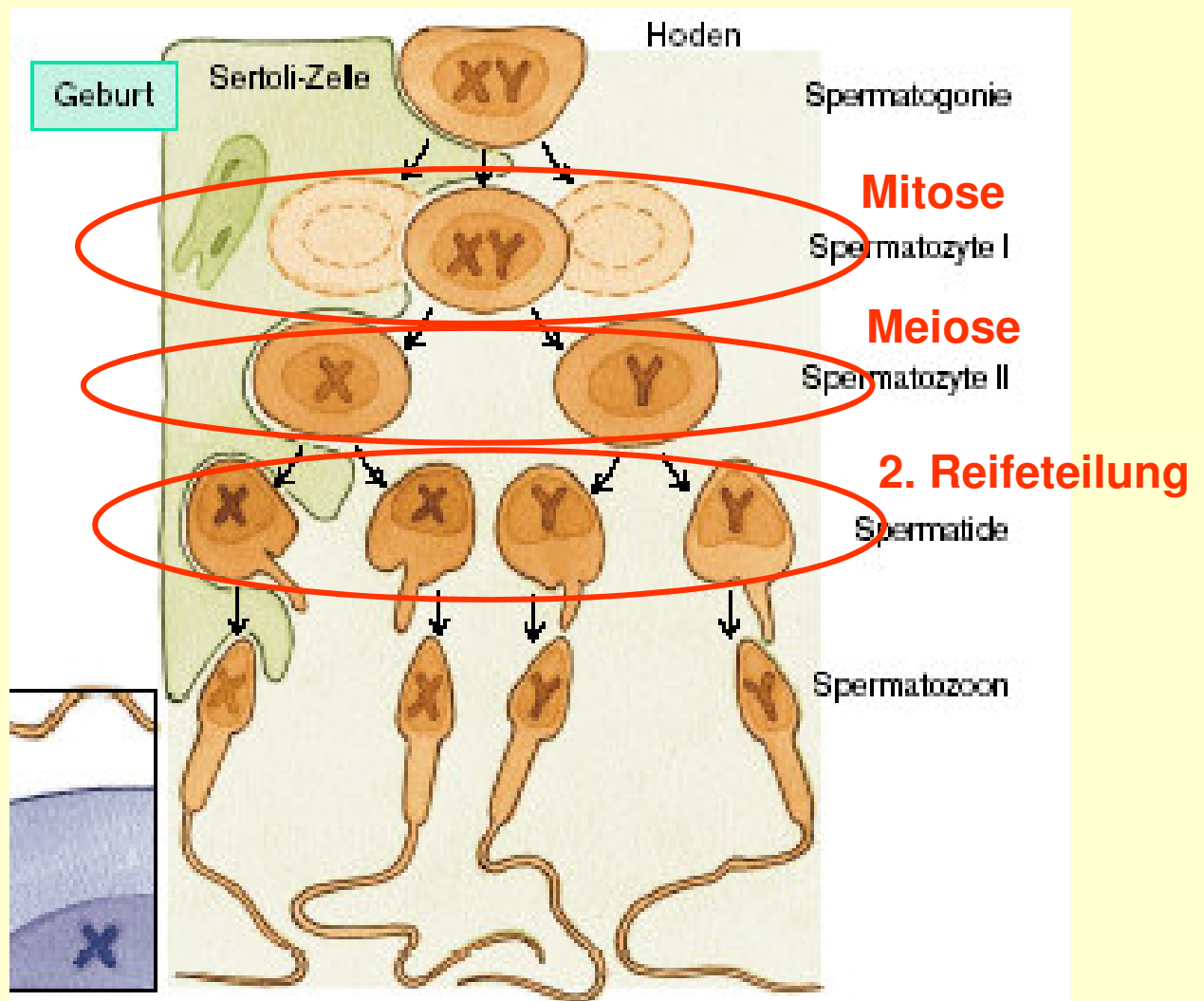


Wirkungsweise von Finasterid (5  $\alpha$ -Reduktasehemmer), dem Inhaltsstoff von **Propecia**.

Handelsname

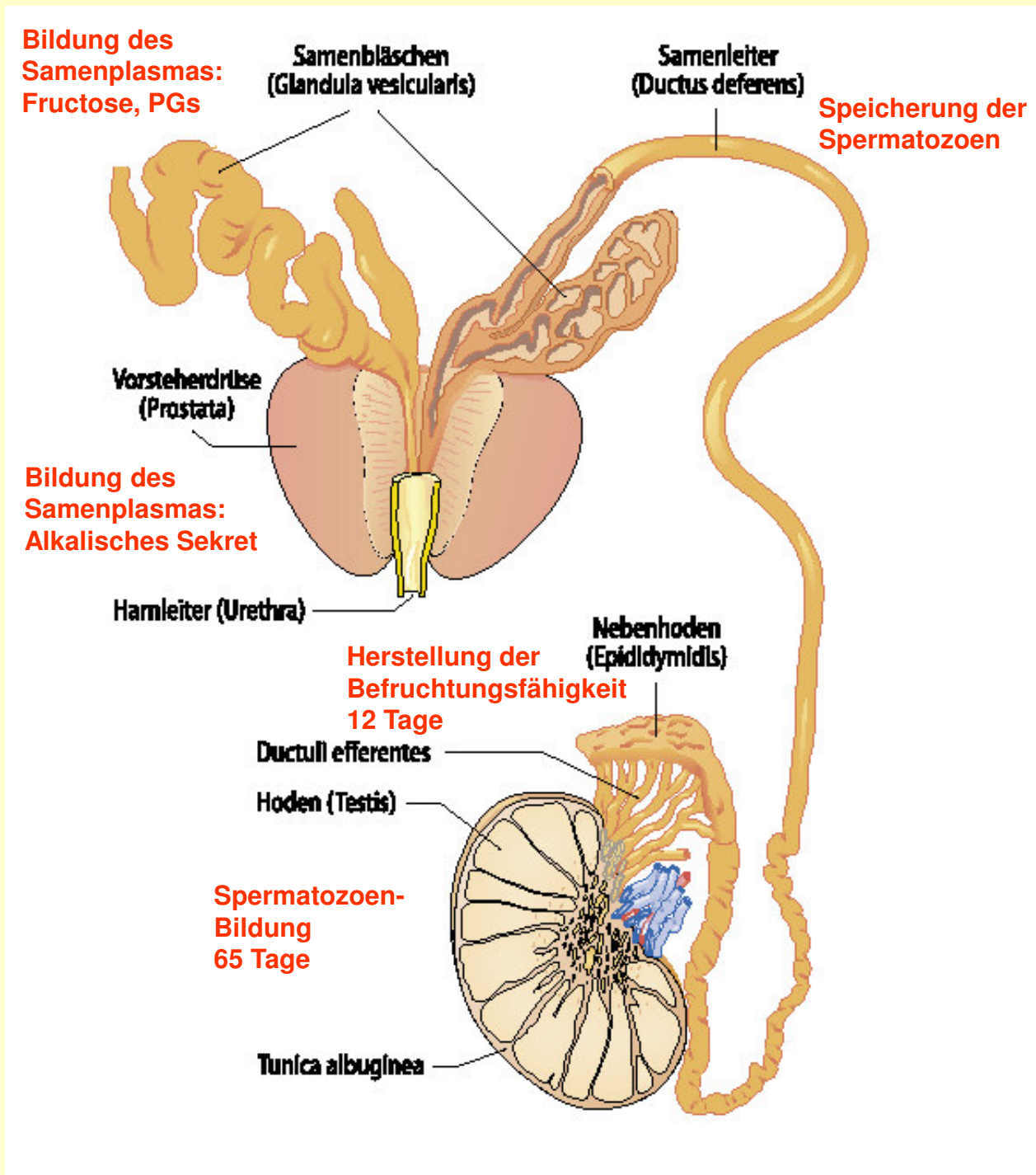
# Reproduktion

## Entwicklung der Spermatozoen



# Reproduktion

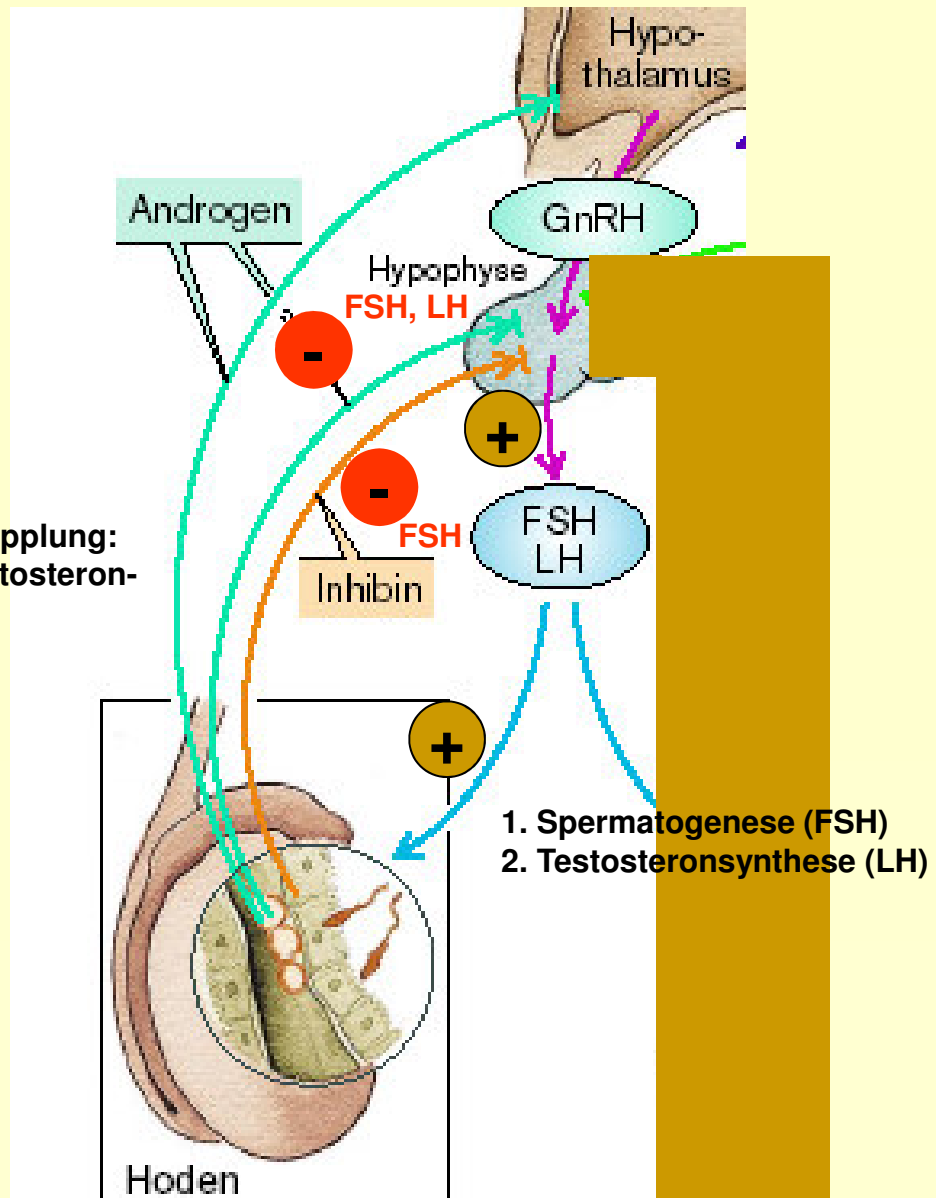
## Entwicklung des Spermatozoon



# Sexualhormone

## Regulation der Sexualhormone beim Mann

3. Negative Rückkopplung:  
Regulation des Testosteron-  
Spiegels  
Regulation der  
Spermatogenese



---

# Sexualhormone

## Hormonelle Empfängnisverhütung

### **Carl Djerassi (1923 – 2015)**

Chemiker, „Mutter der Antibabypille“

Djerassi lebte in London, in der Toskana und in Stanford (Kalifornien) und sagte bescheiden:

"Ich bin Organiker ... sagen Sie einfach 'Chemiker'." Doch selbstbewusst fügt er hinzu: "Ich bin der Mann, der das erste orale Verhütungsmittel synthetisiert hat."

### **Hormonale Kontrazeptiva: Ovulationshemmer**

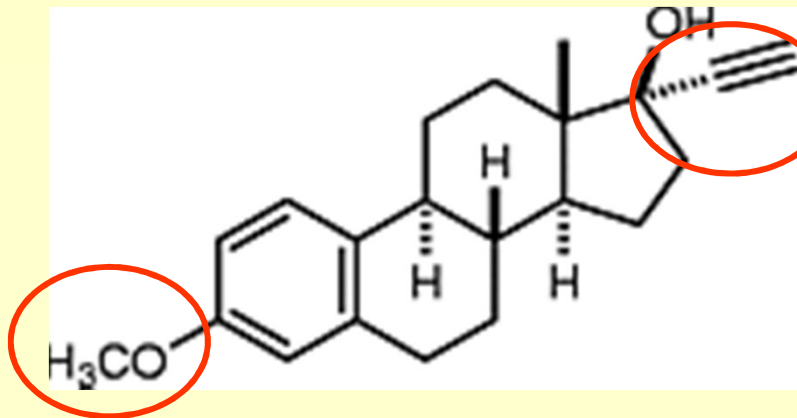
- **Einphasenpräp.:** 21 Tage lang eine Estrogen-Gestagen-Kombination
- **Zweiphasenpräp.:** In der ersten Cyclusphase werden nur Estrogene od. Estrogene zusammen mit einem niedrig dosierten Gestagen, in der zweiten Phase eine Estrogen-Gestagen-Kombination wie unter a) eingenommen
- **Dreiphasenpräp.:** Für die ersten sechs Tage eines Cyclus eine niedrige Estrogen- u. Gestagendosis, für die anschließenden fünf Tage eine erhöhte Estrogen- u. Gestagen-Menge u. für die restlichen zehn Tage eine wieder erniedrigte sowie nochmals gesteigerte Gestagendosis.

### **Nidationshemmer**

- Die "morning-after pill" enthält sehr hochdosierte Estrogene, die die Nidation des befruchteten Eies verhindern sollen

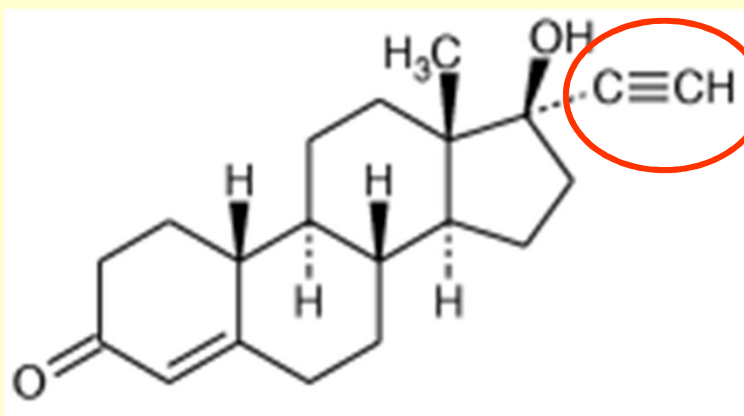
# Sexualhormone

Hormonelle Empfängnisverhütung: Die „Pille“



Chemische  
Modifikationen

**Mestranol:** Internat. Freiname für das **Estrogen**  
3-Methoxy-19-nor-17  $\alpha$ -pregna-1,3,5(10)-trien-20-in-17-ol  
[17  $\alpha$ -Ethynyl-3-methoxy-1,3,5(10)-estratrien-17  $\beta$ -ol],  
C<sub>21</sub>H<sub>26</sub>O<sub>2</sub>, MR 310,43, den 3-Methylether des  
Ethynylestradiols.



Chemische  
Modifikation

**Norethisteron:** Vorgeschlagener Freiname für das früher  
auch *Norethindron* genannte **Gestagen**  
17  $\beta$ -Hydroxy-19-nor-17  $\alpha$ -pregn-4-en-20-in-3-on  
(17  $\alpha$ -Ethynyl-17  $\beta$ -hydroxy-4-estren-3-on), C<sub>20</sub>H<sub>26</sub>O<sub>2</sub>,  
MR 298,42

# Reproduktion

## Verhütungsmethoden

### Pearl-Index (PI)

Zugrunde gelegt wird beim PI, dass eine Frau mit regelmäßigem Geschlechtsverkehr während der zwölf Monatszyklen pro Jahr in jedem Zyklus, das heißt zwölfmal, schwanger werden könnte. Errechnet wird der Wert daher nach folgender Formel:

**PI =**

$$\text{Zahl ungewollter Schwangerschaften} \times \frac{1200 \text{ Monatszyklen}}{\text{Zahl Anwendungsmonate}}$$

**Beispiel:** Drei Schwangerschaften bei 200 Frauen innerhalb von 6 Monaten ergeben einen PI von 3.

# Reproduktion

## Verhütungsmethoden

| Hormonelle Verhütungsmethoden | <u>Pearl-Index</u>            | Kurzinfo                                                                                                                                      |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Die Pille</u>              | 0,1 - 3                       | sehr sicheres Verhütungsmittel                                                                                                                |
| <u>Ein-Phasen-Pille</u>       | 0,2 - 0,5                     | sehr sicheres Verhütungsmittel                                                                                                                |
| <u>Sequenzpräparate</u>       | 0,2 - 0,7                     | sehr sicheres Verhütungsmittel                                                                                                                |
| <u>Dreistufenpräparate</u>    | 0,2 - 0,5                     | sehr sicheres Verhütungsmittel                                                                                                                |
| <u>Mikropille</u>             | 0,2 - 0,5                     | sehr sicheres Verhütungsmittel                                                                                                                |
| <u>Minipille</u>              | 3                             | sicheres Verhütungsmittel                                                                                                                     |
| <u>Depotspritze</u>           | 0,4 - 2                       | sehr sicheres Verhütungsmittel, wird aufgrund seiner Nebenwirkungen aber nur Frauen über 40 und mit abgeschlossener Familienplanung empfohlen |
| <u>Implantat</u>              | 0 (laut Pro Familia)          | sehr sicheres Verhütungsmittel, in Langzeitstudien mit über 2500 Frauen keine einzige Schwangerschaft                                         |
| <u>Intrauterinsystem</u>      | 0,1 (laut Hersteller)         | sehr sicheres Verhütungsmittel                                                                                                                |
| <u>Vaginalring</u>            | 0,24 - 1,41 (laut Hersteller) | sehr sicheres Verhütungsmittel                                                                                                                |
| <u>Verhütungspflaster</u>     | 0,72 (laut Hersteller)        | sehr sicheres Verhütungsmittel                                                                                                                |

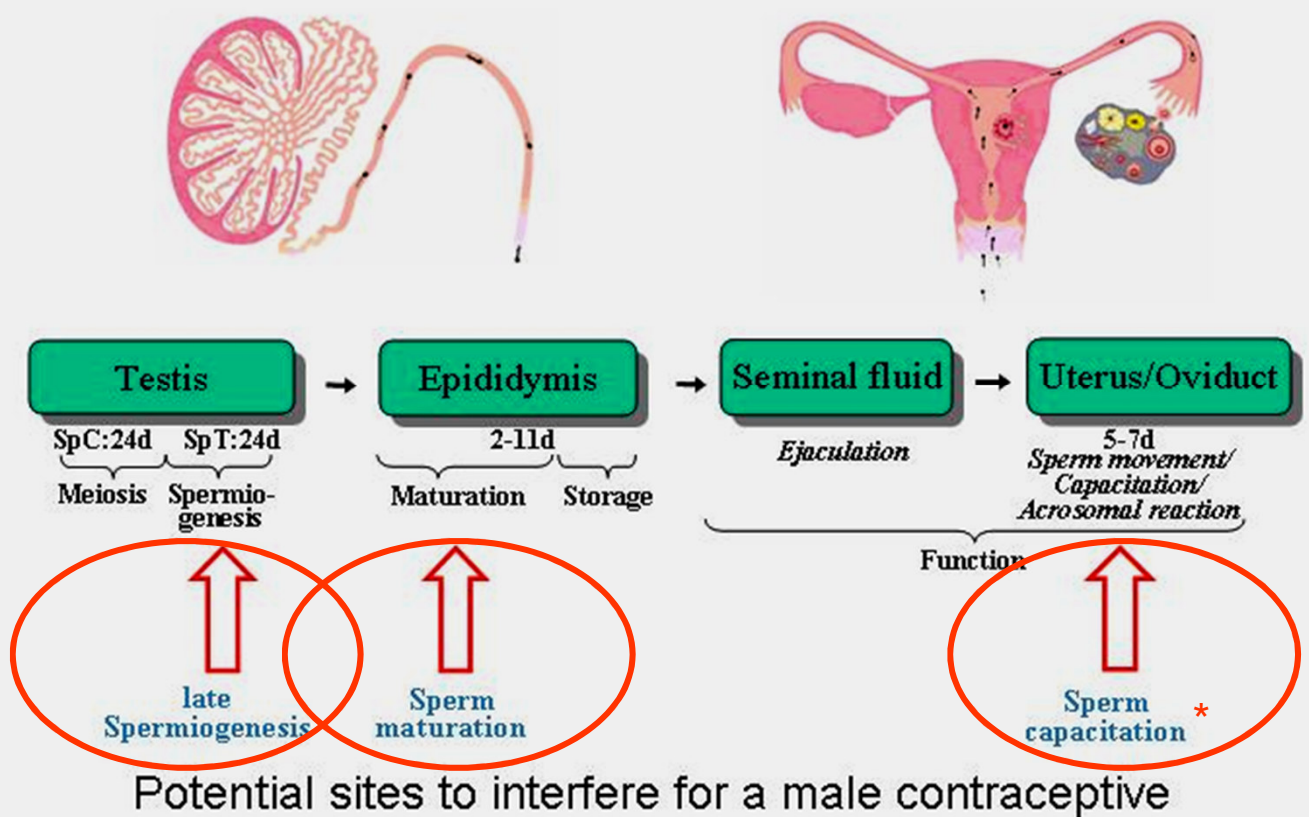
# Reproduktion/Sexualhormone

## Verhütungsmethoden

| Barriere-Methoden                        | <u>Pearl-Index</u>                                    | Kurzinfo                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Kondom</u>                            | 3 - 14                                                | bester Schutz vor AIDS! Sicherheit ist abhängig von der korrekten Handhabung                                                                                                                                                                                        |
| <u>Intrauterinpessar</u>                 | 0,5 - 4,6                                             | sicheres Verhütungsmittel, abhängig vom Kupfergehalt der Spirale und der richtiger Größe.                                                                                                                                                                           |
| <u>Intrauterinsystem</u>                 | 0,1 (laut Hersteller)                                 | sehr sicheres Verhütungsmittel                                                                                                                                                                                                                                      |
| <u>Diaphragma</u>                        | 12 - 20                                               | Sicherheit kann im Kombination eines Spermizids auf 4 - 10 erhöht werden, die Methode setzt einen guten Umgang mit dem eigenen Körper voraus                                                                                                                        |
| <u>Portiokappe</u>                       | 5 - 15                                                | die Methode setzt einen guten Umgang mit dem eigenen Körper voraus,                                                                                                                                                                                                 |
| <u>Lea Contraceptivum</u>                | 2 (laut Hersteller in Verbindung mit einem Spermizid) | ist aufgrund seiner Größe etwas gewöhnungsbedürftig                                                                                                                                                                                                                 |
| Methoden der natürlichen Familienplanung | <u>Pearl-Index</u>                                    | Kurzinfo                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <u>Coitus reservatus</u>                 | 35                                                    | nicht zu empfehlen!                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <u>Coitus interruptus</u>                | 35                                                    | nicht zu empfehlen!                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <u>Knaus-Ogino</u>                       | 15 - 38                                               | nicht zu empfehlen!                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <u>Temperaturmessung</u>                 | 1 - 10                                                | nur in Kombination mit der Billings-Methode empfehlenswert                                                                                                                                                                                                          |
| <u>Billings</u>                          | 5 - 15                                                | nur in Kombination mit der Temperaturmessung empfehlenswert                                                                                                                                                                                                         |
| <u>Stillperiode</u>                      | ?                                                     | nicht zu empfehlen!                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <u>Scheidenspülung</u>                   | 31                                                    | nicht zu empfehlen!                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <u>Verhütungs-Computer</u>               | 3,8 - 10                                              | Sie schneiden laut Stiftung Warentest im Vergleich zu Thermometer und Bleistift schlechter ab. Zudem setzen sie Disziplin und einen geregelten Tagesablauf voraus. Der einzige Vorteil: Die Daten müssen nicht mehr aufgeschrieben und von Hand ausgewertet werden. |

# Reproduktion

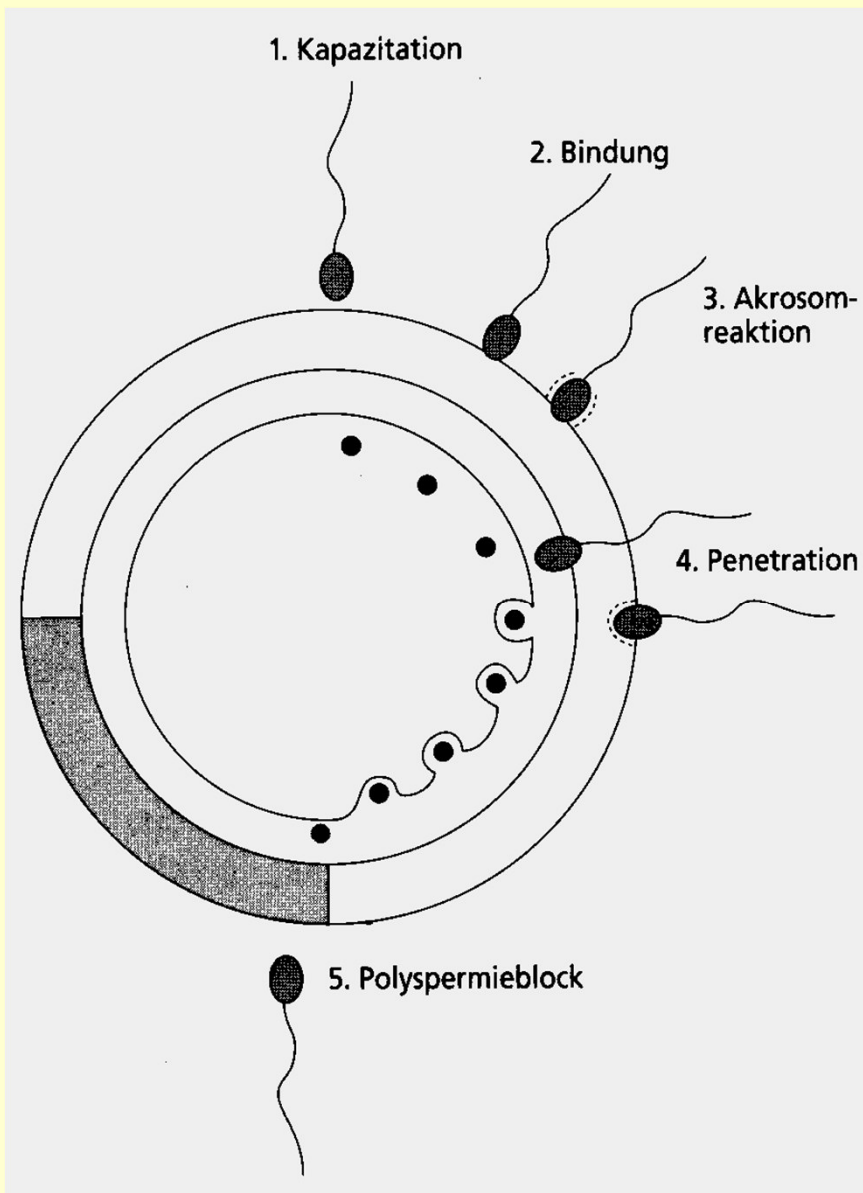
„Männliche“ Empfängnisverhütung: Die „Pille“ für den Mann



\* Reifung der Spermien im weiblichen Genitaltrakt (für Befruchtungsfähigkeit notwendig)

# Reproduktion

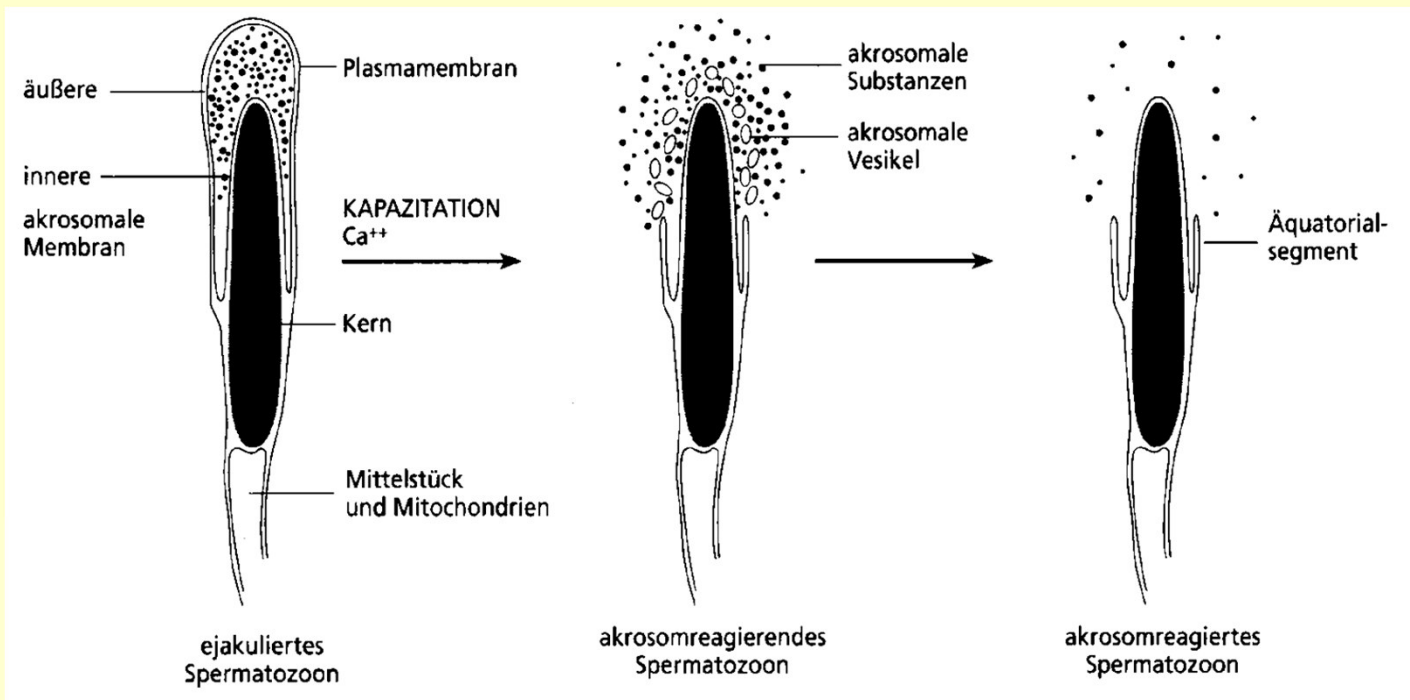
## Befruchtung der Eizelle



- **Spermatozoen**, “erwarten“ die bei der Ovulation aus dem Follikel ausgeschwemmte Eizelle.
- Die **Eizelle** hat ihre **1. Meioseteilung abgeschlossen**, hat die 2. Meioseteilung begonnen und ist damit **befruchtungsfähig**.
- Die Zona pellucida sichert die spezifische **Spermien-Bindung**. Freisetzung der Enzyme (**Akrosomreaktion**)
- Die **Penetration** erfolgt mit Hilfe der proteolytischen Akrosomenzyme und der Bewegungen des Spermischwanzes.
- Die Fusion des Spermatozoons mit der Vitellinmembran der Eizelle verhindert durch plötzliche Depolarisierung das Eindringen weiterer Spermatozoen (**Polyspermieblock**)

# Reproduktion

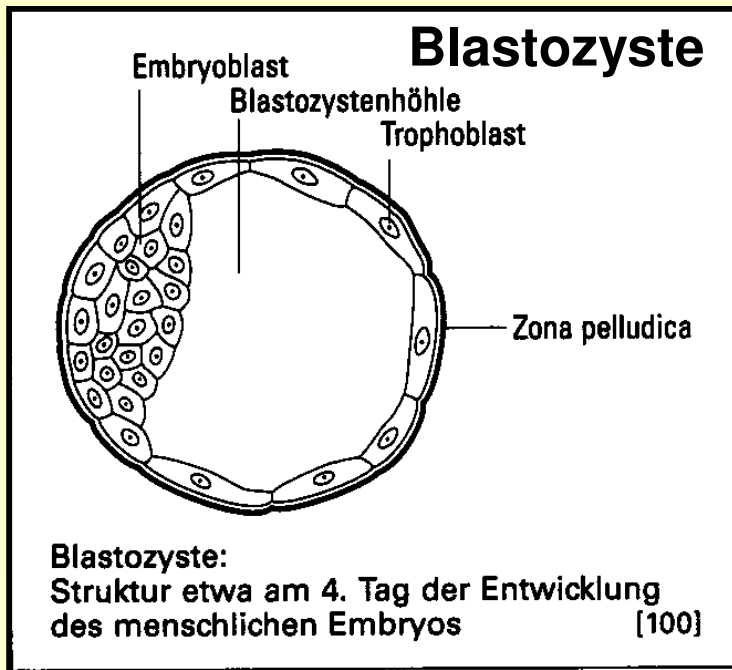
## Befruchtung der Eizelle



**Akrosomreaktion:** Auflösung der äußeren Akrosommembran und ihre Verschmelzung mit der inneren Akrosommembran im Äquatoralsegment. Freigesetzte Vesikel enthalten proteolytische Enzyme (Akrosin, Hyaluronidase). Das Äquatoralsegment hilft bei der Penetration.

# Reproduktion/Sexualhormone

## Schwangerschaft



**Blastozyste mit der inneren Zellmasse (dem Embryoblasten) und dem Trophoblasten, aus dem das für die Placentabildung verantwortliche Chorion hervorgeht**

Mit der Verschmelzung von mütterlichem und väterlichem haploiden Kern entsteht die **diploide Zygote**, die ihre Teilungstätigkeit aufnimmt.

Nach wenigen Tagen im Eileiter ist die **Blastozyste**, d.h. der frühe Embryo entstanden.

Die Blastozyste verbleibt bis zu **1 Woche** im Eileiter.

Die noch vorhandene **Zona pellucida** verhindert die Anlagerung an die Schleimhaut, bevor die geeignete Stelle des Uterus erreicht ist.

## Die Blastozyste "rettet" das Corpus Luteum

- Die Implantation in das Endometrium beginnt erst 16 – 18 Tage nach der Ovulation
- Die Progesteronproduktion des CL-periodicum bleibt jedoch nur ca. 14 Tage aufrecht
- Zur Erhaltung der Sekretionsphase des Endometriums (Sekretion der Embryotrophe) und eines für die Implantation geeigneten Milieus müssen Signale des Embryos das CL vor der Luteolyse retten.

# Reproduktion/Sexualhormone

## Schwangerschaft

### Implantation und Placentation

- Die **Implantation** ist die Anheftung der wandernden Blastozyste an das Endometrium
- Voraussetzung für die Implantation ist die **Auflösung der Zona pellucida**
- Die Implantation ist der erste Schritt zur Bildung einer **Placenta** (Placentation)
- Die Placenta wird vom **Endometrium gemeinsam mit dem Chorion** der Fetus gebildet.

### Funktionen der Placenta

- Die Placenta dient der **Versorgung und Entsorgung der Abfallmetaboliten** des Fetus über das mütterliche und fetale Blut
- Über die **Placentarschranke** hinweg werden  $O_2$  und  $CO_2$  (**Atmungsfunktion**), Ionen, Metaboliten und harnpflichtige Substanzen (**Nierenfunktion**) und Makro- und Mikronährstoffe (**Gastrointestinalfunktion**) ausgetauscht.
- Bei dünner Placentarschranke (endotheliochorialis, hämochorialis oder hämoendothelialis) können auch **Antikörper** (Immunglobuline aus dem Blutplasma) übertreten, nicht aber bei dicken Placentarschranken (epitheliochorialis)
- Die Placenta übernimmt auch **endokrine Funktionen**: Bildung von **Progesteron** und **Östrogenen**, **Gonadotropinen** (z.B. **HCG\***, PMSG) und bei einigen Tierarten **Relaxin**.

**HCG\***, human chorionic gonadotropin

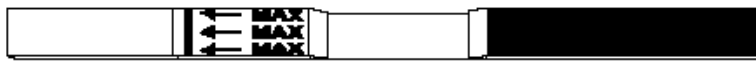
# Sexualhormone

## Schwangerschaftstest

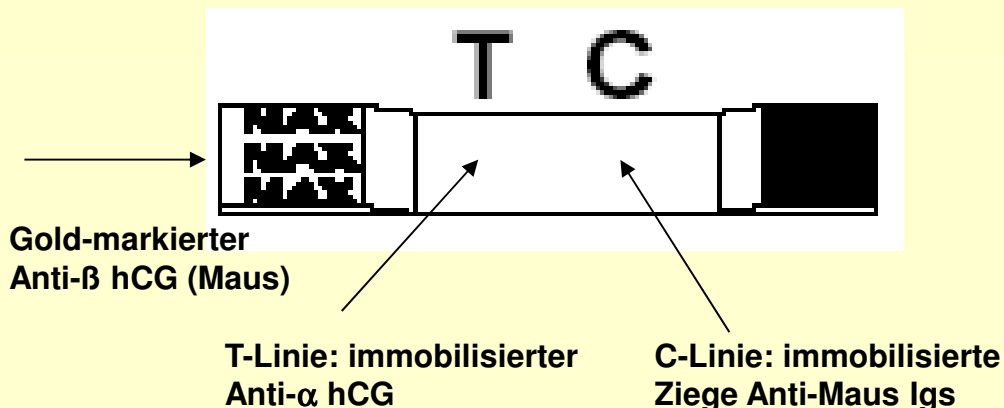
### Bestimmung des hCG im Urin

#### VERWENDUNGSZWECK

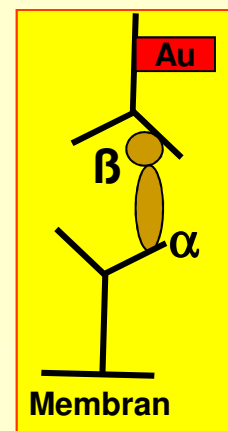
Der hCG Schwangerschaftstest ist ein einstufiger Sandwich-Immunotest im Teststreifenformat, konzipiert zum Schnellaufweis von humanem Chorion Gonadotropin(hCG)inUrinproben.



#### hCG: Glykoprotein aus $\alpha$ - und $\beta$ -Untereinheit



#### Sandwich:



#### Ergebnisse:

