

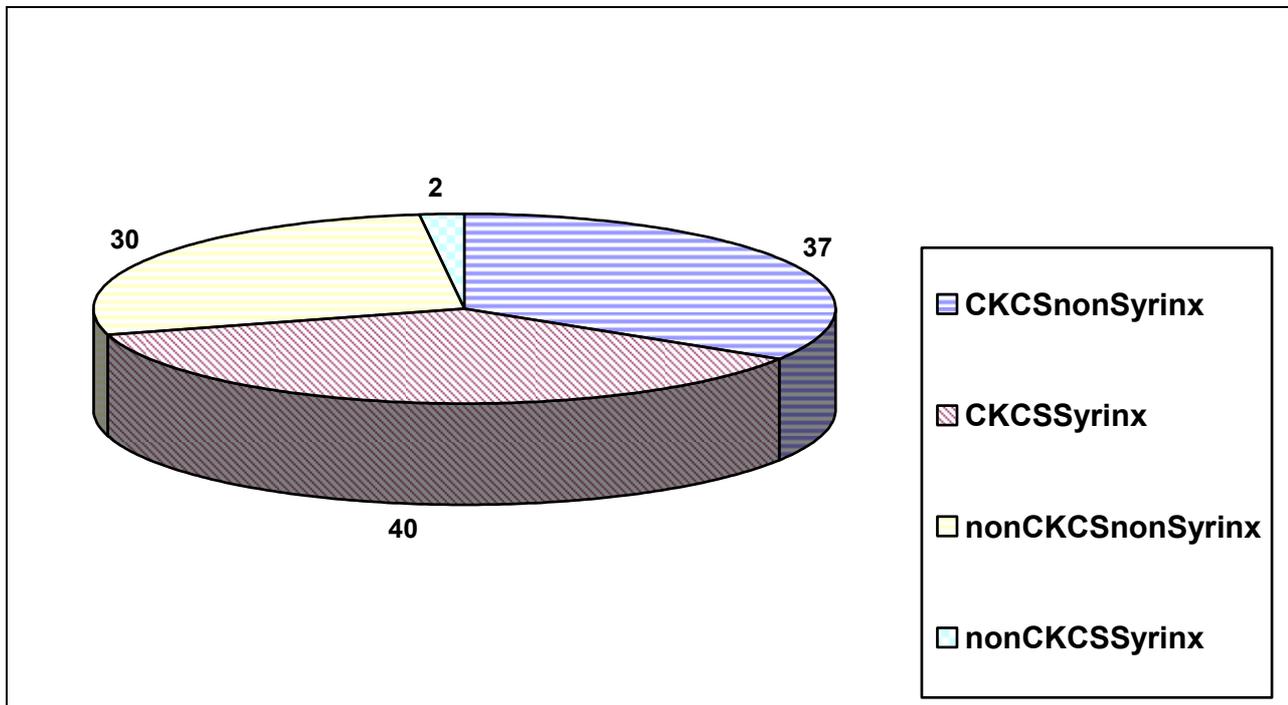
4 EIGENE BEFUNDERHEBUNG

4.1 Auswertung der mit dem MRT untersuchten Hunde

4.1.1 Charakterisierung der untersuchten Patienten

4.1.1.1 *Gruppeneinteilung der untersuchten Tiere*

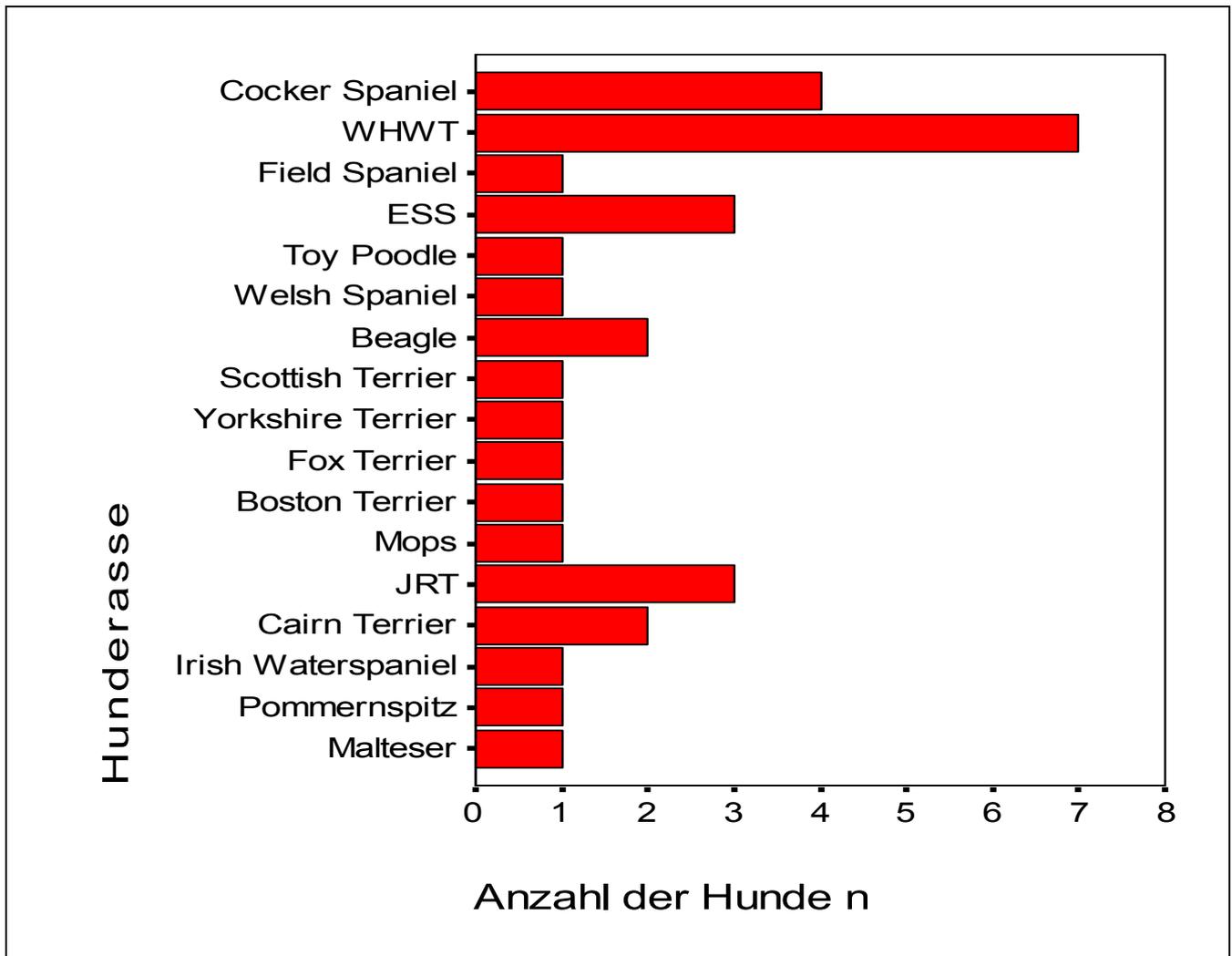
Alle Tiere wurden grundsätzlich nach ihrer Rasse in die Gruppen „Cavalier King Charles Spaniel (CKCS)“ und „Nicht-Cavalier King Charles Spaniel (nonCKCS)“ eingeteilt. Beide Gruppen wurden dann jeweils noch in Hinblick auf das Auftreten von zervikalen pathologischen Erweiterungen des Zentralkanals unterteilt: „CKCSSyrinx“ bzw. „CKCSnonSyrinx“ und „nonCKCSSyrinx“ bzw. „nonCKCSnonSyrinx“. Dadurch ergeben sich zu der an Syringohydromyelie erkrankten Hunde zwei unauffällige Kontrollgruppen: Zum einen die Gruppe der Cavaliere, die nicht erkrankt sind. Zum anderen Hunde anderer Rassen, die ebenfalls nicht erkrankt sind. Die vierte Gruppe, die syrxin-auffälligen Hunde anderer Rassen außer der Cavaliere, wurde aufgrund didaktischer Überlegungen mit aufgenommen, obwohl sie jedoch aufgrund ihrer geringen Zahl nicht repräsentativ ist.



Graphik 6 Gruppeneinteilung der gescannten Tiere nach Rasse und nach Ausbildung einer Syrinx

4.1.1.2 Rassenunterteilung in den Gruppen

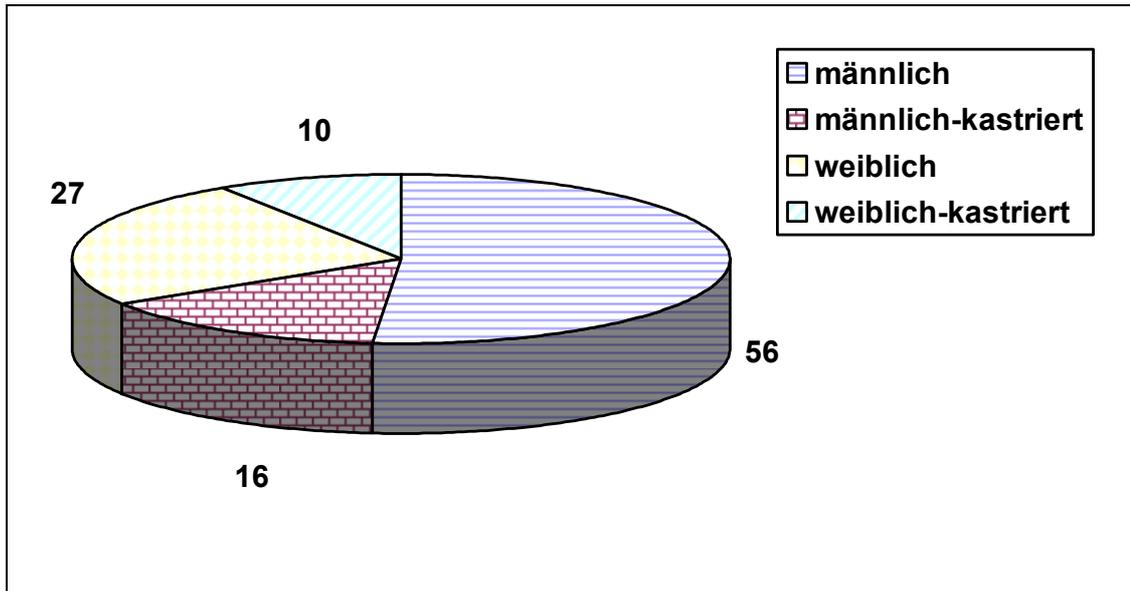
Insgesamt kamen die MRT-Scans von 109 Hunden zur Auswertung, davon waren 77 Cavalier King Charles Spaniel (CKCS), sieben West Highland White Terrier (WHWT), vier Cocker Spaniel, jeweils drei English Springer Spaniel (ESS) und drei Jack Russell Terrier (JRT), zwei Beagle und zwei Cairn Terrier sowie jeweils ein Field Spaniel, ein Toy Poodle, ein Welsh Spaniel, ein Scottish Terrier, ein Yorkshire Terrier, ein Fox Terrier, ein Boston Terrier, ein Mops, ein Irish Waterspaniel, ein Pommernspitz und ein Malteser.



Graphik 7 Anzahl der untersuchten Hunde (außer CKCS) sortiert nach Rassen

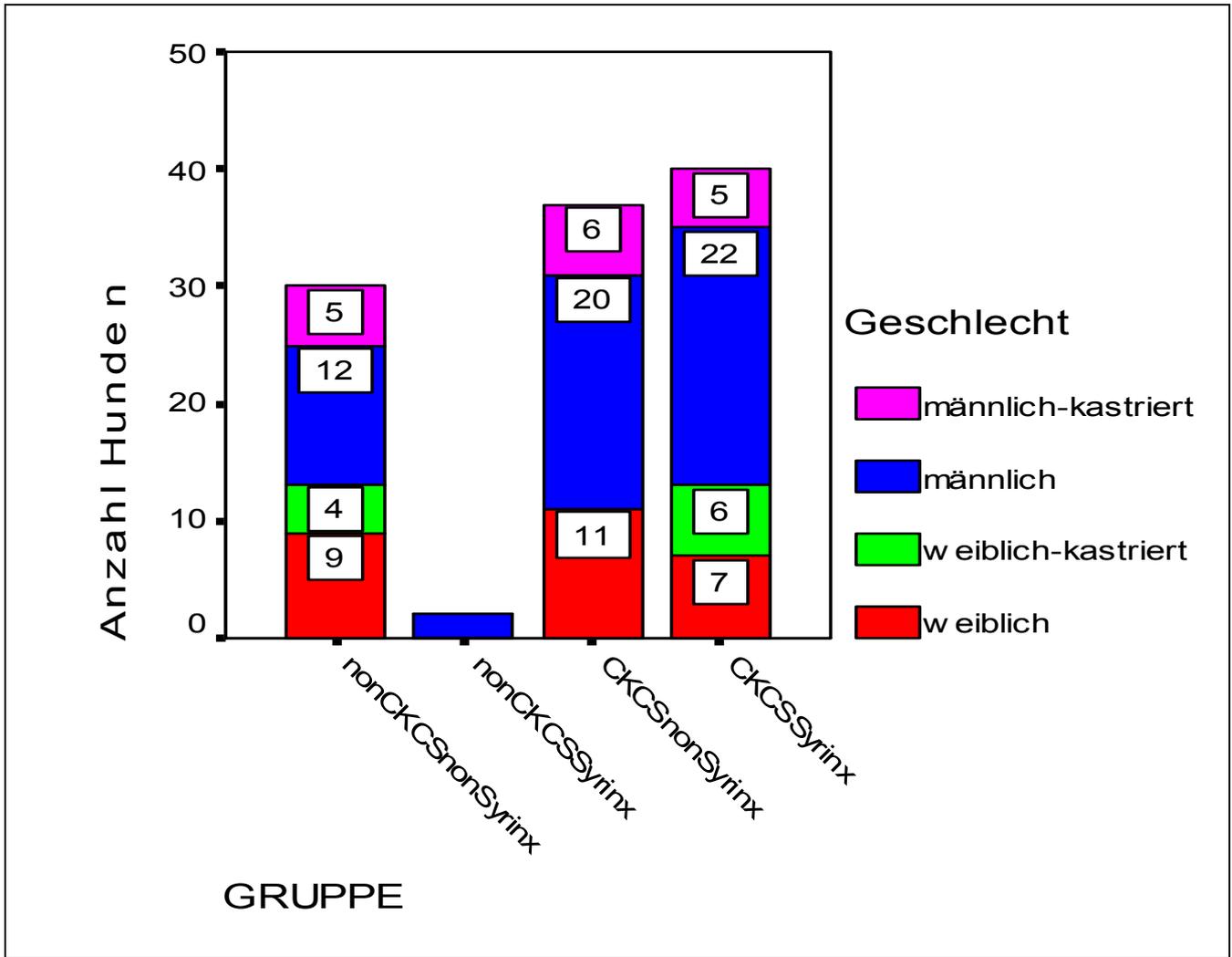
4.1.1.3 *Geschlecht der untersuchten Tiere*

Da manche Missbildungen geschlechtschromosomale Erbgänge aufweisen, ist das Geschlecht der betroffenen Tiere und das der zum Vergleich herangezogenen Tiere wichtig. Die Geschlechtsverteilung innerhalb dieser Gruppen zeigt ein recht unterschiedliches Bild. Bei den ausgewerteten Tieren handelte es sich um 72 männliche (16 davon kastriert) und 37 weibliche (10 davon kastriert) Tiere.



Graphik 8 Verteilung der Geschlechter aller untersuchten Tiere

Während bei der Kontrollgruppe „nonCKCSnonSyrinx“ das Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Tieren noch relativ ausgeglichen ist, verschiebt sich das Verhältnis bei allen untersuchten CKCS deutlich in Richtung der männlichen Tiere. 68,83 % der CKCS waren Rüden; der geschlechtsspezifische Unterschied bei der Ausbildung einer Syrinx ist dann aber wiederum gering (70,27 % der Cavaliere ohne Syrinx bzw. 67,50 % der Cavaliere mit Syrinx waren männlich).



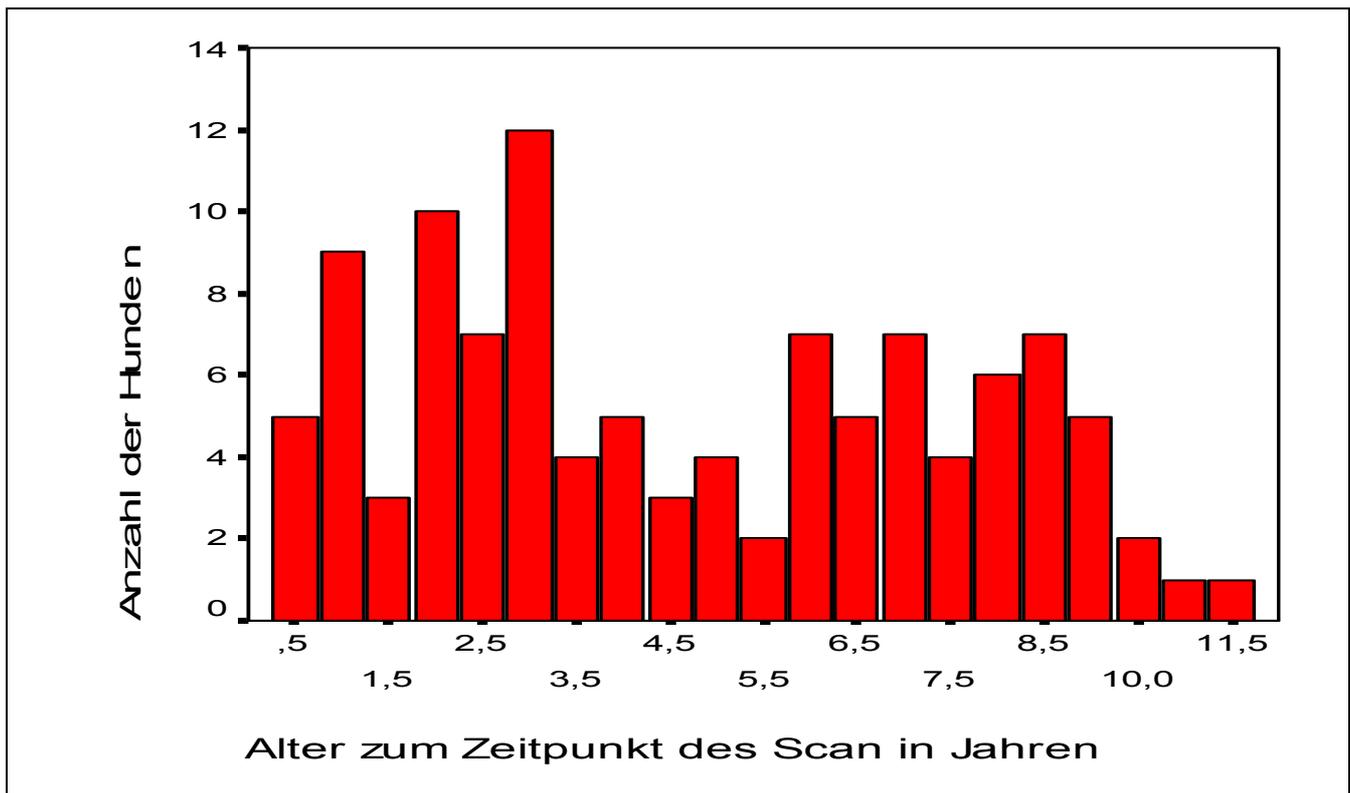
Graphik 9 Die Geschlechtsverteilung in den Gruppen

4.1.1.4 Alter der untersuchten Tiere

Häufig ist die Ausbildung einer Erkrankung an ein bestimmtes Alter des Tieres gebunden. Daher kann es wichtig sein, das Alter der Tiere während der Untersuchung festzuhalten. Das Alter der Tiere zum Zeitpunkt des MRT-Scans weist eine hohe Varianz auf. Der jüngste Hund war erst ein halbes Jahr alt, der Älteste schon 11,5 Jahre alt beim Scan. Im Mittel waren die Tiere 4,7 Jahre alt, bei einer Standardabweichung von 2,9 Jahren.

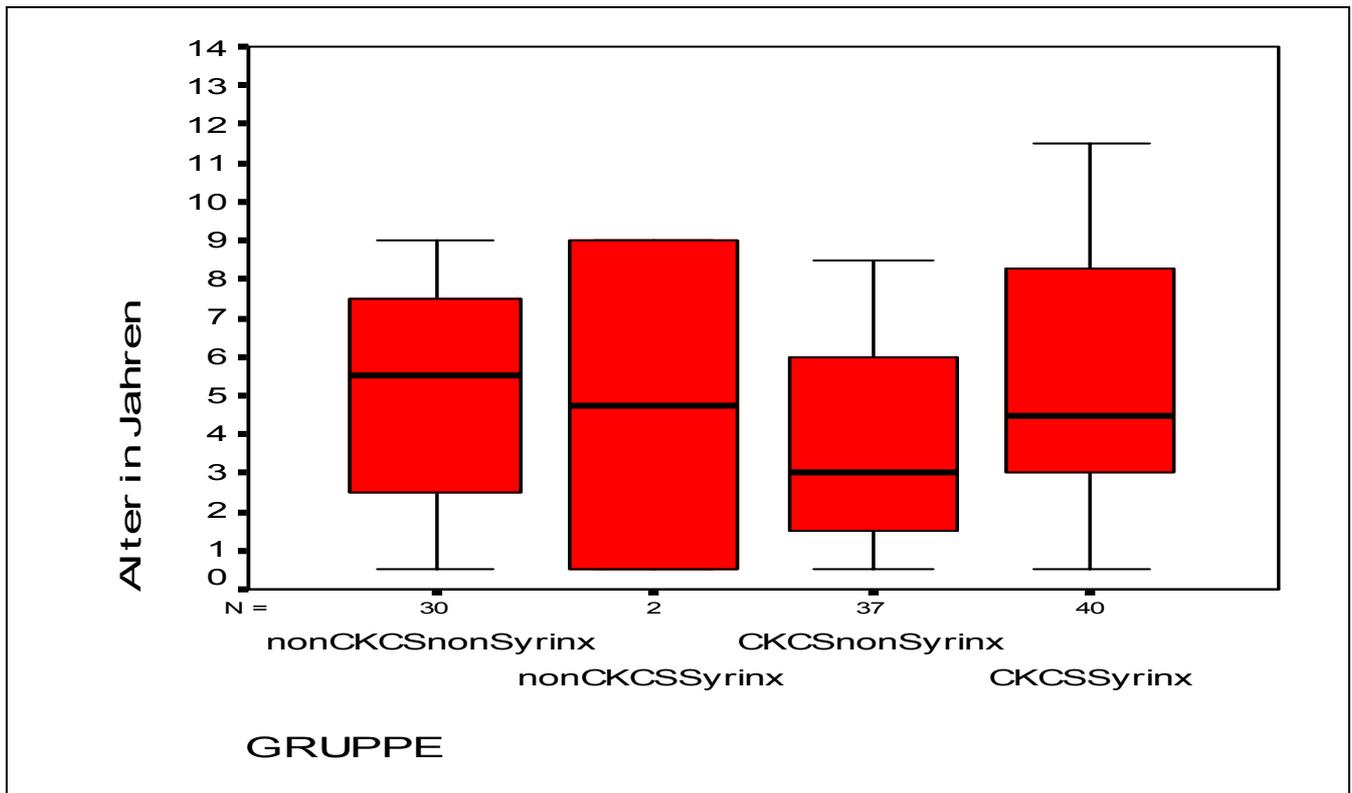
Tabelle 2 Alter zum Zeitpunkt des Scans (Hundeanzahl n=109)

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Alter zum Zeit des Scans in Jahren n	0,5	11,5	4,7	2,9



Graphik 10 Verteilung des Alters aller Hunde zum Zeitpunkt des Scannens

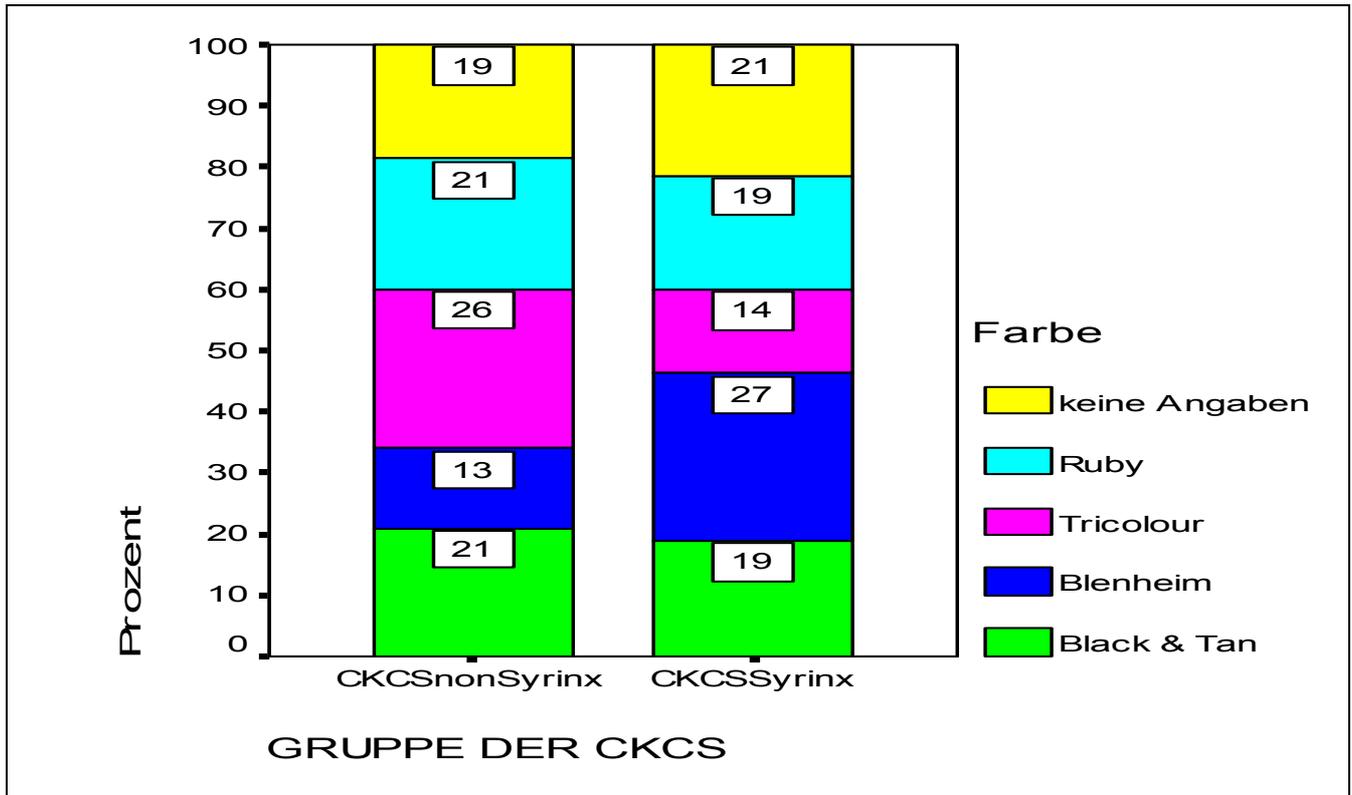
Die Altersverteilung der untersuchten Hunde ist zum Zeitpunkt des Scans recht ausgeglichen. Einzig auffällig ist, dass die vier ältesten Hunde (> neun Jahre) alle der Gruppe „CKCSSyrinx“ angehören.



Graphik 11 Altersverteilung der einzelnen Gruppen zum Zeitpunkt des MRT-Scans

4.1.1.5 Farbverteilung innerhalb der CKCS-Gruppen

Einige Missbildungen werden durch autosomale Erbgänge vererbt und sind dann an bestimmte Gene gebunden. Da der CKCS in vier Farblinien gezüchtet wird, sollen alle Fellfarbschläge auf die Häufigkeit des Auftretens von Syringen miteinander verglichen werden. Auf die Untersuchung der Fellfarbschläge anderer Rassen wurde verzichtet.



Graphik 12 Vergleich der Fellfarben in Prozent des Auftretens in beiden Gruppen der CKCS

Auffällig ist, dass der prozentuale Anteil der Hunde mit einem „Blenheim“-Fellfarbschlag in der Gruppe „CKCSSyrinx“ über doppelt so hoch ist wie der entsprechende Anteil in der Cavalier-Kontrollgruppe. Es kann vermutet werden, dass die Farben „Ruby“ und „Blenheim“ als rezessiv vererbte Farbvarianten aus einem kleinerem Genpool gezüchtet wurden, was sie anfälliger für Erbkrankheiten macht. Allerdings ist diese Häufung bei der Fellfarbe „Ruby“ nicht festzustellen.

4.1.2 Auswertung der morphometrischen Messungen

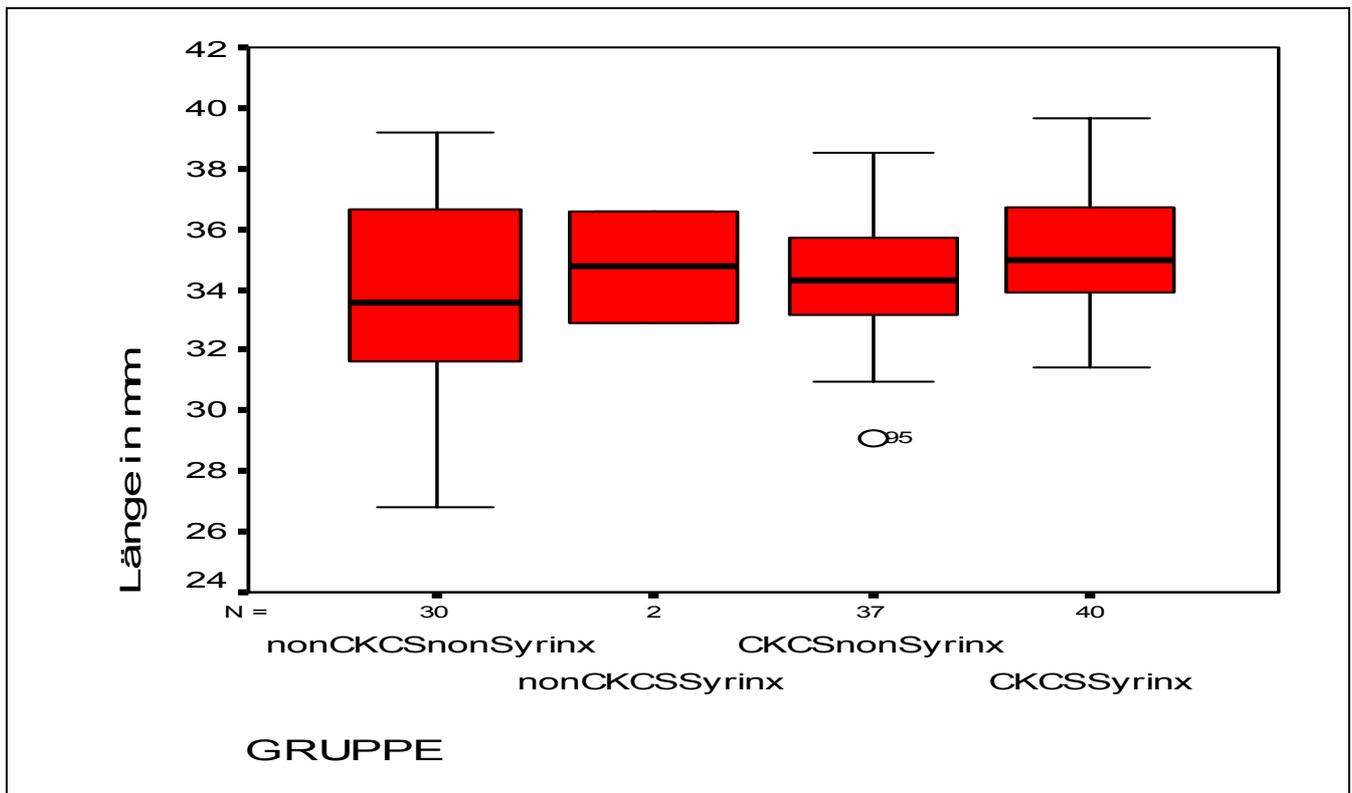
4.1.2.1 Hinterhauptsgrube

Die graphische Darstellung der verschiedenen Abmessungen der Hinterhauptsgrube, des Rhombencephalon und des Cerebellum wurde zuerst innerhalb der Gruppen verglichen. Die Hinterhauptsgrube wurde durch die Twinings-Linie (Tw), dem Fossadurchmesser

(FD), dem basalen Abstand (BA), dem Durchmesser des Foramen magnum (FmD) und der Länge der okzipitalen Schuppe (SL) vermessen. Zusätzlich wurden die Winkel am Tentorium cerebelli osseum ($^{\circ}$ IOP) und an der Sella turcica ($^{\circ}$ ds) vermessen.

4.1.2.1.1 Twinnings-Linie (Tw)

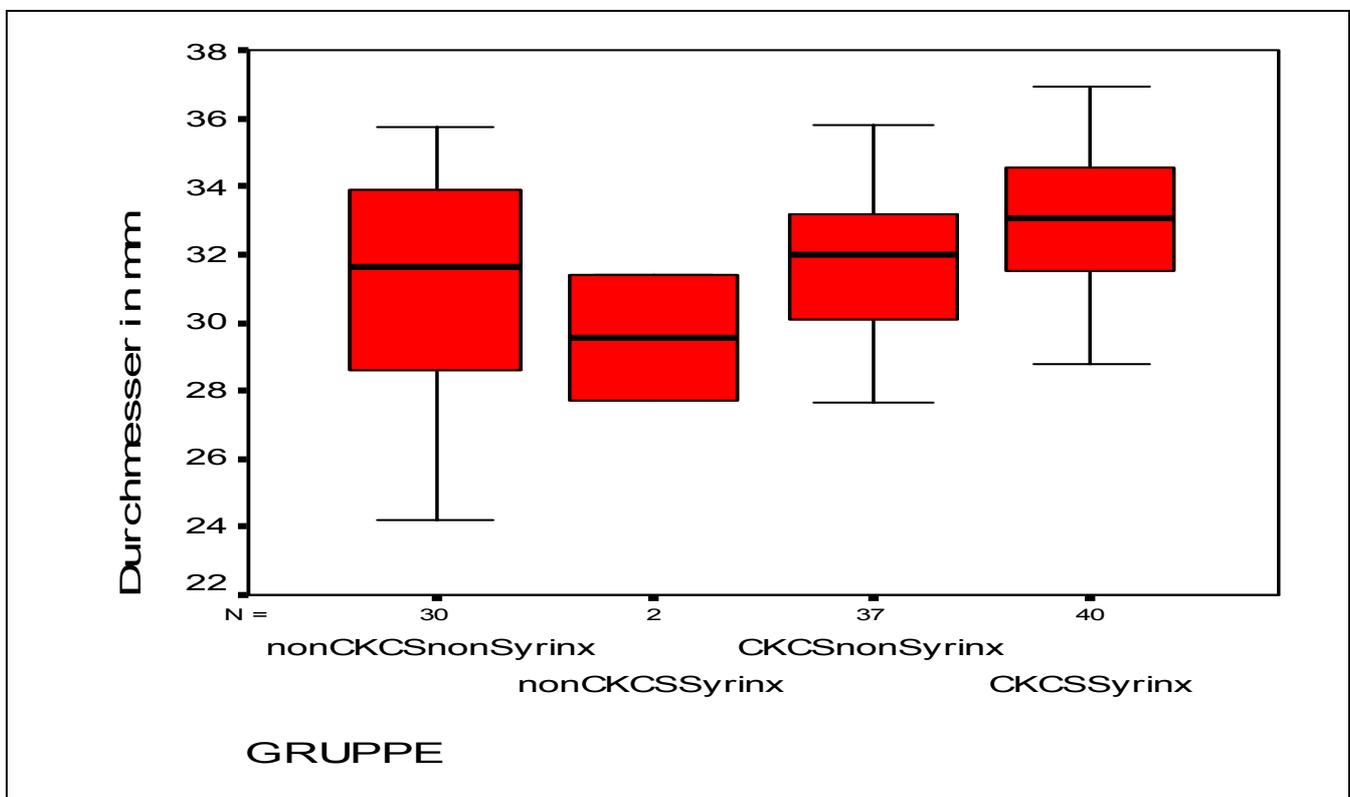
Die Twinnings-Linie liegt bei den meisten untersuchten Hunden in vergleichbaren Bereichen von 30,00 mm bis 39,77 mm. Der Extremwert mit der Fallnummer 95 war ein erst 6 Monate alter Cavalier. Eine Twinnings-Linien mit einer Länge unterhalb von 30,0 mm traten in der Gruppe „nonCKCSnonSyrinx“ bei einem Toy Poodle, einem Yorkshire Terrier und einem Pommernspitz, also eher kleinwüchsige Hunderassen, auf.



Graphik 13 Länge der Twinnings-Linie im Vergleich der Gruppen

4.1.2.1.2 Fossadurchmesser (FD)

Bei der Vermessung der Hinterhauptsgrube zeigten die meisten untersuchten Tiere ähnliche Durchmesser, die von 28,01 mm bis 36,90 mm reichten. Hinterhauptsgruben einer Länge unterhalb dieser Durchmesser traten wiederum bei Hunden kleinwüchsiger Rassen wie einem Toy Poodle, einem Yorkshire Terrier, einem Pommernspitz, einem Boston Terrier, einem Malteser und einem Cairn Terrier.



Graphik 14 Fossadurchmesser im Vergleich der Gruppen

Interessant ist die Korrelation der beiden Hinterhauptsparameter: Eine individuelle und rassenspezifische Schädelvergrößerung sollte eine Verlängerung aller Messstrecken innerhalb der Hinterhauptsgrube zur Folge haben und damit eine lineare Abhängigkeit der Einzelparameter. Dies wird durch einen zweiseitigen Korrelationstest nach Spearman (1904) bei einer Signifikanz $< 0,01$ bestätigt.

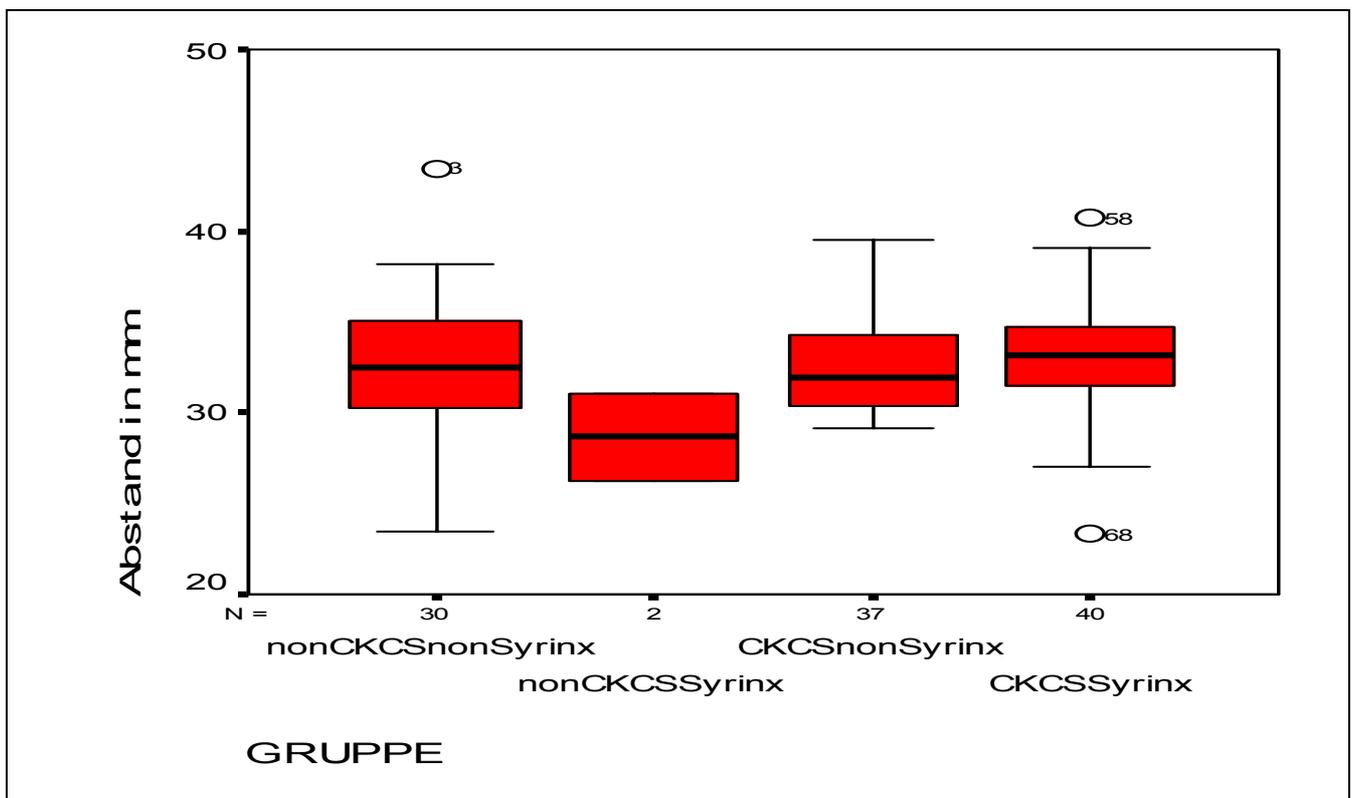
Tabelle 3 Korrelation zwischen der Twinings-Linie und dem Fossadurchmesser

Korrelationen			TW	FD
Spearman-Rho	TW	Korrelationskoeffizient	1,000	,625**
		Sig. (2-seitig)	,	,000
		N	109	109
	FD	Korrelationskoeffizient	,625**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,000	,
		N	109	109

** . Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 signifikant (2-seitig).

4.1.2.1.3 Basaler Abstand (BA)

Die Werte des basalen Abstandes befinden sich in der Regel im Bereich von 28,34 mm bis 40,70 mm. Die oberen Ausreißer sind u.a. ein dreijähriger Cockerspaniel. Im unteren Ausreißerbereich befindet sich eine zweijährige Cavalierhündin mit Syring. Einen basalen Abstand unter 27 mm zeigen ein Malteser, ein Toy Poodle und ein Yorkshire Terrier.



Graphik 15 Basaler Abstand im Vergleich der Gruppen

Interessant ist hier wieder, dass die Vermessungsparameter innerhalb der Schädelhöhle korrelieren.

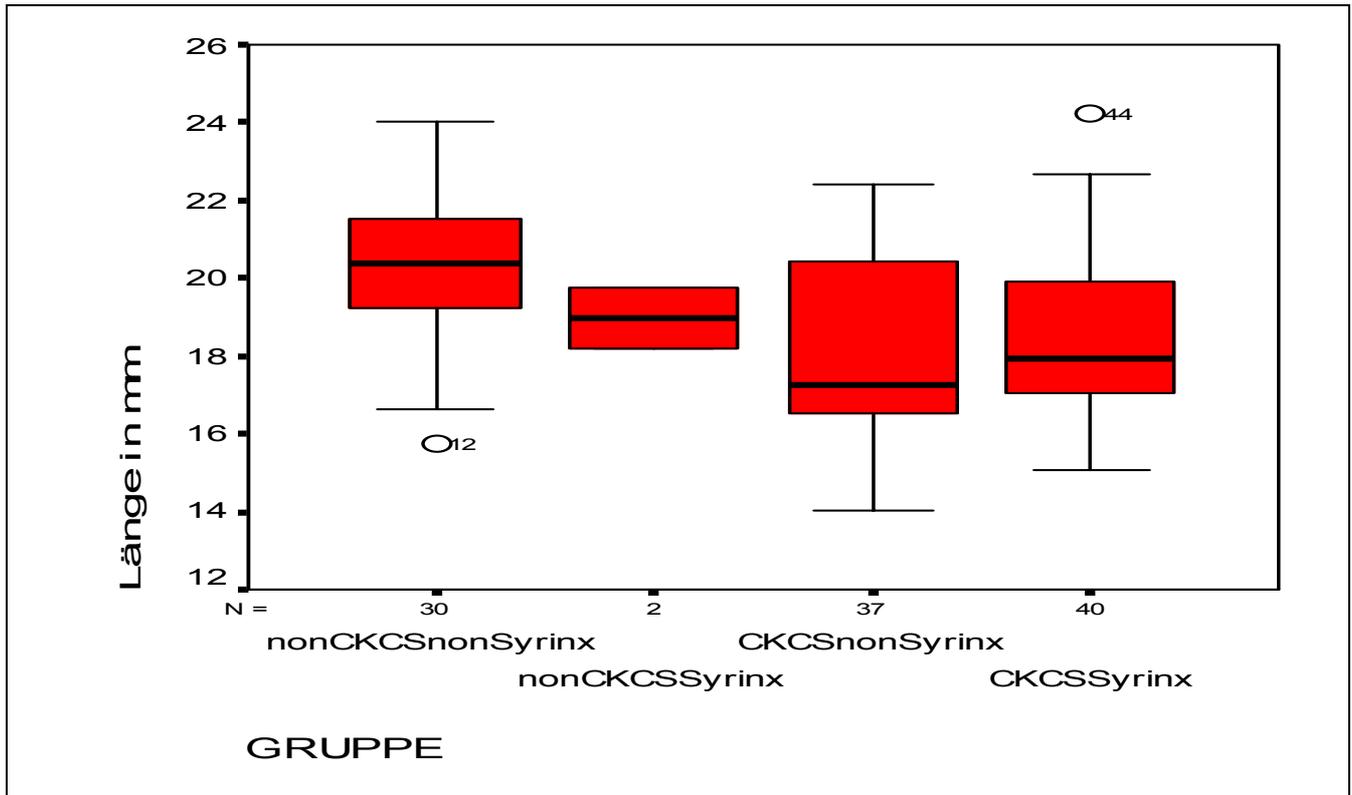
Tabelle 4 Korrelation zwischen der Twinings-Linie und dem basalen Abstand

Korrelationen			TW	BA
Spearman-Rho	TW	Korrelationskoeffizient	1,000	,431**
		Sig. (2-seitig)	,	,000
		N	109	109
	BA	Korrelationskoeffizient	,431**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,000	,
		N	109	109

** . Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 signifikant (2-seitig).

4.1.2.1.4 Squamalänge (SL)

Die Vermessung der Squamalänge kann zur Charakterisierung der äußeren kaudalen Begrenzung der Hinterhauptsgrube herangezogen werden.



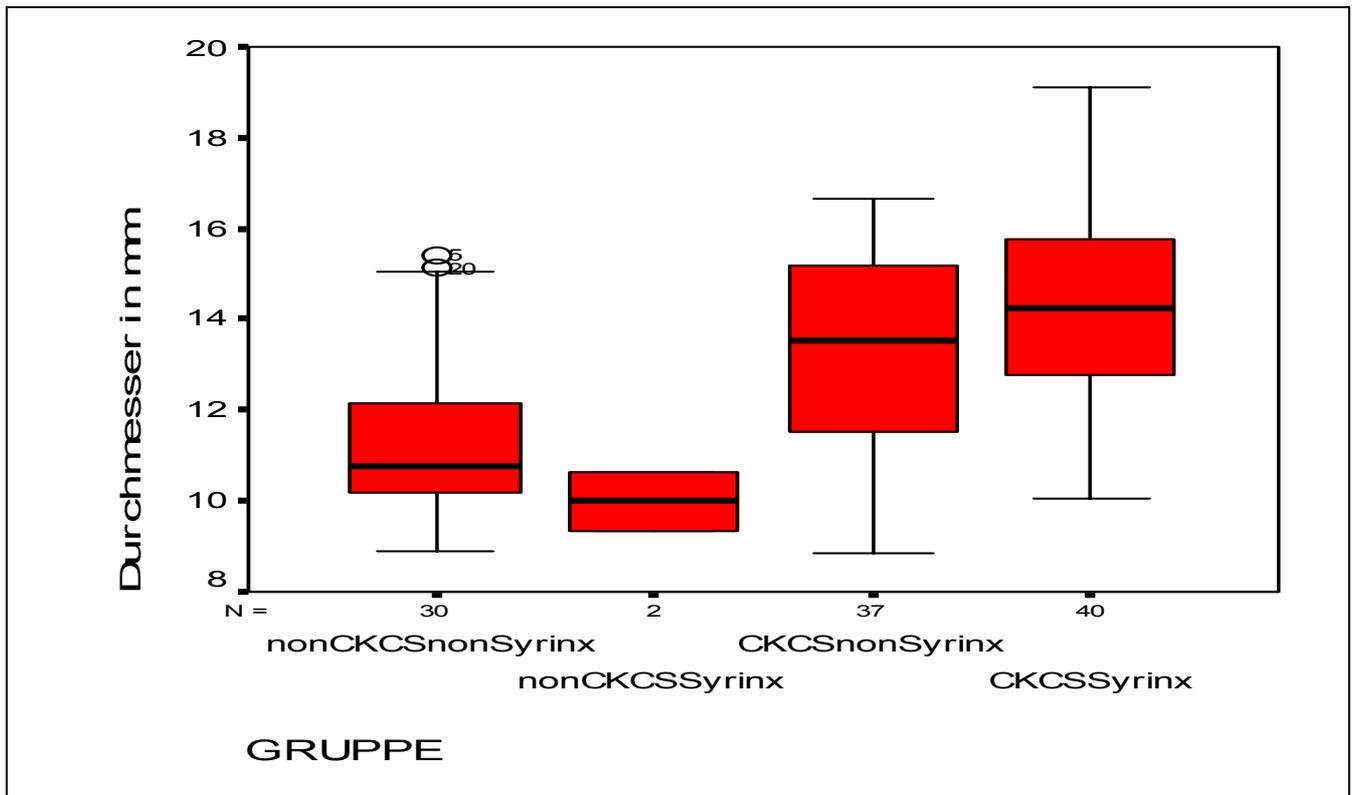
Graphik 16 Squamalänge im Vergleich der Gruppen

Die Länge der Hinterhauptsschuppe differiert zwischen der Kontrollgruppe „nonCKCS-nonSyrinx“ und den Cavalieren deutlich: Während fast die Hälfte der Kontrollgruppenhunde (46,67%) eine SL von über 20,50 mm hat, zeigen diese oder größere Längen nur 15 CKCS, wobei davon nur 6 ebenfalls eine zervikale Syrinx im Rückenmark ausgebildet haben.

Umgekehrt haben nur 13,33% der Kontrollhunde eine Squamalänge, die kleiner als 18,00 mm ist, aber 49,35% aller untersuchten CKCS, die sich dann aber wieder recht gleichmäßig auf die beiden Cavaliergruppen verteilen (siehe Anhang Tabelle 12).

4.1.2.1.5 Foramen magnum-Durchmesser (FmD)

Der Foramendurchmesser zeigt in seiner mediosagittalen Projektion eine mögliche dorsale Vergrößerung des Foramen magnum, wie es bei der caninen okzipitalen Dysplasie beschrieben wird.



Graphik 17 Durchmesser des Foramen magnum in mediosagittaler und in dorsoventraler Richtung

Fast 80% der CKCS hatten ein Foramen magnum mit einem Durchmesser von über 12,00 mm, dagegen nur knapp ein Drittel der Kontrollhunde. Innerhalb der Cavalier-Gruppe hatten 9 von 10 Hunden mit einer Erweiterung des zervikalen Zentralkanals ein solch großes Foramen. Einen Durchmesser der Hinterhauptsöffnung unter 11,00 mm zeigte zwar über die Hälfte der Kontrolltiere aber nur jeder 20. Cavalier mit einer Syringa. Die beiden Hunde mit Zentralkanalerweiterung, die nicht den Cavaliersgruppen angehören, zeigten einen Durchmesser von unter 11,00 mm (siehe Anhang Tabelle 13)

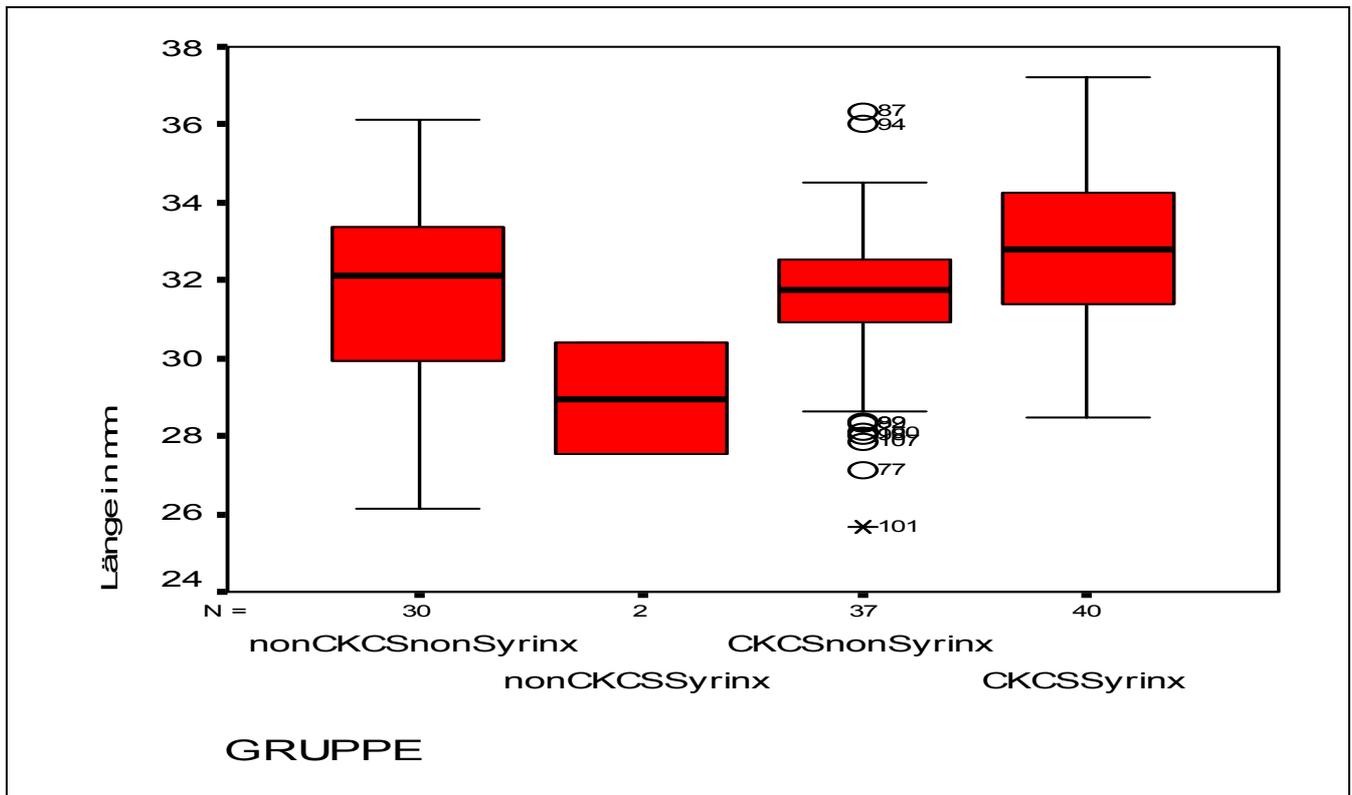
Zur Abschätzung der Größe des Foramen magnum-Durchmessers sollte man diesen in Relation zur Länge der Hinterhauptsschuppe setzen: Beide korrelieren negativ linear miteinander. Diese Korrelation gilt für die Gesamtuntersuchung (109 Tiere). D.h. umso größer der Durchmesser des Foramen magnum umso kleiner die Länge der Okzipitalschuppe und umgekehrt.

Tabelle 5 Korrelation zwischen dem Foramendurchmesser und der Squamalänge

Korrelationen			FMD	SL
Spearman-Rho	FMD	Korrelationskoeffizient	1,000	-,511**
		Sig. (2-seitig)	,	,000
		N	109	109
	SL	Korrelationskoeffizient	-,511**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,000	,
		N	109	109

** . Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 signifikant (2-seitig).

In der Addition der Werte der Squamalänge und des Foramendurchmessers zeigen 13 von 40 CKCS mit einer ausgebildeten Syrinx eine Strecke von über 34,00 mm. Eine vergleichbare oder größere Strecke ist nur bei jedem 10. Kontrollhund und nur bei vier von 37 Cavalieren ohne Syrinx gemessen worden. Dagegen zeigen 22,50% der „CKCSSyrinx“-Gruppe eine Gesamtstrecke von unter 31,00 mm, wie auch nur ein Drittel der Kontrollhunde (siehe Anhang Tabelle 14).

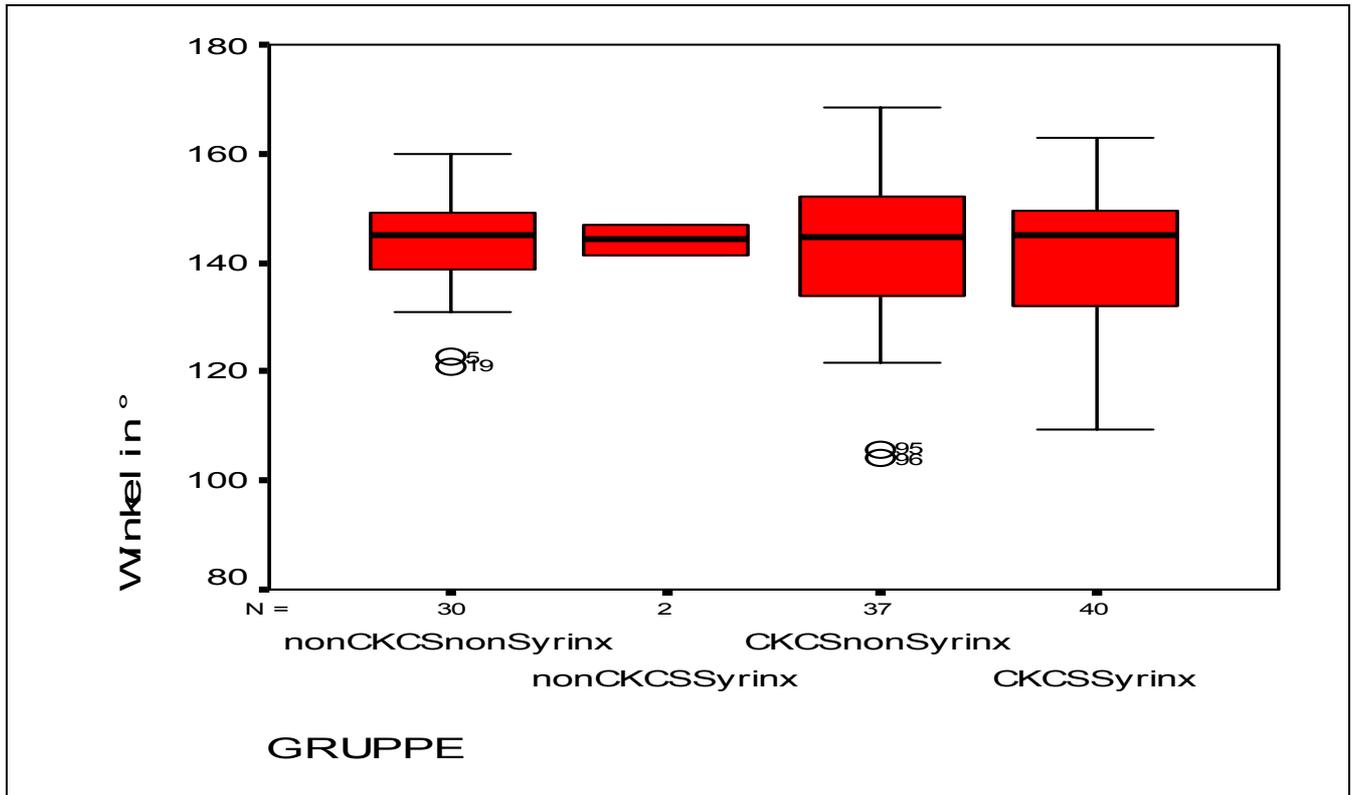


Graphik 18 Gesamtstrecke der Hinterhauptsschuppe und des Hinterhauptslöches im Vergleich der Gruppen

Insgesamt sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen weniger stark im Vergleich zu den Einzelmessungen des FmD oder der SL ausgeprägt, d.h. dass es sich bei Squamaverkürzungen oder Foramendurchmesserergrößerungen um relative Veränderungen im Vergleich zur Gesamtgröße des Hinterhauptes handelt.

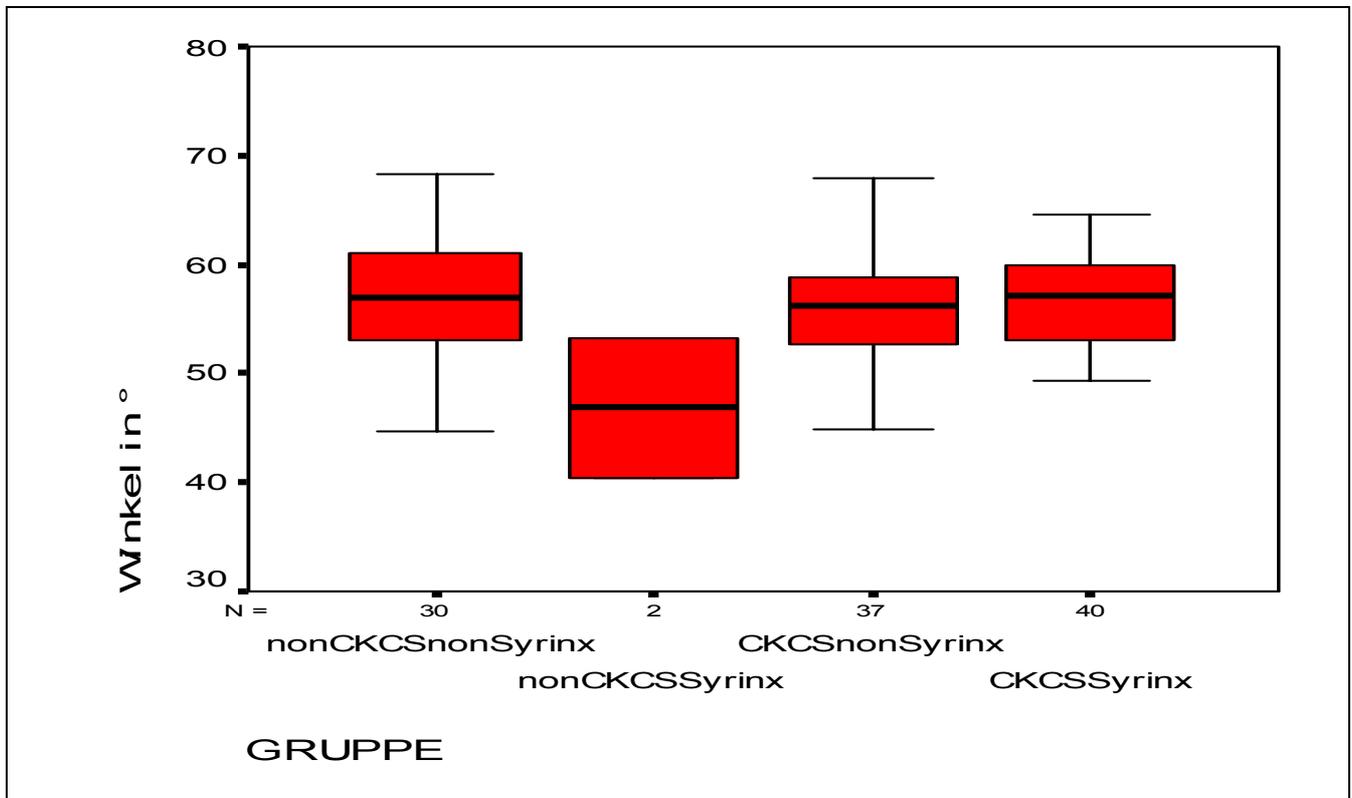
4.1.2.1.6 Hinterhauptswinkel

Zur weiteren Beschreibung der Hinterhauptsrube wurden der Tentoriumswinkel ($^{\circ}$ IOP) und der Sellawinkel ($^{\circ}$ ds) gemessen.



Graphik 19 Winkel zwischen der Linie der Squamalänge und dem Verlauf des knöchernen Tentoriums (Tentoriumswinkel oder °IOP)

Der IOP-Winkel zeigte sich bei allen Tieren recht einheitlich, wobei allerdings die Winkelgrößen innerhalb der beiden Cavalier-Gruppen von 104,0° bis 168,4° (CKCSnonSyrinx) und von 109,2° bis 163° (CKCSSyrinx) reichten. Die Winkel der Kontrollhunde liegen mit 121° bis 160° etwas enger zusammen.



Graphik 20 Winkel zwischen der Linie des Fossadurchmessers und der Linie des basalen Abstandes (Sellawinkel oder °DS)

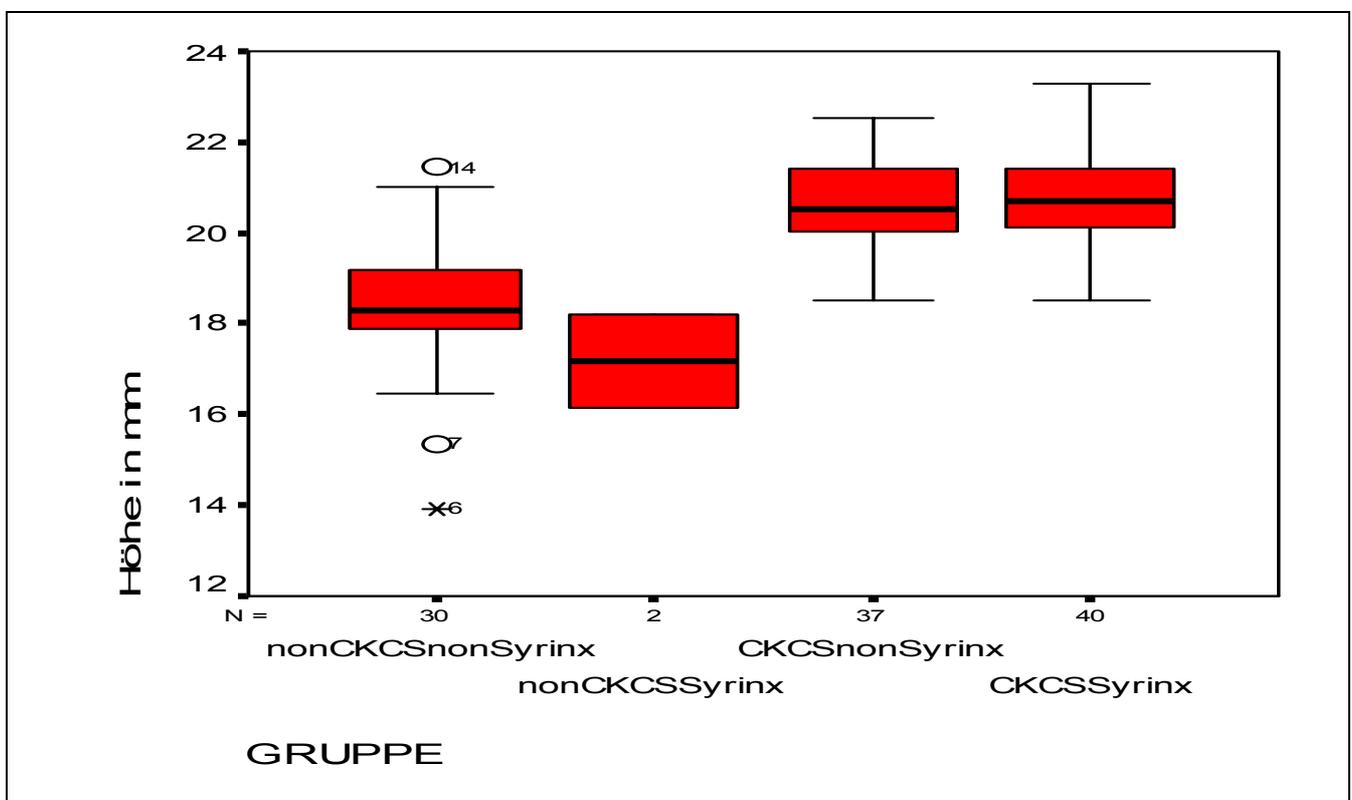
Ein ähnliches Bild ergibt sich beim Vergleich der Sellawinkel (°DS): Während die Kontrollgruppe der Nicht-Cavaliere Winkel von 44,6° bis 68,3° und die Kontrollgruppe der CKCS Winkel von 44,8° bis 67,9° aufwiesen, stellen sich in der Gruppe der CKCSSyrinx die Winkel mit 49,3° bis 64,5° etwas enger dar.

4.1.2.2 Kleinhirn

Zur Charakterisierung und Größenbeschreibung des Kleinhirnes wurden die Kleinhirnhöhe (kh), die senkrecht dazu verlaufende größte kaudale Ausdehnung der Uvula (kb/2) und das Verhältnis beider zueinander gemessen.

4.1.2.2.1 Kleinhirnhöhe (Kh)

Die Höhe der Kleinhirne zeigen deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen der Kontrollhunde und der Cavaliere im Allgemeinen. Die unteren Extremwerte in der Kontrollhundgruppe sind zum einen wieder ein kleinwüchsiger Toy Poodle und zum anderen ein Englischer Springerspaniel, dessen Kleinhirnlänge ebenfalls reduziert ist; das Cerebellum also eher hypoplastisch ist.



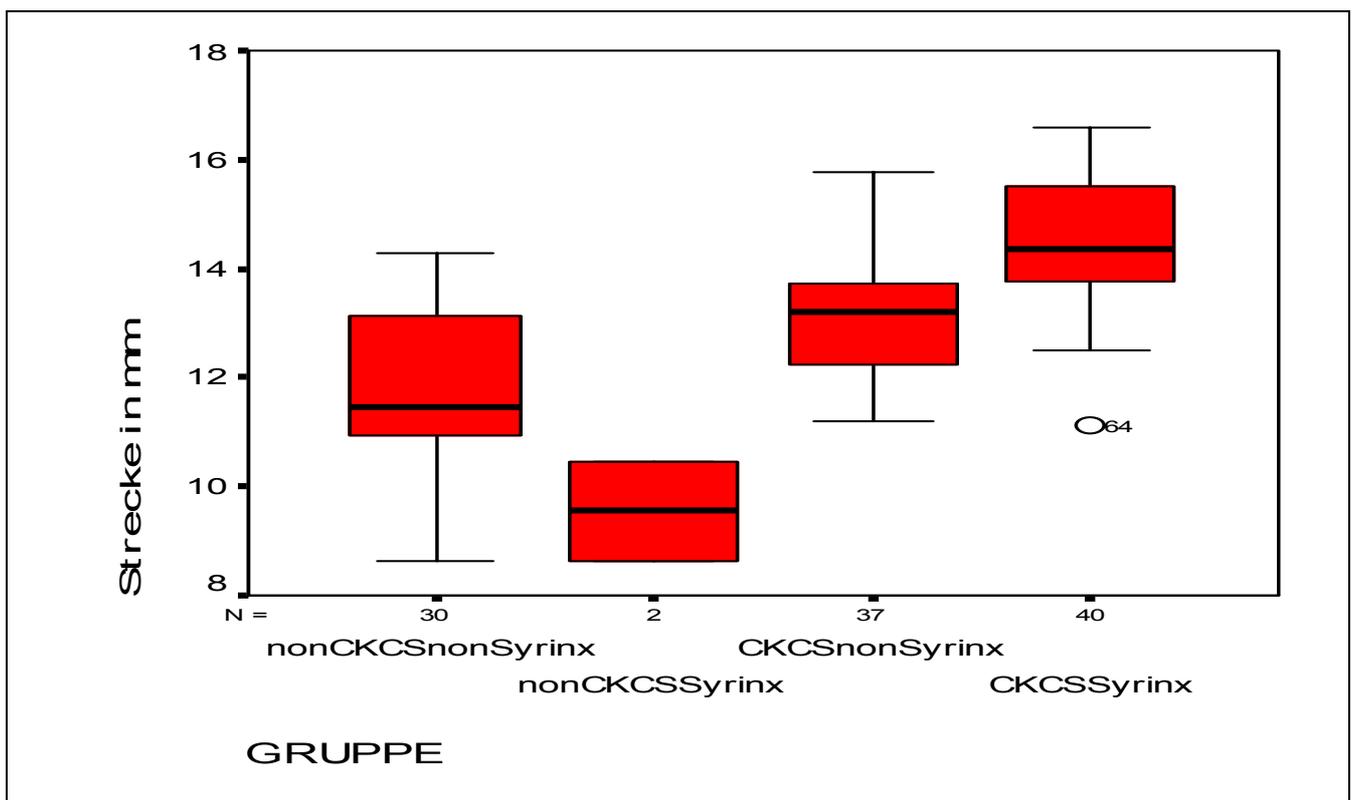
Graphik 21 Die Höhe des Kleinhirns im Vergleich der Gruppen

Kleinhirnhöhen über 20,5 mm scheinen eher charakteristisch für das CKCS-Kleinhirn, allerdings gibt es hier kaum Unterschiede in Bezug auf die Ausbildung einer zervikalen Syrinx (siehe Anhang Tabelle 15).

4.1.2.2.2 Halbe kaudale Kleinhirnlänge (kb/2)

Auch bei der Kleinhirnlänge gibt es charakteristische Unterschiede zwischen den Gruppen: Eine Kleinhirnlänge von über 13 mm ist bei über 68% der Cavaliere vorhanden, wäh-

rend das nur bei weniger als 27% der Hunde in der Kontrollgruppe der Fall ist. Eine kleine Längsausrichtung unter 11,5 mm des Cerebellum zeigt sich bei über der Hälfte aller anderen Hunderassen, jedoch nur bei drei von 77 Cavalieren. Ein hohes und weit nach kaudal reichendes Kleinhirn scheint charakteristisch für den Cavalier King Charles Spaniel zu sein.



Graphik 22 Die halbe Strecke der kaudalen Kleinhirnlänge im Vergleich der Gruppen

Noch deutlicher zeigt sich die kaudale Verlängerung des Kleinhirns bei den Hunden, die an einer Syringohydromyelie erkrankt sind: 85% dieser Hunde haben eine kaudale Kleinhirnlänge von über 13 mm und noch über 67% über 14 mm. Auf der anderen Seite gibt es in den Kontrollgruppen noch einige Tiere, deren Kleinhirnlänge größer als 13 mm ist, aber nur noch sehr wenige mit größer als 14 mm. Noch deutlicher zeigt sich der Unterschied in den unteren Segmenten: Nur ein einziger fünfjähriger Cavalier hat eine kaudale Kleinhirnlänge von unter 12,5 mm, dagegen 70% der Nicht-Cavalier und immerhin noch über 32% der Cavalier ohne Syrix (siehe Anhang Tabelle 16).

4.1.2.2.3 Verhältnis Kleinhirnlänge und Kleinhirnhöhe (kb/2:kh)

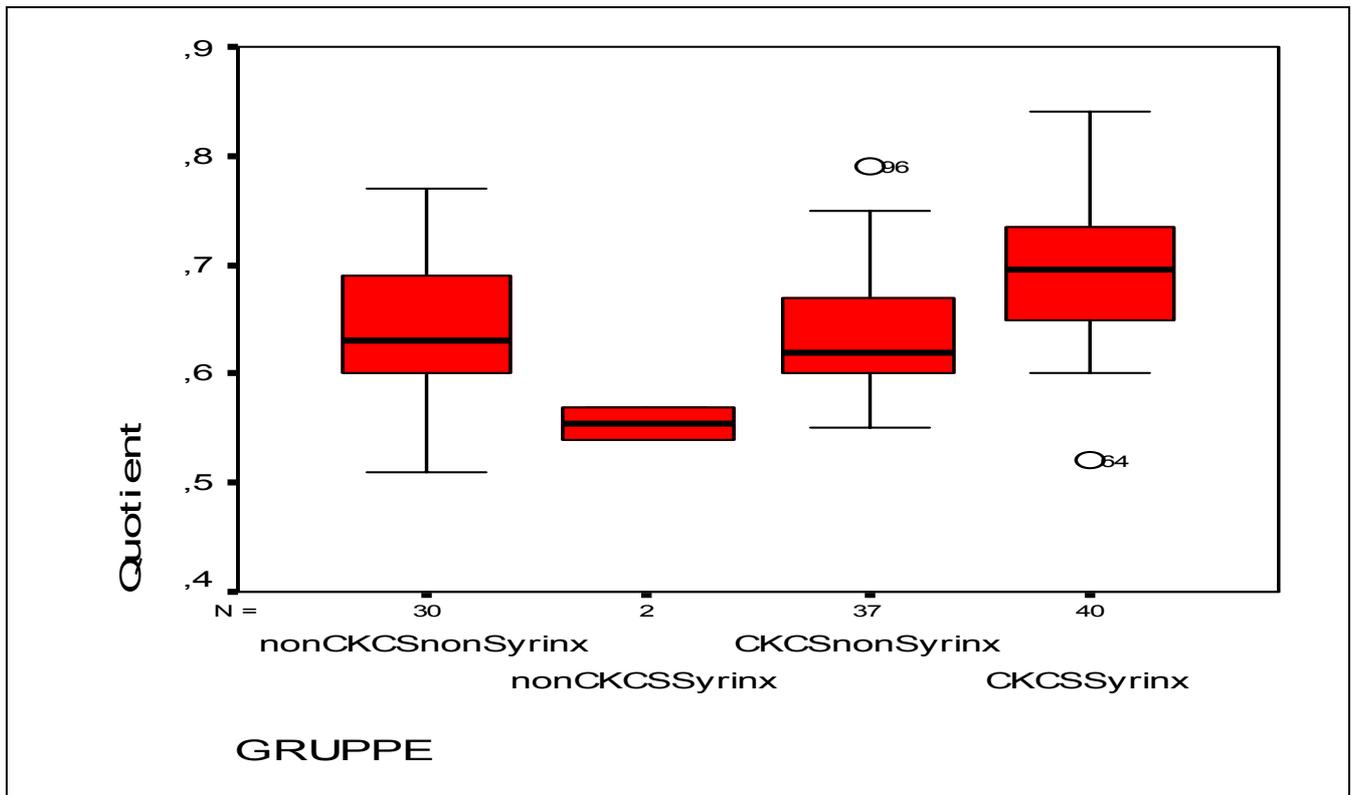
Da das Kleinhirn der meisten CKCS eine etwas andere Form aufweist und im Allgemeinen höher ist als das der verglichenen Kontrollhunde, wurde auch das Verhältnis der Kleinhirnlänge zur Kleinhirnhöhe zwischen den Rassen und zwischen den CKCS untersucht. Der Korrelationstest nach Spearman (1904) zeigt die lineare Abhängigkeit beider Messgrößen.

Tabelle 6 Korrelation zwischen Kleinhirnhöhe und -länge

Korrelationen			KH	KB/2
Spearman-Rho	KH	Korrelationskoeffizient	1,000	,578**
		Sig. (2-seitig)	,	,000
		N	109	109
	KB/2	Korrelationskoeffizient	,578**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,000	,
		N	109	109

** . Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 signifikant (2-seitig).

Der zuvor bei den Untersuchungen der Kleinhirnhöhe und –länge gefundene Unterschied zwischen den Gruppen wird von der Tendenz her bestätigt, zeigt sich jedoch nicht mehr so in seiner Deutlichkeit.

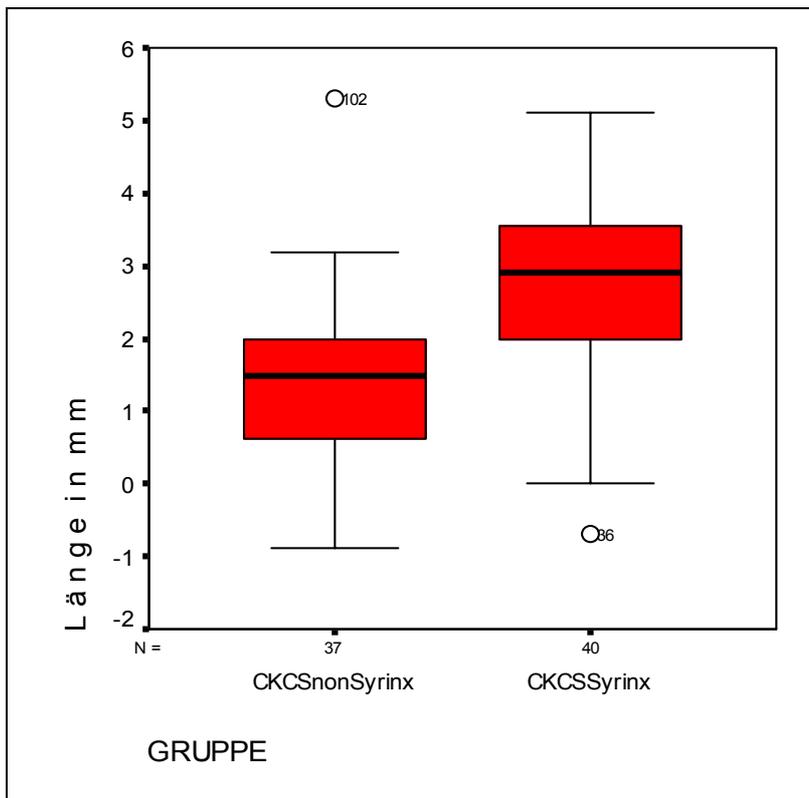


Graphik 23 Das Verhältnis der halben Kleinhirnlänge und der Kleinhirnhöhe

Einen Kleinhirnlänge/-höhe-Quotienten von über 0,70 haben zwar nur etwas über 8% der CKCS-Kontrollgruppe aber noch 20% der Nicht-Cavalier-Kontrollgruppe und auch wiederum nur 42,5% der an Syringohydromyelie erkrankten Cavaliere. Im unteren Segment bei einem Quotienten von unter 0,63 zeigt sich die Abgrenzung schon deutlicher: Während sich dort nur 3 von 40 erkrankte Cavaliere finden, haben jeweils über die Hälfte der Tiere aus beiden Kontrollgruppen einen derart kleinen Kleinhirnquotienten. Die beiden Nicht-CKCS mit einer Syrinx zeigen ebenfalls einen sehr kleinen Kleinhirnquotienten (siehe Anhang Tabelle 17)

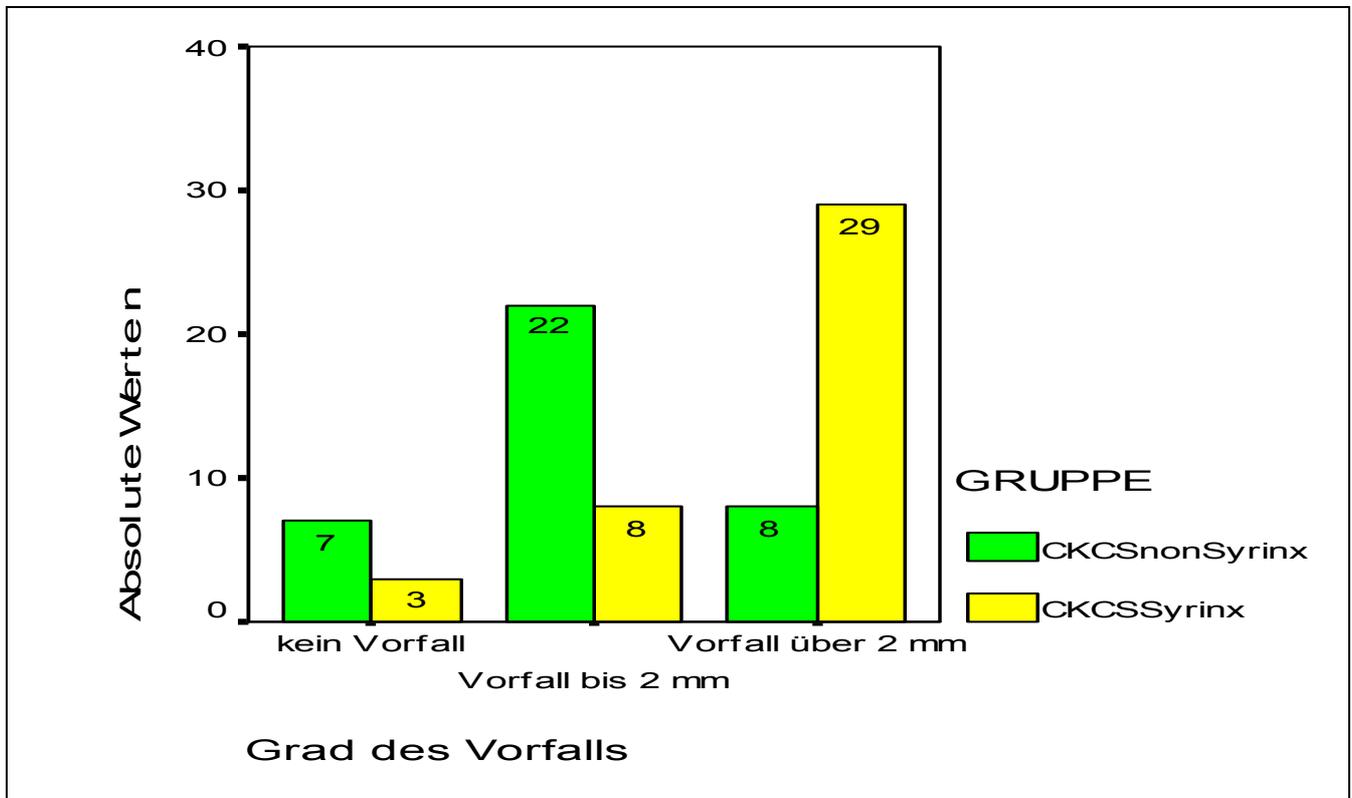
4.1.2.2.4 Messung vorgefallenes Kleinhirngewebe

Aufgrund der Voruntersuchungen von Lu et al. (2003) wurde zusätzlich zum gesamten Kleinhirn auch nur das durch das Foramen magnum vorgefallene Kleinhirngewebe gemessen und kategorisiert. Negative Werte wurden bei Hunden festgelegt, deren Kleinhirne nicht bis zur Hinterhauptsöffnung heranreichen.



Graphik 24 Länge des vorgefallenen Kleinhirngewebes

Durch die Einteilung in Gruppen „kein Vorfall“, „Vorfall bis 2 mm“ und „Vorfall über 2 mm“ ergibt sich eine interessante Verteilung innerhalb der Cavalier King Charles Hundepopulation: 29 von 40 Hunden mit Ausbildung einer Syrinx sind in der Kategorie „Vorfall über 2 mm“ geführt. In dieser Gruppe wiederum finden sich nur 8 von 37 Hunden ohne Syrinx.



Graphik 25 Verteilung der Grade eines Kleinhirngewebevorfalls in Hinblick auf die Ausbildung einer Syrinx

4.1.2.3 Spezielle Untersuchung der Syrinx bei betroffenen Hunden

4.1.2.3.1 Syrinxvolumen

Das Volumen der Syringen unterscheidet sich zwischen den einzelnen Tieren der „CKCSSyrinx“-Gruppe beträchtlich.

Tabelle 7 Mittelwerte und Standardabweichungen des Syrinxvolumens der Gruppen mit Syrinx

GRUPPE	Mittelwert in mm ³	N	Standardabweichung
nonCKCSSyrinx	146,23	2	7,68
CKCSSyrinx	314,38	40	422,15
Insgesamt	306,37	42	413,32

Da das Alter der Tiere zum Zeitpunkt der Scans kaum Einfluss auf das Volumen der Syrinx (Abkürzung: Syrinxin) hat, wurden weitere evtl. die Größe der Syrinx beeinflussende Faktoren untersucht.

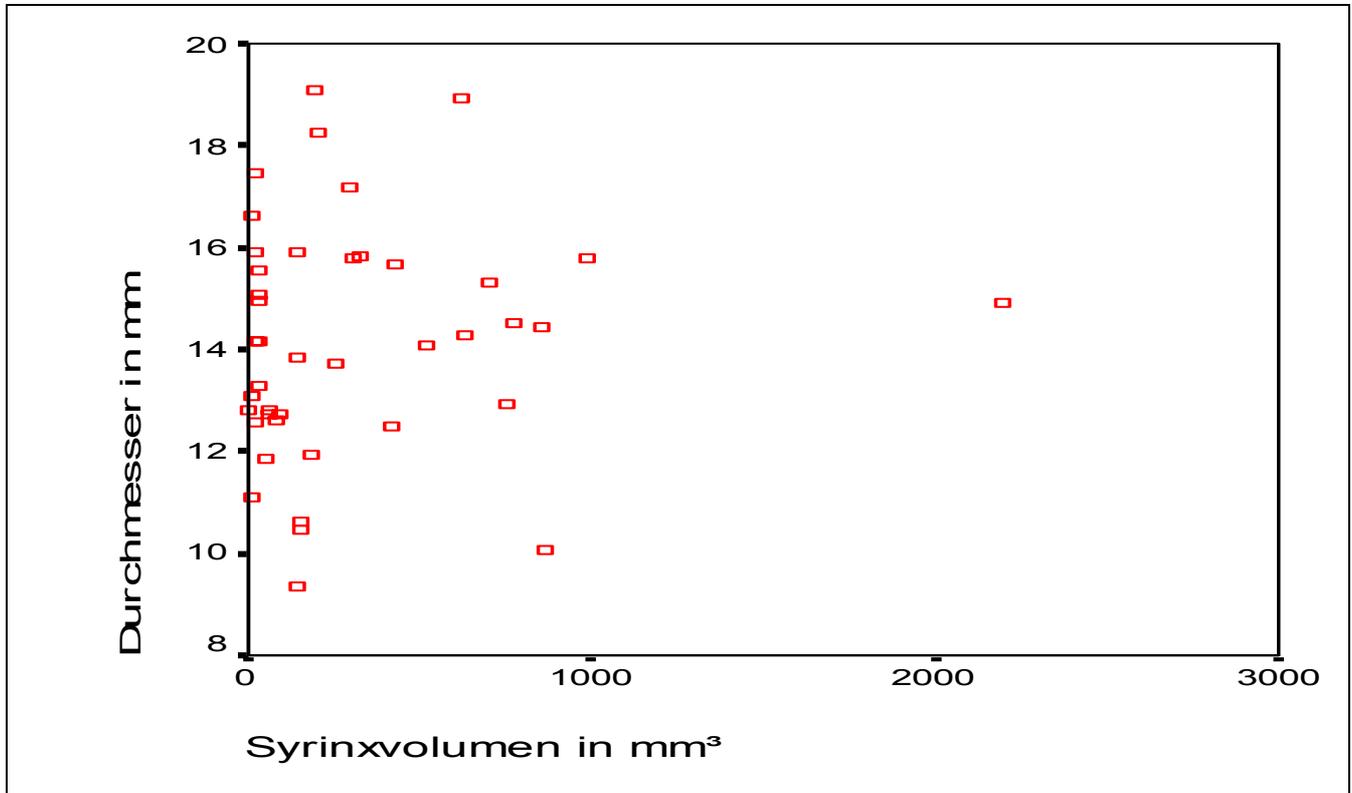
Tabelle 8 Korrelation zwischen dem Syrinxininhalt und dem Alter zum Zeitpunkt des Scans

Korrelationen				
			SYRINXIN	Alter zum Zeitpunkt des Scan
Spearman-Rho	SYRINXIN	Korrelationskoeffizient	1,000	-,059
		Sig. (2-seitig)	,	,711
		N	42	42
	Alter zum Zeitpunkt des Scan	Korrelationskoeffizient	-,059	1,000
		Sig. (2-seitig)	,711	,
		N	42	109

Innerhalb der Gruppe „CKCSSyrinx“, also der Cavaliere mit zervikomedullären Zentralkanalserweiterung ist das Verhältnis der Syrinxgröße zu bestimmten Parametern am Schädel (Durchmesser des Foramen magnum) bzw. am Kleinhirn (halbe kaudale Kleinhirnlänge) interessant.

4.1.2.3.2 Einfluss des Durchmessers des Foramen magnum

Da vorher gezeigt werden konnte, dass der überwiegende Teil der von Syringohydromyelie betroffenen Hunde eine im Vergleich mit den Kontrollhunden große Hinterhauptsöffnung hat, kann es von Bedeutung sein, inwiefern der Durchmesser das Syrinxvolumen beeinflusst.



Graphik 26 Korrelation zwischen dem Syrinxvolumen in mm³ und dem Durchmesser des Foramen magnum in mm

Es konnte allerdings nur eine sehr geringe statistische Korrelation beider Werte gefunden werden und auch die graphische Darstellung im Streudiagramm ist unauffällig. Daher ist davon auszugehen, dass der Durchmesser des Foramens kaum einen Einfluss auf das Volumen der entstandenen Zentralkanalerweiterung hat.

Tabelle 9 Korrelation zwischen dem Syrinxinhalt und dem Foramendurchmesser

Korrelationen			SYRINXIN	FMD
Spearman-Rho	SYRINXIN	Korrelationskoeffizient	1,000	,131
		Sig. (2-seitig)	,	,407
		N	42	42
	FMD	Korrelationskoeffizient	,131	1,000
		Sig. (2-seitig)	,407	,
		N	42	109

4.1.2.3.3 Einfluss der Kleinhirnlänge

Da über zwei Drittel der an Syringohydromyeli erkrankten Hunde eine kaudale Kleinhirnerverlängerung über 14 mm aufweisen, wurde eine Abhängigkeit des Syrinxvolumens zur Kleinhirnlänge untersucht.

Tabelle 10 Korrelation zwischen dem Syrinxinhalt und der Kleinhirnlänge

Korrelationen				
			SYRINXIN	KB/2
Spearman-Rho	SYRINXIN	Korrelationskoeffizient	1,000	,190
		Sig. (2-seitig)	,	,227
		N	42	42
	KB/2	Korrelationskoeffizient	,190	1,000
		Sig. (2-seitig)	,227	,
		N	42	109

Die Korrelationsuntersuchung nach Spearman (1904) zeigt eine nur geringe Korrelation bei einer zu hohen Signifikanz. Trotzdem könnten die graphische und die statistische Untersuchung die Grundlage einer Tendenz ergeben, die mit einer größeren Anzahl von Datenmaterial bestätigt werden könnte.

4.1.2.4 *Ergebnisbilder der MRT-Untersuchungen*

4.1.2.4.1 Darstellung unterschiedlicher Kleinhirne

Von den insgesamt 77 mit dem MRT untersuchten Cavalieren zeigten alle eine - im Vergleich zu anderen Rassen - ungewöhnliche Form des kaudalen Kleinhirns. Innerhalb dieser Gruppe zeigen sich aber unterschiedliche Grade der Protrusion von Kleinhirngewebe vor, in oder hinter das Hinterhauptsloch.

Ein Beispiel für eine nur geringe Ausprägung der Verlängerung des kaudalen Kleinhirns ist der Scan der 2,5 jährigen Cavaliershündin „Minnie Coulan“. Obwohl keine Syrinx aus-

gebildet wurde, ist der Zentralkanal doch recht signalintensiv, was auf eine geringgradige Flüssigkeitsansammlung dort hinweist (siehe Anhang Abbildung 5).

Deutlich durch das Hinterhauptsloch verlängert dagegen ist das Kleinhirngewebe der 8,5 jährigen Cavaliershündin „Holly Bond“. Eine zervikomedulläre Syrinx war ebenfalls ausgebildet, die aber aufgrund einer leichten Drehung im Hals beim mediosagittalen Scan nicht gezeigt werden kann (siehe Anhang Abbildung 6).

In der transversalen Schnittebene direkt kaudal des Foramen magnum erkennt man das auf dem Rückenmark gelegene Kleinhirngewebe eines 1,5 jährigen männlichen CKCS namens „Calet Buckley“ (siehe Anhang Abbildung 7).

Angesichts des Fehlens einer normal ausgebildeten Kleinhirnstruktur bei allen Cavalier King Charles Spaniel wird zum Vergleich der mediosagittale Schnitt eines 8,5 jährigen Cairn Terrierrüden namens „Don Robinson“ herangezogen. Auffällig ist die fast runde Struktur des Cerebellum im Vergleich zu der veränderten Form des Kleinhirns der Cavaliere und die Durchgängigkeit des Ventriculus quartus zur Cisterna cerebellomedullaris (siehe Anhang Abbildung 8).

4.1.2.4.2 Chiari-Missbildung als Zufallsbefund

In der Regel sind die Symptome der Chiari-Malformation und der damit verbundenen Syrinx so signifikant, dass eine MRT-Untersuchung gezielt zur Darstellung der Kleinhirn- und Rückenmarksveränderungen genutzt wird. In seltenen Fällen ist der Kleinhirnvorfall aber auch Zufallsbefund einer anderen im Vordergrund stehenden Erkrankung wie bei einem an einem Großhirntumor im Frontallappen erkranktem neun Monate alten Cavaliersrüden namens „Bobby Williams“ (siehe Anhang Abbildung 9).

4.1.2.4.3 Darstellung der mit der Chiari-Malformation verbundenen Veränderungen im Rückenmark

Wie bereits angedeutet, gibt es verschiedene Grade der Flüssigkeitsansammlungen im Rückenmark. Weiterhin wird grundsätzlich zwischen der kanalikulären und der extrakana-

likulären Ansammlung unterschieden, was aber in der MRT-Untersuchung in keinem Fall gelang und der postmortalen Untersuchung vorbehalten bleibt.

Eine sehr geringgradige Syrinxdarstellung zeigt der T2-abgeleitete Scan des achtmonatigen CKCS-Rüden „Henry Warding“ (siehe Anhang Abbildung 10).

Während im vorherigen Scan das umgebende Rückenmark kaum beeinflusst wird, kann bei großen Syringen das Rückenmarksgewebe weit an den Rand des Wirbelkanals gedrängt werden. Bei der Untersuchung des neunjährigen Cavaliererrüden namens „Charlie Gardner“ zeigt sich eine deutliche Syrinx mit vereinzelt Septierungseinkerbungen. Da die Syrinx insgesamt aber sehr homogen wirkt, könnte es sich eher um eine vormals mehrkammerige Flüssigkeitshöhle handeln, die zu einer einkammerigen Syrinx zusammengeflossen ist (siehe Anhang Abbildung 11).

Im Transversalschnitt zeigt sich wie viel Raum die Syrinx im Wirbelkanal einnimmt (siehe Anhang Abbildung 12).

Neben der typischen einkammerigen Syrinx können auch solche Exemplare auftreten, die an mehreren Stellen im zervikalen, thorakalen oder sogar lumbalen Rückenmark Erweiterungen des Zentralkanals zeigen. Ihre Charakterisierung ist zur Erklärung der evtl. vorliegenden Symptome und deren Zuordnung zu den Marksegmenten und zur Entscheidung über eine chirurgische Eröffnung der Syrinx wichtig.

Die Untersuchung des fünfjährigen CKCS-Rüden „Jasper Scott“ zeigt eine mehrfache Erweiterung des Zentralkanals über mindestens vier Halswirbel (siehe Anhang Abbildung 13).

4.1.2.4.4 Untersuchungen über vermehrte Flüssigkeitsansammlungen in den Gehirnentrikeln

Im Falle einer Erweiterung der inneren Liquorräume (oder des Ventrikelsystems) spricht man von einem Hydrocephalus internus. Da bei einigen Cavalierhunden mit einer Chiari-Malformation die Gehirnentrikel erweitert sind, soll diese Veränderung hier auch dargestellt werden.

Beide lateralen Gehirnentrikel des vierjährigen Cavalierhündens „Ceril Lynch“ waren gleichmäßig vergrößert. Der dritte und vierte Ventrikel dagegen normal groß (siehe Anhang Abbildung 14).

Bei der Untersuchung des Gehirns des dreieinhalbjährigen Cavalierhündens „Whiskey Dunn“ zeigt sich eine deutliche Erweiterung besonders des rechten lateralen Ventrikels, wobei bei diesem Hund auch die übrigen Ventrikel (in diesem Transversalschnitt nicht sichtbar) vermehrt flüssigkeitsgefüllt sind (siehe Anhang Abbildung 15).

4.1.2.4.5 Darstellung flüssigkeitsgefüllter Zentralkanalserweiterungen anderer Rassen

Im ersten Fall zeigt ein neun Jahre alter West Highland White Terrierhündin namens „Frosty Gabbolt“ die Ausbildung einer moderat großen Syrinx. Da das Ventrikelsystem unauffällig und die Form des Cerebellum artgemäß ist, bleibt die Genese dieser Zentralkanalserweiterung unklar. Eine erworbene (traumatische) Ursache kann nicht ausgeschlossen werden (siehe Anhang Abbildung 16).

Der zweite Hund, ein nur sieben Monate alter Malteserhündin namens „Scrappy Daniels“ leidet an einem deutlichen Hydrocephalus internus. Die Form des Kleinhirns zeigt eine geringe Verlängerung der kaudalen Anteile, die aber zumindest zeitweise den freien Abfluss des Liquors vom vierten Ventrikel in die Cisterna cerebellomedullaris während der embryonalen Entwicklung verhindert haben könnte und so die Ausbildung einer Syrinx bedingte (siehe Anhang Abbildung 17).

4.2 **Ergebnisse der Untersuchung an der Cavalierhündin „Carlina“**

4.2.1 Computertomographische Untersuchung

Mit Hilfe der zum CT gehörigen Computer-Software können einzelne Körperteile aus den Schnittprojektionsebenen wieder vollständig zusammengesetzt werden. Dabei kann der

Schwerpunkt in Richtung Darstellung der Haut, Muskeln und inneren Weichteilgewebe oder in Richtung Knochen variieren. Zur Darstellung anatomischer Knochenbesonderheiten wurde eine Knochendarstellung gewählt. Da die Schichtcollimation 0.75 mm beträgt, werden sehr dünne Knochenplatten nicht projiziert. Dadurch entsteht der Eindruck der Knochenlöchrigkeit im Bereich der okzipitalen Squama bzw. in den Partes laterales, was sich aber in der Kontrolle der Präparationsuntersuchung nicht bestätigte und somit als Artefakt gelten muss. Die dorsale Erweiterung der Hinterhauptsöffnung wird korrekt dargestellt (siehe Anhang Abbildung 18).

Im zentro-kaudo-kranialen Aspekt kann man durch den zervikalen Wirbelkanal in das Foramen magnum blicken und weiter in die Hinterhauptsgrube. Wiederum fallen die scheinbare Knochenlöchrigkeit der Hinterhauptsplatte auf (siehe Anhang Abbildung 19).

In der sagittalen Schnittebene lässt sich das zervikale Rückenmark in seiner Längsausrichtung am besten darstellen. Die hier verwendete Darstellung zeigt zur Projektion der medullären Zentralkanalserweiterung eine linkssagittale Ebene. Zur besseren Differenzierung der Gewebe werden diese durch unterschiedliche Farben repräsentiert (siehe oben). Flüssigkeit kann insbesondere im medialen Rand der linken Orbita, in den Ventrikeln und im vorliegenden Fall im dorsalen zervikalen Rückenmark vermutet werden (siehe Anhang Abbildung 20).

Die Flüssigkeitserweiterung im Rückenmark kann durch eine transversale Darstellung der CT-Untersuchung diagnostiziert werden. Der Transversalbereich liegt ungefähr im Rückenmark des zweiten Halswirbels. Die leicht linksseitige Aufhellung deutet auf Flüssigkeit im Gewebe hin. Wiederum wurde zur besseren Darstellung der Flüssigkeit ein Falschfarbbild verwendet (siehe Anhang Abbildung 21).

4.2.2 Befunde nach der makroskopischen Präparation

Der Schädel und die Halswirbel wurden vom übrigen Körper abgetrennt. Die Präparation der Haut und der darunter liegenden Muskelschichten am Kopf und Hals zeigten keine krankhaften Veränderungen. Die durch die CT-Untersuchung am Hinterhauptsbein vermu-

tete Ausdünnung des Schädelknochens im Lateral- und im Schuppenbereich bestätigte sich. Die Knochensubstanz war in diesen Bereichen fast durchsichtig und blasenartig nach außen gedrückt. Das Foramen magnum hatte eine mehr abgerundete Dreiecksform mit einer deutlichen dorsalen Öffnung (siehe Anhang Abbildung 22).

Aus der nach dorsal erweiterten Hinterhauptsöffnung zeigte sich deutlich vorgefallenes Kleinhirngewebe, das auf den Rückenmarkshäuten aufliegend in den Wirbelkanal des ersten Halswirbels hineinragte. Im Bereich des zweiten und dritten Halswirbels zeigte sich links dorsal eine schmale Flüssigkeitsansammlung im Rückenmarksgewebe, die nach außen durchschimmerte (siehe Anhang Abbildung 23).

Bei der halbseitigen Eröffnung des Schädels wurde der Ursprung des durch das Foramen magnum vorgefallenen Gewebes deutlich als Kleinhirngewebe erkennbar (siehe Anhang Abbildung 24).

In der Übersicht im Sektions-Sagittalschnitt sind die vorgefallenen Kleinhirnanteile erkennbar und weiter zu spezifizieren. Im Falle des hier untersuchten Hundes sind sowohl die distalen Nodus- als auch distale Uvulateile verlängert und durch das Foramen magnum prolapiert. Beide Teile werden durch die Fissura uvulonodularis getrennt (siehe Anhang Abbildung 25).

Die Herkunft des vorgefallenen Kleinhirngewebes wird erst in der Detailansicht deutlich und lässt vermuten, dass mehrere Blätter des Kleinhirns am vorgefallenen Gewebe beteiligt sind (siehe Anhang Abbildung 26).

Das vorgefallene Kleinhirngewebe ist allerdings schwer zu identifizieren. Es ist möglich, dass auch Teile der Kleinhirnpyramide prolapiert sind.

4.2.3 Ergebnisse der morphometrischen Untersuchung am Schädel von Carlina

Insgesamt passen die Abmessungen von Carlina's Kleinhirn und des Hinterhauptes sehr gut zu den Werten, die bei den anderen Cavalieren mithilfe des MRT ermittelt wurden. Der Kleinhirnquotient ist mit 0,79 sehr groß, bestätigt aber insgesamt ihre Zugehörigkeit zur „Syrinx-Gruppe“ und den dort vermehrt gefundenen hohen Kleinhirnquotienten. Einzig

der Durchmesser des Foramen magnum erscheint bei Carlina trotz großer dorsaler Erweiterung im Vergleich geringer als bei den meisten der untersuchten Hunde.

Tabelle 11 Ergebnisse der morphometrischen Untersuchung

Carlina Lauritsen	tw	fd	rl	fmd	sl	kh	kb/2	kb/2/ kh	h	h1	h2	h1/h2	ds°	IOP°
	29,0 mm	28,0 mm	28,0 mm	10,5 mm	21,0 mm	19,0 mm	15,0 mm	0,79	43,0 mm	18,5 mm	24,5 mm	0,76	58°	108°

4.2.4 Histologische Untersuchung der syringealen Erweiterung im zervikalen Rückenmark

Die gesamte Länge des von der Syrinx beeinflussten Rückenmarksgewebes im Bereich C2 und C3 wurde aus dem Wirbelkanal herausgetrennt, querschnitten, präpariert und in der 2,5 fachen Lupenvergrößerung fotografiert. Besonders interessante Abschnitte fanden sich im kaudalen Bereich des zweiten und dritten Zervikalwirbels.

4.2.4.1 *Querschnitt im kaudalen Bereich des zweiten Zervikalsegments*

4.2.4.1.1 Äußere Gestalt

Nach Eröffnung und Entfernung der Dura mater während der Sektion ist der Rückenmarksquerschnitt noch fast vollständig von der Arachnoidea und dem darunter liegenden Cavum subarachnoidale mit den intraduralen Abschnitten der Radices dorsales et ventrales umgeben (siehe Anhang Abbildung 27).

Lateral befinden sich jeweils kleine Blutgefäße unterhalb der Radix dorsalis, ventromedial der Radices ventrales ziehen jeweils große Gefäße, die vermutlich in vivo venöses Blut

geführt haben. Genau unterhalb der Fissura mediana ventralis liegt ein kleines Blutgefäß, wahrscheinlich die A. spinalis ventralis.

Umgeben wird das Rückenmark von einer leicht abgelösten Pia mater.

Auffällig ist die gut ausgebildete Fissura mediana, die noch andeutungsweise von Pia mater ausgekleidet ist. Der Sulcus medianus dorsalis ist um ca. 60° nach rechts, d.h. im Uhrzeigersinn verschoben. Der Sulcus lateralis dorsalis sinister kann dadurch am dorsalen Pol des Rückenmarkquerschnittes vermutet werden.

Ein weiteres Anzeichen für die Verschiebung der Rückenmarksymmetrie zeigt die eindeutig laterale Lage der intraduralen Radix dorsalis dextri.

4.2.4.1.2 Innere Struktur

Ein ungefähr 1/10 der Gesamtquerschnittsfläche einnehmender Geweberiss auf der linken Seite ist augenscheinlich. Er hat offenbar eine ventrale Verbindung zur Fissura mediana und reicht fast zur Außenhülle des Rückenmarks.

Eine spezifische Auskleidung dieses Risses ist nicht erkennbar. Das umgebende Gewebe ist zum größten Teil weiße Substanz, nur an der rechten ventralen Seite grenzt der Geweberiss an graue Substanz.

Weißer und graue Substanz sind sehr uneinheitlich und asymmetrisch verteilt. Die graue Substanz hat ihre typische Schmetterlingsform verloren und zeigt eher eine ei-förmige Gestalt mit deutlich größeren Anteilen auf der rechten Seite.

Auf der linken Seite kann aufgrund der flachen zellkernreichen Auskleidung (Ependym) des Lumens der Zentralkanal vermutet werden. Eine direkte Verbindung zum Geweberiss ist nicht erkennbar.

4.2.4.2 *Querschnitt im kaudalen Bereich des dritten Zervikalsegments*

4.2.4.2.1 Äußere Gestalt

Die Arachnoidea ist in diesem Segment im rechten dorsolateralen Bereich zusammen mit der eigentlich darunter liegenden Pia unvollständig. Die rechte Radix dorsalis ist ebenfalls entfernt (siehe Anhang Abbildung 28).

Im Cavum subarachnoideale sind links lateral zwei kleine Gefäße zu sehen. Die weiter kranial gefundenen ventrolateralen vermutlich venösen Gefäßschnitte sind hier deutlich kleiner und nur rechts eindeutig. Unterhalb der Fissura mediana kann in diesem Segment über ein arterielles Gefäß nur spekuliert werden.

Äußerlich zeigt der Rückenmarksquerschnitt in diesem Bereich eine deutliche mit Pia ausgekleidete Fissura mediana. Lateral davon deuten sich die Sulci laterales ventrales an. Der Sulcus medianus dorsalis ist weniger deutlich und um ca. nur 50° nach rechts verschoben. Der Sulcus lateralis sinister liegt deutlich weiter lateral als üblich.

Die Radix ventralis dextri befinden sich mehr ventral als diejenige auf der linken Seite.

4.2.4.2.2 Innere Struktur

Der Geweberiss links ist deutlich kleiner als im vorher beschriebenen Segment und liegt zum größten Teil in der weißen Substanz. Nur der zentroventrale Teil des Risses hat Kontakt zur grauen Substanz und zeigt evtl. eine poröse Verbindung zum Zentralkanal.

Dorsal des vollständig mit Ependymzellen ausgekleideten Zentralkanals befindet sich ein kleinerer in der grauen und weißen Substanz liegender Geweberiss.

Insgesamt sind die Veränderungen im weiter kaudal liegenden Segment trotz des zweiten Risses nicht so gravierend. Alle Geweberisse können als Syringen bezeichnet werden, da davon auszugehen ist, dass sie liquorgefüllt waren und im Zusammenhang mit der Chiari-

Erkrankung standen. Eine Ependymauskleidung war an keiner Stelle vorhanden (extrakanalikuläre Syrinx).

Die poröse Auflockerung des Gewebes zwischen Zentralkanal und linkem Geweberiss (Syrinx) könnte ein Hinweis auf eine Kommunikation zwischen beiden sein.