

Inhaltsverzeichnis

Autorinnen und Autoren	X	3	Gametogenese	31
Vorwort	XI		<i>Fred Sinowatz, Daniela Rodler</i>	
Allgemeine Embryologie				
1 Mechanismen und Konzepte der Embryonalentwicklung	3	3.1	Primordialkeimzellen	31
<i>Fred Sinowatz, Daniela Rodler</i>		3.2	Spermatogenese	34
1.1 Ontogenese	3	3.2.1	Entwicklung der männlichen Geschlechtszellen	34
1.2 Wachstum	6	3.2.2	Aufbau der Spermien	42
1.2.1 Zellproliferation	6	3.2.3	Interaktionen im Keimepithel	44
1.2.2 Zellvergrößerung	6	3.2.4	Kinetik des Keimepithels	46
1.2.3 Vermehrung der extrazellulären Matrix	6	3.2.5	Epididymale Spermienreifung	48
1.3 Apoptose (programmierter Zelltod)	7	3.3	Oogenese	49
1.4 Übergeordnete Kontrollgene	7	3.3.1	Oogenese beim Säugetier	49
1.5 Transkriptionsfaktoren	8	3.3.2	Oogenese beim Vogel	63
1.6 Signalmoleküle	8			
1.7 Determination	9	4	Weiblicher Sexualzyklus	69
1.8 Induktion	11	4.1	<i>Fred Sinowatz, Daniela Rodler</i>	
1.9 Interaktionen zwischen Epithel und Mesenchym	12	4.2	Allgemeine Zyklusregulation	69
1.10 Chimären	13	4.2.1	Zyklusregulation bei den Haustieren	72
1.11 Musterbildung und Morphogenese	14	4.2.2	Rind	72
		4.2.3	Kleine Wiederkäuer	81
		4.2.4	Schwein	82
		4.2.5	Pferd	84
		4.2.6	Hund	86
			Katze	87
2 Zellzyklus, Mitose und Meiose	17	5	Befruchtung	89
<i>Daniela Rodler, Fred Sinowatz</i>		5.1	<i>Fred Sinowatz</i>	
2.1 Chromosomen	17	5.2	Besamung (Insemination) und Spermientransport	90
2.1.1 Struktur der Chromosomen während der Mitose	18	5.3	Kapazitation	92
2.1.2 Chromosomenanomalien	19	5.4	Interaktionen zwischen Spermien und der Zona pellucida	93
2.2 Zellzyklus	20	5.5	Spermienbindung und Akrosomenreaktion	93
2.2.1 Ablauf des Zellzyklus	20	5.6	Reifung der Eizelle	95
2.2.2 Regulation des Zellzyklus	21		Verschmelzung von Spermium und Eizelle	95
2.3 Zellteilung	22			
2.3.1 Mitose (indirekte Kernteilung)	22			
2.3.2 Meiose (Reduktionsteilung)	25			

5.7	Aktivierung der Oozyte und Verhinderung von Polyspermie	96	8.5	Schaf	146
5.8	Vorkernverschmelzung, Syngamie	97	8.5.1	Frühgravidität und Erkennung der Trächtigkeit	146
5.9	Abweichungen bei der Befruchtung	98	8.5.2	Implantation	147
6	Furchung und Teilung	99	8.5.3	Plazentation	148
	Daniela Rodler, Fred Sinowatz		8.6	Schwein	150
6.1	Einleitung	99	8.6.1	Frühgravidität und Erkennung der Trächtigkeit	150
6.2	Teilung des Säugereies	100	8.6.2	Implantation	152
6.3	Furchung des Vogeleies	104	8.6.3	Plazentation	153
6.4	Möglichkeiten experimenteller Eingriffe	106	8.7	Pferd	158
7	Gastrulation, Keimblattbildung und Bildung der Körpergrundgestalt	109	8.7.1	Frühgravidität und Implantation	158
	Fred Sinowatz		8.7.2	Plazentation	161
7.1	Gastrulation	109	8.8	Hund	164
7.2	Spezifität der Keimblätter	110	8.8.1	Frühgravidität und Implantation	164
7.3	Gastrulation beim Seeigel	111	8.8.2	Plazentation	164
7.4	Gastrulation bei Amphibien	113	8.9	Katze	171
7.5	Gastrulation beim Vogel	114	8.9.1	Frühgravidität und Implantation	171
7.5.1	Bildung des Primitivstreifens	114	8.9.2	Dottersack	171
7.5.2	Bildung von Entoderm und Mesoderm	115	8.9.3	Plazentation	172
7.5.3	Rückbildung des Primitivstreifens und Bildung der Chorda dorsalis	115	8.10	Fruchthüllen des Vogels	176
7.6	Gastrulation bei Säugetieren	115	9	Herz-Kreislauf- und Lymphsystem	181
7.6.1	Ablauf der Gastrulation	118		Fred Sinowatz, Daniela Rodler	
7.6.2	Anlage der Primitivorgane und Abfaltung des Embryos	121	9.1	Herz	181
7.6.3	Weitere Entwicklung des Mesoderms	124	9.1.1	Herzanlage	183
7.6.4	Primordiale Keimzellen	126	9.1.2	Vierkammeriges Herz	183
7.6.5	Abfaltung der Keimscheibe und Anlage des Darms	126	9.1.3	Sinus venosus	186
8	Frühgravidität, Implantation und Plazentation	129	9.1.4	Reizbildungs- und Erregungsleitungssystem	186
	Stefan Bauersachs, Fred Sinowatz		9.2	Arterielles System	187
8.1	Implantation	129	9.2.1	Schlundbogenarterien	187
8.2	Plazentation	133	9.2.2	Segmentalarterien	189
8.3	Fruchthüllen	134	9.3	Venöses System	191
8.3.1	Dottersack	134	9.3.1	Leberkreislauf	191
8.3.2	Chorion	135	9.3.2	Körpervenen	193
8.3.3	Amnion	135	9.4	Blut und Blutgefäße	196
8.3.4	Allantois	137	9.4.1	Hämatopoese	196
8.4	Rind	137	9.4.2	Hämoglobin	199
8.4.1	Frühgravidität und Erkennung der Trächtigkeit	137	9.4.3	Blutgruppenfaktoren	199
8.4.2	Implantation	139	9.4.4	Rotes und weißes Blutbild	199
8.4.3	Plazentation	141	9.5	Fetaler Blutkreislauf	200
			9.5.1	Blutkreislauf vor der Geburt	200
			9.5.2	Umstellung des Blutkreislaufs während der Geburt	200
			9.6	Lymphsystem	203
			9.6.1	Differenzierung der lymphatischen Zelllinien	203
			9.6.2	Lymphatische Organe	205

10	Nervensystem	209	12	Harn- und Geschlechtsorgane	265
	Simone Fietz, Nicole Röhrmann, Johannes Seeger			Fred Sinowatz, Daniela Rodler	
10.1	Allgemeine Entwicklung	209	12.1	Harnorgane	265
	Simone Fietz, Nicole Röhrmann		12.1.1	Vorniere (Pronephros)	265
10.1.1	Bildung des Neuralrohrs und der Neuralleiste	209	12.1.2	Urniere (Mesonephros)	265
10.1.2	Histologische Differenzierung der Wand des Neuralrohrs	211	12.1.3	Nachniere (Metanephros, Ren)	269
10.2	Zentrales Nervensystem	214	12.1.4	Harnblase, Harnleiter und Harnröhre	274
	Simone Fietz, Nicole Röhrmann		12.2	Geschlechtsorgane	275
10.2.1	Rückenmark	214	12.2.1	Indifferentes Stadium	275
10.2.2	Gehirn	217	12.2.2	Männliche Geschlechtsorgane	278
10.2.3	Gehirn- und Rückenmarkhäute	233	12.2.3	Weibliche Geschlechtsorgane	287
10.2.4	Abkömmlinge der Neuralleiste	234	12.2.4	Äußere Geschlechtsorgane	297
10.3	Peripheres Nervensystem	235	13	Verdauungssystem	303
	Johannes Seeger			Fred Sinowatz, Daniela Rodler	
10.3.1	Spinalnerven	237	13.1	Entwicklung und Aufteilung des primitiven Darmrohrs	303
10.3.2	Entwicklung der neuromuskulären Verbindung	238	13.2	Mundhöhle und Gaumen	305
10.3.3	Spinalganglien und sensible Innervation	238	13.2.1	Primäre Mundhöhle	305
10.4	Gehirnnerven (Nervi craniales)	239	13.2.2	Gaumen und sekundäre Mundhöhle	306
10.4.1	Somatische efferente Hirnnerven	239	13.2.3	Zunge	310
10.4.2	Schlundbogennerven	239	13.2.4	Speicheldrüsen	312
10.4.3	Spezielle sensorische Nerven	239	13.2.5	Zähne	313
10.4.4	N. vestibulocochlearis (VIII)	240	13.3	Vorderdarm	318
10.5	Autonomes Nervensystem	240	13.3.1	Schlunddarm	318
10.5.1	Sympathisches Nervensystem	240	13.3.2	Ösophagus (Speiseröhre)	321
10.5.2	Parasympathisches Nervensystem	242	13.3.3	Magen	322
10.5.3	Intramurales Nervensystem	244	13.4	Mitteldarm	325
11	Sinnesorgane	245	13.5	Enddarm	331
	Fred Sinowatz		13.6	Leber und Gallensystem	331
11.1	Auge	245	13.7	Pankreas	334
11.1.1	Augenbläschen	245	14	Respirationstrakt	337
11.1.2	Augenbecher	245		Fred Sinowatz, Daniela Rodler	
11.1.3	Linse	248	14.1	Dorsalteil des Respirationstrakts	337
11.1.4	Netzhaut (Retina)	249	14.1.1	Primäre Nasenhöhle	337
11.1.5	Glaskörper	250	14.1.2	Sekundäre Nasenhöhle	337
11.1.6	Iris und Ziliarkörper	251	14.2	Ventralteil des Respirationstrakts	340
11.1.7	Mittlere und äußere Augenhaut	251	14.2.1	Kehlkopf (Larynx)	340
11.1.8	Augenlider	251	14.2.2	Luftröhre (Trachea)	341
11.1.9	Tränenapparat	253	14.2.3	Lunge (Pulmo)	342
11.1.10	Augenmuskeln	253	15	Körperhöhlen	347
11.2	Ohr	255		Daniela Rodler, Fred Sinowatz	
11.2.1	Innenohr	255	15.1	Extraembryonales Zölom	347
11.2.2	Mittelohr	259	15.2	Intraembryonales Zölom	347
11.2.3	Äußeres Ohr	260	15.3	Zwerchfell	348
11.3	Geruchsorgan	262	15.4	Pleura- und sekundäre Perikardhöhle ...	349
11.4	Geschmacksorgan	262			
11.5	Sensible Endigungen der Haut	263			

16	Bewegungsapparat	351	19	Fehlbildungen	399
	<i>Fred Sinowatz</i>			<i>Fred Sinowatz, Daniela Rodler</i>	
16.1	Skelett	351	19.1	Teratogene Entwicklungsphasen	399
16.1.1	Frühe Entwicklung	351	19.2	Ätiologie der Fehlbildungen	400
16.1.2	Knochen und Knorpel	353	19.2.1	Exogene Ursachen	400
16.1.3	Wirbelsäule	357	19.2.2	Genetische Faktoren	403
16.1.4	Rippen und Sternum	360	19.2.3	Fehlbildungen bei assistierter Reproduktion	404
16.1.5	Gliedmaßen	361	19.3	Formen von Fehlbildungen	405
16.1.6	Schädel	365	19.3.1	Defektfehlbildungen	405
16.2	Knochenverbindungen	368	19.3.2	Spaltbildungen	406
16.3	Muskulatur	369	19.3.3	Verklebungen und Verwachsungen	406
16.3.1	Quergestreifte Skelettmuskulatur	369	19.3.4	Atresien und Stenosen	406
16.3.2	Glatte Muskulatur	373	19.3.5	Exzessfehlbildungen	406
16.3.3	Herzmuskel	373	19.3.6	Abschnürungen und Verlagerungen	406
			19.3.7	Doppelfehlbildungen	407
17	Haut (Integument) und Anhangsorgane	375	19.4	Fehlbildungen des Herz-Kreislauf- Systems	410
	<i>Fred Sinowatz</i>		19.4.1	Fehlbildungen des Herzens	410
17.1	Haut	375	19.4.2	Fehlbildungen des Kreislaufsystems	412
17.1.1	Epidermis	375	19.5	Fehlbildungen des Nervensystems	415
17.1.2	Fettzellen	376	19.5.1	Zentrales Nervensystem	415
17.2	Haare	376	19.5.2	Peripheres Nervensystem	419
17.3	Hautdrüsen	380	19.6	Fehlbildungen der Sinnesorgane	419
17.3.1	Talgdrüsen	380	19.6.1	Auge	419
17.3.2	Apokrine Schlauchdrüsen	380	19.6.2	Gehörorgan	423
17.3.3	Ekkrine Schlauchdrüsen	381	19.7	Fehlbildungen der Harnorgane	423
17.4	Federn	381	19.7.1	Nachniere	423
17.5	Milchdrüse	381	19.7.2	Ureter	423
17.5.1	Erste Anlage	381	19.7.3	Enddarm und Sinus urogenitalis	424
17.5.2	Mammarknospe	382	19.7.4	Urachus	424
17.5.3	Bildung der Zitze	383	19.8	Fehlbildungen der Geschlechtsorgane	424
17.5.4	Ausbildung des Gangsystems	383	19.8.1	Gonadenaplasie/-hypoplasie und Kryptorchismus	424
17.5.5	Veränderungen der Milchdrüse während der Pubertät	383	19.8.2	Intersex und Hermaphroditen	424
17.5.6	Ausgestaltung der Milchdrüse während der Gravidität	384	19.8.3	Fehlbildungen der Geschlechtsgänge	425
17.6	Zehenendorgan	384	19.8.4	Weitere häufige Fehlbildungen	426
17.6.1	Huf	385	19.9	Fehlbildungen des Verdauungstrakts	426
17.7	Horn der Wiederkäuer	387	19.9.1	Anomalien der Zähne	426
18	Gesicht und Körperform	389	19.9.2	Glossopharyngeale Defekte (<i>bird tongue</i>)	427
	<i>Fred Sinowatz, Daniela Rodler</i>		19.9.3	Branchiogene Zysten	427
18.1	Gesicht	389	19.9.4	Fehlbildungen des Ösophagus	427
18.2	Körperform	397	19.9.5	Fehlbildungen des Darmes	427
			19.9.6	Situs inversus	429
			19.10	Fehlbildungen des Respirationstrakts	429
			19.10.1	Trachea	429
			19.10.2	Lunge	429

19.11	Fehlbildungen des Bewegungsapparats	430	20.5	Kryokonservierung von Oozyten und Embryonen	438
19.11.1	Chondrodysplasie	430	20.6	Superovulation und Embryotransfer beim Rind	438
19.11.2	Wirbelsäule	430	20.7	Klonierung und genetische Modifikation von Embryonen durch Transfer somatischer Zellkerne	439
19.11.3	Extremitäten	431	20.8	Transfer somatischer Zellkerne und transgene Tiere	440
19.12	Fehlbildungen des Gesichts	433	20.9	Stammzellen	441
20	Grundzüge reproduktionsmedizinischer Verfahren	435	20.10	Editierung des Genoms (genome editing)	442
	<i>Fred Sinowitz, Daniela Rodler</i>				
20.1	Einleitung	435			
20.2	Instrumentelle Besamung	435			
20.2.1	Samengewinnung	435			
20.2.2	Samenaufbereitung	435			
20.2.3	Optimaler Zeitpunkt der Besamung	436			
20.2.4	Einbringen des Samens	436			
20.3	Extrakorporale Befruchtung (In-vitro-Fertilisation)	436			
20.4	In-vitro-Produktion von Embryonen und Embryotransfer	437			

Anhang

Literatur	445
Abbildungsnachweise	461
Sachverzeichnis	462