

Inhaltsverzeichnis

KAPITEL 1: Fortpflanzung

| | |
|------------------|---|
| Einführung | 1 |
|------------------|---|

I. Keimzellen

| | | |
|------------|---|----|
| 1.1 | Lebenszyklus | 4 |
| | Der Lebenszyklus durchläuft eine haploide und eine diploide Phase. | |
| | A. Lebenszyklus <i>Befruchtung. Zygote. Embryo. Individuum. Meiose. Gameten. Individuum und Keimbahn</i> | |
| | B. „Sexualität“ bei Bakterien <i>Infektion. Transfektion. Konjugation</i> | |
| 1.2 | Zellzyklus in der Keimbahn | 6 |
| | Meiose und Befruchtung ergänzen sich zu einem Zellzyklus. | |
| | A. Zellzyklus in der Keimbahn <i>Zellzyklus mit Mitose. Zellzyklus mit Meiose. Zellzyklus mit Zellfusion</i> | |
| | B. Entwicklung männlicher und weiblicher Keimzellen <i>Spermatogenese. Oogenese</i> | |
| 1.3 | Chromosomen | 8 |
| | Die homologen Chromosomen sind im Zellzyklus mit Mitose voneinander getrennt. | |
| | A. Struktur der Chromosomen <i>DNS-Doppelhelix. Nukleosom. Transkription. Euchromatin und Heterochromatin. DNS-Synthese. Superhelix. Metaphase-Chromosom. Chromosomensatz des Menschen</i> | |
| 1.4 | Meiose | 10 |
| | In der Meiose paaren sich die homologen Chromosomen und tauschen Gene aus. | |
| | A. Die Chromosomen in der Meiose <i>Prophase I. Leptotän (schlank). Zygotän (gepaart). Pachytän (kurz und dick). Diplotän (gedoppelt). Metaphase I. Metaphase II</i> | |
| 1.5 | Befruchtung | 12 |
| | Das Spermium dringt durch die Zona pellucida und aktiviert die Eizelle. | |
| | A. Befruchtung <i>Akrosomreaktion. Anlagerung des Spermiums. Zona pellucida. Fusion der Zellmembran. Zweite Reifeteilung. Vorkerne</i> | |

- 1.6 **ÜBERSICHT: Keimbahn** 14
 Die Keimzellen entstehen im Dottersack des Embryos als Stammzelllinie, differenzieren sich in den Gonaden und geben das Genom in den Gameten an die nächste Generation weiter.
- A. Keimbahn des Menschen
Pluripotente Zygote. Wanderung der Urkeimzellen. Absiedlung in der Gonadenanlage. Geschlechtsdifferenzierung. Embryonalperiode. Geburt. Pubertät. Befruchtung. Embryonenschutzgesetz

II. Männliche Organe

- 1.7 **Männliche Genitalorgane** 16
 Im männlichen Genitaltrakt reifen die Spermien heran. Es wird das Ejakulat gebildet.
- A. Männliche Genitalorgane
Hoden und Nebenhoden. Prostata und Samenblasen. Bulbus und Urethra. Zusammensetzung des Ejakulates. Aufbau der Sexualreflexe
- 1.8 **Spermatogenese** 18
 Die Spermien differenzieren sich in den Samenkanälchen des Hodens.
- A. Entwicklung der Leydig-Zellen und Hodenkanälchen
Embryonalzeit. Pubertät. Kooperation von Sertoli- und Leydigzellen
- B. Spermatogenese
Spermatogonien. Meiose. Spermio-genese
- 1.9 **Spermatogenesewelle** 20
 Die Spermatogonien entwickeln sich beim Menschen asynchron.
- A. Spermatogenesewelle
Synzytiumbildung. Spermatogenesewelle: Hai. Maus. Mensch. Stadien im Samene-pithel des Menschen

III. Weibliche Organe

- 1.10 **Weibliche Genitalorgane** 22
 Im weiblichen Genitaltrakt findet die Befruchtung und die Entwicklung des Embryos statt.
- A. Weibliche Genitalorgane
Eileiter: Isthmus. Ampulle. Flimmerzellen in der Ampulle. Flüssigkeitsstrom im Eileiter. Uterus. Zervix. Portio mit Zervikalkanal. Übergang von Schleimhaut- in Vaginalepithel. Vagina. Äußeres Genitale: Schwellkörper. Aufbau der Sexualreflexe
- 1.11 **Oogenese** 24
 Die Eizellen beginnen ihre Entwicklung in der Embryonalzeit und differenzieren sich während des Zyklus.
- A. Entwicklung der Oogenese
Proliferation. Bildung von Primordialfollikeln. Arretierung der ersten Reifeteilung. Follikelwachstum

- B. Ovarialzyklus
Konstitutives Follikelwachstum. Hormonproduktion. Führender Follikel. Ovulation. Corpus luteum
- 1.12 **Ovulation** 26
Der LH-Peak löst die terminale Differenzierung der Eizelle und das Platzen des Follikels aus.
A. Ovar mit sprungreifem Follikel
Reifung der Eizelle. Wirkungen des präovulatorischen LH-Anstiegs. Die Oozyte bei der Ovulation
B. Bewegungen von Eileiter und Ovar
- 1.13 **Menstruationszyklus** 28
Der Menstruationszyklus wird durch die Hormone des führenden Follikels im Ovar reguliert.
A. Menstruationszyklus
Follikelphase. Auslösung der Ovulation. Gelbkörperphase. Luteolyse. Zentrale Regulation. Feed-back-Mechanismen
- 1.14 **Endometrium** 30
Die Schleimhaut wird in jedem Zyklus auf eine Implantation vorbereitet.
A. Vorbereitung des Endometriums auf die Implantation
Zyklus mit Menstruation. Zyklus mit Implantation: Proliferationsphase. Frühe Sekretionsphase. Mittlere Sekretionsphase. Späte Sekretionsphase. Deziduale Reaktion

IV. Schwangerschaft und Geburt

- 1.15 **ÜBERSICHT: Verlauf der Schwangerschaft** 32
Die Abschnitte der Embryonalentwicklung werden zur Schwangerschaft in Beziehung gesetzt.
A. Frühentwicklung
1. Woche: Eitransport in der Tube. 2. Woche: Implantation
B. Embryonalperiode
3. Woche: Keimscheibe. 4. Woche: Abfaltung. 5. bis 8. Woche: Embryonalperiode
C. Fetalperiode
11. bis 14. Woche: Obliteration der Chorionhöhle; 15. bis 18. SSW: Amniozentese; 19. bis 22. SSW: Kindsbewegungen; 23. bis 26. SSW: Lungenfunktion; 27. bis 40. SSW: Leibessenkung; Geburtstermin
- 1.16 **Gravidarium** 34
Auf dem Gravidarium lassen sich das Alter der Schwangerschaft und der Geburtstermin ablesen.
A. Gravidarium zur Berechnung des Geburtstermins
Dauer der Schwangerschaft: Tragzeit post menstruationem (p. m.). Tragzeit post ovulationem (p. o.) Berechnung des Geburtstermins. Ultraschall

| | | |
|------|--|----|
| 1.17 | Hormonspiegel | 36 |
| | Die Hormonspiegel während der Schwangerschaft und die Geburt werden vom Kind gesteuert. | |
| | A. Hormonspiegel während der Schwangerschaft <i>HCG (Human Chorionic Gonadotropin). Progesteron. Östrogene. hPL (human placental lactogen)</i> | |
| | B. Fetoplazentare Einheit | |
| | C. Hormonale Steuerung der Geburt <i>Auflockerung der Zervix. Einsetzen der Wehentätigkeit</i> | |
| 1.18 | Geburt | 38 |
| | Die Geburt wird beim Menschen von der Größe des kindlichen Kopfes bestimmt. | |
| | A. Durchtritt des kindlichen Kopfes durch den Geburtskanal <i>Eröffnungsperiode. Austreibungsperiode. Drehung des Kopfes im Geburtskanal. Durchschneiden des Kopfes. Entwicklung des Kopfes. Entwicklung der Schultern. Lösung der Plazenta</i> | |

KAPITEL 2: Menschliche Entwicklung

1. Embryonalperiode

| | | |
|-----|--|----|
| 2.0 | Einleitung | 40 |
| | <i>Stadieneinteilung. Altersangaben. Längenangaben. Carnegie-Stadien. Chorionblase. Ultraschall. Frühentwicklung, Embryonalperiode. Fetalperiode. Plazenta und Eihäute</i> | |

Stadieneinteilung

| | | |
|-----|---|----|
| 2.1 | Carnegie-Stadien | 42 |
| | A. Definition der Carnegie-Stadien <i>Wachstumskurve: Beziehung zwischen Größe, Alter und Stadium</i> | |
| 2.2 | Choriondurchmesser und Ultraschall | 44 |
| | Äußerer und innerer Choriondurchmesser sind maßstabsgerecht dargestellt zum Vergleich mit Ultraschallbildern. | |
| | A. Choriondurchmesser in der Embryonalperiode | |
| | B. Endosonographische Untersuchung im Stadium 16 (8. SSW) <i>Lage des Schallkopfes im Längsschnitt und im Transversalschnitt</i> | |
| 2.3 | ÜBERSICHT: Frühentwicklung | 46 |
| | Die menschliche Entwicklung ist auf einer Zeitachse maßstabsgetreu dargestellt und den Carnegie-Stadien zugeordnet. | |
| | C. Übersicht: Frühentwicklung <i>„Erste Woche“. „Zweite Woche“. „Dritte Woche“</i> | |

- 2.4 ÜBERSICHT: **Embryonalperiode** 48
 D. Embryonalperiode: 4.–8. Woche
1.–3. Woche: Frühentwicklung. 4. Woche: Abfaltung. 5.–8. Woche: Organogenese

„Erste Woche“: Tubenwanderung

- 2.5 ÜBERSICHT: **„Erste Woche“** 50
 A. Von der Ovulation zur Implantation
Tubenwanderung. Die freie Blastozyste im Uteruslumen.
 B. Die Entwicklung der Eizelle zur Blastozyste
Stadium 1: Die befruchtete Eizelle. Stadium 2: Furchung. Stadium 3: Die freie Blastozyste
- 2.6 **Stadium 4: Anheftung** 52
 A. Anheftung der Blastozyste an die Schleimhaut
Schlüpfen. Anheftung
 B. Morula und freie Blastozyste des Menschen
Morula mit 32 Zellen. Frühe Blastozyste mit 58 Zellen. Expandierte Blastozyste mit 107 Zellen
 C. Anheftung der Blastozyste des Rhesusaffen
Freie Blastozyste. Kontakt mit der Schleimhaut

„Zweite Woche“: Implantation

- 2.7 ÜBERSICHT: **„Zweite Woche“** 54
 A. Implantation der Blastozyste
Frühphase: Implantationskollaps. Invasives Wachstum. Interstitielle Implantation. Schlußphase: Expansion der Blastozyste. Beginn des uteroplazentaren Kreislaufs. Deziduale Reaktion
 B. Implantationskegel in der Uterusschleimhaut
Implantationsort. Implantationsblutung
- 2.8 **Stadium 5: zweiblättrige Keimscheibe** 56
 A. Entwicklung der Keimscheibe und des Trophoblasten
Implantationskollaps. Kompakter Trophoblast. Lakunärer Trophoblast. Schlußphase: Durchströmen der Lakunen mit mütterlichem Blut. Primäre Höhlenbildung. Vorwachsen der Amnioblasten. Bildung des primären Dottersacks. Ausbreitung des Trophoblast

„Dritte Woche“: Dreiblättrige Keimscheibe

- 2.9 ÜBERSICHT: **„Dritte Woche“** 58
 A. Umorganisation der embryonalen Höhlen („Dottersackknall“)
Embryo vor und nach der Umorganisation
 B. Wachstumsrichtung der Keimscheibe
Chorionblase im Stadium 8. Zur Orientierung des Embryos

| | | |
|------|---|----|
| 2.10 | Stadium 6: Umwandlung des Dottersacks | 60 |
| | A. Extraembryonales Mesoderm und Dottersack <i>Mesodermausbreitung und Platzen des primären Dottersacks. Bildung des definitiven Dottersacks der Chorionhöhle und des Haftstiels. Unterschiedliches Wachstum von Embryoblast und Trophoblast</i> | |
| 2.11 | Stadium 6b und 7: Primitivstreifen | 62 |
| | A. Entwicklung des Primitivstreifens <i>Ausbreitung des extraembryonalen Mesoderms. Entstehung des intraembryonalen Mesoderms</i> | |
| | B. Entwicklung des Chordafortsatzes <i>Primitivstreifen mit Chordafortsatz. Invagination des Chordafortsatzes durch den Primitivknoten. Allantoisdivertikel. Amniongang</i> | |
| 2.12 | Stadium 8: Axialkanal | 64 |
| | A. Axialkanal und Einschalten der Chorda in das Darmdach <i>Keimscheibe mit Axialkanal. Primitivstreifen. Primitivgrube. Chordafortsatz. Chordaplatte. Prächordalplatte</i> | |
| 2.13 | Stadium 9: erste Somiten | 66 |
| | A. Kopffalte, Somiten und Seitenplatten <i>Rekonstruktion des „Embryo Ludwig“. Vordere und hintere Darmbucht. Differenzierung der Keimblätter</i> | |

| |
|--------------------------------------|
| „Vierte Woche“: Abfaltung des Embryo |
|--------------------------------------|

| | | |
|------|--|----|
| 2.14 | ÜBERSICHT: „Vierte Woche“ | 68 |
| | A. Die Implantationsstelle in der 4. Woche <i>Lage im Uterus. Querschnitt durch die eingebettete Keimblase</i> | |
| | B. Ausweitung der Amnionhöhle und Entwicklung der Nabelschnur <i>Zu Beginn und am Ende der vierten Woche</i> | |
| 2.15 | Abfaltung | 70 |
| | A. Abfaltung vom Dottersack und Ausbildung der Körperform <i>Aufrichtung der Achsenorgane. Kraniokaudale Krümmung. Verschluss des Darmrohrs</i> | |
| 2.16 | Stadium 10: Kreislauf | 72 |
| | A. Gefäßbahnen im Stadium 10 <i>Blutinseln und Kapillarplexus beim „Embryo Ingalls“. Verlauf von Dotter- und Nabelvenen</i> | |
| | B. Gefäße im Embryo Payne <i>Dorsalansicht des Embryos. Gefäße von dorsal. Lage des Herzens</i> | |
| 2.17 | Stadium 10: Embryo Corner | 74 |
| | A. Herkunft des Embryos <i>Ansicht des Embryos von links: Einblick in den Neuroporus anterior</i> | |
| 2.18 | Stadium 10: Histologie | 76 |
| | A. Grundaufbau des Embryonalkörpers <i>Gliederung der Keimblätter. Histologische Schnitte aus dem Embryo Corner: Herzbeutel. Dottersack. Schwanzfalte und Haftstiel</i> | |

| | | |
|------|---|----|
| 2.19 | Stadium 10: Zölomring | 78 |
| | A. Zölomring zu Beginn der 4. Woche <i>Perikardhöhle. Zölomkanäle. Peritonealhöhle. Das Zölom beim Embryo Corner und im Körperumriß beim Embryo Davis</i> | |
| 2.20 | Stadium 11: Neuroporus anterior und posterior | 80 |
| | A. Embryo Blechschmidt 3,1 mm <i>Aufnahme des Originalpräparates. Rekonstruktionen desselben Embryos</i> | |
| 2.21 | Stadium 12: kraniokaudale Krümmung | 82 |
| | A. Embryo Blechschmidt 2,57 mm <i>Operationspräparat der Eileiterschwangerschaft. Embryo vor der Fixation. Rekonstruktion von Neuralrohr, Darmtrakt und Urniere. Gliederung der Zölomhöhle</i> | |
| 2.22 | Stadium 13: primäre Gehirnbläschen | 84 |
| | A. Embryo Blechschmidt 4,2 mm <i>Entwicklung der Nabelschnur. Rekonstruktion: Nervensystem. Herz und Gefäße. Darmrohr. Urniere</i> | |

5.-8. Woche: Organogenese

| | | |
|------|---|----|
| 2.23 | Stadium 14: Myotome | 86 |
| | A. Embryo Blechschmidt 6,3 mm <i>Äußere Gestalt. Darstellung des Darmtrakts, des Herzens und der Nieren, der Myotome und der Leibeshöhlen</i> | |
| 2.24 | Stadium 15: Topographie der Blutgefäße | 88 |
| | A. Embryo Blechschmidt 7 mm und 7,5 mm <i>Embryo Blechschmidt 7 mm Originalaufnahme. Embryo Blechschmidt 7,5 mm. Topographie der Blutgefäße. Arterien des Kopfes</i> | |
| 2.25 | Stadium 16: Gesichtswülste | 90 |
| | A. Embryo Blechschmidt 8,8 mm, 9,6 mm und 10 mm <i>Frontalansicht des Gesichtes beim 8,8 mm Embryo. Embryo 9,6 mm, Originalaufnahme. Teilrekonstruktion des 10 mm Embryo: Darmtrakt und Leibeshöhlen. Bewegungsapparat</i> | |
| 2.26 | Stadium 17: Telenzephalonbläschen | 92 |
| | A. Embryo Blechschmidt 9,8 mm und 11,7 mm <i>Embryo 9,8 mm, Dorsalansicht, Aufhellungspräparat des 11,7 mm Embryo. Stufenpräparation des Embryo 11,7 mm</i> | |
| 2.27 | Stadium 18 und 19: kuboide Körperform | 94 |
| | A. Embryo Blechschmidt 13 mm, 13,5 mm und 16,2 mm <i>Embryo in situ mit Dottersack. Teilrekonstruktion: Zentrales Nervensystem. Arterien. Darmtrakt. Isolierter Embryo nach der Fixation</i> | |
| 2.28 | Stadium 20: Hand in Pronation | 96 |
| | A. Embryo Blechschmidt 17,5 mm <i>Äußere Gestalt. Darmtrakt und Leibeshöhlen</i> | |

| | | |
|------|--|-----|
| 2.29 | Stadium 20: Knorpelskelett und Muskulatur | 98 |
| | B. Embryo Blechschild 17,5 mm <i>Knorpeliges Skelett und Venensystem des Kopfes. Schädelbasis. Skelettmuskulatur</i> | |
| 2.30 | Stadium 23: Histologie | 100 |
| | A. 30 mm-Embryo. Sagittalschnitte <i>Zentralnervensystem. Wirbelsäule und Schädelbasis. Magen-Darmtrakt. Ovar und Uterus</i> | |
| 2.31 | Stadium 23: Stufenpräparation des Kopfes | 102 |
| | A. Embryo Blechschild 29 mm <i>Gehirn und Viszeralskelett. Eröffnung des Seitenventrikels und des vierten Ventrikels. Medianschnitt durch das Diencephalon, das Mesencephalon und die Rautengrube. Thorax und Beckensitus</i> | |
| 2.32 | Stadium 23: Ultraschall | 104 |
| | A. Körperform und Eihäute am Ende der Embryonalperiode <i>Embryo Blechschild 29 mm, Gesicht. Embryo im Stadium 22</i> | |
| | B. Entsprechende endosonographische Untersuchung aus der 10. SSW (8. Woche) <i>Frontalschnitt durch Kopf und Thorax. Sagittalschnitte</i> | |

II. Fetalperiode

| | | |
|------|--|-----|
| 2.33 | ÜBERSICHT: Fetalperiode | 106 |
| | A. Wachstumskurve <i>Charakterisierung der Fetalperiode. Schwangerschaftswochen (SSW). Lunarmonate. Trimenon. Scheitel-Steiß-Länge (SSL). Scheitel-Fersenlänge (SFL). Gewichtsentwicklung. Entwicklung der Körperform</i> | |

2. bis 10. Monat

| | | |
|------|---|-----|
| 2.34 | 10. SSW: Situs | 108 |
| | A. Fetus Blechschild 30 mm: Stufenpräparat <i>Blick in die Seitenventrikel und auf die Leibeswand. Brust- und Bauchsitus</i> | |
| 2.35 | 12. SSW: Knochenkerne | 110 |
| | A. Knorpelskelett und Knochenkerne <i>Knorpelskelett eines Fetus 40 mm SSL (Blechschild): Schädel und Rumpf. Knochenkerne: Schädelkapsel. Viszeralskelett. Wirbelsäule und Rippen. Extremitätenskelett</i> | |
| 2.36 | 14. SSW: Sagittalschnitt | 112 |
| | A. Fetus 60 mm, Sammlung Tonutti <i>Kopf. Hals. Brustraum. Bauchraum</i> | |

- 2.37 16. SSW: Ultraschall** 114
 A. Fetus 68 mm SSL. Fetus 75 mm SSL
 B. Entsprechende endosonographische Untersuchung aus der 16. SSW
Sagittales Schnittbild. Sagittalschnitt durch die Wirbelsäule
- 2.38 Neugeborenes** 116
 A. Schädel des Neugeborenen
Fontanellen und Schädelnähte. Proportionen des Skeletts
 B. Entwicklung der Körperproportionen bis zur Geburt

III. Eihäute und Plazenta

Chorion

- 2.39 ÜBERSICHT: Chorion und Chorionzotten** 118
 A. Entwicklung der Chorionzotten
Kompakter Trophoblast. Lakunen im Synzytium. Einstrom von mütterlichem Blut und Trabekelbildung. Einwachsen von Zytotrophoblast. Zytotrophoblast-Schale. Eindringen von Mesoderm und Gefäßen. Zottenbäumchen und Haftzotten
- 2.40 Zytotrophoblastschale** 120
 A. Ausschnitt aus der Wand der Chorionblase
Chorionplatte. Basalplatte. Schnitt durch die Implantationsstelle
- 2.41 Differenzierung der Chorionzotten** 122
 a. Chorionzotten in der 4. Woche
Isolierte Chorionblase. Synzytiumknoten. Primäre, sekundäre und tertiäre Zotten. Differenzierung der Trophoblastschicht

Plazenta

- 2.42 ÜBERSICHT: Plazenta und Eihäute** 124
 A. Entwicklung von Plazenta und Eihäuten
Chorionplatte in der 10. SSW. Uterus und Plazenta. Obliteration der Chorionhöhle und des Cavum uteri. Plazenta und Eihäute in der 13. SSW und gegen Ende der Schwangerschaft
- 2.43 Aufbau der Plazenta** 126
 A. Funktioneller Aufbau
Plazentazotten. Zottenquerschnitt nach dem vierten Monat. Rückbildung der Zytotrophoblastsäulen. Kotyledonenstruktur. Zottengefäße. Zottenbäumchen. Spiralarterien
- 2.44 Reife Plazenta** 128
 A. Schnitt durch die reife Plazenta mit Plazentaseptum
 B. Plazentalösung
 C. Die Plazenta nach der Geburt
Mütterliche und kindliche Seite

| | | |
|------|--|-----|
| 2.45 | Eihäute bei Zwillingen | 130 |
| | A. Zweieiige Zwillinge <i>Mehrlinge nach künstlich ausgelöster Ovulation</i> | |
| | B. Eineiige Zwillinge <i>Trennung in der Morula, in der Blastozyste und nach Bildung der Amnionhöhle. Doppelmißbildungen. Blutversorgung bei Zwillingen</i> | |

KAPITEL 3: Allgemeine Embryologie

| | | |
|-----|--|-----|
| 3.0 | Einleitung | 132 |
| | <i>Vergleichende Embryologie. Grundaufbau des Embryonalkörpers. Regulation der Entwicklung. Differenzierung der Gewebe. Gasträa-Theorie und Keimblattlehre. Molekularbiologischer Ansatz</i> | |

I. Vergleichende Embryologie

| | | |
|-----|--|-----|
| 3.1 | Phylogenese | 134 |
| | Jede neue Organisationsstufe im Tierreich beruht auf einem neuen Prinzip in der Embryonalentwicklung und baut auf den vorhergehenden Stufen auf. | |
| | A. Ontogenese und Phylogenese in der Wirbeltierreihe <i>Organisationsstufe der Einzeller. Blastula-Stadium. Gastrula-Stadium. Mesodermbildung. Metamerie, Dottersack und Keimscheibe. Amnionhöhle. Plazenta</i> | |
| 3.2 | ÜBERSICHT: Frühentwicklung | 138 |
| | Die Dottermenge der Eizelle bestimmt die Embryonalentwicklung. | |
| | A. Vergleich der Frühentwicklung <i>Eityp und Furchung. Blastula. Gastrulation. Mesodermbildung. Körperform. Seeigel. Amphibien. Vögel. Höhere Säuger (Mensch)</i> | |

Seeigel

| | | |
|-----|--|-----|
| 3.3 | Seeigel | 140 |
| | Der Seeigel zeigt die Urform der Gastrulation und das Lanzettfischchen die Grundgliederung des Mesoderms. | |
| | A. Entwicklung des Seeigels <i>Befruchtung, Furchung, Blastula. Frühe Gastrula. Gastrulation und Mesodermbildung. Larvenstadium</i> | |
| | B. Mesodermbildung beim Lanzettfischchen <i>Lanzettfischchen. Mesodermbildung im Embryo</i> | |

| |
|-----------|
| Amphibien |
|-----------|

- 3.4 Amphibien** 142
 Die Grundbegriffe der Embryologie sind aus Untersuchungen an Molchen und Fröschen hervorgegangen.
 A. Frühentwicklung der Amphibien
Furchung und Gastrulation. Zellbewegung und Induktion in der Gastrula. Differenzierung der Keimblätter
- 3.5 Klassische Experimente** 144
 Induktion und Determination wurden in Experimenten am Amphibienei definiert.
 A. Durchschnürungsexperimente
 B. Prospektive Bedeutung und prospektive Potenz
Karte der prospektiven Bedeutung. Karte der prospektiven Potenz. Selbstdifferenzierungsleistung
 C. Spemanns Organisatorversuch
Transplantation der dorsalen Urmundlippe. Induktion archenzephaler und spinokaudaler Strukturen
- 3.6 Wachstumsfaktoren** 146
 Lokale Peptidhormone sind das molekularbiologische Substrat für Induktion.
 A. Induktionskaskade im Amphibienembryo
Induktion des Mesoderms, der Neuralplatte und der Linsenplakode
 B. Identifikation von Wachstumsfaktoren bei der Induktion des Mesoderms

| |
|--------------|
| Hühnerembryo |
|--------------|

- 3.7 Keimscheibe** 148
 Die Frühentwicklung über eine Keimscheibe läßt sich beim Hühnchen am einfachsten studieren.
 A. Entwicklung der Keimscheibe
Furchung. Keimscheibe aus Epiblast und Hypoblast. Vorwachsen des Primitivstreifens
- 3.8 Primitivknoten** 150
 Der Primitivknoten entspricht der dorsalen Urmundlippe (Organisator).
 B. Primitivknoten als Organisationszentrum
Ausbreitung des Primitivstreifenmesoderms. Invagination des Chordafortsatzes. Aufrichtung der Kopfanlage. Prächordalplatte
- 3.9 Abfaltung** 152
 Der Embryonalkörper entsteht aus der Keimscheibe durch Abfaltung.
 C. Abfaltung beim Hühnerembryo
Aufrichtung der Kopfanlage. Abfaltung an der Darmpforte. Primärorgane vor und ungegliederte Keimblätter hinter dem Primitivknoten

- 3.10 Dottersack und Amnionhöhle** 154
 Die Schwanzknospe ist das Blastem für den unteren Körperabschnitt.
 Die Amnionfalten verschmelzen über dem Embryo.
 D. Übergang des Primitivknötens in die Schwanzknospe
 E. Dottersack und Amnionhöhle
Umwachsen des Dotters. Verschmelzen der Amnionfalten. Amnionhöhle. Chorion
- 3.11 Extraembryonale Organe** 156
 Die Allantois ist eine Aussackung der Kloake, aus der die Chorioallantois als Vorläufer einer Plazenta hervorgeht
 F. Lage des Embryos im Ei
 G. Entwicklung der Chorioallantois
Auswachsen der Allantois. Chorion und Chorionhöhle. Verschmelzung von Chorion und Allantois. Chorioallantoistransplantation
- 3.12 Wachtel-Hühnchen Transplantation** 158
 Wachtelgewebe ist im Hühnchen ein dauerhafter Marker für Zellbewegungen.
 A. Transplantation der Neuralleiste
 B. Experimente zur Abstammung des peripheren Nervensystems
Vegetatives Nervensystem. Kopfganglien

| |
|---------------|
| Säuger |
|---------------|

- 3.13 Säuger** 160
 Die Säuger leiten sich von eierlegenden Verfahren ab.
 A. Frühentwicklung der Säuger
Furchung. Blastozyste. Zweiblättrige Keimscheibe. Dreiblättrige Keimscheibe. Abfaltung. Embryonale Höhlen. Dottersackplazenta. Allantoisplazenta
- 3.14 Implantation** 162
 Die Einnistung der Blastozyste und die Bildung der Eihäute ist für jede Tierart spezifisch.
 B. Artspezifischer Verlauf der Implantation
Oberflächliche Implantation beim Schwein. Interstitielle Implantation beim Menschen. Inversion der Keimblätter bei der Maus
- 3.15 Bauprinzipien der Plazenta** 164
 Im größeren Zusammenhang läßt sich die Plazenta besser verstehen.
 A. Der Kontakt zwischen Chorionzotten und Schleimhaut
Resorptions- und Diffusionsprinzip. Epithelio-, Endothelio- und hämochoriale Plazenta
 B. Labyrinthplazenta und Zottenplazenta beim Menschen
Labyrinthplazenta in der 2. Woche. Stammzotten in der 3. Woche. Zottenbäumchen in der Fetalperiode
 C. Äußere Form der Plazenta
Schwein. Mensch. Rhesusäffchen. Maus

| | | |
|------|--|-----|
| 3.16 | Transgene Mäuse | 166 |
| | Isolierte Gene können in die Keimbahn der Maus übertragen werden | 166 |
| | A. Erzeugung transgener Mäuse <i>Injektion. Blastozystentransfer. Transgene Mäuse. Etablierung eines Inzuchtstamms</i> | |
| | B. Identifizierung der geschlechtsdeterminierenden Region (SRY) <i>Transfektion der Sry-Sequenz in einen Mäusestamm</i> | |

Drosophila

| | | |
|------|--|-----|
| 3.17 | Drosophila | 168 |
| | Die Gene für die Regulation der Entwicklung wurden in der Tauflye entdeckt. | |
| | A. Segmentgene bei Drosophila <i>Synzytiales Blastoderm und Expression der Segmentgene. Imaginalscheiben in der Larve</i> | |

II. Grundaufbau des Embryonalkörpers

| | | |
|------|---|-----|
| 3.18 | Körperform | 170 |
| | Der Primitivstreifen entspricht dem Urmund der Gastrula. | |
| | A. Entwicklung der Körperform <i>Gastrulation bei dotterarmen Eiern. Larvenstadium bei Amphibien. Fiktive Ausweitung zur Keimscheibe. Entwicklung der Körperform über eine Keimscheibe</i> | |
| 3.19 | Grundaufbau | 172 |
| | Der Urtyp des Wirbeltierkörpers geht aus einem Reusendarm und einem Achsenstab mit Muskelplatte für die Fortbewegung hervor. | |
| | A. Viszeraler Schlund- und somatischer Rumpfabschnitt des Wirbeltierkörpers <i>Urtyp eines ankestralen Tunikaten. Freischwimmende Tunikatenlarve. Kieferloses Wirbeltier. Funktionsschema der Kiemengefäße</i> | |
| | B. Schädelbasis und Viszeralskelett <i>Umgestaltung der Schlundbögen zu Ober- und Unterkiefer beim Hai</i> | |
| 3.20 | Schlundbögen | 174 |
| | Die Grundelemente der Schlundbögen sind dreidimensional dargestellt. | |
| | C. Schlundbögen im Embryo. Schlundtaschen und -furchen. Schlundknorpel, Arterie und Nerv | |
| 3.21 | Somiten | 176 |
| | Die Grundelemente der Somiten sind Sklerotom, Myotom und Dermatome. | |
| | A. Differenzierung der Somiten <i>Entstehung im paraxialen Mesoderm. Auswandern der Sklerotomzellen. Differenzierung des Myotoms. Auflösung des Dermatoms</i> | |

- 3.22 Resegmentierung** 178
Die definitiven Wirbelkörper bestehen aus dem unteren und dem oberen Abschnitt eines Somiten.
B. Resegmentierung der Wirbelsäule
Untergliederung der Sklerotome. Resegmentierung. Menschliche Wirbelsäule im Stadium 16
- 3.23 Extremitätenknospe** 180
Mit der histochemischen Cholinesterase-Aktivität läßt sich die Musterbildung in der Extremitätenknospe darstellen.
A. Embryonale Cholinesterase (ChE) in der Extremitätenknospe
Induktion der Knospe. Festlegung der Achsen. Randleiste und Progressionszone. Differenzierung von Muskel und Knorpel. Abgrenzung der Fingerstrahlen
B. Experimente
Selbstdifferenzierung. Die hintere Polarisationszone. Expression der Hox-Gene. Hypothese zur Musterbildung
- 3.24 Keimblätter** 182
Die definitiven Gewebe lassen sich systematisch aus den Keimblättern herleiten.
A. Differenzierung der Keimblätter
Gliederung der Keimblätter beim menschlichen Embryo. Differenzierung der Keimblätter in der Somitenregion

III. Regulation der Entwicklung

- 3.25 Gestaltungsbewegungen** 184
Zellbewegung im Embryo entsteht durch Konformation von Epithelverbänden und amöboiden Bewegungen von Einzelzellen.
A. Epithelverbände
Aggregation im Embryoblast. Epithelverband im Ektoderm. Auswanderung des Mesoderms. Mesodermपालisaden und Neuralabfaltung
B. Wanderung von Einzelzellen
Auswandern der Neuralleistenzellen. Organisation des Mesenchyms. Auswachsen von Nervenfasern
- 3.26 „Cell Adhesion Molecules“ (CAM)** 186
Die Zellbewegung und der Aufbau der Gewebe werden durch Zelladhäsionsmoleküle reguliert.
C. Amöboide Bewegung
Zytoplasmastromung. Kontaktpunkte und Kontraktion. Kontaktinhibition
D. „Cell Adhesion Molecules (CAM's)“
Nachweis in einer Zellsuspension. Aggregation und „cell sorting“. Molekulare Formen der Zelladhäsionsmoleküle. Selektine. Integrine
- 3.27 Organisation des Genoms** 188
Genreduplikation und Redundanz im Genom sind die Basis für die Differenzierung unterschiedlicher Zelltypen in vielzelligen Organismen.

- A. Organisation des Genoms
Operonprinzip der Bakterien und Genfamilien der Eukaryonten. Entwicklung der homeotischen Gene. Expression der Hox-Cluster bei der Maus
- B. Regulation des Zellzyklus
Zellzyklus. Auslösung der Mitose
- 3.28 **Hormonale Steuerung** 190
 Im Gegensatz zur definitiven hormonalen Steuerung führen embryonale Hormone und Induktoren zur irreversiblen Determination im Genom.
- A. Steuerung von Wachstum und Differenzierung
Zelllinien und Zellinteraktion. Genregulation durch Induktion
- B. Proliferation und Morphogenese
Blastemphase. Steuerung der Morphogenese. Differenzierte Gewebe
- 3.29 **Transduktionsketten** 192
 Embryonale Hormone regulieren den Zellzyklus. Ihre Aktivierung in adulten Zellen führt zu Krebswachstum (Onkogene).
- C. Transduktionsketten für Wachstum und Differenzierung
Membrangängige Hormone. Tyrosinkinase-gekoppelte Rezeptoren. G-Proteingekoppelte Rezeptoren. Onkogene

IV. Differenzierung der Gewebe

- 3.30 **Zähne, Haut und Haare** 194
 Zähne leiten sich von Schuppen, Haare von verhornendem Epithel ab.
- A. Plakoidschuppe und Zähne
Plakoidschuppe bei niederen Vertebraten. Zahnentwicklung
- B. Haut und Haare
Haut. Entwicklung der Haare
- 3.31 **Ektodermale Drüsen** 196
 Die Grunddrüse der Haut ist die Talgdrüse in der Haarknospe.
- A. Verwandtschaft zwischen ektodermalen Drüsen
Haare und hypothetisches Schuppenmuster. Drüsen
- B. Entwicklung und zyklisches Wachstum der Milchdrüse
Pränatales Wachstum. Androgenabhängigkeit bei der Maus. Gravidität und Laktation
- 3.32 **Stützgewebe** 198
 Die Stützgewebe gehen auf eine Kollagen- und Grundsubstanz-produzierende Mesodermzelle zurück.
- A. Differenzierung von Bindegewebe, Knorpel und Knochen
Mesenchym. Fibrozyt im Bindegewebe. Sehne, Knorpel. Knochen. Kollagentypen
- B. Enchondrale Verknöcherung
Knorpelmodell. Knochenmanschette und Knochenkerne. Epiphysenfuge

| | | |
|------|--|-----|
| 3.33 | Skelettmuskulatur | 200 |
| | Alle Skelettmuskeln stammen von den Somiten ab. | |
| | A. Entwicklung der Skelettmuskulatur <i>Determination, Wanderung und terminale Differenzierung der Myoblasten</i> | |
| 3.34 | Hämo- und Lymphopoese | 202 |
| | Die Stammzellen des Blutes und die Endothelzellen entstehen im Mesoderm des Dottersacks. | |
| | A. Blutinseln und Hämoopoese <i>Blutinseln und Dottersack. Phasen der Hämoopoese</i> | |
| | B. Lymphatisches System <i>Knochenmark. Thymus. Tonsillen. Weiße Pulpa der Milz. Lymphknoten</i> | |
| 3.35 | Immunglobuline | 204 |
| | Das Immunsystem ist ein gut untersuchtes Beispiel für Determination, Proliferation und Differenzierung von Zellen. | |
| | C. Determination und Differenzierung der Lymphozyten <i>Immunglobulin-Superfamilie. Determination und Differenzierung</i> | |

KAPITEL 4: Nervensystem

| | | |
|-----|---|-----|
| 4.0 | Einleitung | 206 |
| 4.1 | ÜBERSICHT: Funktionelle Gliederung | 208 |
| | Das Neuralrohr gliedert sich in das Rückenmark mit den Spinalnerven für den Bewegungsapparat, das Schlundhirn für die Nahrungsaufnahme und die Gehirnbräucher für die zentralen Sinnesorgane. | |
| | A. Archaische Gliederung des Nervensystems <i>„Phylontottractus“. Schema von Hirnbräucher und Rückenmark</i> | |
| | B. Embryonale Gliederung des ZNS <i>Zentralnervensystem im Stadium 17 und 16. SSW</i> | |

Neuralrohr und Rückenmark

| | | |
|-----|---|-----|
| 4.2 | Neuralrohr | 210 |
| | Das Neuralrohr entsteht aus der Neuralplatte im Ektoderm. | |
| | A. Neuralabfaltung im Stadium 10 <i>Neuralrinne. Neuralleiste. Geschlossenes Neuralrohr</i> | |
| | B. Verlagerung von Neuroporus anterior und posterior <i>Krümmung des Embryos. Neuralrohr und Schwanzknospe</i> | |
| 4.3 | Rückenmark | 212 |
| | Die Basalmembran des Neuraletpithels liegt außen. Zur Zellteilung wandern die Zellen nach innen. | |

| | | |
|------------|---|------------|
| | A. Proliferation des Neuralepithels <i>Lage der Basalmembran. Teilung der Neuralepithelzellen</i> | |
| | B. Differenzierung von Nerven- und Gliazellen <i>Zelluläre Differenzierung. Nervenzellen. Gliazellen. Spinalganglien. Graue und weiße Substanz des Rückenmarks</i> | |
| 4.4 | Spinalnerv | 214 |
| | Die Nervenfasern folgen den Myoblasten in die Peripherie. | |
| | A. Rückenmark und Spinalnerven <i>Auswachsen der Pionierfasern. Spinalnerv. Grund- und Flügelplatte. Markscheidenbildung</i> | |
| | B. Entwicklung der Cauda equina | |
| 4.5 | Dermatome | 216 |
| | Dermatome sind die aus den Somiten hervorgegangenen Versorgungsgebiete der Spinalnerven in der Haut. | |
| | A. Beziehung zwischen Spinalnerven und Dermatomen | |
| | B. Periphere Nerven und Dermatome <i>Zuordnung zu den Somiten. Segmente und periphere Nerven: Dorsale Äste. Ventrale Äste und Plexusbildung. Dermatome. Neuomere und motorische Säulen im Rückenmark</i> | |
| 4.6 | Vegetatives Nervensystem | 218 |
| | Die vegetativen Nervenzellen stammen aus der Neuralleiste. | |
| | A. Segmentale Anlage des vegetativen Nervensystems <i>Wanderung der Neuralleistenzellen. Vegetative Ganglien: Lokaler Reflexbogen. Regionale und zentrale Steuerung</i> | |
| | B. Funktionelle Gliederung <i>Sympathicus und Parasympathicus. Verknüpfung der vegetativen Ganglien im Kopf</i> | |

| |
|---------------------|
| Hirnbläschen |
|---------------------|

| | | |
|------------|--|------------|
| 4.7 | Neuomere und Plakoden | 220 |
| | Neuomere und Plakoden spiegeln die ursprüngliche segmentale Gliederung des Neuralrohrs wider. | |
| | A. Neuomere und Plakoden im Stadium 11 <i>Kopfanlage mit Plakoden. Neuomere</i> | |
| | B. Segmentale Anordnung der Schlundbogennerven <i>Neuomere und Kopfganglien beim Menschen. Motorische Neurone und Neuomere beim Hühnerembryo</i> | |
| 4.8 | ÜBERSICHT: Hirnbläschen | 222 |
| | Die Hirnbläschen repräsentieren die funktionelle Gliederung des Gehirns und der Ventrikel. | |
| | A. Hirnbläschen <i>Prosenzephalon, Mesenzephalon, Rhombenzephalon. Scheitel- und Nackenbeuge. Definitive Abschnitte des Hirnstammes: Telenzephalon und Dienzephalon. Metenzephalon und Myelenzephalon. Brückenbeuge</i> | |

- 4.9 ÜBERSICHT: Zentrale Sinnesbahnen** 224
 Die Nervenbahnen der zentralen Sinnesorgane ziehen zum Hirnstamm und verlängern sich von dort in die Projektionsgebiete des Großhirns.
 A. Zentrale Sinnesbahnen im Hirnstamm
Riechbahn. Sehbahn. Hörbahn
 B. Projektion in die Großhirnrinde

Hirnstamm

- 4.10 Grund- und Flügelplatte** 226
 Das Neuralrohr gliedert sich in eine motorische Grund- und eine sensible Flügelplatte, in die sich im Rautenhirn spezielle Kerngebiete für die Schlundbogennerven einschieben.
 A. Grund- und Flügelplatte im Hirnstamm
Vergleich von Rückenmark und Rautenhirn. Generelle und spezielle Kerngebiete im Hirnstamm
- 4.11 Hirnstamm** 228
 Die Grund- und Flügelplatte ist in abgewandelter Form in allen Abschnitten des Hirnstamms zu erkennen.
 A. Abwandlung der Grund- und Flügelplatte
Gehirnanlage in der 14. SSW. Myelenzephalon. Metenzephalon. Mesenzephalon. Diencephalon und Telenzephalon
- 4.12 Hirnnerven** 230
 Der definitive Verlauf der Hirnnerven wird aus der Zuordnung zu den Schlundbögen verständlich.
 A. Hirnnerven und Schlundbögen
Verlauf der Hirnnerven in der 5. Woche und am Ende der Embryonalperiode
 B. Ursprungskerne im Hirnstamm
Motorische Kerne. Sensible Kerne

Kleinhirn

- 4.13 Kleinhirn** 232
 Das Kleinhirn in der dorsalen Rautenlippe ist eine Erweiterung der Repräsentation des Gleichgewichtsorgans im Metenzephalon.
 A. Entwicklung und Gliederung des Kleinhirns
Kleinhirnwulst in der dorsalen Rautenlippe. Kleinhirn und Pl. choroideus des IV. Ventrikels in der 16. SSW. Funktionelle Gliederung des Kleinhirns: Paleocerebellum. Neocerebellum. Einteilung nach den Afferenzen. Vestibulo-Spino- und Pontocerebellum

- 4.14 Kleinhirnrinde** 234
 Zusätzlich zur inneren Proliferationszone im Neuralrohr (Rückenmark und Großhirn) entsteht für das Kleinhirn eine äußere Proliferationszone.
 B. Histologische Entwicklung des Kleinhirns
Basale Kerne. Äußere Matrixzone und Purkinje-Zellen. Molekular- und Körnerschicht

| |
|-----------------|
| Großhirn |
|-----------------|

- 4.15 ÜBERSICHT: Hemisphärenrotation** 236
 Die auswachsende Großhirnhemisphären überlagern den Hirnstamm.
 A. Auswachsen der Hemisphären
Hemisphärenrotation. Auswachsen der Endhirnbläschen. Das Riechhirn als Ursprung des Großhirns. Das Großhirn überwächst den Hirnstamm
- 4.16 ÜBERSICHT: Kerne und Bahnen** 238
 Das Großhirn besteht aus basalen Kernen am Boden der Ventrikel und der Großhirnrinde in der Ventrikelwand.
 A. Kerngebiete und Bahnen im Großhirn
Ganglienhügel und Rindenplatte. Zentrale Kerne und innere Kapsel. Balken und „Limbus“
- 4.17 Großhirnrinde** 240
 Die basalen Kerne entstehen wie die graue Substanz des Rückenmarks in der Intermediärzone des Neuralrohrs, während die Nervenzellen für die Rinde nach außen wandern.
 A. Entwicklung der Großhirnrinde aus dem Neuralepithel
Mantelschicht und Rindenplatte. Neuralepithel und Matrixzone. Entwicklung der Rindenplatte. Entstehung der Rindenschichtung durch „inside-out-layering“
- 4.18 Paleo- Archi- und Neocortex** 242
 Durch das Auswachsen des Neuhirns werden die Althirngebiete an die Hirnbasis verlagert.
 A. Phylogenese des Großhirns
Reptilien (Alligator). Niedere Säuger (Kaninchen). Höhere Säuger (Hund)
 B. Paleo-, Archi- und Neocortex am Ende der Embryonalperiode
Gliederung der Matrixzone. Paleocortex. Striatum und Insel. Archicortex. Neocortex. Vergrößerung des Endhirnbläschens
- 4.19 Pyramidenbahn** 244
 Die zentralen Bahnen des Großhirns wie die Pyramidenbahn durchbrechen die basalen Kerngebiete und ziehen auf kürzestem Weg durch den Hirnstamm.
 A. Verlauf der Pyramidenbahn
 B. Die Kerngebiete des extrapyramidalen Systems
Abstammung. Anatomische und funktionelle Gliederung. Funktion

| |
|----------------------------------|
| Ventrikel und Kommissuren |
|----------------------------------|

- 4.20 Limbisches System** 246
 Die Althirnbereiche des Großhirns liegen nach dem Einschieben des Neuhirnsegmentes auf einem Bogen in der medialen Wand des Ventrikels (limbisches System).
 A. Ausgestaltung der Seitenventrikel
Die Verschmelzungszone mit dem Dienzephalon. Ventrikelsystem in der 14. SSW. Ausdehnung des Vorder- und Hinterhorns
 B. Überlagerung des limbischen Systems durch den Neokortex
Ausdehnung des Balkens in der 16., 20. und 30. SSW
- 4.21 Plexus choroideus und Hippocampus** 248
 Plexus und Hippokampus stülpen sich in der medialen Wand in den Ventrikel ein und nehmen an der Hemisphärenrotation teil.
 A. Entwicklung des Plexus choroideus
Einstülpung des Plexus choroideus in die Seitenventrikel. Lage in der Ventrikelwand. Entstehung von Tela, Taenia und Lamina affixa. Gefäßversorgung des Plexus
 B. Entwicklung des Hippocampus
Die Hippocampusrinde. In der Wand des Seitenventrikels und im Schläfenlappen
- 4.22 Kommissuren** 250
 Die Faserverbindungen zwischen den Großhirnhemisphären verlaufen durch die Kommissurenplatte in der Lamina terminalis.
 A. Kommissuren des Endhirns 252
Kommissuren in der Lamina terminalis. Kommissurenplatte. Ausstrahlung in die Hemisphären. Vordere Kommissur. Fornix und Fornix-Kommissur. Corpus callosum. Wachstumsrichtung des Balkens. Septum pellucidum. Fissura transversa

| |
|-------------------------------|
| Epiphyse und Hypophyse |
|-------------------------------|

- 4.23 Epiphyse** 252
 Die Epiphyse entsteht aus einem Auge im Dach des Dienzephalons.
 A. Von der Lichtsinneszelle zum Pinealozyten
Parietalaugel bei der Brückenechse Epiphysenanlage Lichtsinneszelle. Entstehung einer Pinealzelle aus einer Sinneszelle
 B. Die Entwicklung der Epiphyse beim Menschen
Epiphyse in der 14. SSW. Sympathische Innervation. Differenzierung der Pinealzellen aus dem Neuralepithel
- 4.24 Hypophyse** 254
 Die Hypophyse entsteht aus einer Plakode im Dach der ektodermalen Mundbucht.
 A. Entwicklung der Hypophyse
Plakodenstadium. Hypophysentasche und Infundibulum. Abschnürung vom Rachendach. Rachendachhypophyse. Vorder-Mittel- und Hinterlappen

| |
|-----------------|
| Zusammenfassung |
|-----------------|

- 4.25 Zusammenfassung Großhirn** 256
 Efferenzen zur Steuerung der Motorik, Afferenzen aus den zentralen Sinnesorganen und Gliederung in einen epikritischen Kortex über dem „emotional brain“ (limbischen System).
- A. Zusammenfassung Großhirn
Steuerung der Motorik. Reflexbogen im Rückenmark und im Rautenhirn. Gyrus praecentralis und Pyramidenbahn. Kleinhirn. Zentrale Sinnesbahnen. Limbisches System

| |
|--------------------------------|
| KAPITEL 5: Sinnesorgane |
|--------------------------------|

- 5.00 Einleitung** 258
Evolution. Plakoden. Seitenlinien. Transduktionsketten. Geruchssinn. Auge. Ohr. Innenohr. Gehörknöchelchenkette

| |
|--------------|
| Sinneszellen |
|--------------|

- 5.1 Evolution** 260
 Sinneszellen im Ektoderm lagern sich zu Sinnesfeldern (Plakoden) zusammen.
- A. Evolution der Sinneszellen
Sinnesnervenzellen: Nervennetz bei Hydra. Sinnesnervenzelle im Ektoderm. Zusammenlagerung zu Sinnesfeldern. Grubenaug der Schnecke. Lichtsinneszellen im Neuralrohr des Lanzettfischchens. Linsenaug des Tintenfisches. Linsenaug der Wirbeltiere
- B. Reizleitung in primären und sekundären Sinneszellen
Primäre Sinneszelle. Sekundäre Sinneszelle
- 5.2 Plakoden** 262
 Die Sinnesplakoden sind mit der Neuralleiste verwandt.
- A. Einteilung der Plakoden
Sinnesplakoden: Riechplakode. Augenbläschen und Linsenplakode. Ohrplakode. Dorsolaterale und epipharyngeale Plakoden
- B. Auswanderung von Kopfmesoderm und Differenzierung der Plakodenzellen
Ohrbläschen. Dorsolaterale und epipharyngeale Plakoden. Neuralleiste
- 5.3 Transduktionskette** 264
 Sinneszellen besitzen G-Protein gekoppelte Rezeptoren.
- A. Transduktionskette der zentralen Sinneszellen
Riechsinneszellen. Lichtsinneszellen. Haarzellen. Geschmackszellen. Gemeinsamkeiten in der Transduktionskette

Schmecken

- 5.4 **Seitenlinienorgane und Geschmacksknospen** 266
 Haarzellen als Strömungssensoren und Geschmacksknospen im Ekto-
 derm wurden beim Übergang zum Landleben zurückgebildet.
- A. Plakoden und Sinnesfelder des Wirbeltierkopfes
Sinnesfelder des Wirbeltierkopfes: Seitenlinienorgane. Geschmacksknospen
- B. Entwicklung der Geschmacksknospen beim Menschen
Papillae circumvallatae. Sinneszellen in der Geschmacksknospe. Zunge beim Neugeborenen

Riechen

- 5.5 **Geruchssinn** 268
 In der Riechplakode entstehen sich regenerierende primäre Sinneszellen, die ein Axon zum Gehirn senden.
- A. Entwicklung des Geruchssinns
Induktion der Riechplakode. Einsinken der Riechgrube. Nasenhöhle. Bulbus olfactorius und Riechfasern

Sehen

- 5.6 **Augenbecher** 270
 Der Augenbecher entsteht als Einstülpung des Augenbläschens.
- A. Entwicklung des Augenbeckers
Augenfurchen. Augenbläschen und Linsenplakode. Augenbecher
- B. Augenbecher und Augenbecherspalte
Retina. Nervus opticus und Augenbecherspalte. Linse
- 5.7 **Hilfsorgane des Auges** 272
 Das Stroma der Kornea ist die Fortsetzung der Sklera, die ihrerseits in die Dura übergeht.
- C. Hilfsorgane des Auges
Augenanlage im Stadium 20 und in der 16. SWW. Choroidea und Sklera. Kornea. Iris und Ziliarkörper. Augenlider und Tränenapparat

Hören

- 5.8 **Ohr** 274
 Das Innenohr geht aus dem Ohrbläschen, das Mittelohr aus der ersten Schlundtasche und der äußere Gehörgang aus der ersten Schlundfurche hervor.
- A. Entwicklung des Ohres
Ohrbläschen und Schlunddarm im Stadium 13. Ohrplakode. Ohrgrübchen. Ohrbläschen und erste Schlundtasche. Anlage der Gehörknöchelchen. Ausweitung des Mittelohres. Äußerer Gehörgang

| | | |
|------|---|-----|
| 5.9 | Umgestaltung des Ohrbläschens zum Labyrinth | 276 |
| | Die Endolymphe im Ohrbläschen entspricht dem inneren und die Perilymphe dem äußeren Liquor des Gehirns. | |
| | B. Entwicklung des Innenohres <i>Umgestaltung des Ohrbläschens zum Labyrinth. Bogengänge und Schnecke</i> | |
| | C. Differenzierung der Sinneszellen <i>Sinneszellen in den Ampullen. Sinneszellen in der Cochlea. Perilymphraum</i> | |
| 5.10 | Verlagerung des Kiefergelenks | 278 |
| | Das primäre Kiefergelenk wird in die Gehörknöchelchenkette verlagert. | |
| | D. Verlagerung des primären Kiefergelenks in die Gehörknöchelchenkette <i>Herleitung des primären Kiefergelenks: Reusendarm bei kieferlosen Wirbeltieren. Columella der Vögel. Sekundäres Kiefergelenk beim Säuger. Gehörknöchelchenkette des Menschen</i> | |
| | E. Entwicklung der Ohrmuschel | |

KAPITEL 6: Herz und Gefäße

| | | |
|-----|---|-----|
| 6.0 | Einleitung | 280 |
| 6.1 | ÜBERSICHT: Kreislaufsysteme | 282 |
| | Embryonale und definitive Kreislaufsysteme lösen sich ab und überlappen sich. | |
| | A. Kreislaufsysteme im Embryo <i>Körper-, Dotter-, Plazenta- und Lungenkreislauf</i> | |

Herzschleife

| | | |
|-----|--|-----|
| 6.2 | Herzschlauch | 284 |
| | Das Herzblastem ist in der Keimscheibe in eine rechte und linke Anlage getrennt. | |
| | A. Entstehung des Herzschlauchs im viszeralem Mesoderm <i>Lage unter dem Vorderdarm. Das Herzblastem bei der Abfaltung. Verschmelzung der rechten und linken Anlage</i> | |
| | B. Entwicklung des Herzens bei der Abfaltung des Hühnchens <i>Abfaltung und Differenzierung des Myokardmantels</i> | |
| 6.3 | Herzanlage beim Menschen | 286 |
| | Beim Menschen liegt das Herzblastem vor der Kopffalte. | |
| | C. Kardiogene Platte und Herzschlauch beim Menschen <i>Verlagerung unter den Vorderdarm. Venöse Einflußbahn. Arterielle Ausflußbahn. Perikardhöhle und Zöloomkanäle</i> | |

- 6.4 ÜBERSICHT: Abschnitte der Herzschleife** 288
 Das linke Herz geht aus dem absteigenden und das rechte Herz aus dem aufsteigenden Schenkel der Herzschleife hervor.
- A. Entstehung der Herzschleife
Definitive Abschnitte des Herzens in der Herzschleife
- B. Umgestaltung der Herzschleife zum definitiven Herzen
Entstehung paralleler laminarer Blutströme. Kanalisieren der Blutströme durch Septen und Klappen

| |
|---------------------------|
| Bildung der Septen |
|---------------------------|

- 6.5 Sinus und Vorhof** 290
 Im Vorhofseptum überlappen sich das Septum primum und secundum kulissenartig.
- A. Umgestaltung des Sinus venosus
Verlagerung der Einflußbahn nach rechts. Veneneinmündungen und Sinus cordis
- B. Septierung im Vorhof
Septum primum und secundum. Einbeziehung der Venen. Entwicklung der Ventilfunktion
- 6.6 Ausflußbahn** 292
 In der Ausflußbahn werden die Blutströme durch ein spiralisches Septum getrennt.
- A. Septierung in Kammer und Ausflußbahn
Verlagerung der Bulboventrikularfalte. Endokardkissen im AV-Kanal. Spiralisches Septum im Trunkus und Konus. Verschuß des Foramen interventriculare

| |
|---------------|
| Gefäße |
|---------------|

- 6.7 Arterien** 294
 Die großen Arterien leiten sich von den Aortenbögen (Schlundbogenarterien) ab.
- A. Entwicklung der Arterien
Gefäßbahnen im Embryo. Deszensus des Herzens. Derivate der Aortenbögen
- 6.8 Venen** 296
 Die Dottervenen werden zur Pfortader und die Kardinalvenen zu den Hohlvenen.
- A. Entwicklung der Venen
Große Venen in der dritten Woche. Dotter- und Nabelvene. Kardinalvenen

- 6.9 Umstellung des Kreislaufs** 298
 Bei der Geburt wird der einheitliche Plazentakreislauf in den Körper- und Lungenkreislauf getrennt.
 A. Umstellung des Kreislaufs bei der Geburt
Fetaler Kreislauf. Kreislauf nach der Geburt. Foramen ovale. Nabelarterien. Nabelvene und des Ductus venosus. Ductus arteriosus

Fehlbildungen

- 6.10 Fehlbildungen** 300
 Fehler bei der Septenbildung führen zur unvollständigen Trennung der Kreisläufe und zur Mischblutbildung.
 A. Fehlbildungen des Herzens
Normale Trennung von Körper- und Lungenkreislauf. Septum-secundum- und Septum-primum-Defekt. Ventrikelseptum-Defekt. Shunt-Umkehr. Transposition der großen Gefäße. Fallot Tetralogie

KAPITEL 7: Magen-Darm-Trakt

- 7.0 Einleitung** 302
7.1 ÜBERSICHT: Magen-Darm-Trakt 304
 Das Darmrohr entsteht bei der Abfaltung.
 A. Entwicklung und Gliederung des Darmrohrs
Abfaltung vom Dottersack. Vordere und hintere Darmpforte. Verschluss des Darmrohrs. Nabelschleife. Darmdrehung

Schlunddarm

- 7.2 Schlunddarm** 306
 Die Schlundtaschen wandeln sich zu den branchiogenen Organen um.
 A. Derivate des Schlunddarms
Schlundtaschen und Schlunddarm. Derivate des Schlunddarms: Schilddrüse. Tuba auditiva. Tonsilla palatina. Thymus. Epithelkörperchen. Ultimobranchialkörper
- 7.3 Sinus cervicalis und Halszysten** 308
 Das Operculum wächst über den 3. und 4. Bogen.
 A. Zunge und Sinus cervicalis
Entwicklung der Zunge. Bildung des Sinus cervicalis
 B. Laterale Halszysten
Branchiogene Fistel. Präotische Fisteln

Lunge

- 7.4 Lungenknospe** 310
 Die Lungen wachsen von dorsal und medial in die Zöломkanäle ein, die sich in die Pleurahöhlen umwandeln.
- A. Entwicklung der Lungenknospe
Lungenknospe im Stadium 12. Abschnürung der Trachea vom Ösophagus. Ösophagusatresie und Ösophagotrachealfistel
- B. Auswachsen der Lunge in die Zöломkanäle
Abgrenzung der Pleurahöhlen. Pleuroperikardialfalte. Zwerchfell und Pleuroperitonealfalten. Entwicklung des Lungenhilus
- 7.5 Differenzierung der Lunge** 312
 Die Lunge wächst wie eine Drüse aus. Ihre Endstücke sind die Canaliculi, aus denen die Alveolen aussprossen.
- C. Differenzierung der Lunge
Lungenlappen und Segmente. Drüsenartiges Auswachsen des Gangsystems. Ausbildung der Endverzweigungen (Canaliculi). Aussprossen der Alveolen. Alveolarepithelzellen. Primäre und sekundäre Septen

Nabelschleife und Darmdrehung

- 7.6 ÜBERSICHT: Mesenterien** 314
 Die Mesenterien sind Straßen für die Leitungsbahnen zum Darm.
- A. Mesenterien und große Gefäße
Dorsales und ventrales Mesenterium. Mesenterien im Oberbauch. Mesenterium der Nabelschleife. Verlauf der Gefäße: Nabelgefäße, Arterienstämme. Pfortader. Mesenterialverhältnisse nach der Geburt
- 7.7 Magen- und Darmdrehung** 316
 Die Lage der Mesenterien läßt sich durch die Magendrehung und Kippung und die Drehung der Nabelschleife veranschaulichen.
- A. Magen- und Darmdrehung
Ausgangsposition. Magendrehung. Drehung der Nabelschleife. Magenkipfung. Verlagerung des ventralen Pankreas. Verschmelzung von Gallen- und Pankreasgang
- 7.8 Herleitung des Situs** 318
 Die Gefäße folgen dem Verlauf der Mesenterien von der Verwachsung.
- A. Herleitung des definitiven Situs
Aussackung der Mesenterien. Omentum maius. Mesenterium der Nabelschleife. Verlauf der Gefäße. Verwachsungen mit der Leibeswand. Dorsales und ventrales Mesogastrium. Duodenum. Mesenterialwurzel. Mesocolon transversum und sigmoideum

| |
|-------|
| Leber |
|-------|

- 7.9 Leber** 320
 Obwohl die Leber ursprünglich eine Drüse ist, bilden sich die Gallengänge erst sekundär aus Leberzellbälkchen.
- A. Differenzierung der Leber
Abschnürung der Leberanlage. Auswachsen der Leberzellbälkchen. Sekretorische und das venöse Leberläppchen. Gliederung in Lappen beim Neugeborenen und beim Kleinkind

| |
|---------------|
| Fehlbildungen |
|---------------|

- 7.10 Fehlbildungen** 322
 Fehlbildungen entstehen durch Störungen beim Verschluss der Leibeshöhle und bei der Darmdrehung.
- A. Fehlbildungen des Magen-Darm-Traktes
Angeborene Zwerchfellhernie. Defekte in der Leibeshöhle. Persistenz des physiologischen Nabelbruchs. Malrotation. Pankreas anulare. Stenosen und Atresien. Totale Gallengangsatresie

| |
|------------------------------------|
| KAPITEL 8: Urogenitalsystem |
|------------------------------------|

- 8.0 Einleitung** 324
- 8.1 ÜBERSICHT: Nierensysteme** 326
 Aus der Vorriere gehen die weiblichen und aus der Urriere die männlichen Genitalgänge hervor, während die Nachriere zur definitiven Niere wird.
- A. Nierenkanälchen und Genitalgänge
Nierenkanälchen eines Ringelwurms. Äußere und innere Glomeruli im Wirbeltierembryo. Umwandlung der Vor- und Urriere zu den Genitalgängen. Nierensysteme im indifferenten Stadium. Weibliche Genitalgänge. Männliche Genitalgänge

| |
|---------------------------------|
| I. Entwicklung der Niere |
|---------------------------------|

- 8.2 Aszensus der Niere** 328
 Der Aszensus der Niere ist mit dem Deszensus des Herzens, dem Aszensus des Rückenmarks und dem Deszensus der Baueingeweide verbunden.
- A. Aszensus der Niere
Lage der Ursprungssegmente. Aszensus der Niere relativ zur Wirbelsäule. Deszensus der Eingeweide. Entwicklung des Sinus urogenitalis.

- 8.3 Differenzierung der Niere** 330
 Nierenbecken und Sammelrohre entstehen aus der Ureterknospe. Die Nephronen differenzieren sich im metanephrogenen Blastem.
 A. Differenzierung der Nachniere
Ureterknospe und Nachnierenblastem. Dichotome Aufzweigung der Ureterknospe. Verschmelzung zum Nierenbecken. Lappengliederung. Sammelrohre und Nephronarkaden. Differenzierung des Nierenbläschens zum Nephron
- 8.4 Fehlbildungen** 332
 Die häufigste Komplikation einer Fehlbildung der Niere oder der Harnwege ist die aufsteigende Infektion.
 A. Fehlbildungen der Niere und Harnwege
Kongenitale Nierenzysten: Polyzystische Nephropathie. Autosomal rezessive und autosomal dominante Form. Multizystische Nephropathie. Becken- und Hufeisenniere. Kaudale Einmündung eines überzähligen Ureters. Urethralklappe. Urachuszysten und -fisteln

II. Sexualorgane

- 8.5 Geschlechtsdetermination** 334
 Die Geschlechtschromosomen werden bei der Befruchtung verteilt. Die „sex determining region“ auf dem Y-Chromosom induziert einen Hoden, dessen Hormone die männliche Entwicklung bestimmen. Die weibliche Entwicklung ist beim Säuger konstitutiv.
 A. Stufen der Geschlechtsdetermination
Chromosomales Geschlecht. Gonadales Geschlecht. Somatisches Geschlecht. Prägung des Gehirns
 B. Mechanismen der Regulation
Expression von Sry auf dem Y-Chromosom. Hormone des Hodens. AMH und Testosteron. Phasenspezifische Wirkung des Testosterons
- 8.6 Gonaden** 336
 Die Urkeimzellen wandern aus dem Dottersack in die indifferente Gonade ein und werden dort zu Spermatogonien oder Oogonien.
 A. Differenzierung der Gonaden
Wanderung der Urkeimzellen. Indifferente Gonadenanlage. Einwandern der Keimzellen. Abgrenzen der Gonadenleiste. Differenzierung des Hodens. Differenzierung des Ovars. Homologie zwischen Hoden und Ovar
- 8.7 Genitalgänge** 338
 Die Genitalleisten verschmelzen zwischen Rektum und Blase zum Lig. latum.
 A. Ausbildung der inneren Genitalorgane
Verlauf der Genitalgänge. Abrundung der Gonaden. Weibliche Entwicklung. Männliche Entwicklung. Descensus testis. Angeborene Leistenhernie

| | | |
|------|--|-----|
| 8.8 | Herabwachsen der Vagina | 340 |
| | Die Ureteren werden in die Blase einbezogen, während Wolff- und Müller-Gänge weiter herabwachsen und die Entwicklung der Vagina einleiten. | |
| | A. Trennung der Ureteren von den Wolff-Gängen <i>Einbeziehung der Gängeinmündungen in die Blase. Trennung von der Niere. Einbeziehung in die Blase. Herabwachsen der Genitalgänge. Beziehung zur Lage überzähliger Ureteren</i> | |
| | B. Herabwachsen der Vaginalanlage <i>Testosteron-Abhängigkeit der Vaginalbildung. Testikuläre Feminisierung</i> | |
| 8.9 | Äußeres Genitale | 342 |
| | Der männliche und weibliche Phänotyp entstehen aus der indifferenten Anlage von Genitalhöcker, Urethralfalten und Labioskotalwülsten. | |
| | A. Entwicklung des äußeren Genitale <i>Indifferente Anlage. Urethralplatte und Urethralrinne. Männliche Entwicklung. Differenzierung der Schwellkörper. Kanalisierung der Glans. Praeputium. Weibliche Entwicklung</i> | |
| 8.10 | Fehlbildungen der Sexualorgane | 344 |
| | Die Ausprägung der Fehlbildung hängt vom AMH- und Testosteron-Spiegel ab. Die chromosomalen, gonadalen und hormonalen Ursachen lassen sich aus der Kaskade der Geschlechtsdetermination herleiten. | |
| | A. Störungen der Sexualentwicklung <i>Fehlbildungen der Sexualorgane in Abhängigkeit von AMH und Testosteron. Intersexuelle Ausbildung des äußeren Genitale. Hypospadie.</i> | |
| | Tabellarische Übersicht <i>Chromosomale, gonadale und somatische Ursachen. Zentrale Determinationsstörung</i> | |

KAPITEL 9: Kopf

| | | |
|-----|--|-----|
| 9.0 | Einleitung | 346 |
| 9.1 | Gesichtswülste | 348 |
| | Das Gesicht entwickelt sich aus den Gesichtswülsten. Störungen können zu Lippen- und Kiefer-Gaumenspalten führen. | |
| | A. Gesichtswülste und Gaumenplatten <i>Entwicklung des Gesichts. Mundbucht und Rachenmembran. Gesichtswülste. Oberkieferfortsatz. Einsenkung der Riechgruben. Primärer und sekundärer Gaumen. Aufrichtung der Gaumenplatten. Spaltbildungen</i> | |
| 9.2 | Chondrokranium | 350 |
| | Die anatomische und funktionelle Gliederung der Schädelbasis läßt sich aus der Entwicklung herleiten. | |

- A. Entwicklung des Schädels: Chondrokranium
Basalplatte und Kapseln für die Sinnesorgane. Beziehung zwischen Knorpel-elementen und definitiver Schädelbasis. Schematische Darstellung der Knorpel-elemente. Beziehung zur definitiven Schädelbasis
- 9.3 **Neurokranium und Viszerokranium** 352
 Die knorpelige Schädelbasis wird um den desmal verknöchernden Hirnschädel und Gesichtsschädel erweitert.
- B. Neurokranium und Viszerokranium
Chondrokranium und Schlundbogenknorpel. Erweiterung durch desmale Verknöcherung. Neurokranium. Viszerokranium
- 9.4 **Hirnvenen und Hirnhäute** 354
 Durch das Auswachsen des Großhirns werden die Venengeflechte an der Gehirnoberfläche zusammengedrängt und zwischen die Blätter der Dura eingeschlossen.
- A. Entwicklung der Hirnvenen
Unterbrechung der Kardinalvene. Verschmelzung der Venengeflechte
- B. Ableitung der Hirnhäute
Äußerer Liquorraum zwischen Pia mater und Arachnoidea. Dura mater und epiduraler Venenplexus.
- 9.5 **Fehlbildungen** 356
 Störungen beim Neuralrohrschluß führen zu schweren Mißbildungen des Kopfes oder zu Spaltbildungen des Rückenmarkkanals im Okzipital- und Lumbalbereich.
- A. Fehlbildungen von Kopf und ZNS
Spaltbildungen des Gesichtes. Zyklopie und Rüsselnase. Anenzephalus. Enzephalozelen. Myelozelen. „Tethered cord“. Hydrozephalus internus und externus

KAPITEL 10: Ursachen für Fehlbildungen

- A. Definition der angeborenen Fehlbildungen 358
Krankheitswert. Morphologische Herleitung. Störung der Neuralleistenwanderung. Neurofibromatose Recklinghausen. Neuralleiste und Herzfehler
- B. Genetische Ursachen für Fehlbildungen 358
Dominante und rezessive Vererbung. Chromosomenanomalien. Homeotische Gene. Fehlbildungssyndrome. Fragiles X-Syndrom
- C. Exogene Ursachen 360
1. Sensible Phasen gegenüber Teratogenen 360
Reaktionen während der Frühentwicklung; Doppelbildungen. Teratome. Blasenmole und Chorionkarzinom. Reaktion in der Embryonalperiode. Reaktion in der Fetalperiode

| | | |
|----|--|-----|
| 2. | Intrauterine Infektionen | 361 |
| | <i>Röteln (Rubeolae). Zytomegalie-Virus. Herpes simplex Virus. Windpocken (Varizellen). AIDS Virus. Toxoplasmose</i> | |
| 3. | Schädigung durch Medikamente | 362 |
| | <i>Thalidomid-Embryopathie. Hormone</i> | |
| 4. | Genußgifte | 363 |
| | <i>Fetales Alkoholsyndrom. Nikotin</i> | |
| 5. | Radioaktive Strahlung | 363 |
| D. | Teratologie | 363 |
| 1. | Angriffspunkte von Teratogenen | 363 |
| | <i>Angriffspunkte an der DNS: Zerstörung proliferierender Zellpopulationen. Induktion von Mutationen. Mutationen in der Keimbahn. Beeinflussung embryonaler Transduktionsketten: Vitamin A. Hormone. Neuropharmaka</i> | |
| 2. | Phänokopie | 365 |