

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis.....	XIII
Abkürzungsverzeichnis	XVI
1 Einleitung und Zielsetzung.....	1
2 Literaturübersicht.....	3
2.1 Das Rotwild	3
2.2 Das Geweih des Rothirschs	5
2.2.1 Geweihfunktionen	6
2.2.2 Geweihaufbau.....	6
2.2.3 Scoring Systeme der Geweihbewertung.....	10
2.2.4 Geweihwachstum/Regeneration	12
2.2.5 Geweihentwicklung.....	15
2.2.5.1 Abhängigkeit vom Alter.....	15
2.2.5.2 Abhängigkeit von der Umwelt	17
2.2.5.3 Hinweise auf die Variabilität von Geweihmerkmalen anhand genetischer Studien	18
2.2.5.4 Abhängigkeit von der Herkunft	21
2.2.5.5 Korrelation der Geweihmerkmale miteinander.....	22
2.2.5.6 Abhängigkeit von der Seite/Asymmetrie	22
2.2.5.7 Anomalien	23
2.2.5.8 Petschaftkonformation	24
2.3 Die Bejagung des Rotwilds in Deutschland.....	25
3 Material und Methoden	30
3.1 Probenmaterial	30
3.2 Geräte und Labormaterial	32

3.2.1	Geräte	32
3.2.2	Chemikalien und Puffer.....	33
3.2.3	Software.....	34
3.3	Entnahme von DNA-Proben	34
3.4	DNA-Isolation.....	35
3.5	DNA-Konzentration.....	35
3.6	Primer/Mikrosatelliten	35
3.7	Polymerase Kettenreaktion	38
3.8	Kapillarsequenzierung	38
3.9	Auswertung Laborergebnisse.....	39
3.9.1	Bestimmung der Fragmentlängen	39
3.9.2	Individuelle Zuordnung der Ergebnisse	39
3.10	Erfassung des Gewichts und Anfertigung von Fotos.....	40
3.11	Einscannen und Erstellung digitaler 3D-Modelle.....	41
3.12	Erfassung wichtiger Parameter und Durchführung der Messungen	43
	Angewandte Formeln und deren Ableitungen.....	60
3.13	Auswertung der Messungen.....	62
3.14	Graphische Darstellungen	62
4	Ergebnisse	63
4.1	Genetische Zuordnung der Abwurfstangen und Schädel zu den verschiedenen Hirschen	63
4.2	Erstellung von 3D-Modellen und deren Ausmessung	64
4.3	Stangenmerkmale.....	64
4.3.1	Allgemeine Merkmale.....	64
4.3.1.1	Gewicht der Stangen (Gew).....	64
4.3.1.2	Anzahl der Hauptenden (St_End)	66
4.3.1.3	Anzahl der zusätzlichen Enden (zst_End).....	67
4.3.1.4	Anzahl der Winkelsprossen (WS).....	68

4.3.1.5	Konvexität/Konkavität des Petschafts (P_Konv).....	68
4.3.2	CIC-Merkmale.....	71
4.3.2.1	Stangenlänge nach CIC (CIC_St_L).....	71
4.3.2.2	Augsprossenlänge nach CIC (CIC_AS_L).....	72
4.3.2.3	Mittelsprossenlänge nach CIC (CIC_MS_L).....	73
4.3.2.4	Rosenumfang nach CIC (CIC_U_R).....	74
4.3.2.5	Unterer Stangenumfang nach CIC (CIC_uU).....	76
4.3.2.6	Oberer Stangenumfang nach CIC (CIC_oU).....	77
4.3.2.7	Anzahl der Enden nach CIC (CIC_EZ2).....	78
4.3.2.8	Farbe nach CIC (CIC_F).....	79
4.3.2.9	Perlung nach CIC (CIC_Pr).....	80
4.3.2.10	Spitzen nach CIC (CIC_S).....	81
4.3.2.11	Eissprossenlänge nach CIC (CIC_ES_L).....	82
4.3.2.12	Anzahl an Kronenenden nach CIC (CIC_KR).....	83
4.3.2.13	Länge der Kronenenden nach CIC (CIC_KR_L).....	84
4.3.3	Längen.....	88
4.3.3.1	Direkter Abstand zwischen Nullpunkt und Knotenpunkt Augsprosse (D_0_AS).....	88
4.3.3.2	Direkter Abstand zwischen Knotenpunkt Augsprosse und Knotenpunkt Mittelsprosse (D_AS_MS).....	89
4.3.3.3	Direkter Abstand zwischen Knotenpunkt Augsprosse und Knotenpunkt Eissprosse (D_AS_ES).....	90
4.3.3.4	Direkter Abstand zwischen Knotenpunkt Eissprosse und Knotenpunkt Mittelsprosse (D_ES_MS).....	92
4.3.3.5	Direkter Abstand zwischen Knotenpunkt Mittelsprosse und Kronenbasis (D_MS_KR).....	93
4.3.3.6	Direkter Abstand zwischen Knotenpunkt und Spitzenpunkt Augsprosse (D_AS).....	94

4.3.3.7	Direkter Abstand zwischen Knotenpunkt und Spitzenpunkt Eissprosse (D_ES)	95
4.3.3.8	Direkter Abstand zwischen Knotenpunkt und Spitzenpunkt Mittelsprosse (D_MS)	96
4.3.3.9	Direkter Abstand zwischen Spitzenpunkt Augsprosse und Spitzenpunkt Eissprosse (Dsae)	98
4.3.3.10	Direkter Abstand zwischen Spitzenpunkt Augsprosse und Spitzenpunkt Mittelsprosse (Dsam)	99
4.3.3.11	Direkter Abstand zwischen Spitzenpunkt Augsprosse und Kronenbasis (Dsak)	100
4.3.3.12	Direkter Abstand zwischen Spitzenpunkt Eissprosse und Spitzenpunkt Mittelsprosse (Dsem)	102
4.3.3.13	Direkter Abstand zwischen Spitzenpunkt Mittelsprosse und Kronenbasis (Dsmk)	103
4.3.4	Umfänge	107
4.3.4.1	Umfang des Petschafts (U_P)	107
4.3.4.2	Geringster Umfang zwischen Rose und Abgang Augsprosse (U_R_AS) .	108
4.3.4.3	Geringster Umfang zwischen Abgang Aug- und Abgang Eissprosse (U_AS_ES)	109
4.3.4.4	Umfang zwischen Abgang Aug- und Abgang Mittelsprosse (U_AS_MS)	111
4.3.4.5	Umfang zwischen Abgang Eis- und Abgang Mittelsprosse (U_ES_MS) .	111
4.3.4.6	Umfang zwischen Abgang Mittelsprosse und Kronenbasis (U_MS_KR).	113
4.3.4.7	Umfang Augsprosse (U_AS)	113
4.3.4.8	Umfang Eissprosse (U_ES)	114
4.3.4.9	Umfang Mittelsprosse (U_MS)	115
4.3.5	Winkel	119
4.3.5.1	Abgangswinkel Augsprosse (AW_AS)	119
4.3.5.2	Abgangswinkel Eissprosse (AW_ES)	120
4.3.5.3	Abgangswinkel Mittelsprosse (AW_MS)	121

4.3.5.4	Stangenwinkel Augspresse (SW_AS).....	122
4.3.5.5	Stangenwinkel Eisspresse (SW_ES).....	123
4.3.5.6	Stangenwinkel Mittelspresse (SW_MS).....	123
4.3.5.7	Winkel zwischen Augspresse zur Ebene aus Knotenpunkt Mittelspresse und Augspresse sowie PU_MS (AS_Wk_Eb).....	124
4.3.5.8	Winkel zwischen Eisspresse zur Ebene aus Knotenpunkt Mittelspresse und Augspresse sowie PU_MS (ES_Wk_Eb).....	125
4.3.6	Abgeleitete Werte.....	129
4.3.6.1	Spezifisches Gewicht der Stangen (spezGew).....	129
4.3.6.2	Anteil Stangen mit Eisspresse (AnteilES).....	130
4.3.6.3	Rosenumfang zerklüftet (R_Zerklüft).....	131
4.3.6.4	Relative Länge der Augspresse/Stangenlänge (RelAS_L).....	132
4.3.6.5	Relative Länge der Eisspresse/Stangenlänge (RelES_L).....	133
4.3.6.6	Relative Länge der Mittelspresse/Stangenlänge (RelMS_L).....	134
4.3.7	Sonstige Merkmale.....	138
4.3.7.1	Krümmung der Hauptstange (Krm_St).....	138
4.3.7.2	Krümmung der Augspresse (Krm_AS).....	139
4.3.7.3	Krümmung der Eisspresse (Krm_ES).....	140
4.3.7.4	Krümmung der Mittelspresse (Krm_MS).....	141
4.3.7.5	Knick der Hauptstange auf Höhe Abgang der Eisspresse (Kn_Ab_ES) ...	142
4.3.7.6	Knick der Hauptstange auf Höhe Abgang der Mittelspresse (Kn_Ab_MS)	143
4.3.7.7	Biegung der Augspresse von vorne (Bi_V_AS).....	144
4.3.7.8	Biegung der Augspresse von der Seite (Bi_S_AS).....	145
4.3.7.9	Biegung der Augspresse von oben (Bi_O_AS).....	146
4.3.7.10	Biegung der Eisspresse von vorne (Bi_V_ES).....	147
4.3.7.11	Biegung der Eisspresse von der Seite (Bi_S_ES).....	148
4.3.7.12	Biegung der Eisspresse von oben (Bi_O_ES).....	148

4.3.7.13	Biegung der Mittelsprosse von vorne (Bi_V_MS)	149
4.3.7.14	Biegung der Mittelsprosse von der Seite (Bi_S_MS)	150
4.3.7.15	Biegung der Mittelsprosse von oben (Bi_O_MS)	151
4.3.7.16	Teilung der Augsprosse (Tl_AS)	151
4.3.7.17	Teilungstiefe der Augsprosse (Tl_ti_AS)	152
4.3.7.18	Teilung der Eissprosse (Tl_ES)	153
4.3.7.19	Teilungstiefe der Eissprosse (Tl_ti_ES)	153
4.3.7.20	Teilung der Mittelsprosse (Tl_MS)	154
4.3.7.21	Teilungstiefe der Mittelsprosse (Tl_ti_MS)	155
4.4	Kronenmerkmale	159
4.4.1	Allgemeine Merkmale	159
4.4.1.1	Anzahl der Kronenenden (KR_end)	159
4.4.1.2	Anzahl zusätzlicher Kronenenden (KR_zstz)	160
4.4.1.3	Vorkommen von Kronenformen (KR_fo)	161
4.4.2	Knotenpunkte und Verzweigungen	166
4.4.2.1	Anzahl an Knotenpunkten (KP_Nr)	166
4.4.2.2	Anzahl an Knotenpunktebenen (KP_Eb)	166
4.4.2.3	Gesamtvorkommen von Knotenpunkten	167
4.4.2.4	Maximale Knotenpunktebene und Knotenpunktnummer pro Stange	171
4.4.2.5	Anzahl an Verzweigungen der Knotenpunkte (Verzw)	173
4.4.3	Längen	176
4.4.3.1	Länge nicht-freier Kronenenden (Län_n_fr)	176
4.4.3.2	Länge freier Kronenenden (Län_fr)	177
4.4.3.3	Auslage in der Länge der Krone (Ausl_Lä)	178
4.4.3.4	Auslage in der Breite der Krone (Ausl_Br)	179
4.4.3.5	Auslage in der Höhe der Krone (Höhe)	180

4.4.4	Winkel	184
	Winkel zwischen der Auslage in der Länge der Krone zur Ebene aus Knotenpunkt Mittelsprosse und Augsprosse sowie PU_MS (Lä_Wk_Eb).....	184
4.4.5	Sonstige Werte	184
4.4.5.1	Vorhandensein „Knie“ an Kronenenden (Knie)	184
4.4.5.2	Teilungstendenz der Kronenenden (Tl_tend).....	185
4.4.5.3	Lamelläre Verbindungen der Kronenenden (Lam_Verb)	186
4.4.6	Komplexität der Kronen	191
4.4.7	Seitenvergleich ausgewählter Kronenmerkmale	194
4.5	Zusammenfassende Übersicht zu den untersuchten Effekten auf die betrachteten Merkmale	197
5	Diskussion	206
5.1	Diskussion der Methodik	206
5.1.1	Probenmaterial.....	206
5.1.2	DNA-Qualität	207
5.1.3	3D-Modell	207
5.1.4	Messungen.....	208
5.1.5	Altersschätzung	208
5.1.6	Genetische Zuordnung der Abwurfstangen und Schädel zu den verschiedenen Hirschen.....	209
5.2	Diskussion der Ergebnisse	209
5.2.1	Variabilität der Merkmale	209
5.2.2	Diskussion der in der Einleitung aufgestellten Hypothesen.....	218
6	Zusammenfassung.....	225
7	Summary	229
8	Literaturverzeichnis.....	232
	Danksagung	244
	Erklärung.....	245