

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Verzeichnis über die verwendeten Abkürzungen	12
II. Einleitung und Zielstellung	13
1. Literaturübersicht	14
1.1. Embryonale Entwicklung des Herzens	14
1.1.1. Entwicklung des Blutgefäßsystems	14
1.1.1.1. Vaskulogenese	14
1.1.1.2. Angiogenese	15
1.1.1.3. Vaskuläre Myogenese und Arteriogenese	15
1.1.2. Bildung der Herzanlage	15
1.1.3. Anlage des primitiven Herzschlauches	17
1.1.4. Bildung der Herzschleife	17
1.1.5. Septierung der Vorkammern	18
1.1.6. Septierung der Herzkammern	19
1.1.7. Embryonale Entwicklung des Myokards	20
1.1.8. Beginn der Herzaktion	21
1.1.9. Embryonale Entwicklung des Epikards	21
1.2. Lebensbedingungen des Hühnerembryos im Ei	23
1.2.1. Dottersack	24
1.2.2. Amnion und Chorion	24
1.2.3. Allantois	25
1.3. Die Sauerstoffversorgung des Hühnerembryos	27
1.3.1. Primärer Blutkreislauf	27
1.3.2. Sekundärer Blutkreislauf	29
1.3.3. Chorioallantoismembran (CAM)	30
1.3.4. Internal Pipping („inneres Schlüpfen“)	31
1.4. Beeinflussung des Vogelembryos durch eine Reduktion des Sauerstoffgehaltes in der Bebrütungsluft	32
1.4.1. Auswirkung einer Sauerstoffreduktion in der Bebrütungsluft auf das Herz-Kreislauf-System des Vogelembryos	33

	Seite
1.4.2. Auswirkung einer Sauerstoffreduktion in der Bebrütungsluft auf den Hämoglobingehalt und den Hämatokritwert (Hkt) des Vogelembryos	34
1.4.2.1. Die Rolle des Hämoglobin in der Sauerstoffversorgung des Hühnerembryo	35
1.4.2.2. Die Sauerstoffaufnahme	37
1.4.3. Auswirkungen einer Sauerstoffreduktion in der Bebrütungsluft auf die Kapillarisation der Chorioallantoismembran (CAM)	38
1.4.4. Auswirkungen einer Sauerstoffreduktion in der Bebrütungsluft auf die Mortalität der Embryonen	39
1.4.5. Auswirkungen einer Sauerstoffreduktion in der Bebrütungsluft auf das Körper- und Herzgewicht der Hühnerembryonen	40
1.5. Embryonale Entwicklung der Struktur des Arbeitsmyokards	42
1.5.1. Proliferation des Arbeitsmyokards — Hyperplasie oder Hypertrophie?	43
1.5.2. Auswirkungen einer Sauerstoffreduktion in der Bebrütungsluft auf strukturelle Veränderungen des Arbeitsmyokards	45
1.6. Makroskopisch - anatomische Beschreibung des Vogelherzens	47
1.6.1. Lage des Vogelherzens	47
1.6.2. Form und Größe des Vogelherzens	47
1.6.3. Vorkammern und Kammern des Vogelherzens	47
1.6.4. Hohlvenen	49
1.7. Mikroskopisch - anatomische Beschreibung des Vogelherzens	51
1.7.1. Grundlegende Struktur und Zusammensetzung der Herzmuskulatur	51
1.7.2. Arbeitsmyokard	51
1.7.3. Feinbau des Herzmuskelgewebes	52
1.7.3.1. Kardiomyozyten	53
1.7.3.2. Myofibrillen und Myofilamente	55
1.7.3.2.1. Myosin	57
1.7.3.2.2. Actin	58
1.7.3.2.3. Desmin	59
1.7.3.2.4. Vimentin	60
1.7.3.2.5. N-Cadherin	60
1.8. Lektine	61
1.8.1. Wheat Germ-Agglutinin (WGA)	63
1.8.2. Peanut-Agglutinin (PNA)	64

	Seite
2. Material und Methoden	65
2.1. Durchführungsbedingungen der Studie	65
2.2. Herkunft der embryonalen Herzen und Bebrütung der Hühnerembryonen	65
2.3. Herstellung der histologischen Präparate	66
2.3.1. Tabellarische Übersicht über die Bebrütungsdauer (in Tagen), den Probenumfang und die Inkubationsbedingungen der verschiedenen Herzen sowie die Anzahl der Herzen in den einzelnen Altersgruppen	66
2.3.2. Histologische Färbeverfahren	66
2.3.3. Immun- und lektinhistochemische Nachweisverfahren	67
2.3.3.1. Angaben zu den verwendeten Primärantikörpern und den durchgeführten Kontrolluntersuchungen	69
2.3.3.1.1. Myosin	69
2.3.3.1.2. Actin	69
2.3.3.1.3. Desmin	69
2.3.3.1.4. Vimentin	69
2.3.3.1.5. N-Cadherin	70
2.3.3.1.1.1. Protokoll für immunhistochemischen Nachweise	70
2.3.3.1.1.2. Erläuterungen zum Protokoll der immunhistochemischen Untersuchungen und Angabe der Bezugsquellen	72
2.3.3.2. Angaben zu den verwendeten Lektinen und den durchgeführten Kontrolluntersuchungen	73
2.3.3.2.1. Wheat Germ-Agglutinin (WGA)	73
2.3.3.2.2. Peanut-Agglutinin (PNA)	73
2.3.3.2.3. Griffonia (Bandeireaea) Simplicifolia Lectin I (GSL I, BSL I)	73
2.3.3.2.4. Aleuria Aurantia-Agglutinin (AAL)	74
2.3.3.2.5. Ulex Europaeus-Agglutinin (UEA)	74
2.3.3.2.1.1. Protokoll für lektinhistochemische Nachweise	75
2.3.3.2.1.2. Erläuterungen zum Protokoll der lektinhistochemischen Untersuchungen und Angabe der Bezugsquellen	76
2.4 Morphometrische Untersuchungen	77
2.4.1. Bestimmung der Zellzahl im Myokard des embryonalen Herzen	77
2.4.1.1. Statistische Auswertungen	78

	Seite
2.4.2. Messung der Myokarddicke	78
2.5. Methoden der rasterelektronenmikroskopischen Präparation	79
3. Ergebnisse	81
3.1. Auswertbarkeit der vierzig embryonalen Hühnerherzen	81
3.2. Lichtmikroskopische Betrachtung der embryonalen Hühnerherzen	81
3.2.1. Allgemeine Betrachtung des embryonalen Herzens in den unterschiedlichen Altersstufen	81
3.2.1.1. Neun bis zwölf Tage (D 9 bis D 12)	81
3.2.1.2. Vierzehn bis sechzehn Tage (D 14 bis D 16)	84
3.2.1.3. Achtzehn bis zwanzig Tage (D 18 bis D 20)	85
3.2.2. Betrachtung des Myokards in den unterschiedlichen Altersstufen	85
3.2.2.1. Neun bis zwölf Tage (D 9 bis D 12)	85
3.2.2.2. Vierzehn bis sechzehn Tage (D 14 bis D 16)	94
3.2.2.3. Achtzehn bis zwanzig Tage (D 18 bis D 20)	97
3.2.3. Auswirkung einer Reduktion des Sauerstoffgehaltes in der Bebrütungsluft der Embryonen auf die lichtmikroskopische Struktur der Herzen	97
3.3. Immunhistochemische Untersuchung der embryonalen Hühnerherzen in den unterschiedlichen Altersgruppen	98
3.3.1. Anti smooth-muscle Myosin	98
3.3.1.1. Neun bis zwölf Tage (D 9 bis D 12)	98
3.3.1.2. Vierzehn bis sechzehn Tage (D 14 bis D 16)	100
3.3.1.3. Achtzehn bis zwanzig Tage (D 18 bis D 20)	101
3.1.1.4. Tabellarische Übersicht über die Affinität des Anti smooth-muscle Myosin mit den verschiedenen Zellen resp. Geweben der Herzwand in den verschiedenen Altersgruppen	102
3.3.2. Anti smooth-muscle Actin	103
3.3.2.1. Neun bis zwölf Tage (D 9 bis D 12)	103
3.3.2.2. Vierzehn bis sechzehn Tage (D 14 bis D 16)	104
3.3.2.3. Achtzehn bis zwanzig Tage (D 18 bis D 20)	105
3.3.2.4. Tabellarische Übersicht über die Affinität des Anti smooth-muscle Actin mit den verschiedenen Zellen resp. Geweben der Herzwand in den verschiedenen Altersgruppen	105

	Seite
3.3.3. Anti-Desmin	106
3.3.3.1. Neun bis zwölf Tage (D 9 bis D 12)	106
3.3.3.2. Vierzehn bis sechzehn Tage (D 14 bis D 16)	107
3.3.3.3. Achtzehn bis zwanzig Tage (D 18 bis D 20)	110
3.3.3.4. Tabellarische Übersicht über die Affinität des Anti - Desmin mit den verschiedenen Zellen resp. Geweben der Herzwand in den verschiedenen Altersgruppen	111
3.3.4. Anti-Vimentin	111
3.3.5. Anti-N-Cadherin	112
3.3.6. Korrelation der Sauerstoffreduktion in der Bebrütungsluft mit den Ergebnissen der immunhistochemischen Untersuchungen der Herzen	113
3.4. Lektin histochemische Untersuchungen der embryonalen Hühnerherzen in den unterschiedlichen Altersstufen	113
3.4.1. Peanut-Agglutinin (PNA)	113
3.4.1.1. Neun bis zwölf Tage (D 9 bis D 12)	113
3.4.1.2. Vierzehn bis sechzehn Tage (D 14 bis D 16)	113
3.4.1.3. Achtzehn bis zwanzig Tage (D 18 bis D 20)	115
3.4.1.4. Tabellarische Übersicht über die Affinität des Peanut-Agglutinin mit den verschiedenen Zellen resp. Geweben der Herzwand in den verschiedenen Altersgruppen	116
3.4.2. Wheat Germ-Agglutinin (WGA)	117
3.4.2.1. Neun bis zwölf Tage (D 9 bis D 12)	117
3.4.2.2. Vierzehn bis sechzehn Tage (D 14 bis D 16)	118
3.4.2.3. Achtzehn bis zwanzig Tage (D 18 bis D 20)	119
3.4.2.4. Tabellarische Übersicht über die Affinität des Wheat Germ-Agglutinin mit den verschiedenen Zellen resp. Geweben der Herzwand in den verschiedenen Altersgruppen	120
3.4.3. Griffonia (Bandeireaea) Simplicifolia Lectin I (GSL I, BSL I)	121
3.4.4. Ulex Europaeus-Agglutinin (UEA)	121
3.4.5. Aleuria Aurantia Lektin (AAL)	121
3.4.6. Korrelation der Sauerstoffreduktion in der Bebrütungsluft mit den Ergebnissen der lektin histochemischen Untersuchungen	121

	Seite
3.5. Morphometrische Untersuchung der embryonalen Hühnerherzen	122
3.5.1. Bestimmung der Zellzahl im Myokard	122
3.5.1.1. Linker Ventrikel	123
3.5.1.2. Septum interventriculare	125
3.5.1.3. Rechter Ventrikel	127
3.5.2. Korrelation zwischen den Mittelwerten der Zellzahlen und der Reduktion des Sauerstoffgehaltes in der Versuchsgruppe	129
3.5.3. Bestimmung der Myokardbreite	129
3.5.3.1. Linker Ventrikel	131
3.5.3.2. Septum interventriculare	132
3.5.3.3. Rechter Ventrikel	133
4. Diskussion	135
4.1. Einleitung	135
4.2. Anpassungsmechanismen als Reaktion auf eine Unterversorgung mit Sauerstoff	137
4.3. Zur Methodik dieser Studie	139
4.4. Lichtmikroskopische Betrachtung der Herzen	140
4.4.1. Differenzierungsrichtung in der Entwicklung des Myokards	140
4.4.2. Bedeutung des subepikardialen Mesenchym als Quelle sich differenzierender Zellen	141
4.5. Immunhistochemische Untersuchungen der embryonalen Herzen	142
4.5.1. Anti-Myosin	142
4.5.2. Anti-Actin	144
4.5.3. Anti-Desmin	145
4.6. Strukturelle Veränderungen des Arbeitsmyokards	147
4.6.1. Veränderung der Herzmasse	147
4.7. Morphometrische Untersuchungen	149
4.7.1. Hyperplasie des Arbeitsmyokards?	149
4.7.1.1. Linker Ventrikel	150
4.7.1.2. Septum interventriculare	151
4.7.1.3. Rechter Ventrikel	153
4.7.2. Hypertrophie des Arbeitsmyokards?	154

	Seite
4.7.3. Morphometrische Untersuchung der Myokardbreite	157
4.7.3.1. Linker Ventrikel	158
4.7.3.2. Septum interventriculare	159
4.7.3.3. Rechter Ventrikel	160
4.8. Iektin histochemische Untersuchungen	161
4.8.1. Wheat Germ-Agglutinin (WGA)	161
4.8.2. Peanut-Agglutinin (PNA)	162
4.9. Schlussfolgerungen und Ausblick	164
III. Zusammenfassung	165
IV. Summary	167
V. Literaturverzeichnis	169
VI. Anhang	195