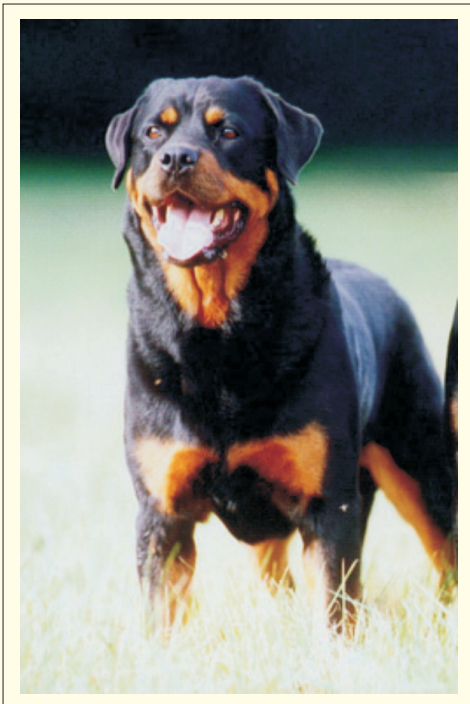


# POPULATIONSGENETISCHE ANALYSEN ZUR HÜFTGELENKSDYSPLASIE BEIM ROTTWEILER



Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
beim Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

EVA MAIMER

**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**  
édition scientifique

ISBN 3-89687-680-5

**Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.**

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2004

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1<sup>st</sup> Edition 2004

© 2004 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, WETTENBERG  
Printed in Germany



**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**  
édition scientifique

GLEIBERGER WEG 4, D-35435 WETTENBERG  
Tel: 06406-4413 Fax: 06406-72757  
Email: VVB-IPS@T-ONLINE.DE

[www.doktorverlag.de](http://www.doktorverlag.de)

Aus dem Institut für Tierzucht und Haustiergenetik  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. G. Erhardt

**POPULATIONSGENETISCHE ANALYSEN  
ZUR HÜFTGELENKSDYSPLASIE  
BEIM ROTTWEILER**

INAUGURAL-DISSERTATION  
Zur Erlangung des Doktorgrades beim  
Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von  
EVA MAIMER  
Tierärztin aus Bad Arolsen

Gießen 2003

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan: Prof. Dr. Dr. h.c. B. Hoffmann

---

1. Berichterstatter: Prof. Dr. G. Erhardt

2. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Würbel

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Dezember 2003

für meine Eltern und meinen Bruder

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Inhaltsverzeichnis	I
Verzeichnis der Abbildungen	IV
Verzeichnis der Tabellen	VI
Verzeichnis der Abkürzungen	VIII
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Literaturübersicht</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Rottweiler</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Hüftgelenkdysplasie</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1 Definition und Vorkommen der Hüftgelenkdysplasie</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2 Diagnostik der HD</b>	<b>9</b>
2.2.2.1 Klinische Symptome	9
2.2.2.2 Röntgen	10
<b>2.2.3 Beurteilung der Röntgenaufnahme</b>	<b>15</b>
2.2.3.1 Winkelmessung nach NORBERG	16
2.2.3.2 Auswertung nach den Richtlinien der FCI	17
2.2.3.3 Röntgendichte	21
2.2.3.4 HD-Frequenz beim Rottweiler	22
<b>2.2.4 Heritabilität</b>	<b>24</b>
<b>2.2.5 Einflussfaktoren auf die Hüftgelenkdysplasie</b>	<b>26</b>
2.2.5.1 Geschlecht	26
2.2.5.2 Wachstumsgeschwindigkeit	27
2.2.5.3 Gewicht	28
2.2.5.4 Muskelmasse	29
2.2.5.5 Bewegungsaktivität	30
2.2.5.6 Alter	30
2.2.5.7 Geburtsmonat	33
2.2.5.8 Stoffwechselstörungen	34
2.2.5.9 Inzucht	35
<b>2.3 Zuchtwertschätzung</b>	<b>37</b>
<b>2.3.1 Anwendung</b>	<b>37</b>
<b>2.4 Zuchtprogramme und Selektionserfolge</b>	<b>40</b>
<b>2.4.1 Zuchtprogramme</b>	<b>40</b>
2.4.1.1 Rahmenrichtlinien nationaler Dachorganisationen (VDH)	41
2.4.1.2 Rasseinterne Programme	42
<b>2.4.2 Selektionserfolge</b>	<b>43</b>

---

<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>45</b>
<b>3.1</b>	<b>Material</b>	<b>45</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Material für die Erarbeitung eines Zuchtplans</b>	<b>48</b>
3.1.1.1	Material für die Verzögerung zwischen Röntgen- und Auswertungsdatum	48
3.1.1.2	Material für die Ermittlung der Umwelteffekte auf HD	48
3.1.1.3	Material für die Ermittlung des Zeittrends in der HD-Beurteilung	49
3.1.1.4	Material für die Heritabilitätsschätzungen	49
3.1.1.5	Material für die Vorhersage der HD aus den Relativzuchtwerten	50
3.1.1.6	Material für die simulierte Selektion	50
<b>3.1.2</b>	<b>Material für die Überprüfung des umgesetzten Zuchtplans</b>	<b>51</b>
<b>3.2</b>	<b>Statistische Methoden</b>	<b>52</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Ermittlung von Umwelteffekten auf HD</b>	<b>52</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Heritabilitätsschätzung</b>	<b>53</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Untersuchung der HD-Skala</b>	<b>55</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Inzucht</b>	<b>56</b>
<b>3.2.5</b>	<b>Ermittlung des Zeittrends in der HD-Beurteilung</b>	<b>56</b>
<b>3.2.6</b>	<b>Vorhersage der HD aus den Relativzuchtwerten</b>	<b>57</b>
<b>3.2.7</b>	<b>Simulierte Selektion</b>	<b>57</b>
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>59</b>
<b>4.1</b>	<b>Ergebnisse zur Erarbeitung eines Zuchtplans</b>	<b>59</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Deskriptive Statistik zur HD-Situation</b>	<b>59</b>
4.1.1.1	Verzögerung zwischen Röntgen- und Auswertungsdatum	59
4.1.1.2	Eingetragene Hunde	60
4.1.1.3	Röntgendichte	61
4.1.1.4	HD-Befunde	65
4.1.1.5	Einflüsse auf das HD-Ergebnis	66
4.1.1.6	HD der Elterntiere	70
4.1.1.7	HD-Selektion	73
4.1.1.8	Ergebnisse der Zuchttauglichkeitsprüfungen	76
4.1.1.9	Generations- und Transferintervall	77
<b>4.1.2</b>	<b>Umwelteffekte</b>	<b>78</b>
4.1.2.1	Inzucht	78
4.1.2.2	Varianzanalyse	79
4.1.2.3	Zeittrend	85
<b>4.1.3</b>	<b>Genetische Analyse</b>	<b>87</b>
4.1.3.1	Korrelation zwischen HD Mutter und HD Vater	87
4.1.3.2	Heritabilitätsschätzungen	87
4.1.3.3	Untersuchung der HD-Skala	90
4.1.3.4	Genetischer Trend	91
<b>4.1.4</b>	<b>Zuchtwertschätzung</b>	<b>92</b>
<b>4.1.5</b>	<b>Simulierte Selektion</b>	<b>94</b>
<b>4.2</b>	<b>Überprüfung des umgesetzten Zuchtplans</b>	<b>98</b>

---

<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>101</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>119</b>
<b>7</b>	<b>Summary</b>	<b>121</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>123</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>138</b>
<b>9.1</b>	<b>FCI-Standard des Rottweilers (in Auszügen)</b>	<b>138</b>
<b>9.2</b>	<b>Verteilung der HD-Befunde der pro Geburtsjahr geröntgten Hunde</b>	<b>140</b>
<b>9.3</b>	<b>Verteilung der Relativzuchtwerte auf verschiedene HD-Klassen</b>	<b>141</b>
<b>9.4</b>	<b>Zuchtplan zur Bekämpfung der Hüftgelenkdysplasie beim Rottweiler</b>	<b>142</b>



## Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
Abbildung 1: Rottweiler um die Jahrhundertwende (aus R. Strebel, "Die deutschen Hunde", 1905).....	5
Abbildung 2: Rottweiler im heute gewünschten Typ (Foto: Kästler).....	5
Abbildung 3: HD-Röntgenaufnahme mit gestreckten Hintergliedmaßen (Position I)	13
Abbildung 4: HD-Röntgenaufnahme mit gebeugten Hintergliedmaßen (Position II)	14
Abbildung 5: Messung des Norbergwinkels ( $\alpha$ ) am Röntgenbild .....	17
Abbildung 6: Röntgenbild eines HD-freien Rottweilers .....	18
Abbildung 7: Röntgenbild eines Rottweilers mit mittlerer HD .....	19
Abbildung 8: Röntgenbild eines Rottweilers mit schwerer HD .....	20
Abbildung 9: Prinzip der Strategischen Paarung. ....	41
Abbildung 10: Verbesserung der HD-Röntgenergebnisse bei den Berger des Pyrénées seit Einführung der Strategischen Paarung 1989 (BEUING, 2002).....	44
Abbildung 11: Verzögerung in Tagen zwischen Röntgen- und Auswertungsdatum ...	59
Abbildung 12: Eingetragene Hunde pro Geburtsjahr in der deutschen Rottweiler- population .....	60
Abbildung 13: Eintragung von Import- und DDR-Hunden in das Zuchtbuch des ADRK.....	61
Abbildung 14: Röntgendichte und Verteilung der HD-Befunde beim Rottweiler seit 1985.....	62
Abbildung 15: Anteil (%) der HD-geröntgten Hunde pro Geburtsjahrgang.....	62
Abbildung 16: Röntgendichte bei den Rottweilerrüden der Geburtsjahrgänge 1985-1995 .....	63
Abbildung 17: Röntgendichte bei den Rottweilerrüden der Geburtsjahrgänge 1985- 1995 .....	63
Abbildung 18: Abhängigkeit der Röntgendichte (%) vom HD-Befund des Elterntieres.....	64
Abbildung 19: Durchschnittliche HD-Befunde der geröntgten Rottweiler in den Geburtsjahren 1985-1995 (Rohmittelwerte) .....	65
Abbildung 20: Prozentuale Verteilung der HD-Befunde in den Geburtsjahren 1985-1995 .....	66
Abbildung 21: Häufigkeit (%) der HD-Befunde bei Rüden und Hündinnen.....	67
Abbildung 22: Durchschnittliche HD-Ergebnisse pro Jahrgang nach Geschlecht.....	67
Abbildung 23: HD-Ergebnisse nach Auswertern und Geschlecht beim Rottweiler.....	68
Abbildung 24: Verteilung der HD-Befunde bei den Rüden nach dem Röntgenalter ...	69
Abbildung 25: Verteilung der HD-Befunde bei Hündinnen nach dem Röntgenalter...	70
Abbildung 26: Verteilung der HD-Befunde der Zuchttiere nach Geschlecht beim Rottweiler .....	73
Abbildung 27: Prozentuale Verteilung der HD-Befunde bei allen Rüden und den Zuchtrüden im Vergleich (HD-frei bei beiden Gruppen auf 100 % gesetzt).....	74

---

Abbildung 28: Prozentuale Verteilung der HD-Befunde bei allen Hündinnen und den Zuchthündinnen im Vergleich (HD-frei bei beiden Gruppen auf 100 % gesetzt).....	74
Abbildung 29: Durchschnittliche HD-Befunde der Nachkommen im Vergleich zu den Eltern pro Jahrgang.....	75
Abbildung 30: Geschätzte Effekte für das Geburtsjahr auf HD.....	81
Abbildung 31: Geschätzte Effekte für den Geburtsmonat auf HD.....	82
Abbildung 32: Geschätzte Effekte für das Röntgenalter in Monaten auf HD.....	83
Abbildung 33: Geschätzte Effekte für das Geschlecht und den Auswerter auf HD.....	83
Abbildung 34: Schätzkonstanten für die fixen Effekte Geschlecht, Auswerter und Geburtsmonat auf HD.....	85
Abbildung 35: Einfluss des Röntgenjahres auf HD für Nachkommen 40 ausgewählter Väter unter Ausschaltung der HD der Mutter (= Anpaarungsniveau).....	86
Abbildung 36: HD-Relativzuchtwerte für die Geburtsjahrgänge 1985-1995.....	91
Abbildung 37: Verteilung der Relativzuchtwerte nach HD-Befunden.....	92
Abbildung 38: Verteilung der Relativzuchtwerte für den Geburtsjahrgang 1994 bei Paarung nach der gültigen Zuchtordnung.....	96
Abbildung 39: Verteilung der Relativzuchtwerte für den Geburtsjahrgang 1995 bei Paarung nach der gültigen Zuchtordnung.....	97
Abbildung 40: Eingetragene Hunde pro Geburtsjahr von 1996 bis 2001 in der deutschen Rottweilerpopulation.....	98
Abbildung 41: Prozentuale Verteilung der HD-Befunde in den Geburtsjahren 1996-2000.....	99
Abbildung 42: Durchschnittliche HD Ergebnisse der Geburtsjahrgänge 1996-2000...	99
Abbildung 43: Schematischer Zuchtablauf.....	117

## Verzeichnis der Tabellen

		Seite
Tabelle 1:	HD-Disposition aufgrund des Körperbaus nach RISER (1975).....	8
Tabelle 2:	HD-Frequenzen beim Rottweiler.....	23
Tabelle 3:	Heritabilitätsschätzungen für HD beim Rottweiler .....	25
Tabelle 4:	Heritabilitätsschätzungen für HD beim Deutschen Schäferhund .....	25
Tabelle 5:	Überblick über das Datenmaterial .....	46
Tabelle 6:	Verteilung der Röntgenbilder auf die Auswerter.....	47
Tabelle 7:	Umcodierung der HD-Befunde für die Berechnungen .....	47
Tabelle 8:	Verteilung der geröntgten Hunde nach Geburtsjahren innerhalb der beiden Gruppen A (alle) und B (mit ZTP) .....	48
Tabelle 9:	Verteilung der HD-Grade der geröntgten Hunde des Jahrgangs 1994 und 1995 nach Geschlecht und insgesamt.....	50
Tabelle 10:	Anteil der zur Zucht verwendeten Tiere an den HD-geröntgten Hunden pro Geburtsjahrgang.....	71
Tabelle 11:	Durchschnittliche HD-Befunde der Zuchttiere im Vergleich zur Gesamtpopulation .....	72
Tabelle 12:	Messwerte der Zuchttauglichkeitsprüfungen .....	76
Tabelle 13:	Phänotypische Korrelation der Körpermaße untereinander und zu HD .....	77
Tabelle 14:	Generationsintervall beim Rottweiler .....	77
Tabelle 15:	Transferintervall beim Rottweiler.....	78
Tabelle 16:	Analyse der umweltbedingten Varianz (Modell 2) für das Merkmal HD beim Rottweiler am Material A (alle) (n = 8815) .....	79
Tabelle 17:	Analyse der umweltbedingten Varianz (Modell 1) für das Merkmal HD beim Rottweiler an Material B (mit ZTP) (n = 3574) .....	80
Tabelle 18:	Regressionskoeffizienten der fünf Körpermaße der ZTP auf HD .....	81
Tabelle 19:	Partielle Regressionskoeffizienten (MTDFREML) für Röntgenalter und Widerristhöhe auf HD .....	84
Tabelle 20:	Varianzanalyse für HD zur Ermittlung des Zeittrends .....	85
Tabelle 21:	Ergebnisse der Heritabilitätsschätzungen mittels Varianzkomponentenschätzung .....	87
Tabelle 22:	Verteilung der HD-Ergebnisse der Nachkommen aus HD-frei / HD-frei Paarungen .....	88
Tabelle 23:	Verteilung der HD-Ergebnisse der Nachkommen aus HD-frei / HD-Übergang-Paarungen.....	88
Tabelle 24:	Verteilung der HD-Ergebnisse der Nachkommen aus HD-Übergang / HD-Übergang-Paarungen.....	89
Tabelle 25:	Verteilung der HD-Ergebnisse der Nachkommen aus HD-frei / HD-leicht-Paarungen.....	89
Tabelle 26:	Ergebnisse für die Heritabilitätsschätzungen über den Selektionserfolg .....	90

---

Tabelle 27:	Korrelationen der HD-Ergebnisse der Welpen mit dem Relativzuchtwert zum Zeitpunkt der Paarung, der HD des Vaters, der HD der Mutter und der HD der Eltern .....	93
Tabelle 28:	Verteilung der HD-Grade (%) unter Berücksichtigung des Geschlechts der geröntgten Hunde des Jahrgangs 1994 (n = 934) und 1995 (n = 758).....	94
Tabelle 29:	HD-Relativzuchtwerte zum Zeitpunkt der Anpaarung des Welpenjahrgangs 2000.....	100
Tabelle 30:	Verteilung der HD-Befunde der pro Geburtsjahr geröntgten Hunde absolut und in Prozent.....	140
Tabelle 31:	Verteilung der Relativzuchtwerte auf verschiedene HD-Klassen .....	141

**Verzeichnis der Abkürzungen**

Abb.	Abbildung
ADRK	Allgemeiner Deutscher Rottweiler Klub
AP	alkalische Phosphatase
BLUP	best linear unbiased prediction
CBP	Club für Bergers des Pyrénées
DKBS	Deutscher Klub für belgische Schäferhunde
ED	Ellbogen Dysplasie
EDV	Elektronische Daten Verarbeitung
ETR	effektiver Thyroxin Quotient
F	F-Wert
FCI	Fédération Cynologique Internationale
FG	Freiheitsgrade
HD	Hüftgelenksdysplasie
MTDFREML	multiple trait derivative-free restricted maximum likelihood
MS	Mittlere Abweichungsquadrate
n.s.	nicht signifikant
OCD	Osteochondrosis dissecans
OFA	Orthopedic Foundation for Animals
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PON	Polsky Owczarek Nizinny
REML	Restricted maximum likelihood
RZG	relativer Gesamtzuchtwert
RZW	Relativzuchtwert
SAS	Social Analysis System
SE	Standardfehler
SPSS	Statistical Product and Service Solutions
Tab.	Tabelle
VDH	Verband für Deutsches Hundewesen
ZTP	Zuchttauglichkeitsprüfung

## 1 Einleitung

In der Hundezucht stellt die Hüftgelenksdysplasie (HD) immer noch ein großes Problem dar. Trotz der jahrelangen Durchführung von Röntgenprogrammen und deren Berücksichtigung bei Zuchtentscheidungen hat sich in vielen Rassen die HD-Frequenz nur wenig geändert und es gibt nach wie vor Hunde mit schwerer HD. Auch in Presseartikeln wird der Erfolg der momentan angewandten Zuchtmaßnahmen bezweifelt und sogar die Erbllichkeit der Hüftgelenksdysplasie in Frage gestellt (TOREL, 1997).

Auch der Rottweiler als ein Vertreter der Gebrauchshunde ist von HD betroffen. Obwohl seit über zwei Jahrzehnten Zuchtmaßnahmen gegen HD durchgeführt werden, ist in dieser, ebenso wie in vielen anderen Rassen, nach anfänglich guten Zuchterfolgen in den letzten Jahren keine deutliche Verbesserung der HD-Situation mehr eingetreten (LINGAAS und KLEMETSDAL, 1990).

Der Rottweiler findet häufig als Diensthund bei Polizei und Zoll Verwendung und wird im privaten Hundesport eingesetzt. Für diese Zwecke sollten leistungsfähige, bei Belastung aber auch gesunde Hunde gezüchtet werden. Die langwierige und teure Ausbildung war vergeblich, wenn sich mit 15 Monaten herausstellt, dass der Hund nicht HD-frei ist und vermutlich nie voll belastet werden kann.

Eine Bekämpfung der Hüftgelenksdysplasie ergibt sich ebenfalls aus dem gesellschaftlichen Anliegen des Tierschutzes, wie er im § 11 des Tierschutzgesetzes verankert ist. Danach ist es verboten, Tiere zu züchten, wenn damit gerechnet werden muss, dass bei der Nachzucht Schmerzen, Leiden oder Schäden auftreten. Dieser Paragraph muss auch auf Hunde mit Hüftgelenksdysplasie angewandt werden. Dabei ist der Tierschutz in den letzten Jahren zunehmend in den Blickpunkt der Öffentlichkeit gerückt. Es ist daher sehr wichtig, dass ein effizientes Zuchtprogramm gegen Hüftgelenksdysplasie durchgeführt wird, um einerseits das Problem zu lösen, andererseits die Glaubwürdigkeit und Ernsthaftigkeit der Rassehundezucht zu dokumentieren.

Bisher beruhen Zuchtprogramme in der Hundezucht meist nur auf der Eigenleistung eines Hundes (seiner HD-Beurteilung), allerdings wird in zunehmendem Maße eine Zuchtwertschätzung aus der Eigenleistung und der Leistung aller Verwandten

durchgeführt. Beim Rottweiler ist dies seit 1990 der Fall, wobei jedoch die Relativzuchtwerte keinen Einfluss auf die Zuchtzulassung hatten. Sie wurden zunächst nur innerhalb der Zuchtleitung diskutiert und sind erst seit 1998 für die Züchter verfügbar. Die Einführung eines Zuchtprogramms mit verbindlicher Beachtung der Relativzuchtwerte wurde zum 1. Juli 1999 beschlossen und ist seitdem Bestandteil der Zuchtordnung.

Für die sich nur aus der Eigenleistung ergebenden restriktiven Zuchtmaßnahmen fehlte unter den Hundezüchtern teilweise das Verständnis, da sie als subjektiv, zufällig und nicht nachvollziehbar angesehen werden. Durch das Miteinbeziehen der HD-Befunde der Verwandten in den Relativzuchtwert eines Hundes tritt die Eigenleistung in den Hintergrund und es wird eine objektivere Aussage über den Wert des Hundes für die Zucht getroffen.

In dieser Arbeit wird die HD-Situation beim Rottweiler anhand von sehr umfangreichem Datenmaterial dokumentiert, eine Erfolgskontrolle der Zuchtmaßnahmen der Jahre 1985 bis 1995 durchgeführt, modellhaft die Vorgehensweise bei der Entwicklung einer Zuchtstrategie im Bereich der Parameterschätzung und Zuchtwertschätzung dargestellt und an der realisierten Situation der Jahrgänge 1996 bis 2000 überprüft.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Rottweiler

Der Rottweiler ist eine sehr alte Hunderasse. Er gehört wie z.B. die Schweizer Sennenhunde zu den Treibhunden. Sein Ursprung geht bis in die Römerzeit zurück. Eine Theorie über die Rasseentstehung besagt, dass römische Kampf- und Treibhunde mit den römischen Legionen über die Alpen kamen. Im südwestdeutschen Raum, in der Gegend von Rottweil, kam es zur Vermischung mit einheimischen Hirtenhunden, britannischen und niederländischen Bullenbeißern (SCHÄNZLE, 1967). Neuere Forschungen über das römische Straßennetz belegen hingegen, dass in Regionen, in denen gegen Ende des 19. Jahrhunderts Treibhunde erwähnt werden, keine oder nur sehr spärliche römische Handelswege vorhanden waren (Appenzeller Land, Entlebuch). Entlang der Hauptverkehrswege fehlen zudem Treibhundevorkommen (RÄBER, 1993). RÄBER vermutet deshalb, dass der Rottweiler aus alten einheimischen Schäfer- und Hirtenhunden entstanden ist.

Das Ergebnis waren in jedem Fall sehr vielseitige Hunde, die zum ständigen Begleiter und Helfer der Metzger und Viehhändler wurden. Die Hauptaufgabe dieser Hunde war das Treiben und Bewachen der Rinderherden und die Verteidigung ihres Besitzers und seines Anwesens. Die Zucht erfolgte nur über die Brauchbarkeit und so entstand ein hervorragender Treibhund, der auch als Zughund verwendet wurde. Die Rasse erhielt den Namen "Rottweiler Metzgerhund". Da Rottweil im Mittelalter einen bedeutenden Viehmarkt hatte und der Rottweiler von den Metzgern sehr geschätzt wurde, fand er auch über die Grenzen seiner Heimatstadt hinaus Verbreitung. Als mit dem Aufkommen der Eisenbahn die Viehtriebe abnahmen, ging auch die Verbreitung des Rottweilers wieder zurück.

Im Jahr 1907 kam es zur Gründung zweier Klubs, dem "Deutschen Rottweiler Klub" und dem "Süddeutschen Rottweiler Klub", die eine planmäßige Rottweilerzucht betreiben wollten. Bald darauf wurde noch der "Internationale Rottweiler Klub" gegründet und der Süddeutsche Rottweiler Klub löste sich wieder auf. Die beiden verbliebenen Vereine legten sehr ähnliche Rassekennzeichen fest, Meinungsverschiedenheiten gab es nur über die Größe und die Unterwolle der



Tiere. Am 14.08.1921 vereinigten sich die Klubs zum Allgemeinen Deutschen Rottweiler Klub (ADRK), der bis heute der einzige vom Verband für das Deutsche Hundewesen (VDH) anerkannte Zuchtverein für den Rottweiler ist.

Im Mittelalter war der Rottweiler also ein reiner Arbeitshund, der als Treib- und Zughund eingesetzt wurde. Für diese Aufgaben sind gesunde Hüftgelenke eine wichtige Voraussetzung. Es fand also wahrscheinlich eine sehr strenge Selektion auf arbeitstaugliche Hunde statt. Die Hunde mit weichen Bändern und losen Gelenken, die der Rottweiler möglicherweise von seinen molosserartigen Vorfahren geerbt hat, wurden vermutlich, sobald sie eine Lahmheit und verminderte Arbeitstauglichkeit aufwiesen, ausgemerzt.

Es wird immer wieder die Ansicht geäußert, dass die Aufstellung eines Standards Forderungen an den Formwert des Hundes stellt, die wiederum Ursache verschiedener Krankheiten, wie z.B. HD, sind. Dies ist in einigen Fällen sicher möglich, aber keinesfalls immer richtig. Die Aufstellung eines Standards führt aber zweifellos dazu, dass nicht nur der leistungsfähige Arbeitshund wertvoll ist, sondern mit dem Aufkommen des Ausstellungswesens auch der schöne, dem Standard entsprechende Hund an Wert gewinnt. Die Selektion hat dadurch eine andere Basis bekommen und es wird jetzt zusätzlich auch die Schönheit eines Tieres bei der Zuchtentscheidung berücksichtigt. So haben Tiere eine Chance, in die Zucht zu gelangen, von denen man nicht weiß, ob sie oder ihre Vorfahren eine jahrelange physische Belastung durchgehalten hätten.

Im Standard der FCI (Fédération Cynologique Internationale) des Rottweilers wird ein mittelgroßer, stämmiger Hund gefordert. Die Größe liegt für Rüden zwischen 61 und 68 cm, für Hündinnen zwischen 56 und 63 cm. Das Gewicht der Rüden soll ca. 50 kg, das der Hündinnen ca. 42 kg betragen. Der Rottweiler gehört somit zu den großwüchsigen und schweren Rassen. Ein Auszug aus dem Rassestandard ist im Anhang 9.1 wiedergegeben.

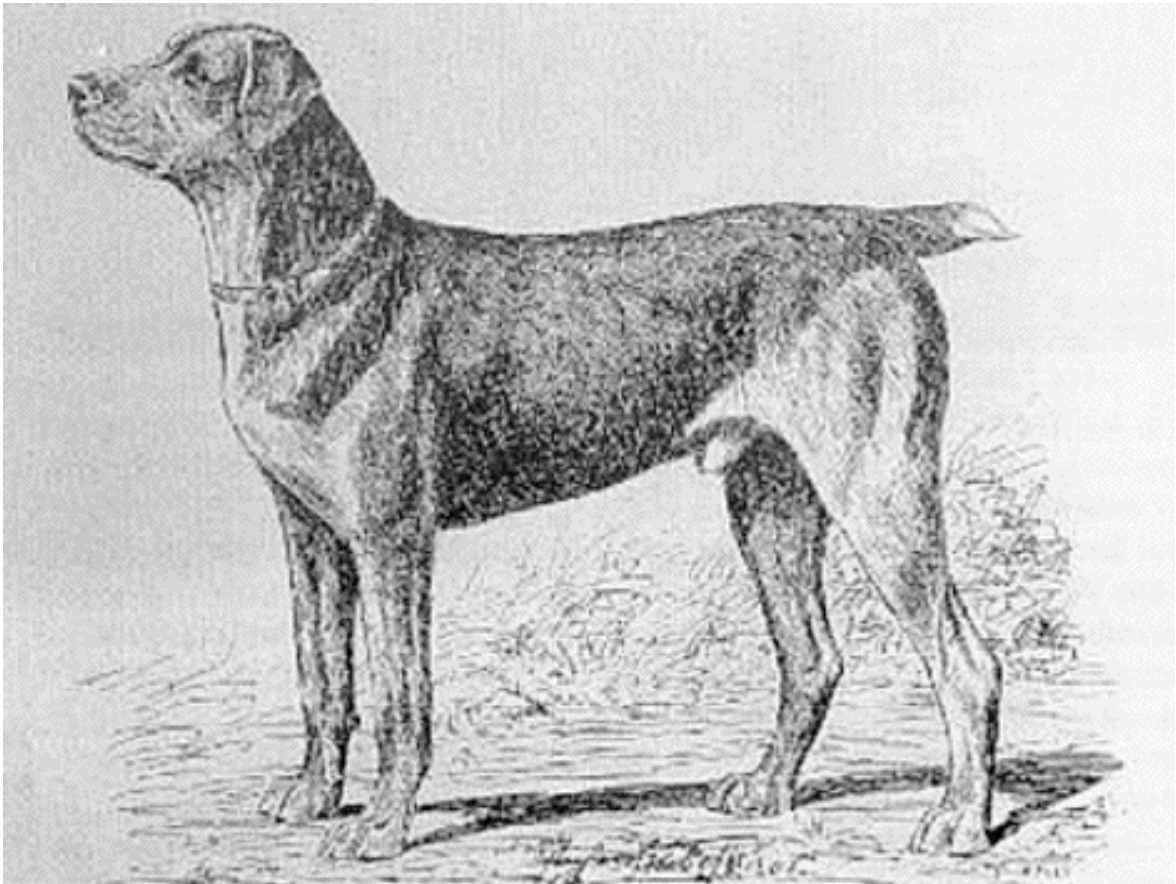


Abbildung 1: Rottweiler um die Jahrhundertwende (aus R. Strebel, “Die deutschen Hunde”, 1905)



Abbildung 2: Rottweiler im heute gewünschten Typ (Foto: Kästler)

## **2.2 Hüftgelenksdysplasie**

### **2.2.1 Definition und Vorkommen der Hüftgelenksdysplasie**

Die Hüftgelenksdysplasie (HD) wurde beim Hund zum ersten Mal von SCHNELLE (1935) beschrieben. Erst etwa 20 Jahre später nahm das wissenschaftliche Interesse an der Krankheit zu und es dauerte nochmals einige Jahre, bis erkannt wurde, welche Verbreitung sie in den Hundepopulationen hatte (HENRICSON et al., 1965).

Die HD des Hundes ist im Gegensatz zu der Hüftgelenksdysplasie des Menschen eine postnatale Entwicklungsstörung, die sich während der Wachstumsphase ausbildet. Als primäre Ursache wird eine abnorme Gelenkslockerheit angesehen (MANSSON und NORBERG, 1961; PIERCE et al., 1965). Durch die unzureichende Stabilität des Hüftgelenks kommt es durch unphysiologische Belastungsreize zur Ausbildung eines flachen Acetabulums und zu einem abgeflachten Femurkopf. In der Folge entstehen sekundäre arthrotische Veränderungen. Subluxation und Luxation können in schweren Fällen vorhanden sein. Für den betroffenen Hund sind diese pathologischen Veränderungen am Hüftgelenk, je nach Ausprägung, mit Schmerzen und Lahmheit verbunden. Zu Beeinträchtigungen kommt es häufig gegen Ende der Wachstumsphase durch Mikrofrakturen am dorsalen Acetabulumrand und im Alter, wenn es aufgrund der Arthropathie immer wieder zu entzündlichen Schüben kommt (MATIS, 1995).

Da die Hüftgelenksdysplasie beim Hund weit verbreitet ist - beispielsweise waren in einer Untersuchung mit 22.472 Hunden aus 30 Rassen 20 % der Tiere betroffen (KELLER und CORLEY, 1989) - hatte die Bekämpfung der Krankheit in den letzten 20 Jahren einen sehr hohen Stellenwert. Die konservative Behandlung betroffener Tiere erfolgt rein symptomatisch mit schmerzlindernden und entzündungshemmenden Medikamenten, begleitet von diätetischen Maßnahmen zur Gewichtsreduktion. Diese Therapie führt nicht zur Heilung, sondern dem Tier werden lediglich die Schmerzen genommen. Um eine dauerhafte Verbesserung des Zustandes zu erreichen sind aufwendige und teure Operationen notwendig. Unter anderem können folgende Techniken angewandt werden (MATIS, 1995):

- Denervation des Hüftgelenks
- Durchtrennung des Musculus pectineus
- Tenotomie des Musculus iliopsoas
- Femurkopfresektion
- intertrochantäre Varisationsosteotomie
- dreifache Beckenosteotomie
- Hüftgelenksendoprothese

Beim Hund bestehen zwischen den Rassen große Unterschiede in Ausprägung und Frequenz der Hüftgelenkdysplasie. Prinzipiell kann die Hüftgelenkdysplasie bei allen Rassen vorkommen. ZAKEL (1992) wies nach, dass auch bei einigen kleinen Rassen Hüftgelenkdysplasie häufig vorkommt. Relativ selten von HD betroffen sind Hunderassen, die auf Laufleistung gezüchtet werden (MÜNZER und LOEFFLER, 1984), wie z.B. Windhunde oder Schlittenhunde. Da nur gesunde Hunde Spitzenleistungen bringen können, sind nur sie begehrte Elterntiere. Sobald jedoch die Selektion nicht mehr auf Laufleistung ausgerichtet ist, tritt auch bei diesen Rassen Hüftgelenkdysplasie auf. So beschreibt ACKERMANN (1982) Hüftgelenkdysplasie beim Afghanen, einer Windhundrasse.

Anhand der Röntgenergebnisse von 35.285 Hunden aus 38 Rassen neigen nach RISER (1975) bestimmte Phänotypen eher zur HD. Er stellte folgende Gemeinsamkeiten im Phänotyp der am wenigsten und am meisten von Hüftgelenkdysplasie betroffenen Rassen gegenüber (Tabelle 1):

Tabelle 1: HD-Disposition aufgrund des Körperbaus nach RISER (1975)

**niedrige HD-Frequenz****hohe HD-Frequenz****Körpergröße**

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewicht und Größe des Ur-Hundes</li> <li>• gut proportionierte und im Durchmesser kleine Knochen</li> <li>• schmaler und langer Kopf</li> <li>• kleine und gut gewölbte Pfoten</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesenrasse, 2 - 3 faches Gewicht des Ur-Hundes</li> <li>• grobe und im Durchmesser große Knochen</li> <li>• breiter, zu großer Kopf</li> <li>• zu große und gespreizte Pfoten</li> </ul> |
|--|--|

**Körperbau**

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• schlanker, ektomorpher (Renn-, Jagd-, Kampf-) Typ</li> <li>• tiefer, schmaler Brustkorb</li> <li>• enganliegende Haut</li> <li>• begrenztes Körperfett</li> <li>• gut ausgebildete und feste Muskeln</li> <li>• stabile Gelenke mit gut entwickelten Bändern und Sehnen</li> <li>• gut koordinierte Gänge, flink und leichtfüßig</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• stämmiger, akromegaler, endomorpher Typ</li> <li>• fassförmiger Brustkorb</li> <li>• lose; dicke und faltige Haut</li> <li>• Körperfett im Übermaß</li> <li>• Muskeln ungenügend in Menge und Tonus</li> <li>• Instabile Gelenke mit weichen Bändern und Sehnen</li> <li>• langsamer, linkischer, schwerfälliger, wenig koordinierter Gang</li> </ul> |
|--|--|

**Wachstumsschema**

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welpen bei der Geburt klein</li> <li>• langsames Wachstum</li> <li>• spätreif</li> <li>• guter, aber nicht unbegrenzter Appetit</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• frühes, schnelles Wachstum</li> <li>• fett und schwer für ihr Alter</li> <li>• frühreif</li> <li>• exzessiver Appetit</li> </ul> |
|---|---|

Nach diesen Ergebnissen tendiert der Rottweiler aufgrund seiner Physiognomie eher zu einer hohen HD-Frequenz und stellt aus diesem Grund ein gutes Beispiel für populationsgenetische Studien der HD dar.

## **2.2.2 Diagnostik der HD**

### **2.2.2.1 Klinische Symptome**

Die Diagnosestellung nur anhand klinischer Befunde ist nicht möglich (BOUW, 1982). Es gibt zwar eine Reihe klinischer Symptome, die bei HD auftreten, sie sind jedoch nicht spezifisch und treten nicht bei jedem Hund auf. Die klinischen Symptome sind nicht unbedingt mit der Schwere der Erkrankung korreliert (WAMBERG, 1967). WAMBERG (1961) beobachtete bei 20 % der Hunde mit HD klinische Symptome. WIENRICH (1973) findet bei Hunden, die als HD-Übergang oder leichte HD beurteilt wurden, meist keine Symptome. 28 % der Tiere mit mittlerer HD und 43 % der Hunde mit schwerer HD hatten auch Symptome.

In der Literatur (HENRICSON und OLSSON, 1959; BERGE, 1960; WAMBERG, 1961; LOEFFLER, 1964; HENRICSON et al., 1965; SCHLAAF, 1968; SCHIMKE und PAATSAMA, 1993) werden folgende Symptome bei HD genannt: Lahmheit der Hintergliedmaßen (v.a. nach Belastung), Nachhandschwäche besonders beim Treppensteigen, ein zögernder, schwankender Gang, Schonen einer Hinterextremität, erschwertes Springen, schnelle Ermüdung, die Gliedmaße erscheint verkürzt, sie wird in Ruhe nicht voll belastet, Muskelatrophie im Hinterhandbereich, Beschwerden beim Aufstehen, Hinsetzen oder Hinlegen, Umfallen beim Kurvengehen, Ausgleiten auf glattem Boden, hahnentrittartiger Gang, geringe Ausdauer, Temperamentsveränderungen, verminderter Bewegungsdrang, häufiges Liegen, steife Bewegungen, Rotation des Sprunggelenks nach außen, verkürzte Schrittlänge.

### 2.2.2.2 Röntgen

Da die klinischen Symptome der HD nur die Folgeerscheinungen eines dysplastischen Gelenks sind, ist es zur Diagnose unerlässlich, das Gelenk selbst darzustellen und zu beurteilen. Zu diesem Zweck hat sich die Röntgenaufnahme als das einzige zuverlässige Mittel durchgesetzt. Um von den Zuchtvereinen anerkannt zu werden, muss die Aufnahme bestimmten Kriterien entsprechen, die in einer Konferenz 1965 unter der Leitung von Müller ausgearbeitet wurden (MÜLLER und SAAR 1966). BRASS et al. (1978) und BRASS und PAATSAMA (1983) überarbeiteten die Richtlinien.

Über das Mindestalter, das ein Hund haben muss, um eine sichere Diagnose stellen zu können, gibt es verschiedene Meinungen. RISER (1964) hält in schweren Fällen eine Diagnose mit 12 bis 18 Wochen und in leichteren Fällen mit 6 bis 12 Monaten für möglich. LARSEN und CORLEY (1971) fordern hingegen ein Untersuchungsalter zwischen 18 und 30 Monaten für große Rassen, allerdings sollten die Tiere auch nicht älter als sechs Jahre sein, da dann altersbedingte degenerative Gelenksveränderungen mit HD verwechselt werden können.

Da eine korrekte Beurteilung erst nach Abschluss des Knochenwachstums möglich ist (MÜLLER und SAAR, 1966), ist von der FCI für die meisten Rassen ein Mindestalter von einem Jahr vorgegeben, bei einigen großen Rassen (Bullmastiff, Bordeauxdogge, Deutsche Dogge, Leonberger, Maremmano, Mastiff, Mastino Napoletano, Neufundländer, Landseer, Pyrenäenberghund und Bernhardiner) ist ein Mindestalter von 18 Monaten vorgeschrieben. Rottweiler müssen nach den clubinternen Richtlinien zur HD-Beurteilung mindestens 15 Monate alt sein.

Vorgehensweise:

#### Sedation

Um eine Ruhigstellung und ausreichende Muskelrelaxation zu erreichen, wird eine Sedation des Hundes gefordert (BRUYERE, 1972; FICUS et al., 1990; HENRICSON et al., 1965; LOEFFLER, 1979; MÜLLER und SAAR, 1966; PRIEUR, 1978; RISER, 1964; TELLHELM und BRASS, 1989). Sie ermöglicht oft erst eine korrekte Lagerung, da sich besonders Hunde mit Coxarthrosen (LOEFFLER, 1979) und HD

gegen die starke Streckung wehren (MÜLLER und SAAR, 1966) und damit sich selbst und die beteiligten Personen gefährden. Außerdem wird durch den Muskeltonus des ungedehnten Hundes eine Lockerheit des Gelenks verdeckt und es können so besonders Übergangsformen oder leichte HD übersehen werden (TELLHELM und BRASS, 1989).

### Lagerung

Für die HD-Diagnostik nach FCI gibt es zwei Lagerungen (MÜLLER und SAAR 1966)

Position I: Lagerung im ventrodorsalen Strahlengang mit gestreckten Hintergliedmaßen (Abbildung 3)

Position II: Lagerung im ventrodorsalen Strahlengang mit gebeugten Hintergliedmaßen (Abbildung 4)

Die Aufnahme in Position II wird von BRASS et al. (1978) zur endgültigen Beurteilung noch gefordert. Heute wird sie nur noch von wenigen Zuchtvereinen routinemäßig verlangt (Belgische Schäferhunde, Eurasier, Langhaar-Schäferhunde und Leonberger), ist aber für Obergutachten vorgeschrieben (TELLHELM und BRASS, 1989; VDH-ZUCHTORDNUNG, 2000). SCHNEIDER-HAISS und LOEFFLER (1987) halten die Aufnahme in Position II zur zweifelsfreien Beurteilung für erforderlich, da sie besonders im sensiblen Bereich zwischen Übergangsform und leichter HD entscheidende Hinweise zur sicheren Diagnose liefert.

Bei beiden Aufnahmetechniken soll das Becken möglichst symmetrisch gelagert sein. Ob ein Becken verkantet, d.h. in der Längsachse gedreht ist, ist am besten daran erkennbar (LOEFFLER, 1989 und 1990a), dass die beiden Darmbeinflügel und Foramina obturata gleich abgebildet sind. Ein weiteres empfindliches Kriterium ist die Darstellung des Schambeins am Übergang zum Darm- und Sitzbein. Eine Verkipfung des Beckens, d.h. eine Drehung in der Querachse, ist wesentlich schwieriger zu erkennen. Sie führt aber dazu, dass Bezugspunkte für Messungen nicht mehr eindeutig festgelegt werden können. Die Messungen des Norbergwinkels können, je nachdem welcher Bezugspunkt gewählt wird, am gleichen Hund um bis zu 10° schwanken.

Bei einer Verkipfung nach ventral ist der kaudale Teil des Beckens weiter von der Filmebene entfernt. Dazu kommt es bei ungenügender Streckung, bei Adipositas



(Fettpolster auf der Kruppe) und bei Aufnahmen in Position II, wenn die Hinterextremitäten zu stark nach kranial zeigen. Der kranio laterale Pfannenrand ist dann nicht mehr eindeutig abgrenzbar und erscheint "verdämmt". Bei einer Verkippung nach dorsal ist der kraniale Teil des Beckens von der Filmebene abgehoben. Dazu kommt es, wenn der Hund ungenügend anästhesiert ist und dadurch Schmerzen hat, zu stark gestreckt wird und einen Hohlrücken macht. Der kranio laterale Pfannenrand stellt sich dann doppelt konturiert und vermindert schattendicht dar (HENNINGER, 1992; HENNINGER und KÖPPEL, 1994).

In Position I sollen die Oberschenkel parallel und gut gestreckt sein. Die Streckung ist daran zu erkennen, dass das distale Ende des Femurs im Vergleich zum proximalen, nicht vergrößert erscheint. Außerdem muss sich die Patella auf der Höhe des medialen vesalischen Sesambeins befinden (TELLHELM und BRASS, 1989) und möglichst dessen distalen Pol erreichen. Bei ungenügender Streckung ergibt sich ein, in Einzelfällen um bis zu drei Grade, besserer HD-Befund (TOLHUYSEN, 1997). Die Oberschenkel müssen so eingedreht werden, dass die Patella zwischen den beiden Femurkondylen abgebildet wird.

In Position II sollen die Oberschenkel in einem Winkel von 45° nach kranio lateral zeigen und der Trochanter major muss sichtbar sein. Das Becken darf im kaudalen Bereich nicht vom Tisch abgehoben sein, da es sonst verkürzt dargestellt wird und die Beurteilung der Knochenstrukturen im Bereich der Fossa trochanterica erschwert oder unmöglich gemacht wird.

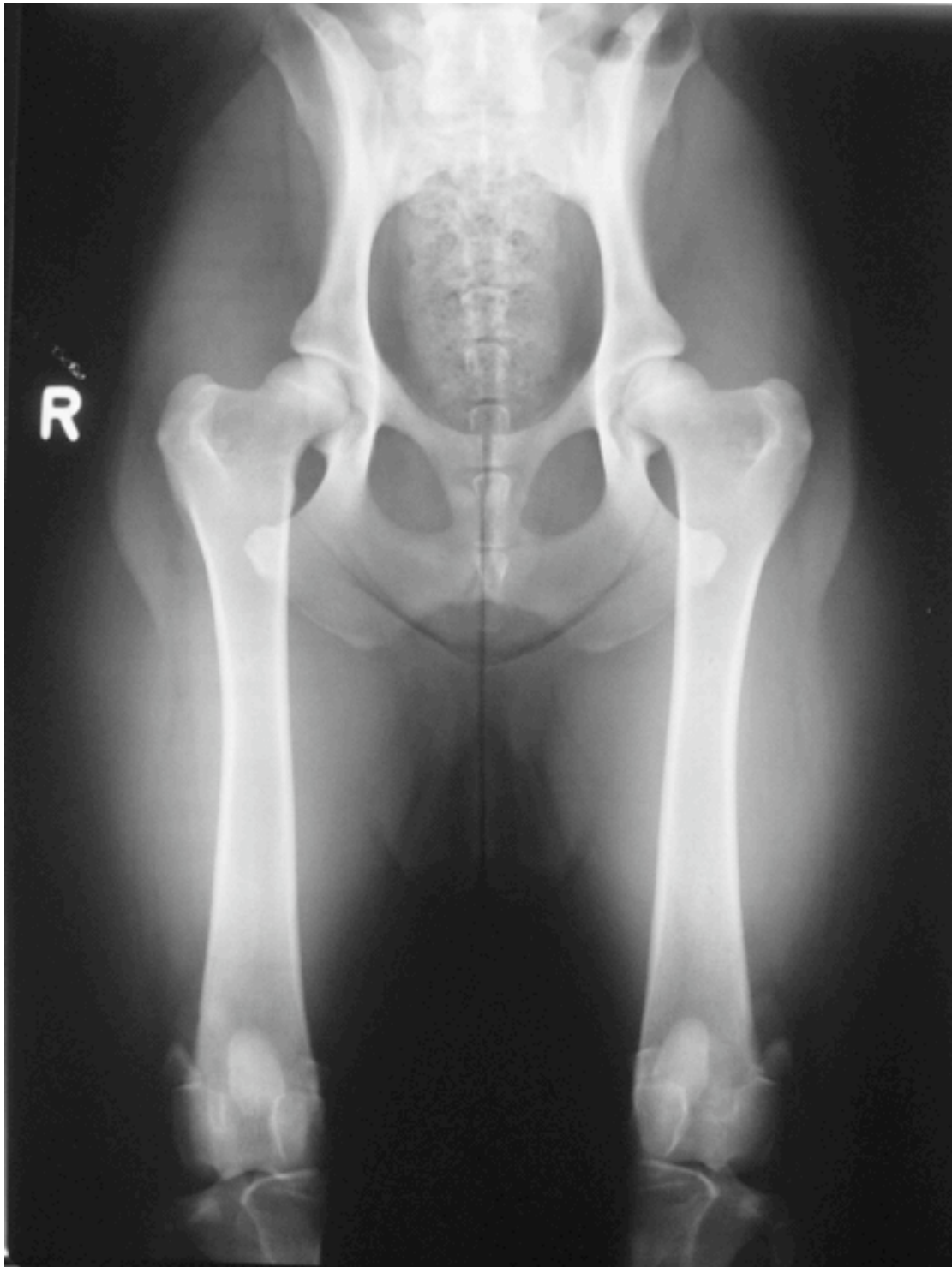


Abbildung 3: HD-Röntgenaufnahme mit gestreckten Hintergliedmaßen (Position I)

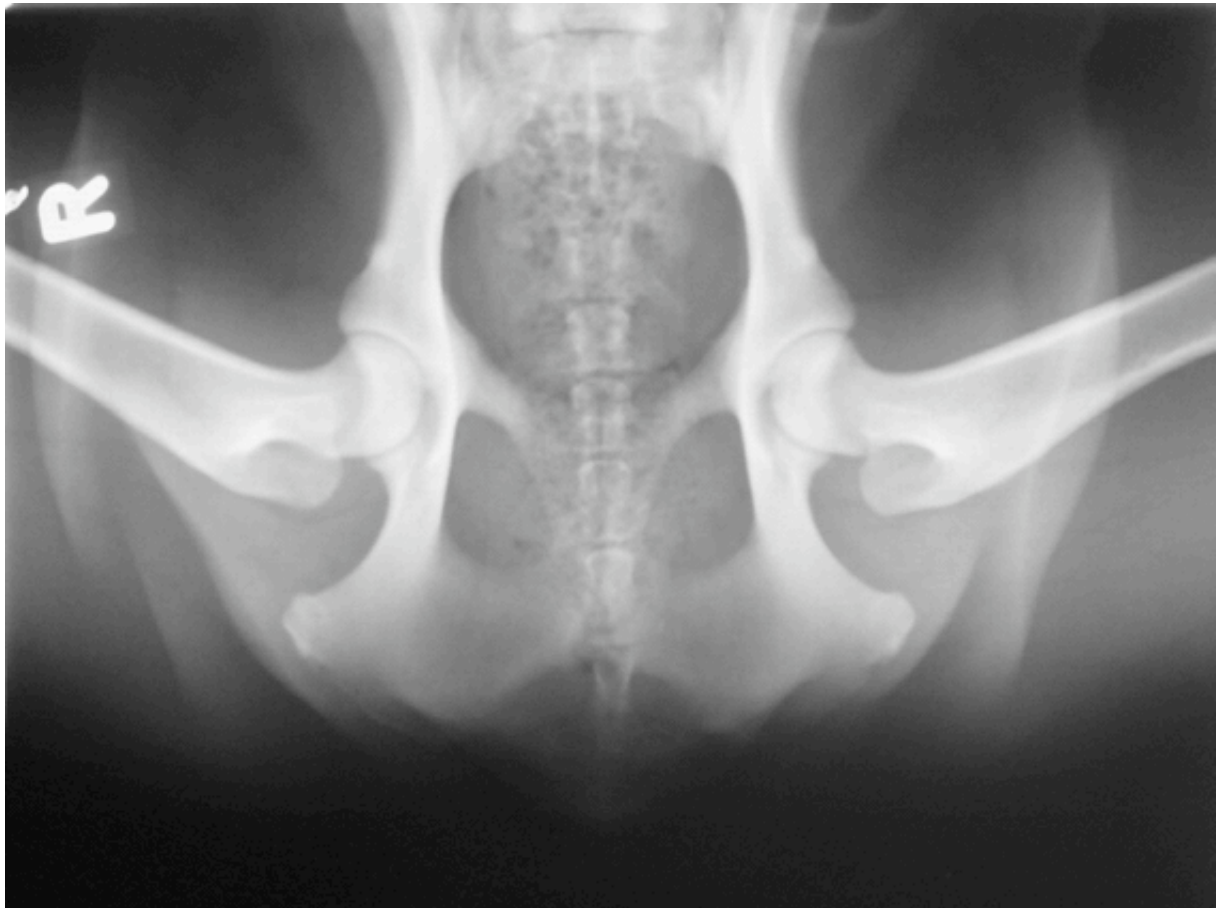


Abbildung 4: HD-Röntgenaufnahme mit gebeugten Hintergliedmaßen (Position II)

VEIT (1991) fertigte Röntgenaufnahmen am stehenden Hund an und verglich sie mit der üblichen Aufnahmetechnik. Sie kommt zu dem Schluss, dass die neue Methode für die Routinediagnostik ungeeignet ist, da dysplastische Veränderungen nicht sicher erkennbar sind und so viele Hunde als HD-frei eingestuft werden, die in den Standardpositionen nicht als frei beurteilt werden. Außerdem lassen sich nicht alle Hunde röntgen, die Abbildungsqualität ist schlechter, man benötigt ein mobiles Röntgengerät und es ist kein eindeutiger Bezugspunkt für die Messung des Norbergwinkels gegeben.

#### Qualität der Röntgenaufnahme

Die Anforderungen, die an eine Röntgenaufnahme gestellt werden müssen, sind um so schärfer, je strenger die Selektion in der betreffenden Population ist, da besonders zur Differenzierung zwischen HD-frei und HD-Übergang eine sehr gute Detailerkennbarkeit wichtig ist (LOEFFLER, 1989). Die Röntgenaufnahmen müssen

eine genügende Grundschwärze aufweisen, dürfen weder unter- noch überbelichtet sein. Sie sollten frei von Artefakten, wie Flecken und Folienfehlern sein, da es zu Verwechslungen mit pathologischen Prozessen kommen kann. Sie dürfen nicht verwackelt sein und die Spongiosastruktur des Knochens im Bereich von Acetabulum und Femurkopf und -hals sollte erkennbar sein. Für HD-Aufnahmen sollte besonders bei großen Rassen (ab etwa 30 kg) ein Raster verwendet werden (LOEFFLER, 1979; TELLHELM und BRASS, 1989).

Auf der Röntgenaufnahme sollte möglichst das gesamte Becken und die Femora einschließlich der Kniegelenke zu sehen sein (TELLHELM und BRASS, 1989). Bei den meisten Rassen ist dazu ein Format von 30 x 40 cm für Aufnahmen in Position I nötig. Bei Riesenrassen sollen zumindest die Femurkondylen mit der Patella abgebildet sein. Auf eine Abbildung des kompletten Beckens kann eventuell verzichtet werden.

Die Aufnahmen müssen eindeutig einem Hund zugeordnet werden können. Auf der Röntgenaufnahme ist deshalb mindestens Rasse, Zuchtbuch- und Tätowiernummer, Aufnahmezeitpunkt und die Bezeichnung der rechten oder linken Seite anzugeben (BRASS et al., 1978). LOEFFLER (1979) fordert zusätzlich Name und Anschrift des Besitzers, Geschlecht, Name, Geburtsdatum und Alter des Hundes und Name des Röntgentierarztes. Die Angaben müssen permanent auf dem Röntgenbild vermerkt sein (TELLHELM und BRASS, 1989; MEISEN und FLÜCKIGER, 1993); Klebeetiketten genügen nicht.

### **2.2.3 Beurteilung der Röntgenaufnahme**

Um HD-Röntgenaufnahmen beurteilen zu können, wurden in den vergangenen Jahren zahlreiche Methoden entwickelt. Das Ziel war es immer, einen möglichst einfachen, reproduzierbaren Beurteilungsmodus zu finden. Als einzige Methode hat sich in Deutschland bisher die Beurteilung nach FCI durchgesetzt, die sich auf die Messung des Norbergwinkels stützt.

### 2.2.3.1 Winkelmessung nach NORBERG

Die Winkelmessung nach NORBERG (1964) beurteilt den Sitz des Femurkopfes in Relation zum Acetabulum. Zur Messung werden mit einer speziellen Schablone die Mittelpunkte beider Femurköpfe bestimmt und mit einer Linie verbunden. Der Winkel zwischen dieser Geraden und der Geraden durch den Mittelpunkt eines Femurkopfes und dem kranialen Acetabulumrand wird bestimmt (Abbildung 5). Als unterste Grenze für ein physiologisch ausgebildetes Acetabulum werden  $105^\circ$  angesehen. Sind die Winkel der beiden Gelenke unterschiedlich, so wird der kleinere zur Bewertung herangezogen. Bei Vorliegen einer HD ist das Acetabulum abgeflacht, der Gelenkschluss ist lockerer und der Femurkopf bewegt sich nach lateral. Dabei wird der Norbergwinkel kleiner. NORBERG unterscheidet nur zwischen HD-frei und HD-Befall. Heute werden bei der FCI-Einteilung den verschiedenen HD-Graden Norbergwinkel zugeordnet. NORBERG führte die Messungen nur in Position II durch, heute wird in erster Linie die Aufnahme in Position I verwendet, da durch die Streckung eine eventuelle Gelenkslockerheit sichtbar wird und sich auf den Norbergwinkel auswirkt. Voraussetzung für die Anwendung dieser Methode sind runde, nicht zu stark veränderte Femurköpfe (MÜLLER und SAAR, 1966; LOEFFLER und VOLCKART, 1969), da sonst der Mittelpunkt nicht exakt bestimmt werden kann. Bei einem abgeflachten kranio-lateralen Pfannenrand ist darauf zu achten, dass dieser keinen Anteil an der physiologischen Pfannenbildung hat und nicht mit in die Messung einbezogen werden darf, da der sonst gemessene Winkel wesentlich größer ist (TELLHELM und BRASS, 1991).

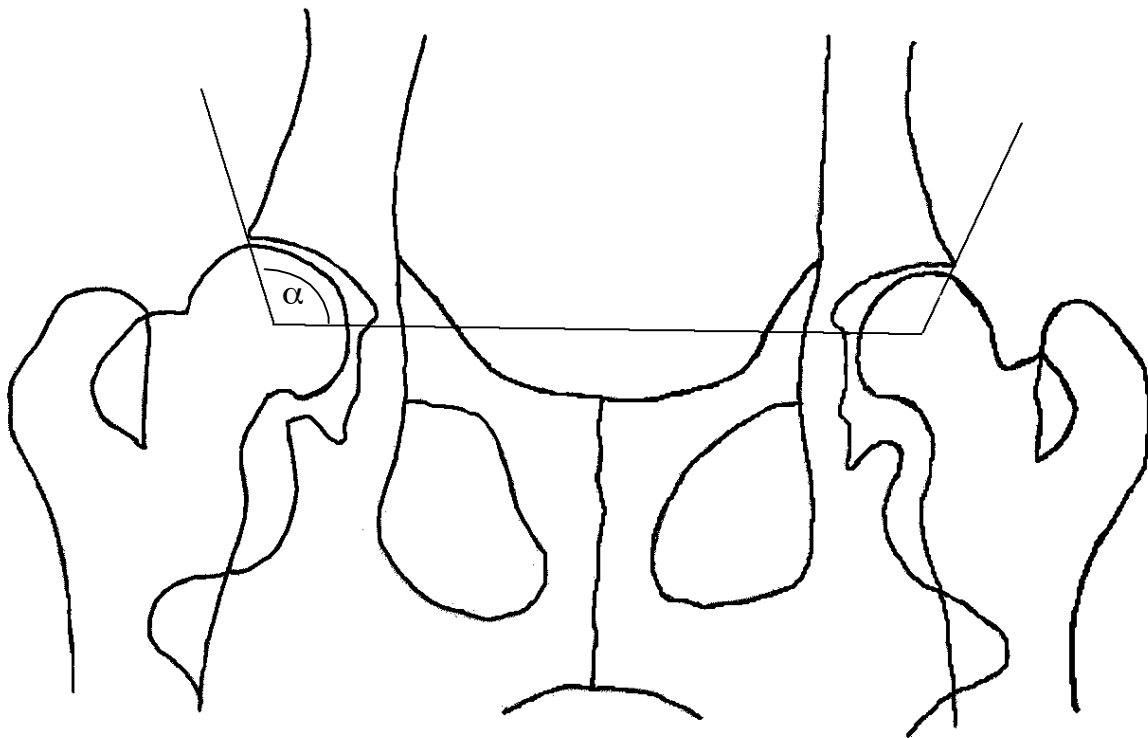


Abbildung 5: Messung des Norbergwinkels ( $\alpha$ ) am Röntgenbild

#### 2.2.3.2 Auswertung nach den Richtlinien der FCI

In Deutschland und den meisten europäischen Ländern werden die HD-Röntgenbilder nach den Richtlinien der FCI beurteilt (BRASS et al., 1978). Diese Beschreibung gilt für Hunde im Alter zwischen ein und zwei Jahren, es können aber auch ältere Tiere beurteilt werden, allerdings sind dann arthrotische Veränderungen dem Alter des Hundes entsprechend nicht überzubewerten. Die Röntgenaufnahmen werden in fünf verschiedene Grade nach folgenden Beschreibungen eingeteilt:

##### Kein Hinweis für HD (A)

Der Femurkopf und das Acetabulum sind kongruent und der Winkel nach Norberg (in Position I) ist  $105^\circ$  oder größer. Der kranio laterale Rand des Acetabulums zeigt sich scharf oder in geringem Maß abgerundet. Der Gelenkspalt ist eng und gleichmäßig. Bei hervorragenden Hüftgelenken umgreift der kranio laterale Acetabulumrand den

Femurkopf etwas weiter nach laterokaudal. Beim Rottweiler werden diese Tiere als "HD -" bezeichnet (Abbildung 6).



Abbildung 6: Röntgenbild eines HD-freien Rottweilers

#### Übergangsform (verdächtig für HD, B)

Entweder sind Femurkopf und Acetabulum in geringem Maße inkongruent mit einem Norbergwinkel (in Position I) von  $105^\circ$  oder größer, oder der Norbergwinkel ist kleiner als  $105^\circ$ , wobei der Femurkopf und das Acetabulum kongruent sind. Geringe Unschärfen am kranialen, kaudalen oder dorsalen Acetabulumrand können vorhanden sein. Beim Rottweiler werden diese Tiere als "HD +/-" bezeichnet.

#### Leichte HD (C)

Femurkopf und Acetabulum sind inkongruent, der Norbergwinkel ist größer als  $100^\circ$  und/oder der kraniolaterale Acetabulumrand ist in geringem Maße abgeflacht. Unschärfen oder höchstens geringe Anzeichen osteoarthrotischer Veränderungen des

kranialen, kaudalen oder dorsalen Acetabulumrandes können vorhanden sein. Beim Rottweiler werden diese Tiere als "HD +" bezeichnet.

#### Mittlere HD (D)

Es ist eine deutliche Inkongruenz zwischen Femurkopf und Acetabulum mit Subluxation sichtbar. Der Norbergwinkel ist größer als  $90^\circ$  (nur als Referenz). Der kranio laterale Acetabulumrand ist abgeflacht und/oder osteoarthrotische Merkmale sind vorhanden. Beim Rottweiler werden diese Tiere als "HD ++" bezeichnet (Abbildung 7).

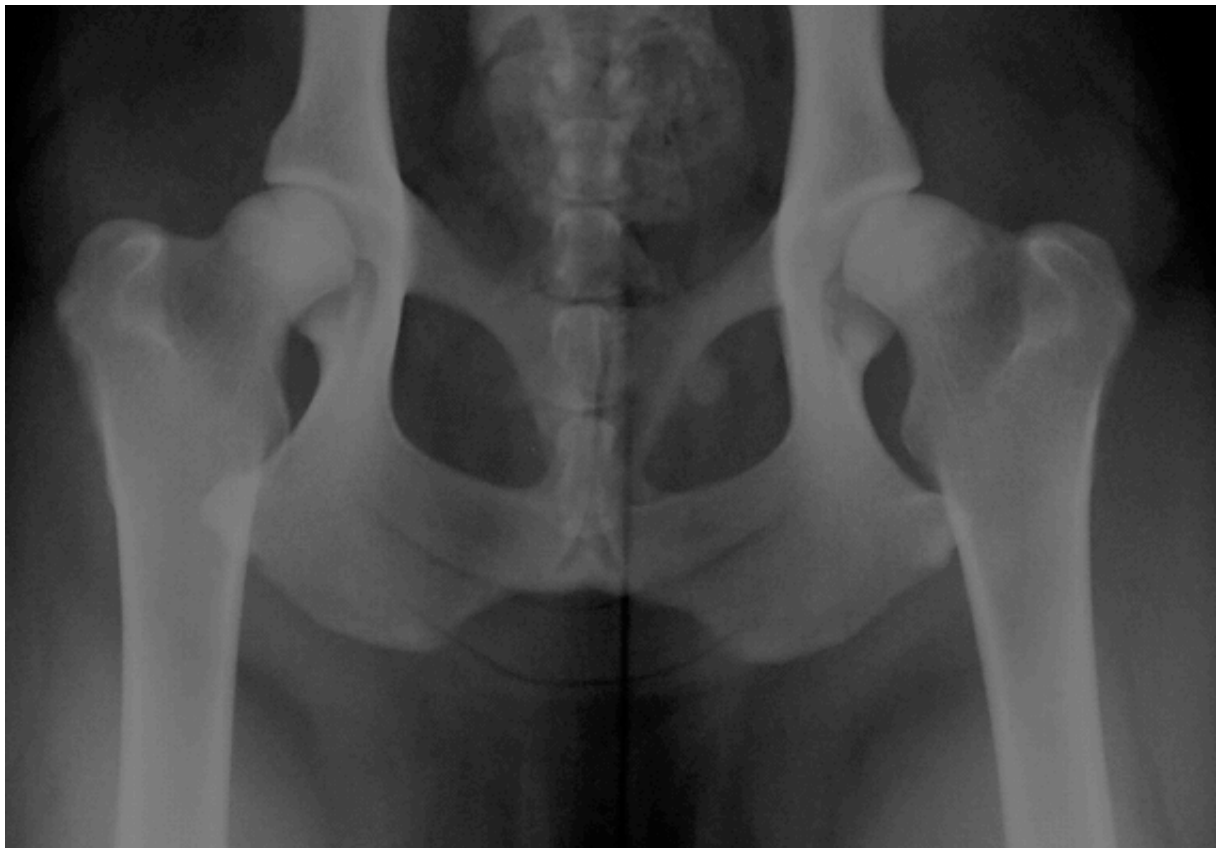


Abbildung 7: Röntgenbild eines Rottweilers mit mittlerer HD

#### Schwere HD (E)

Auffällige dysplastische Veränderungen an den Hüftgelenken, wie z.B. Luxation oder deutliche Subluxation, Norbergwinkel unter  $90^\circ$ , deutliche Abflachung des kranialen Acetabulumrandes, Deformierung des Femurkopfes (pilzförmig, abgeflacht) oder



andere osteoarthrotische Merkmale sind vorhanden. Beim Rottweiler werden diese Tiere als "HD +++" bezeichnet (Abbildung 8).

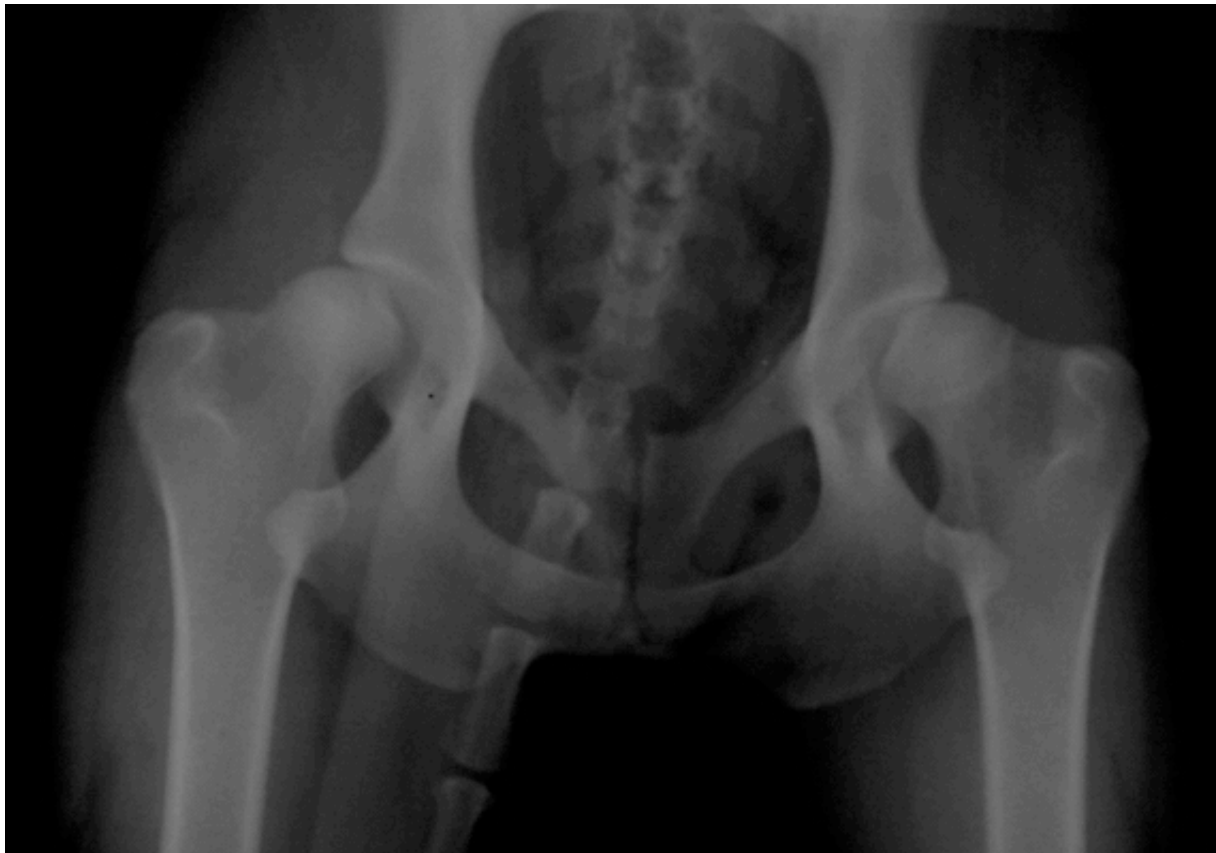


Abbildung 8: Röntgenbild eines Rottweilers mit schwerer HD

Auf die Beurteilung der Subluxierbarkeit des Gelenkes wird sehr viel Wert gelegt, da hierin die Pathogenese der HD vermutet wird. Die meisten Gutachter halten eine Subluxation auf der gestreckten Aufnahme für pathologisch.

Hingegen ist SCHAWALDER (1989) der Meinung, dass eine Subluxation auf der gestreckten Aufnahme ohne sekundäre Gelenksveränderungen, die sich in der gebeugten Aufnahme spontan reponiert, nicht als pathologisch angesehen werden darf. Sie wird seiner Meinung nach durch eine vermehrte Antetorsion und Valgusstellung des Femurs verursacht, die bei einigen Rassen (z.B. Berner Sennenhund, Deutsche Dogge, Bernhardiner, Pyrenäen Berghund) häufig vorkommt. Beim Röntgen in physiologischer Position (stehend) zeigten die Tiere optimale Artikulationsverhältnisse. Auch beim Nachröntgen im hohen Alter waren keine Coxarthrosen erkennbar, obwohl die Gelenkslockerheit nach wie vor vorhanden war.

SCHAWALDER (1989) vertritt deshalb die Ansicht, dass es sich bei der Subluxation in gestreckten HD-Röntgenaufnahmen um eine, infolge vermehrter Antetorsion, lagerungsbedingte und mit brachialer Gewalt am relaxierten Tier provozierte, d.h. iatrogene, "Erkrankung" handelt.

LUST et al. (1980a, 1980b) und LUST und SUMMERS (1981) wiesen allerdings nach, dass es nur gelingt Femurköpfe zu sublaxieren, wenn sich in den Hüftgelenken abnorm viel Synovia befindet. Gesunde Gelenke lassen sich auch in Narkose nicht sublaxieren.

Da bei der Aufnahme in Position I keine Standardisierung der sublaxierenden Kräfte erreicht werden kann, lassen solche Röntgenaufnahmen keinen sicheren Schluss über den Grad der Gelenkslockerheit zu. Die Beachtung der Subluxation kann geradezu Fehlinterpretationen nichtluxierter Gelenke provozieren, zumal wenn die röntgenden Tierärzte bemüht sind, "gute" Aufnahmen im Interesse des "guten" Ergebnisses zu machen und die Femurköpfe möglichst stark einpressen. Ein Hund kann in der gleichen Narkose je nach Lagerung sehr unterschiedlich beurteilt werden. In den USA (SMITH et al., 1990) und in der Schweiz (FRIEDRICH, 1996; FLÜCKIGER et al., 1997) wurde deshalb ein Subluxationsindex entwickelt. Mittels einer kontrollierten Stressaufnahme wird das Gelenk sublaxiert und die Gelenkslockerheit gemessen.

### 2.2.3.3 Röntgendichte

Die Röntgendichte gibt an, wie viele Tiere einer Population HD-geröntgt wurden. Dabei werden nur Tiere berücksichtigt, von denen "offizielle" HD-Aufnahmen vorliegen. Es fallen also alle Hunde aus der Statistik, die beim Röntgen zu jung waren, d.h. das vorgeschriebene Mindestalter (Rottweiler 15 Monate) noch nicht erreicht hatten. Außerdem sind alle die Tiere nicht enthalten, bei denen zwar eine Aufnahme angefertigt, aber nicht eingeschickt wird, weil bereits der Haustierarzt eine Beurteilung vornimmt und der Besitzer die Kosten der offiziellen Auswertung sparen oder eine Veröffentlichung des Ergebnisses vermeiden möchte. Die Röntgendichte ist ein wichtiger Parameter, um die HD-Situation in einer Population korrekt einschätzen zu können. Dazu gehört aber auch das Wissen über die in der Rasse üblichen Praktiken

und Traditionen. Wird in einer Rasse z.B. keine Geschwister- und/ oder Nachkommenprüfung praktiziert und ist nur das Urteil über den Zuchthund selbst relevant, ist die Vorselektion zur Vermeidung von Gutachterkosten vertretbar und primär nicht verwerflich. Bei einer Umstellung der Zuchtstrategie bedarf es dann jedoch einer Umerziehung der Tierbesitzer, die oft schwierig ist.

MÄKI et al. (2000) finden bei finnischen Rottweilern der Geburtsjahrgänge 1988 und 1992 eine Röntgendiffe von 48,4 %. LINGAAS und HEIM (1987) erwähnen bei norwegischen Rottweilern eine Röntgendiffe von 39 %. CORLEY (1992) beobachtet bei amerikanischen Rottweilern von 1972 bis 1980 eine Röntgendiffe von 41,3 % und von 1981 bis 1988 von nur 16,3 %. WILLIS (1986) findet bei Rottweilern in Großbritannien eine Röntgendiffe von 11 %. Allerdings berechnet sich die Frequenz aus den Eintragungen in das Zuchtbuch im Jahr 1982 und den geröntgten Hunden der ersten 10 Monate des Jahres 1984. Die exakte Röntgendiffe wird also geringfügig höher liegen.

#### 2.2.3.4 HD-Frequenz beim Rottweiler

Der Rottweiler war in den siebziger Jahren stark von HD betroffen (MÜLLER, 1988; HOFFMANN et al., 1971). Angaben zum Anteil der erkrankten Tiere schwanken erheblich zwischen den Populationen. Die Zahlen in Tabelle 2 sind nur bedingt miteinander vergleichbar, da in der Definition der HD-Grade zwischen den Ländern Unterschiede bestehen. So wird in der Schweiz nach der Methode von Flückiger, in den USA und Kanada nach den Richtlinien der OFA (Orthopedic Foundation for Animals) und in den übrigen Ländern nach den Richtlinien der FCI (Fédération Cynologique Internationale) ausgewertet.

Tabelle 2: HD-Frequenzen beim Rottweiler

Land	Zeitraum	Anzahl	Frequenz	Quelle
Deutschland	1968 - 1980		53 %	MÜLLER (1988)
DDR	1968 - 1975	1.018	36,7 %	GEISSNER (1977)
DDR	1971	336	50 %	HOFFMANN et al. (1971) zitiert nach MARX (1975)
Schweiz	1965 - 1973	18	50 %	FREUDIGER et al. (1973)
Schweiz	1991 - 1994	66	38 %	FLÜCKIGER et al. (1995)
Niederlande	1976 - 1979	819	50 %	BOUW (1982)
Norwegen	1972 - 1984	1.217	22 %	LINGAAS und HEIM (1987)
Schweden	1972		45 %	HENRICSON et al. (1972)
Dänemark, Finnland, Schweden	1967	336	54 %	HENRICSON (1967a)
Israel	1971 - 1987	121	44 %	BARGAI et al. (1988)
USA	vor 1971	209	26,3 %	LARSEN und CORLEY (1971)
USA	1987	4.142	24,6 %	KELLER und CORLEY (1989)
USA	1974 - 1991	37.497	23,3 %	CORLEY (1992)
Kanada	1970 - 1978	26	30,8 %	MARTIN et al. (1980)

Leider wird die Hüftgelenkdsdysplasie bei solchen Statistiken auch innerhalb von Auswertungsmethoden unterschiedlich definiert, z.B. ist bei der Auswertung nach FCI nicht immer nachzuvollziehen, ob bei Angaben zur HD-Frequenz HD-Verdacht als HD bezeichnet wird oder noch als HD-frei eingeordnet wird. Außerdem ist unbekannt, ob und inwieweit eine Vorselektion stattfindet.

SWENSON et al. (1997) beobachteten beim Rottweiler in Schweden von 1976 bis 1988 ein Sinken der HD-Frequenz von 46 % auf 13 %.

MÄKI et al. (2000) stellen bei 2.764 finnischen Rottweilern im Beobachtungszeitraum von 1987 bis 1996 einen durchschnittlichen HD-Befund von 1,06 Graden fest, wobei HD-freie Hunde Grad 0, Grenzfall Grad 1, leichte HD Grad 2 entsprechen.

### 2.2.4 Heritabilität

Die Erbllichkeit der HD gilt als gesichert. Während GROUNDS et al. (1955), DE PUGH (1956), HENRICSON und OLSSON (1959) einen monogen rezessiven, SCHALES (1957 und 1959) und BÖRNFORS et al. (1964) einen monogen dominanten Erbgang annahmen, gehen die überwiegende Zahl der Autoren heute davon aus, dass es sich bei der HD um ein polygenes Merkmal handelt (HENRICSON, 1967a und 1967b; BEUING und SIMIANER, 1985; SCHIMKE und PAATSAMA, 1993). STUR (1990) diskutiert ein Erklärungsmodell für das Auftreten von HD-betroffenen Nachkommen aus HD-freien Eltern über „rezessive Schadgene“, die durch Dominanz ihrer Allele überdeckt werden. Beim Hovawart (PÖTSCHER, 1991) werden diese Hypothesen diskutiert, aber durch die Ergebnisse nicht bestätigt. Dominanzvarianz ist zu vermuten, wenn die Varianz der Vollgeschwister sich von der Halbgeschwistervarianz mehr als doppelt abhebt und maternale Umweltvarianz auszuschließen ist.

LEIGHTON (1997) stellte Berechnungen für das Vorhandensein eines Major-Genes für HD beim Labrador-Retriever und beim Deutschen Schäferhund an. Er vermutet bei beiden Rassen die Existenz eines Major-Genes, weist aber darauf hin, dass der verwendete „Major-Gen-Index“ das Vorhandensein eines Major-Genes nicht beweisen kann. Dafür müssten Kreuzungsexperimente und Segregationsanalysen durchgeführt werden.

Die Heritabilität der HD beim Hund ist niedrig bis mittelhoch. Sie schwankt zwischen den verschiedenen Untersuchungen, abhängig von der Population und der verwendeten Methode sehr stark. Auch bei den für den Rottweiler geschätzten Heritabilitäten gibt es erhebliche Unterschiede zwischen den Angaben (Tabelle 3).

Zum Vergleich werden in Tabelle 4 Angaben über den Deutschen Schäferhund aufgeführt. Die geschätzten Heritabilitäten schwanken ebenso wie beim Rottweiler je nach Untersuchung sehr stark. Sie liegen zwischen 0,18 und 0,498.

Tabelle 3: Heritabilitätsschätzungen für HD beim Rottweiler

<b>Auswertungsmethode</b>	<b>Tierzahl</b>	<b>Methode</b>	<b>h<sup>2</sup></b>	<b>Standardfehler</b>	<b>Quelle</b>
FCI	723	Halbgeschwisteranalyse	0,28		GEISSNER (1977)
FCI	408	Halbgeschwister-Korrelation	0,05	0,09	LINGAAS und HEIM (1987)
FCI	408	Vater-Nachkommen Regression	0,44	0,22	LINGAAS und HEIM (1987)
FCI	408	Mutter-Nachkommen Regression	0,13	0,16	LINGAAS und HEIM (1987)
FCI	408	Eltern-Nachkommen Regression	0,06	0,1	LINGAAS und HEIM (1987)
FCI	2.764	REML (Tiermodell)	0,58	0,04	MÄKI et al. (2000)
FCI	2.765	Vater-Nachkommen Regression	0,48	0,2	SWENSON et al. (1997)
FCI	2.765	Mutter-Nachkommen Regression	0,18	0,1	SWENSON et al. (1997)
3 Category Scheme	585	Halbgeschwister	0,26		WILLIS (1987)
Hip-Score	585	Halbgeschwister	0,39		WILLIS (1987)

Tabelle 4: Heritabilitätsschätzungen für HD beim Deutschen Schäferhund

<b>Auswertungsmethode</b>	<b>Tierzahl</b>	<b>Methode</b>	<b>h<sup>2</sup></b>	<b>Standardfehler</b>	<b>Quelle</b>
FCI	2.404	väterl. Halbgeschwister	0,43	0,08	HEDHAMMAR et al. (1979)
FCI	2.404	mütterl. Halbgeschwister	0,45	0,08	HEDHAMMAR et al. (1979)
FCI	8.671	Vollgeschwister	0,353	0,024	SCHWARZ (1989)
FCI	8.671	väterl. Halbgeschwister	0,208	0,034	SCHWARZ (1989)
FCI	8.671	mütterl. Halbgeschwister	0,498	0,048	SCHWARZ (1989)
Punkte-Index	244	väterl. Halbgeschwister	0,3		JESSEN und SPURRELL (1972)
Punkte-Index	244	mütterl. Halbgeschwister	0,18		JESSEN und SPURRELL (1972)

### 2.2.5 Einflussfaktoren auf die Hüftgelenksdysplasie

#### 2.2.5.1 Geschlecht

Bei der angeborenen Hüftgelenksdysplasie des Menschen kommen auf einen betroffenen Mann vier bis sieben erkrankte Frauen (HENRICSON et al., 1966). Beim Hund konnte bisher in den meisten Untersuchungen keine Geschlechtsprädisposition nachgewiesen werden.

MÄKI et al. (2000) konnten in ihrer Untersuchung bei 2.764 finnischen Rottweilern keinen signifikanten Geschlechtseffekt feststellen.

SWENSON et al. (1997) fanden bei 2.302 untersuchten Rottweilern keinen signifikanten Geschlechtseffekt. Bei den Labrador Retrievern, Neufundländern und Berner Sennenhunden wurde ebenfalls kein Geschlechtseffekt gefunden. Allerdings stellten sie beim Deutschen Schäferhund ( $p < 0,001$ ), beim Golden Retriever ( $p < 0,01$ ) und beim Bernhardiner ( $p < 0,01$ ) eine signifikant höhere HD-Frequenz bei den Hündinnen fest. Die Autoren vermuten ohne experimentellen Hintergrund aufgrund des rasse-mässig gebundenen Geschlechtseffektes mindestens zwei Varianten der Hüftgelenksdysplasie, wie sie auch beim Menschen auftreten. Die erste Variante ist bereits bei der Geburt diagnostizierbar und tritt bei weiblichen Individuen weit häufiger auf. Die andere Variante ist ebenfalls erblich, tritt aber erst später auf und hat einen weniger stark ausgeprägten Geschlechtseffekt.

POPOVITCH et al. (1995) wiesen in einer Untersuchung von 74 Rottweilern keinen signifikanten Geschlechtseffekt nach.

In weiteren Untersuchungen bei verschiedenen Hunderassen wurde ebenfalls kein signifikanter Geschlechtseffekt für HD nachgewiesen (HENRICSON et al., 1965; KELLER und CORLEY, 1989; KIELIGER, 1976; KREMPLE, 1985; LARSEN und CORLEY, 1971; LEIGHTON et al., 1977; OHLERTH et al., 1998; PÖTSCHER, 1991; PRIESTER und MULVIHILL, 1972; REED et al., 2000; RISER, 1975; WILLIS, 1984).

HEDHAMMAR et al. (1979) fanden in ihrer Untersuchung von 2.370 Deutschen Schäferhunden bei weiblichen Tieren eine signifikant höhere ( $p < 0,01$ ) HD-Frequenz (durchschnittl. HD-Grad männl. = 1,60; durchschnittl. HD-Grad weibl. = 1,73).

MARTIN et al. (1980) n = 2.298 stellten hingegen für männliche Hunde verschiedener Rassen ein 1,2-fach höheres Risiko fest, HD zu entwickeln.

SCHWARZ (1989) stellte für Deutsche Schäferhund Rüden ebenfalls ein höheres HD-Risiko fest.

Der in den obengenannten Studien beobachtete Geschlechtseffekt beruht möglicherweise nicht auf genetischen Unterschieden, insbesondere, weil je nach Studie Rüden oder Hündinnen stärker von HD betroffen sein können. Die möglicherweise strengere Bewertung von Rüden durch einzelne HD-Gutachter ist nicht bewiesen, wird aber von SCHWARZ (1989) als Ursache für die schlechteren HD-Ergebnisse vermutet.

#### 2.2.5.2 Wachstumsgeschwindigkeit

Bei schnellwüchsigen Hunden, zu denen auch der Rottweiler gehört, die früh ein hohes Gewicht erreichen, hält die Muskelentwicklung nicht mit dem schnellen Knochenwachstum mit. Dadurch wird das die Gelenke unterstützende Weichteilgewebe überlastet und überdehnt und es kommt durch Verletzung dieses Gewebes zu Subluxationen des Gelenks und in der Folge zu HD (RISER 1975). Diese Hypothese war Gegenstand verschiedener Untersuchungen.

RISER et al. (1964) stellten bei 222 Deutschen Schäferhundwelpen der schwedischen Armee das Gewicht im Alter von 60 Tagen fest. Sie röntgten die Hunde mit 18 bis 24 Monaten auf HD und kamen zu dem Ergebnis, dass die 122 HD-freien Hunde ein niedrigeres durchschnittliches 60-Tage-Gewicht (5,9 kg) hatten, als die 100 HD-erkrankten Tiere (6,4 kg).

HENRICSON (1967a) überprüfte die Angaben RISERs an Schäferhunden der schwedischen Armee und konnte nur eine nicht signifikante Tendenz feststellen.

Auch HEDHAMMAR et al. (1979) fanden bei 2.404 Deutschen Schäferhunden der schwedischen Armee keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem 60-Tage-Gewicht und dem Risiko, Hüftgelenkdysplasie zu entwickeln.

OHLERTH et al. (1998) untersuchten die mittleren täglichen Zunahmen von Labrador Retrievern im Alter von 51 und 383 Tagen. Die Tiere stammten alle aus einem



Zwinger und wurden nach dem Absetzen in Familien nach einem festen Protokoll gefüttert und bewegt. Es konnte mittels logistischer Regressionsanalyse kein signifikanter Einfluss der mittleren täglichen Zunahmen auf HD festgestellt werden.

LUST et al. (1973) verglichen die HD-Inzidenz verschieden aufgezogener Tiere miteinander. Die erste Gruppe bestand aus handaufgezogenen, langsam wachsenden Welpen (19 Tiere aus 4 Würfen), die zweite Gruppe (8 Tiere aus 2 Würfen) wurde ad libitum gefüttert und die dritte Gruppe (8 Tiere aus 2 Würfen) erhielt 70 % der Kalorien der zweiten Gruppe. Alle Hunde hatten mindestens ein dysplastisches Elternteil. Alle Hunde aus der zweiten und dritten Gruppe entwickelten HD, aber nur drei Hunde aus der handaufgezogenen Gruppe.

KASSTRÖM (1975) untersuchte 31 Welpen der Rassen Deutscher Schäferhund, Golden Retriever und Labrador Retriever aus fünf Würfen, deren Eltern bzw. Großeltern dysplastische Hüftgelenke hatten. Mit zehn bis zwölf Wochen wurden innerhalb der Würfe Paare gebildet, die ein möglichst ähnliches Röntgen- und Palpationsergebnis hatten und falls möglich gleiches Geschlecht und Gewicht hatten. Die eine Hälfte erhielt bis zu 140 % des empfohlenen Tagesbedarfs, die andere bekam 70 % der Menge des aufgenommenen Futters gefüttert. Bei den Hunden mit hoher Kalorienaufnahme trat Hüftgelenkdysplasie häufiger und früher auf und war im Durchschnitt schwerer ausgeprägt.

ZUSCHNEID (1982) verglich die Wachstumsgeschwindigkeit verschiedener Hunderassen mit der des Wolfes. Er stellte fest, dass die HD-Frequenz einer Rasse um so niedriger ist, je ähnlicher die Wachstumsgeschwindigkeit der des Wolfes ist.

### 2.2.5.3 Gewicht

Auch der Einfluss des Gewichts des ausgewachsenen Hundes auf HD wird häufig diskutiert und wurde in verschiedenen Untersuchungen geprüft.

POPOVITCH et al. (1995) untersuchten den Effekt des Gewichts auf Hüftgelenkdysplasie bei 74 Rottweilern in einem multiplen Regressionsmodell. Das Gewicht der Tiere hatte dabei keinen Effekt auf ihren Hüftstatus. In der gleichen Arbeit wurde allerdings ein erhöhtes Risiko für Hüftgelenkdysplasie um 4 % pro

Kilogramm Körpergewicht festgestellt, nachdem 109 Deutsche Schäferhunde in das Modell integriert worden waren.

OHLERTH et al. (1998) fanden in ihrer Studie mit 637 Labrador Retrievern keinen signifikanten Effekt des Gewichts am 51. und am 383. Lebenstag.

GODDARD und MASON (1982) wogen Boxer, Labradore, Kelpies und Deutsche Schäferhunde mit acht Wochen, 12 Wochen und 15 Monaten. Sie stellten in keinem Fall eine Korrelation zwischen dem Gewicht und dem HD-Befund fest.

Auch WIENRICH (1973) fand keinen Einfluss von Widerristhöhe und Gewicht auf die Hüftgelenksdysplasie beim Hovawart.

#### 2.2.5.4 Muskelmasse

Eine sehr starke Bemuskelung der Hinterhand soll eine Lockerheit des Hüftgelenks kompensieren und damit HD verhindern. Dies ist eine mögliche Ursache für die HD-Freiheit der Windhunderassen, die eine vergleichsweise starke Bemuskelung aufweisen (RISER, 1964).

RISER und SHIRER (1967) untersuchten den Anteil der Beckenmuskeln am Gesamtgewicht von dysplastischen und dysplasiefreien Hunden verschiedener Rassen. Sie fanden in einer Studie mit 95 Hunden der Rassen Deutscher Schäferhund, Greyhound und July-Foxhound eine hochsignifikante negative Korrelation zwischen dem relativen Anteil der Beckenmuskeln am Gesamtgewicht und Hüftgelenksdysplasie. Je schwerer im Verhältnis die Beckenmuskeln waren, desto seltener trat Hüftgelenksdysplasie auf und umgekehrt. MC LAUGHLIN und TOMLINSON (1996) fragen, warum dann stark bemuskelte Rassen, wie der Rottweiler, einen hohen Anteil von HD-positiven Tieren haben. Sie bemerken dazu, dass schwächer entwickelte Beckenmuskeln das Resultat einer Hüftgelenksdysplasie sein können und nicht die Ursache. Ein Hund mit Schmerzen in den Hüftgelenken bewegt sich weniger und es kommt infolgedessen zu einer Muskelatrophie, wie sie auch bei Tieren mit schwerer HD beobachtet werden kann. Allerdings kommt RISER (1975) nach Messungen der Muskelmasse an trainierten und untrainierten Hunden zu

dem Schluss, dass die Bemuskelung stärker durch Vererbung beeinflusst ist, als durch Training.

CARDINET et al. (1997) wiederholten den Versuch von RISER und SHIRER mit Greyhounds, deutschen Schäferhunden und Schäferhund-Greyhound Kreuzungen. Auch sie fanden eine negative Korrelation zwischen dem Gewicht der Beckenmuskulatur und HD.

#### 2.2.5.5 Bewegungsaktivität

LOEFFLER (1990b) und SCHNEIDER-HAISS (1990) vermuten, dass frühe, übermäßige Bewegung des jungen Hundes zu einer stärkeren Ausprägung der HD führt.

SCHMERAK (1992) kann in einer Studie mit 700 Tieren keinen signifikanten Einfluss der Bewegungsaktivität auf den Hüftstatus feststellen. Allerdings sind Tiere, die in der Wachstumsphase täglich weniger als 15 Minuten oder mehr als eine Stunde bewegt wurden tendenziell stärker von HD betroffen.

#### 2.2.5.6 Alter

Die Hüftgelenkdysplasie des Hundes ist im Gegensatz zur HD des Menschen kein angeborenes Leiden, sondern sie entwickelt sich erst im Laufe des Wachstums. Sie kann daher im Endstadium auch erst nach Abschluss des Knochenwachstums sicher diagnostiziert werden (RISER und SHIRER, 1966; LARSEN und CORLEY, 1971). Die praktischen Erfahrungen des Vorröntgens zeigen jedoch, dass Hinweise auf eine Hüftgelenkdysplasie bereits wesentlich früher erkennbar sind. Das Alter, ab dem offizielle HD-Aufnahmen angefertigt werden dürfen, war daher schon immer ein Diskussions- und Konfliktpunkt zwischen Tierärzten und Zuchtwarten auf der einen und Hundesportlern und -besitzern auf der anderen Seite. Auch beim Rottweiler wechselte das Mindestalter mehrmals. Die Gutachter streben eine möglichst hohe Sicherheit ihrer Bewertung an und sind daher auf ein möglichst voll ausgeprägtes

Krankheitsbild und damit auf einen späten Röntgentermin angewiesen, die Besitzer wollen möglichst früh über die Gesundheit, Leistungsfähigkeit und Zuchttauglichkeit ihres Hundes Bescheid wissen. Es gibt daher zahlreiche Untersuchungen über die HD-Diagnostik während des Wachstums.

So röntgte LUST (1997) 102 Labrador-Retriever mit HD während ihres ersten Lebensjahres monatlich, um den Zeitpunkt des ersten Auftretens röntgenologischer Zeichen für HD bestimmen zu können. Mit sechs Monaten waren Anzeichen einer HD bereits bei über 50 %, mit 9 Monaten bei 93 % der Hunde erkennbar.

In einer ähnlichen Studie untersuchten LUST et al. (1973) das erste Auftreten von HD bei 57 dysplastischen Labrador-Retrievern, Deutschen Schäferhunden, Golden Retrievern und Kreuzungen. Bei 84 % der Hunde traten die ersten Anzeichen einer HD bis zum Alter von 8 Monaten auf.

POPOVITCH et al. (1995) untersuchten bei 74 Rottweilern, von denen 22 HD hatten, den Einfluss des Röntgenalters auf den HD-Befund. Die Tiere wurden im Alter von 12 bis 40 Monaten geröntgt. Sie fanden keinen signifikanten Effekt für das Röntgenalter.

REED et al. (2000) untersuchten den Einfluss des Auswertungsalters beim Englischen Setter, Portugiesischen Wasserspaniel, Berner Sennenhund und Shar-Pei auf die HD. Außer beim Shar-Pei war der Effekt des Auswertungsalters signifikant. Jünger ausgewertete Tiere hatten stärker ausgeprägte HD. Die Autoren führen dafür zwei mögliche Ursachen an. In den USA werden Röntgenbilder von Hunden unter 23 Monaten nur von einem Auswerter beurteilt, Bilder von älteren Tieren hingegen von drei Auswertern. Dies könnte dazu führen, dass die Bewertungen durch Meinungsunterschiede der drei Auswerter negativ beeinflusst werden. Außerdem vermuten sie, dass Bilder von älteren Hunden häufiger von den röntgenden Tierärzten beurteilt werden, und im Falle einer HD, die beim älteren Hund aufgrund sekundärer degenerativer Gelenksveränderungen leichter zu erkennen ist, nicht mehr eingeschickt und offiziell ausgewertet werden.

FREUDIGER (1973) verglich Aufnahmen von (im Alter von weniger als einem Jahr) vorgeröntgten Hunden mit den "offiziellen" HD-Aufnahmen, die im Alter von 12 - 18 Monaten angefertigt wurden. In 80,3 % der Fälle differierten die beiden Befunde um maximal ein Grad. In 19,7 % der Fälle unterschieden sich die Befunde um mehr als ein Grad, wobei es in einem Drittel der Fälle zu einer deutlichen Verbesserung des

Ergebnisses kam. FREUDIGER (1973) kommt zu dem Schluss, dass das Vorröntgen ab dem 5. oder besser ab dem 7. Monat bei korrekter Lagerung den HD-Status eines Hundes gut erfasst.

TOWNSEND et al. (1971) verglichen die Röntgenbilder von 766 Schäferhunden der US-Army, die mehrmals untersucht worden waren, miteinander. Sie stellten bei Hunden, die bei der ersten Untersuchung HD-frei waren oder HD 2. Grades hatten, eine durchschnittliche Verschlechterung um einen HD-Grad in 100 Monaten fest. Bei Hunden mit HD 1. Grades bei der Erstuntersuchung ist eine Verschlechterung um 1,5 HD-Grade in den nächsten 100 Monaten zu erwarten. Die Hunde wurden zusätzlich nach dem Alter zum Zeitpunkt der ersten Röntgenuntersuchung in zwei Gruppen eingeteilt (jünger und älter als 18 Monate). Bei den bei der Erstuntersuchung als dysplastisch diagnostizierten Hunden hatte das Alter keinen Einfluss auf den Verlauf. Bei den HD-freien Tieren kam es bei den mit weniger als 18 Monaten untersuchten Hunden zu einer etwas stärkeren Verschlechterung.

CORLEY (1992) verglich die Aufnahmen vorgeröntgter Hunde mit ihren späteren offiziellen HD-Aufnahmen. Da es sich um Material der OFA handelt, dürfen die Hunde erst mit 24 Monaten offiziell HD-geröntgt werden. Die vorgeröntgten Tiere sind zwischen 4 und 23 Monate alt. CORLEY unterscheidet nur zwischen "normal" und "dysplastisch"; Verschiebungen z.B. von mittlerer zu schwerer HD werden nicht berücksichtigt. Von den 3.837 vorgeröntgten Tieren aus 91 Rassen wurden 2,58 % beim offiziellen Röntgen als "normal" eingestuft, obwohl sie beim Vorröntgen als "dysplastisch" bewertet worden waren. Umgekehrt wurden hingegen 8,49 % beim offiziellen Röntgen mit "dysplastisch" bewertet, die vorher HD-frei waren. Von den beim Vorröntgen als "Grenzfall" eingestuften Hunden wurden 56,9 % später als "normal" beurteilt. Insgesamt scheint die Zuverlässigkeit des Vorröntgens stark rasseabhängig zu sein. Der Prozentsatz der Beurteilungsänderungen schwankt von 0 % (Welsh Springer Spaniel) bis zu 28,57 % (Chesapeake Bay Retriever).

Von den 714 geröntgten Rottweilern ergab sich bei 88,66 % keine Veränderung des Hüftstatus. Bei 2,52 % der Hunde verbesserte sich die Hüfte, so dass sie beim offiziellen Röntgen als normal beurteilt wurde und bei 8,82 % der Tiere kam es zu einer Verschlechterung.

Auch WILLIS (1984) erwähnt eine Verschlechterung des Hüftstatus im Alter. Er beobachtet bei Rassen, die wenig HD-Probleme haben, einen geringeren Alterseffekt, als bei Rassen mit generell schlechteren Hüften.

SWENSON et al. (1997) fanden bei sieben Hunderassen, darunter dem Rottweiler, einen signifikanten Effekt des Alters auf das HD-Ergebnis. Sie untersuchten Hunde, die im Alter von 12 bis 24 Monaten geröntgt worden waren und fanden, dass bei später geröntgten Hunden HD häufiger auftrat. Sie folgern daraus, dass alle Hunde möglichst im gleichen Alter untersucht werden, um eine Vergleichbarkeit des HD-Ergebnisses zu gewährleisten. Sie warnen gleichzeitig, dass bei einem zu hohen Mindestuntersuchungsalter immer mehr Hunde vorgeröntgt werden und somit ihre Befunde der offiziellen Statistik verloren gehen.

Auch MÄKI et al. (2000) finden in ihrer Studie mit 2.746 Rottweilern einen hochsignifikanten Effekt des Röntgenalters auf HD. Je älter der Hund ist, desto schlechter sind seine Hüften.

#### 2.2.5.7 Geburtsmonat

OHLERTH et al. (2001) untersuchten in einer Studie mit 664 Labrador Retriever Voll- und Halbgeschwistern, ob der Geburtsmonat einen Einfluss auf die HD hat. Sie fanden bei von Juli bis Dezember geborenen Tieren weniger HD.

GRUSSLER (1989) konnte beim Deutschen Schäferhund keinen signifikanten Einfluss der Wurfseason nachweisen.

HANSSEN (1991) fand beim Deutschen Schäferhund und beim Golden Retriever ebenfalls keinen Einfluss der Wurfseason. Beim Labrador, dem English-, Irish- und Gordon-Setter hatten hingegen die im Frühjahr und Sommer geborenen Tiere signifikant weniger Hüftgelenkdysplasie. Er führt dies auf die besonderen klimatischen Verhältnisse Norwegens zurück, so dass im Herbst und Winter geborene Tiere durch das Laufen auf vereisten Böden geschädigt werden.

### 2.2.5.8 Stoffwechselstörungen

Auch der Einfluss von Stoffwechselstörungen auf HD war Gegenstand verschiedener Studien.

SCHUBERTH (1980) fand bei Hunden mit HD eine hypothyreote Stoffwechsellaage. Er verglich die Werte des ETR (effektiver Thyroxin Quotient) von 144 klinisch unauffälligen Hunden ( $0,88 \pm 0,06$ ;  $p = 0,01$ ) mit Werten von 87 Hunden mit HD ( $0,84 \pm 0,06$ ;  $p = 0,01$ ). Die Werte der Hunde lagen um so tiefer, je schwerer die HD war, aber nur für schwere HD konnte ein signifikant niedrigerer Wert festgestellt werden ( $0,81 \pm 0,05$ ;  $p = 0,05$ ). SCHUBERTH folgert daraus, dass bei HD in der Regel eine hypothyreote Stoffwechsellaage vorliegt, die mit stärker ausgeprägter HD zunimmt. KAMMERER (1973) vermutete dagegen einen Zusammenhang zwischen Hyperthyreose und HD.

ECKSTEIN (1970) untersuchte die Aktivität der Alkalischen Phosphatase (AP) im Blut von 56 Hunden und fand bei Tieren mit HD eine signifikant ( $p = 0,001$ ) höhere Aktivität. Es war allerdings kein direkter Zusammenhang zwischen dem HD-Grad und der Höhe der Aktivität der AP zu erkennen. Seine Ergebnisse stehen im Widerspruch zu einer Arbeit aus der Humanmedizin (GEBALA, 1970), wo bei Kindern mit Hüftgelenksdysplasie eine Erniedrigung der AP-Aktivität festgestellt wurde.

LESCHHORN und HERZOG (1975) stellten bei 80 Deutschen Wachtelhunden hingegen keinerlei Zusammenhang zwischen der Aktivität der Alkalischen Phosphatase und dem HD-Befund fest. Die Ursache dafür ist, dass die Alkalische Phosphatase die momentane Osteoblastenaktivität widerspiegelt und so eine Aussage über die augenblickliche Aktivität des Knochenum- und abbaus macht, die nicht unbedingt mit dem HD-Befund gekoppelt ist.

Beim Menschen kommt die Hüftgelenksdysplasie fünf- bis siebenmal häufiger bei der Frau als beim Mann vor (HENRICSON et al., 1966), es wird deshalb der Einfluss der Östrogene auf die Pathogenese für wichtig gehalten. Eine physiologische Wirkung der Östrogene ist eine Erschlaffung der Bänder. Diese könnte beim Hund für die Lockerheit des Hüftgelenks verantwortlich sein.

MANSSON und NORBERG (1961) gelang es durch Relaxin-, Östrogen- oder Relaxin- und Östrogengaben bei vier von fünf Welpen, die von HD-freien Eltern abstammten, Hüftgelenksdysplasie zu erzeugen.

PIERCE und BRIDGES (1967) untersuchten den Spiegel von Östradiol-17 $\beta$  im Urin von normalen und dysplastischen Hunden nach Östradiolinjektionen. Sie fanden bei dysplastischen Hunden höhere Werte und führen dies auf eine bei HD verminderte Kapazität, Östrogen zu metabolisieren, zurück.

PIERCE et al. (1965) lösten durch Östradiolgaben über längere Zeit bei Welpen HD aus.

In einer Studie von HASSINGER et al. (1997) wurden Hündinnen während verschiedener Zyklusstadien geröntgt. Es konnte kein signifikanter Einfluss des Sexualzyklus auf die Gelenkslockerheit festgestellt werden.

Trotz der zahlreichen Untersuchungen ist es bisher nicht gelungen eine Entgleisung des Stoffwechsels für HD verantwortlich zu machen, bzw. einen einfachen Labortest zur Diagnose zu entwickeln.

#### 2.2.5.9 Inzucht

Unter Inzucht versteht man die Paarung von Individuen, die miteinander enger verwandt sind als das Populationsmittel (PIRCHER, 1994). In der Folge kommt es zu einem Anstieg der homozygoten Allele. Dies kann erwünscht oder unerwünscht sein, je nachdem, welche Allele homozygot werden. Inzucht bringt nichts Neues hervor, sie macht nur sichtbar, was vorhanden ist. Ob sie einen positiven oder negativen Effekt hat, hängt von der Basis ab, auf der sie stattfindet. Inzucht darf daher auch nicht pauschal verurteilt werden, wie es von Laien gern getan wird. Das Englische Vollblut geht beispielsweise im wesentlichen auf nur vier Hengste zurück und das Stutbuch ist seit über 200 Jahren geschlossen. Der Inzuchtkoeffizient ist, wenn man 20 Generationen in die Berechnung einbezieht mit 0,125 (CUNNINGHAM, 1991) relativ hoch. Trotzdem, oder gerade deswegen, ist das reingezüchtete Englische Vollblut auf mittleren Distanzen das schnellste Pferd der Welt und es wird zur Veredelung und zur Steigerung der Leistungsfähigkeit in nahezu allen Warmblutrassen der Welt eingesetzt.



LINGAAS und KLEMETSDAL (1990) untersuchten den Effekt der Inzucht auf HD bei 2.080 norwegischen Golden Retrievern, deren Abstammung über drei Generationen bekannt war. Dabei wurde nur zwischen Hunden mit und ohne HD unterschieden und der Inzuchtkoeffizient als eine Kovariable in ein gemischtes Modell integriert. Der durchschnittliche Inzuchtkoeffizient wird auf 0,0095 geschätzt. Der Effekt des Inzuchtkoeffizienten auf das HD-Ergebnis ist nicht signifikant und liegt bei - 0,055, d.h. ein Anstieg des Inzuchtkoeffizienten um 10 % würde die HD-Frequenz um 0,6 % reduzieren.

SCHRÖDER (1993) stellte bei 201 Beagles einen durchschnittlichen Inzuchtkoeffizienten von 3,46 (Standardabweichung  $\pm 6,01$ ) fest. Die Korrelation zwischen HD-Befund und Inzuchtkoeffizient war nicht signifikant. Es war aber ein Trend zu einem höheren Inzuchtkoeffizienten bei schlechteren HD Ergebnissen zu erkennen.

PÖTSCHER (1991) untersuchte den Zusammenhang zwischen der Inzucht und HD in einer Hovawartpopulation mit 10.750 Tieren. Sie verwendet anstatt des Inzuchtkoeffizienten einen Ahnenverlustkoeffizienten, der fünf Generationen berücksichtigt. Dabei handelt es sich um den Quotient aus der Anzahl tatsächlich vorhandener Ahnen und der Gesamtzahl der insgesamt möglichen Ahnen. Der Quotient wird kleiner, je weniger verschiedene Ahnen vorhanden sind. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass der Ahnenverlustkoeffizient nicht mit dem Inzuchtkoeffizienten übereinstimmt. Beispielsweise hat ein Tier, das aus der Kreuzung zweier ingezüchteter Linien stammt, selbst also an sehr vielen Genorten heterozygot ist, einen sehr hohen Ahnenverlust. Hingegen liegt sein Inzuchtkoeffizient bei 0. In der Arbeit PÖTSCHERS ist der Ahnenverlustkoeffizient bei HD-geröntgten Tieren signifikant niedriger als bei nicht geröntgten. Außerdem sinkt der Ahnenverlustkoeffizient linear, je schlechter der HD-Befund ist.

## 2.3 Zuchtwertschätzung

### 2.3.1 Anwendung

Die Anwendung der Zuchtwertschätzung in der Zucht landwirtschaftlicher Nutztiere ist seit Jahrzehnten selbstverständlich. Während früher beispielsweise Contemporary Comparison (ROBERTSON und RENDEL, 1954), Modified Contemporary Comparison (USDA, 1976) oder Herdmate (HENDERSON et al., 1954) angewendet wurden, wird heute ausschließlich mit der BLUP- (best linear unbiased prediction) Methode (HENDERSON, 1973) gearbeitet. Zuerst wurde die BLUP-Methode zur Zuchtwertschätzung bei Milchkühen in den USA angewandt (WESTELL 1984, WESTELL und VAN VLECK 1987). Dabei wurde das Vätermodell verwendet, in dem nur die Verwandtschaft zwischen Vätern und Töchtern und väterlichen Halbschwestern berücksichtigt wird. Mit steigenden Rechnerkapazitäten und der Einführung speichersparender Rechenverfahren (WESTELL, 1984) wurde es möglich, im Tiermodell sämtliche bekannten Verwandteninformationen mit einzubeziehen. Inzwischen findet das Tiermodell auch in der Fleischrinderzucht (QUAAS und POLLAK, 1980), in der Schweinezucht (HUDSON und KENNEDY, 1985), in der Schafzucht (BLAIR und POLLAK, 1984), in der Ziegenzucht (WIGGANS et al., 1988) und in der Pferdezucht (ARNASON, 1984) Anwendung. Etwa seit 1990 wird in Deutschland bei Milchrindern das BLUP-Tiermodell angewandt (KARRAS, 1991).

Auch in der Hundezucht wird die Zuchtwertschätzung routinemäßig angewendet. BEUING und SIMIANER (1985) schätzten bereits 1985 BLUP-Zuchtwerte für HD für die komplette Population des deutschen Wachtelhundes.

In Deutschland werden beim Hund routinemäßig Relativzuchtwerte nach dem BLUP-Tiermodell für folgende Rassen und Krankheitsdispositionen geschätzt (BEUING, 2000):

Beagle: Hüftgelenkdysplasie, Hodenabstieg, Nabelbruch, Kieferstellung

Berger des Pyrénées: Hüftgelenkdysplasie

Bernhardiner: Hüftgelenkdysplasie, Ektropium

Belgische Schäferhunde: Hüftgelenkdysplasie

Deutsche Schäferhunde: Hüftgelenksdysplasie  
Deutsche Wachtelhunde: Hüftgelenksdysplasie  
Französische Bulldogge: Kaiserschnitt-Risiko, Patella-Luxation  
Hovawart: Hüftgelenksdysplasie, verkürzter Unterkiefer  
Kromfohrländer: Epilepsie, Hüftgelenksdysplasie  
Kleine Münsterländer: Hüftgelenksdysplasie  
Landseer: Hüftgelenksdysplasie  
Nordische Rassen: Hüftgelenksdysplasie  
PON: Hüftgelenksdysplasie, Hodenfehler, Caninusengstand  
Retriever: Hüftgelenksdysplasie, Progressive Retinaatrophie, Katarakt  
Rottweiler: Hüftgelenksdysplasie, Rückbiss  
Sennenhunde: Hüftgelenksdysplasie, Epilepsie, OCD

Zusätzlich wird die Zuchtwertschätzung auch für die Zucht auf Exterieur- und Wesensmerkmale benutzt (LEIGHTON, 1997).

LINGAAS und KLEMETSDAL (1990) berechneten für die gesamte Golden Retriever-Population Norwegens ( $n = 22.866$ ) Relativzuchtwerte für HD mit dem Tiermodell. Allerdings unterscheiden sie nur zwischen HD-freien (nach der FCI Einteilung A1 bis B1) und HD erkrankten Hunden (FCI Einteilung B2 bis E2) und reduzieren somit die fünfstufige Skala (A bis E) auf zwei Stufen. In der Golden Retriever-Population wurde während der zehn Jahre der Studie eine geringe genetische Verbesserung durch die Massenselektion erreicht, hingegen hätte die Selektion der Tiere auf Basis der Tiermodellzuchtwerte einen größeren genetischen Fortschritt gebracht.

Die Zuchtwertschätzung bietet sich beim Hund besonders zur Reduktion rassespezifischer Erkrankungen an, deren Heritabilität zu niedrig ist, um durch Selektion aufgrund des Phänotyps ausreichende Erfolge zu erzielen.

BEUING (1993) verglich die Indexmethode mit der BLUP-Methode und kommt zu dem Schluss, dass nur das BLUP-Tiermodell für die Hundezucht geeignet ist, da nur hierbei alle Verwandteninformationen berücksichtigt werden, was in den relativ kleinen Populationen mit wenigen Informanten notwendig ist. Die

Nachkommenprüfung ist weniger geeignet, da dabei zuviel Zeit vergeht, bis gesicherte Informationen für die Vererbungsqualität vorliegen. Außerdem hat ein Rüde im Durchschnitt zu wenige Nachkommen, um in kurzer Zeit eine hohe Vorhersagegenauigkeit zu erreichen. Ein weiterer Nachteil ist die Vernachlässigung des Effektes der beteiligten Mutterhündinnen. Dies wäre wiederum nur bei sehr vielen Nachkommen aus vielen Würfen vertretbar, da dann angenommen werden kann, dass alle Mütter zusammen dem Durchschnitt der Population entsprechen, beziehungsweise nahe kommen.

Als wesentliche Vorteile der BLUP-Methode gegenüber Indexmethoden nennt GLODEK (1994):

- Weitaus größere Flexibilität bei der optimalen Nutzung aller vorhandenen Verwandteninformationen;
- bestmögliche Ausschaltung systematischer Umwelteffekte, wie des genetischen Anpaarungsniveaus.

Auch MÄKI et al. (2000) kommen in ihrer Arbeit über die finnische Rottweiler-Population zu dem Ergebnis, dass die BLUP-Zuchtwertschätzung die beste Methode zur Reduktion von HD darstellt.

## 2.4 Zuchtprogramme und Selektionserfolge

### 2.4.1 Zuchtprogramme

In der Nutztierzucht werden schon seit Jahren Zuchtprogramme durchgeführt, die auf der Zuchtwertschätzung beruhen. So erfolgt z.B. die Auswahl der Bullenmütter im TopQ-Verbund der Rinderzucht u.a. aufgrund des Relativzuchtwertes. Nur Tiere mit einem relativen Gesamtzuchtwert (RZG) von  $\geq 130$  haben die Chance, einen Anpaarungsvertrag zu erhalten (ZUCHT- UND BESAMUNGSUNION HESSEN, 2002).

Die Zuchtwertschätzung ist eine wesentliche Voraussetzung für Zuchtfortschritt, da die Vererbung der einzelnen Tiere offensichtlich wird. Es muss aber außerdem bei den Rassezucht-Vereinen die Bereitschaft vorhanden sein, Konsequenzen aus den gewonnenen Erkenntnissen über die Zuchttiere zu ziehen (BEUING, 1993).

Einige Hundezuchtvereine haben bereits Zuchtordnungen, die die Zuchtwertschätzung zur Grundlage haben. So gilt beim Hovawart für HD und verkürzten Unterkiefer, beim Berger des Pyrénées für HD und beim Jagdterrier für Linsluxation das Konzept der "Strategischen Paarung" (BEUING 1993, BEUING et al. 1997) als verbindlich. Dabei entspricht ein hoher Relativzuchtwert "viel Merkmal" und ein niedriger Relativzuchtwert "wenig Merkmal", er ist also deskriptiv für das Vererbungsniveau. Grundlage der Paarungslenkung bei "Strategischer Paarung" ist der Relativzuchtwert, der auf einen Mittelwert von 100 und einer Standardabweichung von  $\pm 10$  Punkten standardisiert ist.

Das Ziel ist es, Welpen mit unterdurchschnittlicher Krankheits- bzw. HD-Erwartung zu züchten. Dieses Konzept der "Strategischen Paarung" sieht einen vom Rassezucht-Verein festzusetzenden Relativzuchtwert als Grenzwert vor, der von den zu erzüchtenden Welpen zum Zeitpunkt der Anpaarung nicht überschritten werden darf. Die Relativzuchtwerte der Paarungspartner müssen deshalb im Mittel unter diesem Grenzwert liegen. Dieses Verfahren ist sehr liberal, da Hündinnen oder Rüden, die ungünstige Relativzuchtwerte haben und schlechter vererben, nicht aus der Zucht genommen werden müssen, sondern lediglich an entsprechend besser vererbende Tiere angepaart werden müssen. Für den Fall, dass ein Merkmal, z. B. eine

Krankheitsdisposition reduziert werden soll, gilt folgendes Beispiel: Hat der Züchter eine Hündin mit dem Relativzuchtwert 115 so stehen ihm alle Rüden mit einem Relativzuchtwert von weniger als 85 als potentielle Paarungspartner zur Verfügung (Abbildung 9), hat er eine Hündin mit niedrigem genetischen Risiko, z. B. mit einem Relativzuchtwert von 90, so sind ihm Rüden bis zum Relativzuchtwert von 110 zugänglich. Das Konzept wird erfahrungsgemäß von den Züchtern sehr gut angenommen. Für die Realisierung ist es zwingend, dass die Relativzuchtwerte erwartungstreu geschätzt werden, also nach korrektem Verfahren, und die Relativzuchtwerte dem Vererbungsniveau proportional sind.

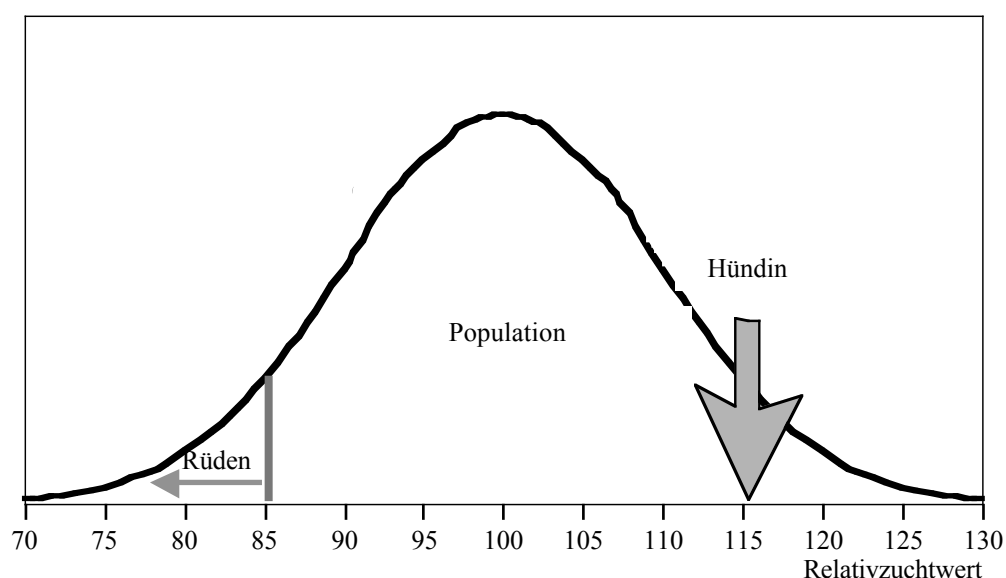


Abbildung 9: Prinzip der Strategischen Paarung: Eine Hündin mit einem Relativzuchtwert von 115 kann an alle Rüden mit einem Relativzuchtwert von weniger als 85 angepaart werden.

#### 2.4.1.1 Rahmenrichtlinien nationaler Dachorganisationen (VDH)

In Deutschland ist der Verband für das deutsche Hundewesen (VDH) eine große Dachorganisation, in der zahlreiche einzelne Rassehundezuchtvereine, so auch der ADRK, und Hundesportvereine zusammengeschlossen sind. Die Mitglieder haben sich zu einer verantwortungsvollen Zucht verpflichtet. In der Zuchtordnung des VDH

(VDH-ZUCHTORDNUNG, 2000) sind die Grundregeln und Mindestanforderungen festgelegt, die von den Mitgliedsvereinen einzuhalten sind. Auch Anforderungen für die Bekämpfung der Hüftgelenksdysplasie sind dort festgeschrieben:

#### Zuchtordnung des VDH

In der Zuchtordnung des VDH werden die Rassezuchtvereine ganz allgemein “zur methodischen Bekämpfung erblicher Defekte verpflichtet” (§ 1.7). In § 4 wird die Bekämpfungsstrategie für HD genauer aufgeführt. Es ist danach verboten, mit Hunden, die schwere HD haben, zu züchten. Hunde mit mittlerer HD dürfen nur in begründeten Ausnahmefällen zur Zucht verwendet werden. Für Rassehundezuchtvereine, in deren Zuchtbestand HD festgestellt wurde, sind außerdem Anforderungen an den HD-Bewertungsbogen, den HD-Gutachter und das Obergutachten festgelegt.

#### 2.4.1.2 Rasseinterne Programme

Jedem Rassehundezuchtverein steht es frei, die Anforderungen clubintern, entsprechend der momentanen HD-Situation zu verschärfen. Als problematisch erweist es sich dabei, dass die HD nur ein Selektionskriterium von vielen ist. Dem Züchter sind Exterieur, Wesen und Prüfungserfolge mindestens genauso wichtig bei der Wahl des Paarungspartners. Deshalb darf aus der Sicht des Züchters die HD nicht das dominierende Selektionskriterium werden und die Zuchtbasis einengen.

#### Zuchtordnung des ADRK

Im Allgemeinen Deutschen Rottweiler Klub (ADRK) müssen Zuchttiere von einem zugelassen Tierarzt auf HD und seit dem 1. August 1996 auch auf ED geröntgt werden und die Bilder bei der zentralen Auswertungsstelle des ADRK beurteilt werden.

Zur Zucht sind nur Tiere zugelassen, die HD-frei oder HD-Grenzfall sind. Vor dem 1. Januar 1997 waren noch Tiere mit leichter HD zur Zucht zugelassen.

### 2.4.2 Selektionserfolge

Seit etwa dreißig Jahren wird die HD in vielen Rassen mit Massenselektion bekämpft, wobei in den meisten Fällen der Phänotyp der Tiere über deren Zuchteinsatz entscheidet. Die Erfolge sind, nach anfänglichen guten Verbesserungen heute meist mäßig.

Aus der Schweiz liegen Zahlen von FLÜCKIGER et al. (1995) vor. Es wurden die Daten von 3.749 Hunden aus über hundert Rassen, die von 1991 bis 1994 beurteilt worden waren, mit den früheren Ergebnissen (seit 1971) dieser Rassen verglichen. Danach gelang es in allen Rassen, außer bei den Bernhardinern, den Anteil der Tiere mit mittlerer und schwerer HD zu senken. Insgesamt sind aber noch 42 % der Rassehunde dysplastisch. Zwischen 1984 und 1991 stieg der Anteil dysplastischer Tiere in 13 von 17 auswertbaren Rassen sogar an. Bei zwei Rassen blieb die Frequenz gleich und bei zwei Rassen kam es zu einer Verbesserung, allerdings sind dort trotzdem noch 40 % dysplastische Tiere vorhanden.

Beim Rottweiler kam es in der Schweiz zwischen 1974 und 1981 zu einer Verringerung des Anteils dysplastischer Tiere von 36 % auf 24 %, allerdings verschlechterten sich die Tiere dann wieder, so dass im Zeitraum von 1991 bis 1994 sogar wieder 38 % dysplastisch waren.

CORLEY (1992) beobachtete bei 7.006 geröntgten Rottweilern der Jahrgänge 1972 bis 1980 einen Anteil von 23,8 % dysplastischen Tieren. Bei den 28.734 Tieren der Jahrgänge 1981 bis 1988 waren es 23,1 %. Im gleichen Zeitraum erhöhte sich der Anteil der Hunde mit "exzellenten" Hüften von 4 % auf 6,3 %.

Bei Zuchtprogrammen, die auf BLUP-Zuchtwerten beruhen, lassen sich in kurzer Zeit große Erfolge erzielen (LEIGHTON, 1997).

Beispielsweise ließen sich bereits ein Jahr nach der Einführung der Strategischen Paarung für Hüftgelenkdysplasie im Jahr 1989 bei den Berger des Pyrénées deutliche Zuchtfortschritte feststellen (Abbildung 10).



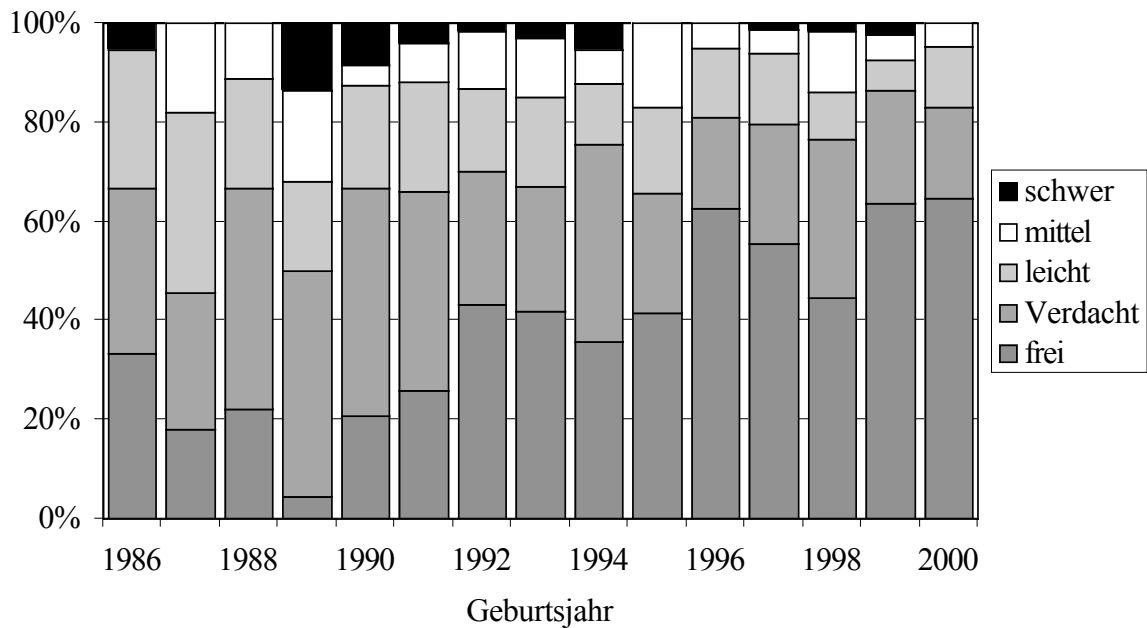


Abbildung 10: Verbesserung der HD-Röntgenergebnisse bei den Berger des Pyrénées seit Einführung der Strategischen Paarung 1989 (BEUING, 2002)

Auch in anderen Ländern werden bereits Relativzuchtwerte für die Zuchtentscheidung genutzt. LEIGHTON (1997) berechnet für die Zucht von Blindenhunden in den USA routinemäßig BLUP-Zuchtwerte für Temperament, Hüftgelenksdysplasie und Gewicht zum Röntgenzeitpunkt. Innerhalb von fünf Generationen gelang es damit, die Inzidenz von HD bei den Deutschen Schäferhunden von 55 % auf 24 % und bei den Labrador Retrievern von 29,6 % auf 10,2 % zu senken.

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Material

Die Daten für die vorliegende Arbeit wurden vom Allgemeinen Deutschen Rottweiler Klub (ADRK) aus dem EDV-Datenbestand zur Verfügung gestellt. Es handelt sich dabei um alle in der Datenbank geführten Tiere des Klubs. Das sind insgesamt Datensätze von 50.191 Hunden. Die Erfassung beginnt im Jahr 1956. Ab 1985 sind die Jahrgänge vollständig erfasst (44.838 Hunde). Die vor 1985 geborenen Hunde sind in erster Linie Zuchttiere, deren Erfassung zur Erstellung der Abstammungspapiere notwendig war und die wegen der Zuchtbestimmungen bereits nach HD-Befunden vorselektiert sind. Die letzten Datensätze sind von Hunden, die am 31.12.2000 geboren sind. Die Tabelle 5 gibt einen Überblick über das Datenmaterial.

Die folgenden Angaben sind in den Datensätzen enthalten:

Tiernummer

Vaternummer

Mutternummer

Geburtsdatum

HD-Befund

HD-Befund des Vaters

HD-Befund der Mutter

Relativzuchtwert für HD

Auswertungsdatum des HD Röntgenbildes

Geschlecht

Zuchtbuchnummer

Zuchtsperre

Inzuchtkoeffizient

Widerristhöhe bei der Zuchttauglichkeitsprüfung

Brusttiefe bei der Zuchttauglichkeitsprüfung

Gewicht bei der Zuchttauglichkeitsprüfung

Rumpflänge bei der Zuchttauglichkeitsprüfung

Brustumfang bei der Zuchttauglichkeitsprüfung

Tabelle 5: Überblick über das Datenmaterial

	Pedigreedaten (1.1.1952 bis 31.12.1984)	Material für die deskriptive Statistik und Erarbeitung eines Zuchtplans 1.1.85 bis 31.12.1995	Material für die Überprüfung des umgesetzten Zuchtplans 1.1.1996 bis 31.12.2000
erfasste Datensätze	5.353	31.854	12.984
HD-geröntgte Tiere	3.202	9.211	3.150
Tiere mit ZTP	937	3.730	-
Zuchttiere	3.118	2.130	-

In die einzelnen Auswertungen wurden immer nur vollständige Datensätze einbezogen, deshalb kommt es teilweise, je nach Fragestellung und Auswertungsmodell, zu einer Reduktion des Datenmaterials.

Zusätzlich stand aus dem Jahr 1996 die Datei über stattgefundenene Deckakte zur Verfügung, um zu prüfen, wie oft Rüden im Durchschnitt pro Jahr decken.

Seit 1991 werden beim ADRK Zuchtwerte für HD berechnet. Die Berechnung erfolgt derzeit vierteljährlich. Bei den Zuchtwerten handelt es sich um BLUP-Zuchtwerte, die mit einem Tiermodell unter der Annahme einer Heritabilität von 0,25 in der Züchtungsroutine des Verbandes geschätzt werden. Als fixer Effekt ist das Geschlecht im Modell enthalten. Die Zuchtwerte sind Relativzuchtwerte, wobei das Mittel bei 100 liegt und eine Standardabweichung 10 Punkte beträgt. Ein hoher Zuchtwert bedeutet eine starke Ausprägung des Merkmals, hier also eine hohe HD-Belastung. Für die simulierte Selektion und für die Überprüfung des Konzepts der strategischen Paarung in dieser Arbeit wurden diese offiziellen HD-Zuchtwerte verwendet.

Für den ADRK beurteilten im verwendeten Zeitraum (bis 31.12.1995) drei Auswerter insgesamt 9.768 HD Röntgenbilder. Die Zeiträume ihrer Tätigkeit sind aus Tabelle 6 ersichtlich. Seit dem Jahrgang 1985 bis 1995 wurden von ihnen 8.840 Röntgenbilder beurteilt.

In dieser Arbeit wurde das Auswertungsdatum des Röntgenbildes mit dem Aufnahmedatum gleichgesetzt, da das Aufnahmedatum und damit das genaue Alter beim Röntgen nur in sehr wenigen Fällen noch zu ermitteln war (Röntgenbilder von März und April 1997). Das Röntgendatum wird in der Datenbank nicht geführt.

Tabelle 6: Verteilung der Röntgenbilder auf die Auswerter

Auswerter	Zeitraum	beurteilte Bilder (ab 01.01. 1985 bis 31.12.1995)	
		absolut	%
Auswerter 1	bis 16.07.1993	5251	57
Auswerter 2	vom 17.07.1993 bis 04.11.1994	1292	14
Auswerter 3	seit 05.11.1994	2297	25
ohne Angabe		371	4
Summe		9211	100

Die Röntgenbilder werden nach den Richtlinien der FCI ausgewertet. Für die Berechnungen in dieser Arbeit wurden die HD-Grade, wie aus Tabelle 7 ersichtlich, umcodiert.

Tabelle 7: Umcodierung der HD-Befunde für die Berechnungen

Sprachgebrauch	Bezeichnung nach FCI	interne Kennung im ADRK	numerische Codierung in dieser Auswertung
HD frei	A	-	1
HD Übergang	B	+/-	2
HD leicht	C	+	3
HD mittel	D	++	4
HD schwer	E	+++	5
nicht geröntgt			0

### 3.1.1 Material für die Erarbeitung eines Zuchtplans

#### 3.1.1.1 Material für die Verzögerung zwischen Röntgen- und Auswertungsdatum

Das Material zur beispielhaften Berechnung der Verzögerung zwischen dem Röntgendatum und dem Auswertungsdatum besteht aus den 132 Röntgenbildern, die von März bis April 1997 ausgewertet wurden.

#### 3.1.1.2 Material für die Ermittlung der Umwelteffekte auf HD

Die Bestimmung der umweltbedingten Varianz erfolgte an zwei verschiedenen Materialgruppen (Tabelle 8).

Tabelle 8: Verteilung der geröntgten Hunde nach Geburtsjahren innerhalb der beiden Gruppen A (alle) und B (mit ZTP)

Geburtsjahr	Gruppe A (alle)		Gruppe B (mit ZTP)	
	absolut	%	absolut	%
85	891	10,11	354	9,90
86	906	10,28	388	10,86
87	839	9,52	341	9,54
88	724	8,21	321	8,98
89	727	8,25	345	9,65
90	756	8,58	383	10,72
91	616	7,56	325	9,09
92	796	9,03	410	11,47
93	946	10,73	407	11,39
94	891	10,11	260	7,27
95	723	8,20	40	1,12
gesamt	8.815	100	3.574	100

Gruppe A (alle) bestand aus allen geröntgten Hunden der Geburtsjahrgänge 1985 bis 1995 bei denen das Auswertungsalter bekannt war. Dadurch reduziert sich das ursprüngliche Material von 9.211 Hunden auf 8.815 Tiere. In erster Linie fallen ausländische Hunde weg, da sie meist schon geröntgt importiert werden.

Gruppe B (mit ZTP) bestand aus der Teilmenge der vorherigen Gruppe, für die zusätzlich Messergebnisse von der Zuchttauglichkeitsprüfung (ZTP) vorhanden waren. Vollständige Datensätze mit Widerristhöhe, Brusttiefe, Gewicht, Rumpflänge und Brustumfang lagen für 3.574 Tiere vor.

#### 3.1.1.3 Material für die Ermittlung des Zeittrends in der HD-Beurteilung

Es soll ermittelt werden, ob ein Zeittrend in der Beurteilung der Hüftgelenke vorhanden ist. Dazu wurden die Nachkommen von Rüden verwendet, die mindestens vier Jahre gedeckt haben und jeweils über hundert Nachkommen haben. Es liegen insgesamt 3.218 Röntgenergebnisse vor, die Anzahl der geröntgten Nachkommen je Vatertier schwankt zwischen 35 und 191. Die Röntgenbilder wurden von 1985 bis 1997 ausgewertet.

#### 3.1.1.4 Material für die Heritabilitätsschätzungen

Die Heritabilitätsschätzungen wurden mit verschiedenen Methoden durchgeführt. Bei der Heritabilitätsschätzung mittels Varianzkomponentenschätzung wurden in Modell 1 Geburtsmonat und Geschlecht berücksichtigt ( $n = 11.083$ ). In Modell 2 wurden zusätzlich das Röntgenalter, der Auswerter, und die Widerristhöhe integriert ( $n = 3.935$ ).

Zur Heritabilitätsschätzung über partielle Eltern-Nachkommenregression konnten alle geröntgten 9.211 Tiere der Geburtsjahrgänge 1985 bis 1995 herangezogen werden.

Bei der Heritabilitätsschätzung nach Auswertern wurde der Zeitpunkt, zu dem die Nachkommen untersucht wurden für die Gruppenzugehörigkeit herangezogen. In die

Gruppe von Auswerter 1 gingen  $n = 5.197$  Tiere ein, in die von Auswerter 2  $n = 1.266$  und in die von Auswerter 3  $n = 2.279$  Tiere ein.

### 3.1.1.5 Material für die Vorhersage der HD aus den Relativzuchtwerten

Zur Überprüfung von Alternativen im Selektionsverfahren wurden die Relativzuchtwerte für HD als Züchtungsinformation verwendet, um den HD-Status der nachfolgend gezüchteten Hunde vorherzusagen. Dafür wurden Relativzuchtwerte aus reduziertem Datenbestand bis jeweils 1994 beziehungsweise 1995 verwendet und auch nur die geröntgten Tiere bis zum Jahrgang 1994 bzw. 1995 miteinbezogen. Es handelt sich somit um das Rückversetzen in den Daten- und Wissensstand der Vergangenheit.

### 3.1.1.6 Material für die simulierte Selektion

Anhand der HD-Ergebnisse von 934 Hunden des Jahrgangs 1994 und 758 Tieren des Jahrgangs 1995 wurden verschiedene Zuchtpläne simuliert. Der durchschnittliche HD-Befund dieser Tiere liegt nach der numerischen Codierung bei 1,713 (1994) bzw. 1,720 (1995) HD-Graden. Die Verteilung der HD-Grade ist aus Tabelle 9 ersichtlich.

Tabelle 9: Verteilung der HD-Grade der geröntgten Hunde des Jahrgangs 1994 und 1995 nach Geschlecht und insgesamt

HD-Grad	Rüden		Hündinnen		insgesamt	
	1994	1995	1994	1995	1994	1995
1 (frei)	212	173	298	236	510	409
2 (Übergang)	100	87	162	137	262	224
3 (leicht)	34	40	63	33	97	73
4 (mittel)	22	12	28	20	50	32
5 (schwer)	10	8	5	12	15	20
Summe	378	320	556	438	934	758

Das Material für die verschiedenen Szenarien ist wie folgt zusammengesetzt:

Szenario 1:

Bei Szenario 1 werden nur Elterntiere, die den Befund HD-frei oder HD-Übergang haben, verwendet. Es stehen 1994 312 Rüden und 460 Hündinnen und 1995 260 Rüden und 373 Hündinnen zur Verfügung, die 1994 856 geröntgte Nachkommen und 1995 700 geröntgte Nachkommen haben.

Szenario 2:

Bei Szenario 2 werden ausschließlich HD-freien Elterntieren verwendet. Es stehen 1994 212 Rüden und 298 Hündinnen und 1995 173 Rüden und 236 Hündinnen zur Verfügung, die 1994 469 geröntgte Nachkommen und 1995 350 geröntgte Nachkommen haben.

Szenario 3:

Bei Szenario 3 sind nur noch Anpaarungen erlaubt, bei denen der Relativzuchtwert der Eltern für HD im Mittel nicht über Hundert liegt. 1994 entsprechen 602 geröntgte Nachkommen und 1995 526 geröntgte Nachkommen diesen Anforderungen.

### **3.1.2 Material für die Überprüfung des umgesetzten Zuchtplans**

Für die Überprüfung des Zuchtplans standen die Datensätze der vom 01.01.1996 bis 31.12.2000 geborenen Rottweiler des ADRK zur Verfügung. Dabei handelt es sich um 12.984 Tiere, von denen 3.150 ( 24,3 %) geröntgt sind.



### 3.2 Statistische Methoden

Die Berechnungen wurden mit den Programmen SAS (deskriptive Statistik, Untersuchung der HD-Skala, Heritabilitätsschätzung, simulierte Selektion), SPSS (Inzucht) und MTDFREML (BOLDMAN et al., 1993) (Ermittlung von Umwelteffekten und Zeittrend) durchgeführt.

#### 3.2.1 Ermittlung von Umwelteffekten auf HD

Als Umwelteffekte wurden das Geburtsjahr, der Geburtsmonat, das Geschlecht, das Alter beim HD-Röntgen, der Auswerter und soweit vorhanden die fünf Messergebnisse der Zuchttauglichkeitsprüfung (ZTP) geprüft. Die Analyse erfolgte für die Tiere mit Ergebnissen der ZTP mit folgendem Modell (Modell 1):

$$y_{ijklmno} = \mu + J_i + M_k + A_l + S_m + G_n + b_1H + b_2T + b_3W + b_4L + b_5U + e_{ijklmno}$$

Hierbei ist:

$Y_{ijklmno}$  : HD-Befund des Hundes,

$\mu$  : Modellkonstante,

$J_i$  : Geburtsjahr des Hundes (fix  $i = 1985 - 1995$ ),

$M_k$  : Geburtsmonat des Hundes (fix  $k = 1 - 12$ ),

$A_l$  : Röntgenalter des Hundes in Monaten (fix  $l = 8 - 37$ ),

$S_m$  : Geschlecht des Hundes (fix  $m = 1, 2$ ),

$G_n$  : HD-Gutachter (fix  $n = 1 - 3$ ),

$b_1H$  : Regression auf die Widerristhöhe ( $H$ ) in cm,

$b_2T$  : Regression auf die Brusttiefe ( $T$ ) in cm,

$b_3W$  : Regression auf das Gewicht ( $W$ ) in kg,

$b_4L$  : Regression auf die Rumpflänge ( $L$ ) in cm,

$b_5U$  : Regression auf den Brustumfang ( $U$ ) in cm,

$e_{ijklmno}$  : Restvarianz.

Bei den Tieren ohne ZTP-Ergebnissen war das Modell um die fünf Regressionen (Widerristhöhe, Brusttiefe, Gewicht, Rumpflänge und Brustumfang) reduziert (Modell 2).

Allerdings besteht hier das Problem, dass im gleichen Jahr geborene Tiere auch meist von demselben Auswerter beurteilt werden, so dass die Effekte Auswerter und Geburtsjahr nicht sauber zu trennen sind. Aus diesem Grund wurde zusätzlich ein ähnliches Modell berechnet, bei dem aber das Geburtsjahr als Regression integriert wurde. Als fixe Effekte blieben der Geburtsmonat, das Röntgenalter, das Geschlecht und der Auswerter enthalten (Modell 3).

Zusätzlich wurde ein weiteres Modell berechnet, als Regressionen waren dabei das Röntgenalter in Tagen und die Widerristhöhe im Modell. Als fixe Effekte wurden das Geschlecht, der Auswerter und der Geburtsmonat in das Modell integriert (Modell 4).

### 3.2.2 Heritabilitätsschätzung

Bei der Heritabilitätsschätzung wurden verschiedene Methoden bzw. Ansätze gewählt. Bei der Heritabilitätsschätzung mittels Varianzkomponentenschätzung wurden folgende Tiermodelle mit Berücksichtigung der Verwandtschaftsmatrix verwendet (MTDFREML):

Modell 5:

$$y_{ijk} = \mu + M_i + S_j + a_k + e_{ijk}$$

Hierbei ist:

$Y_{ijk}$  : HD-Befund des Hundes,

$\mu$  : Modellkonstante,

$M_i$  : Geburtsmonat des Hundes (fix  $i = 1 - 12$ ),

$S_j$  : Geschlecht des Hundes (fix  $j = 1, 2$ ),

$a_k$  : zufälliger Effekt des  $k$ -ten Tieres,

$e_{ijk}$  : Restvarianz.

Modell 6:

$$y_{ijklm} = \mu + M_i + S_j + A_k + G_l + b_1H + a_m + e_{ijklm}$$

Hierbei ist:

- $Y_{ijklm}$  : HD-Befund des Hundes,
- $\mu$  : Modellkonstante,
- $M_i$  : Geburtsmonat des Hundes (fix  $i = 1 - 12$ ),
- $S_j$  : Geschlecht des Hundes (fix  $j = 1, 2$ ),
- $A_k$  : Röntgenalter des Hundes in Monaten (fix  $k = 8 - 37$ ),
- $G_l$  : HD-Gutachter (fix  $l = 1 - 3$ ),
- $b_1H$  : Regression auf die Widerristhöhe ( $H$ ) in cm,
- $a_m$  : zufälliger Effekt des  $m$ -ten Tieres,
- $e_{ijklm}$  : Restvarianz.

Zusätzlich wurde eine Regression der HD der Nachkommen auf die HD der Eltern durchgeführt. Dazu diente die multiple Regressionsanalyse mit HD des Nachkommen als abhängige Variable und HD-Vater und HD-Mutter als unabhängige Variable. Es wurde vergleichend auch die Regression auf das Elternmittel bestimmt. In dem Modell waren keine weiteren Effekte enthalten.

In dem Ansatz, die realisierte Heritabilität über den erreichbaren Selektionserfolg zu schätzen, wurde der Durchschnitt der Nachkommen von Eltern mit verschiedener HD verwendet. Hierzu dienten die Nachkommengruppen der Tiere von HD-freien Eltern ( $n = 5.286$ ), von Eltern mit HD A und HD B ( $n = 2.618$ ) und von Eltern mit HD B ( $n = 429$ ). Zusätzlich wurden die Nachkommen von HD A/C Eltern ( $n = 476$ ) berücksichtigt.

Aus diesem Ansatz ließen sich auch Hinweise über die Intervalle auf der Bewertungsskala ableiten (Skaleneffekte).

Anpaarungen	Rechnung
frei/frei- frei/Übergang	$h^2 = \frac{D_N}{D_E} = \frac{\bar{N}_{\text{frei/Übergang}} - \bar{N}_{\text{frei/frei}}}{\bar{E}_{\text{frei/Übergang}} - \bar{E}_{\text{frei/frei}}}$
frei/Übergang- Übergang/Übergang	$h^2 = \frac{D_N}{D_E} = \frac{\bar{N}_{\text{Übergang/Übergang}} - \bar{N}_{\text{frei/Übergang}}}{\bar{E}_{\text{Übergang/Übergang}} - \bar{E}_{\text{frei/Übergang}}}$
frei/frei- Übergang/Übergang	$h^2 = \frac{D_N}{D_E} = \frac{\bar{N}_{\text{Übergang/Übergang}} - \bar{N}_{\text{frei/frei}}}{\bar{E}_{\text{Übergang/Übergang}} - \bar{E}_{\text{frei/frei}}}$

Hierbei ist:

$D_N$  : Differenz zwischen den Nachkommengruppen,

$D_E$  : Differenz zwischen den Elterngruppen,

$\bar{N}_{\text{frei/Übergang}}$  : HD-Durchschnitt der Nachkommen aus Paarungen von HD-freien Eltern mit HD-Übergang,

$\bar{E}_{\text{frei/Übergang}}$  : HD-Durchschnitt der Eltern mit HD-frei und HD-Übergang.

### 3.2.3 Untersuchung der HD-Skala

Bei der Schätzung der Heritabilität der HD stellt sich die Frage, ob die Umsetzung der verschiedenen HD-Grade in Zahlen für die Berechnungen korrekt ist. Es soll also geprüft werden, ob zwischen HD-freien Hunden (für Berechnungen: 1) und Hunden mit HD-Übergang (für Berechnungen: 2) die gleiche genetische Differenz besteht, wie beispielsweise zwischen Hunden mit leichter HD (für Berechnungen: 3) und Hunden mit mittlerer HD (für Berechnungen: 4).

Die Überprüfung der HD-Skala wurden am gleichen Tiermaterial, wie die Heritabilitätsschätzung über den Selektionserfolg durchgeführt.

Zunächst wurden die Mittelwerte der Nachkommen-HD mit Standardabweichung errechnet. Dann wurde getestet, ob die Mittelwerte signifikant verschieden sind. Dazu wurde die Standardabweichung der Differenz der Mittelwerte berechnet und anschließend mit Hilfe des T-Testes geprüft, ob die Mittelwerte signifikant verschieden sind.

Es wurden die Gruppe A/A mit A/B und die Gruppe A/B mit B/B verglichen. Außerdem wurden Nachkommen von B/B Elterntieren mit denen von A/C Tieren verglichen.

### 3.2.4 Inzucht

An den 9.077 ab 1985 geröntgten Hunden wurde der Effekt der Inzucht mit folgendem Modell geprüft (Modell 7):

$$y_{jk} = \mu + bI + G_j + e_{jk}$$

Hierbei ist:

$y_{jk}$  : HD-Befund des Hundes,

$\mu$  : Modellkonstante,

$bI$  : lineare Regression ( $b$ ) auf die Inzucht ( $I$ ),

$G_j$  : fixer Effekt des Geburtsjahres ( $j = 1985 - 1995$ ),

$e_{jk}$  : Restvarianz.

Das Geburtsjahr wurde in das Modell integriert, da in einer Population der Inzuchtgrad im Laufe der Jahre steigt und mit dem Trend (Zuchtfortschritt) im Merkmal einhergehen kann. Insofern ist der Zuchtfortschritt über den Jahreseffekt zu isolieren und nur der Inzuchteffekt innerhalb Jahren zu betrachten.

### 3.2.5 Ermittlung des Zeittrends in der HD-Beurteilung

Ob ein Zeittrend - unabhängig vom genetischen Trend - in der HD-Beurteilung durch die Gutachter vorhanden ist, wurde mit folgendem Modell anhand der 3.218 Ergebnisse der Nachkommen untersucht (Modell 8):

$$y_{ijk} = \mu + A_i + V_j + b_1 H + e_{ijk}$$

Hierbei ist:

$y_{ijk}$  : HD-Ergebnis des Hundes,

$\mu$  : Modellkonstante,

$A_i$  : Auswertungsjahr (fix  $i = 1985 - 1997$ ),

$V_j$  : Vatertier (fix  $j = 1 \dots 40$ ),

$b H$  : Regression ( $b$ ) auf die HD der Mutter (1 - 5),

$e_{ijk}$  : Restvarianz.

### 3.2.6 Vorhersage der HD aus den Relativzuchtwerten

Um die Aussagekraft der Zuchtwertschätzung zu überprüfen, wurde die Zuchtwertschätzung einmal auf Daten bis zum Geburtsjahrgang 1994 und einmal bis zum Geburtsjahrgang 1995 begrenzt. Anschließend wurde die Korrelation der HD Ergebnisse der Welpen mit dem Relativzuchtwert zum Zeitpunkt der Paarung, der HD des Vaters, der HD der Mutter und der HD der Eltern im Durchschnitt berechnet.

### 3.2.7 Simulierte Selektion

Um die Effizienz verschiedener Selektionsmethoden zu testen, wurde die Zuchtwertschätzung einmal bis zum Geburtsjahrgang 1994 und einmal bis zum Geburtsjahrgang 1995 rückgängig gemacht. Bei der Simulation verschiedener Szenarien wurden anhand der Relativzuchtwerte von 1994 bzw. 1995 in drei Szenarien die HD-Ergebnisse der Nachzucht miteinander verglichen:

Szenario 1:

Zuchtausschluss für Tiere mit leichter HD oder schlechterem Befund:

Es werden nur Elterntiere, die maximal HD-Übergang haben, verwendet.

Szenario 2:

Ausschließliche Verwendung HD-freier Elterntiere:

Es werden ausschließlich HD-freie Elterntieren verwendet.

Szenario 3:

Strategische Paarung:

Beim Konzept der strategischen Paarung sind nur noch Anpaarungen erlaubt, bei denen der Relativzuchtwert der Eltern für HD im Mittel nicht über Hundert liegt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Ergebnisse zur Erarbeitung eines Zuchtplans

#### 4.1.1 Deskriptive Statistik zur HD-Situation

##### 4.1.1.1 Verzögerung zwischen Röntgen- und Auswertungsdatum

Anhand der verfügbaren 132 HD-Röntgenbilder von zwei Monaten wurde die Korrelation und die durchschnittliche Verzögerung zwischen Aufnahme- und Auswertungsdatum ermittelt. Die Korrelation ( $r$ ) lag bei 0,986 und die Verzögerung betrug durchschnittlich 25 Tage. Das Bestimmtheitsmaß ( $r^2$ ) beträgt 0,9722, das heißt, 2,78 % der Varianz beim Röntgenalter entstehen aufgrund der unterschiedlichen Verzögerung beim Auswerten.

In Abbildung 11 ist die Differenz zwischen dem Röntgen- und Auswertungsalter in Tagen graphisch dargestellt. 90 % der Röntgenbilder sind bis zum 40. Tag ausgewertet. Nicht in der Grafik enthalten ist ein Bild, das erst mit 273 Tagen Verzögerung ausgewertet wurde, dabei handelt es sich um einen Einzelfall.

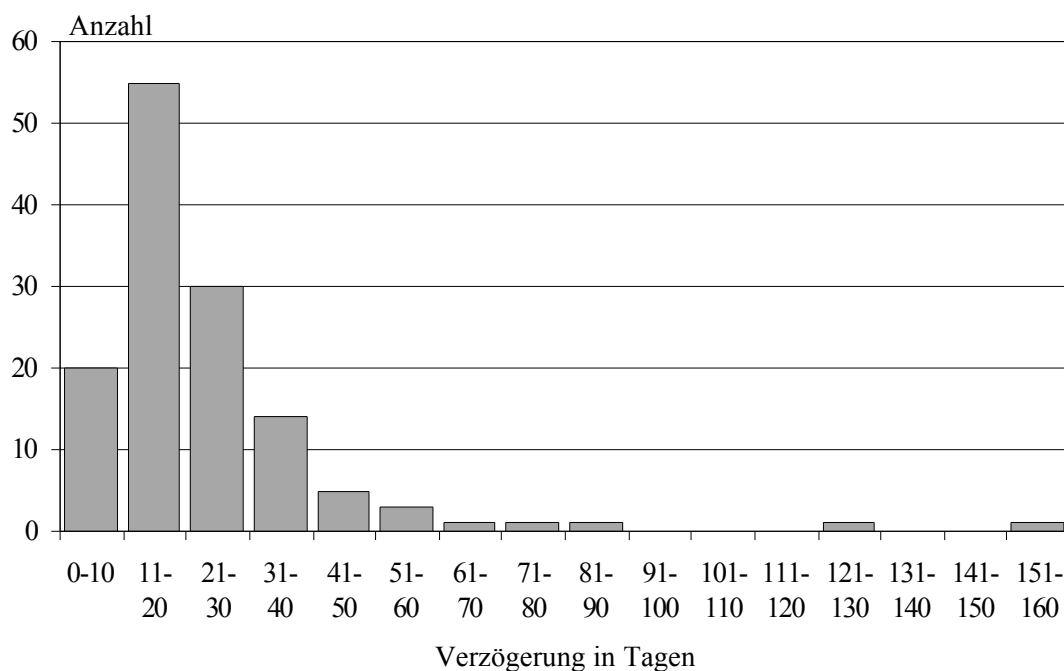


Abbildung 11: Verzögerung in Tagen zwischen Röntgen- und Auswertungsdatum



#### 4.1.1.2 Eingetragene Hunde

Seit 1985, dem ersten Jahr der vollständigen Erfassung der Daten auf EDV, sind 31.854 Rottweiler im Zuchtbuch des Allgemeinen Deutschen Rottweiler Klubs (ADRK) eingetragen.

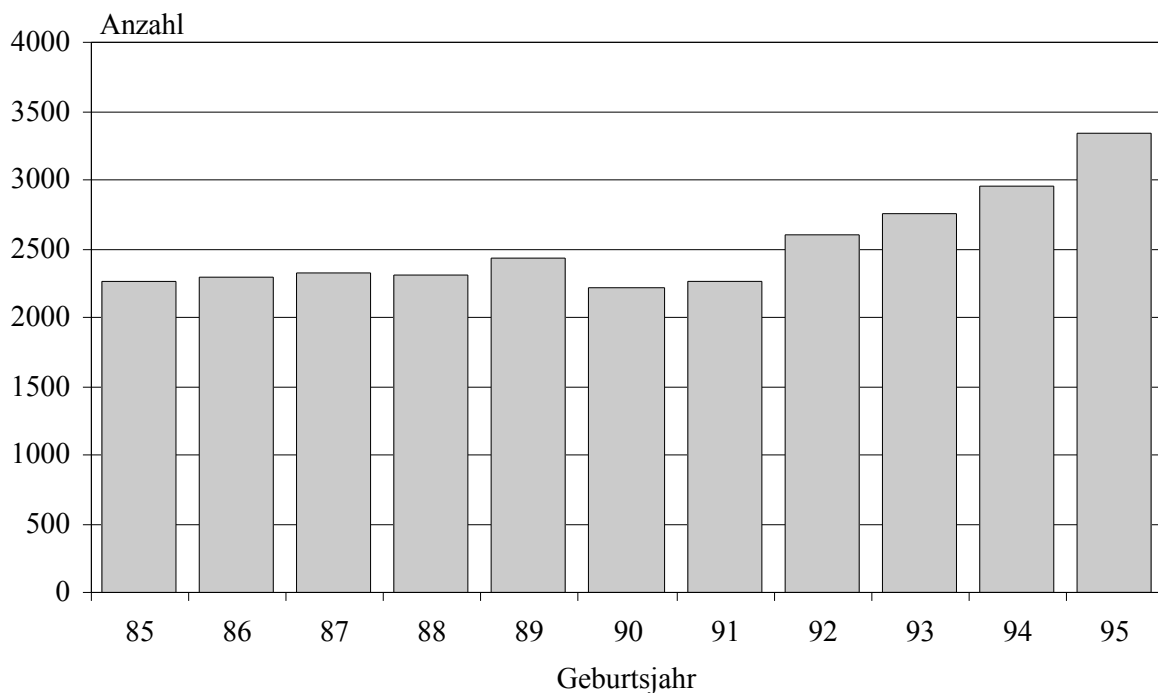


Abbildung 12: Eingetragene Hunde pro Geburtsjahr in der deutschen Rottweiler-Population

Die Abbildung 12 stellt die Anzahl der eingetragenen Rottweiler nach Geburtsjahren dar, wobei Welpen und importierte Hunde enthalten sind. Von 1985 bis 1990 blieb die Zahl der eingetragenen Tiere mit ca. 2.300 Welpen pro Jahr etwa konstant. Von 1990 bis 1995 ist ein starker, kontinuierlicher Anstieg der Tierzahl zu beobachten. In diesen fünf Jahren fand ein Anstieg um mehr als 33 % statt.

Die Differenzierung der Tiere hinsichtlich Übernahme aus dem Zuchtbuch der DDR und Import aus dem Ausland, geht aus Abbildung 13 hervor. Bei den Hunden aus DDR-Zucht steigerte sich die Anzahl der eingetragenen Tiere der Geburtsjahre 1985 bis 1990 von Jahr zu Jahr. Hunde die vor 1985 und nach 1990 geboren sind, wurden nicht unter den Originalnummern eingetragen. Pro Jahr wurden zwischen 39 (Jahrgang 1985) und 122 (Jahrgang 1990) Tiere in das Zuchtbuch des ADRK übernommen.

Auch die Anzahl der importierten Hunde steigt relativ kontinuierlich von 1985 bis 1994 an. Es wurden pro Jahrgang zwischen 14 (1986) und 150 (1994) Tiere ausländischer Herkunft übernommen.

Insgesamt wurden, gemessen an der Gesamtpopulation des ADRK 2,3 % Tiere ausländischer Herkunft und 1,5 % Hunde aus DDR-Zucht in das Zuchtbuch übernommen.

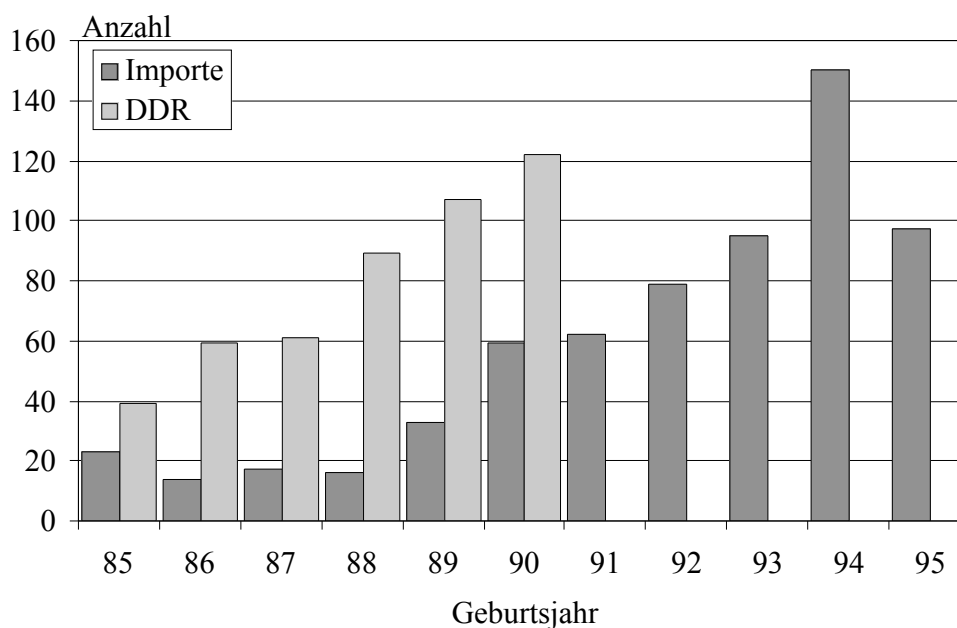


Abbildung 13: Eintragung von Import- und DDR-Hunden in das Zuchtbuch des ADRK

#### 4.1.1.3 Röntgendiichte

Im Abbildung 14 ist die Röntgendiichte und die Verteilung der HD-Befunde seit 1985 dargestellt. Ein Drittel der Hunde ist HD-geröntgt. Dabei sind bei über 80 % der geröntgten Hunde keine oder nur geringgradige pathologische Veränderungen festgestellt worden, während bei ca. 20 % der untersuchten Hunde HD diagnostiziert wurde.

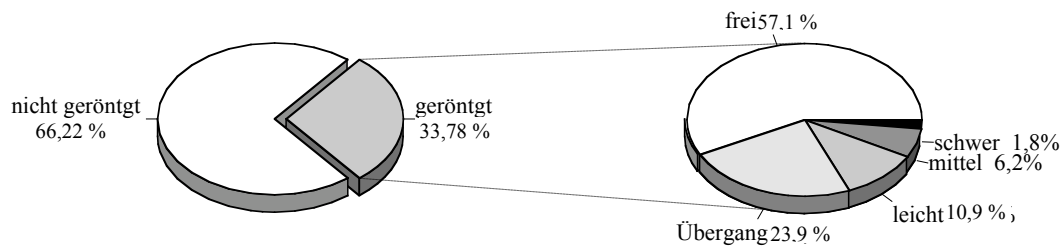


Abbildung 14: Röntgendichte und Verteilung der HD-Befunde beim Rottweiler seit 1985

Abbildung 15 gibt die Anzahl der geröntgten Hunde pro Geburtsjahrgang in Prozent an. Die Röntgendichte ist mit 41,08 % im Jahre 1985 am höchsten. Im Jahr 1991 sind mit 28,48 % sehr wenige Hunde untersucht worden.

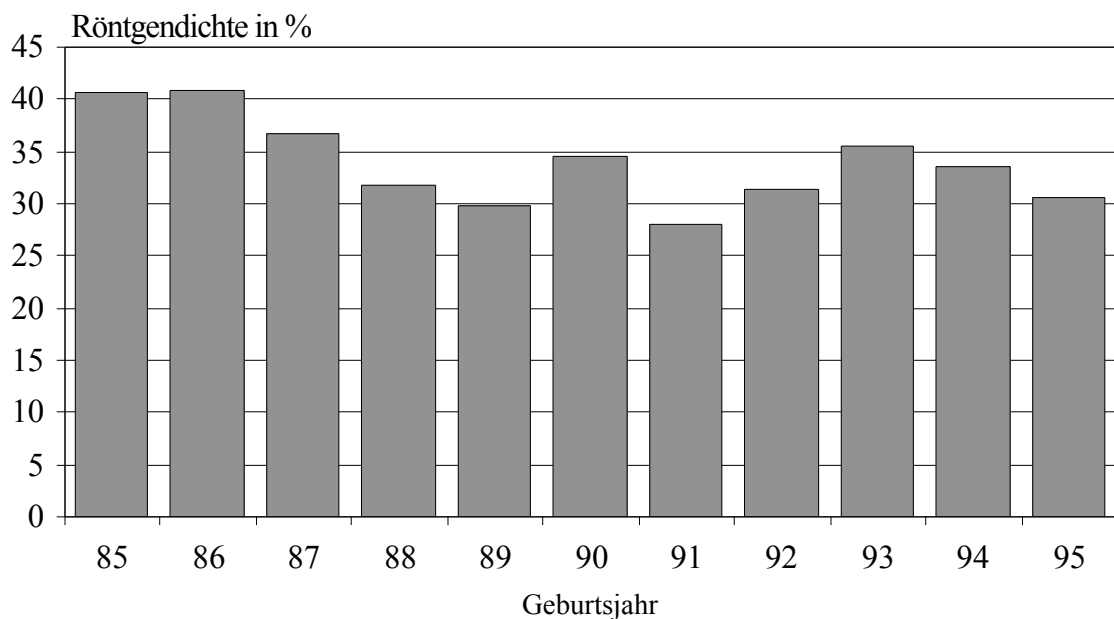


Abbildung 15: Anteil (%) der HD-geröntgten Hunde pro Geburtsjahrgang

#### 4.1.1.3.1 Einfluss des Geschlechts auf die Röntgendichte

Bei der Ermittlung der Röntgendichte nach Geschlecht sind die Jahrgänge 1985 bis 1995 berücksichtigt (n = 27748). Die Röntgendichte ist bei weiblichen Tieren (Abbildung 16) mit 36,64 % geröntgten Hunden um 6,93 % höher, als bei männlichen Tieren (Abbildung 17).

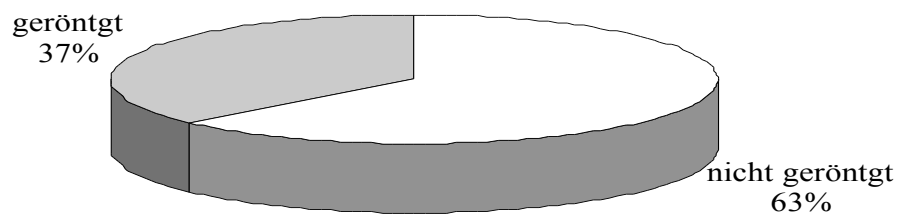


Abbildung 16: Röntgendichte bei den Rottweilerhündinnen der Geburtsjahrgänge 1985-1995

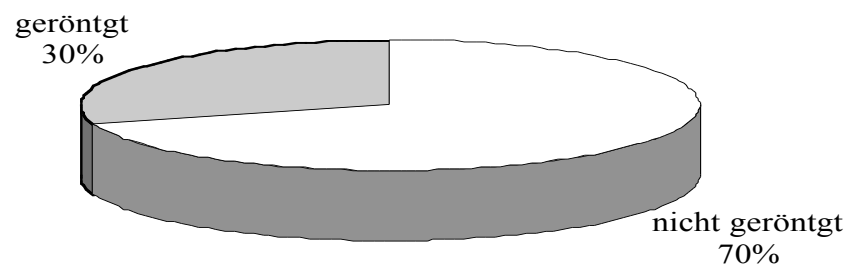


Abbildung 17: Röntgendichte bei den Rottweilerrüden der Geburtsjahrgänge 1985-1995

#### 4.1.1.3.2 Einfluss des HD-Befundes der Elterntiere auf die Röntgendichte

Die Röntgendichte ist, wie sich zeigt, auch vom HD-Befund der Eltern abhängig. Sie sinkt, je schlechter das HD-Ergebnis der Eltern ist.

Die Abbildung 18 illustriert die Röntgendichte der Nachkommen in Abhängigkeit vom HD-Befund des Elterntieres. Bei einem HD-freien Vater werden circa 33,65 % der Welpen auf HD untersucht. Hat der Rüde HD-Übergang, so werden nur noch 30,81 % der Nachzucht geröntgt. Von Vatertieren mit leichter HD sind nur 34 geröntgte Nachkommen vorhanden, was einer Röntgendichte von 32,08 % entspricht.

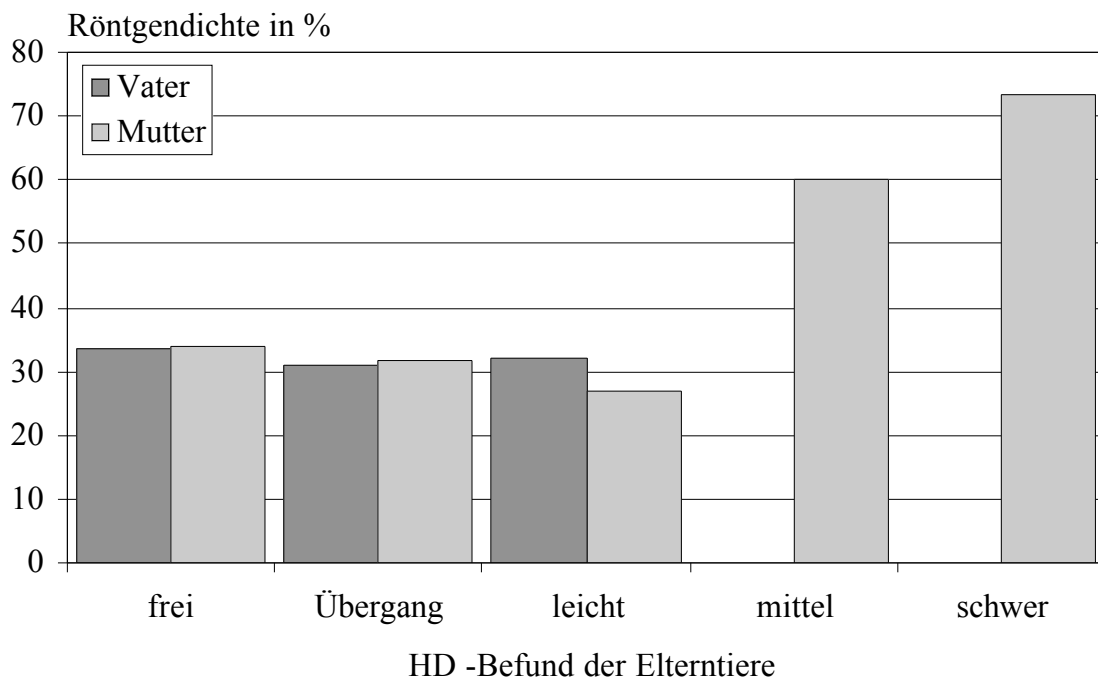


Abbildung 18: Abhängigkeit der Röntgendichte (%) vom HD-Befund des Elterntieres

Auch bei einem schlechteren HD-Befund der Mutter sinkt die Röntgendichte. Während von den Nachkommen HD-freier Hündinnen 34,03 % geröntgt werden, sind nur noch 31,55 % der Nachzucht von Hündinnen mit HD-Übergang und 26,89 % von Muttertieren mit leichter HD geröntgt. Da nur 21 Nachkommen von Hündinnen mit mittlerer und schwerer HD geröntgt sind, ist über deren Röntgendichte mit 60 % bzw. 73,33 % keine statistisch gesicherte Aussage möglich.

#### 4.1.1.4 HD-Befunde

Die Mittelwerte der HD-Befunde der geröntgten Hunde nach Geburtsjahren sind in Abbildung 19 dargestellt. Die Werte schwanken zwischen 1,544 im Jahr 1987 und 1,872 im Jahr 1989, wobei keine eindeutige Tendenz zu erkennen ist. Zwischen 1985 und 1987 kommt es zu einer Verbesserung der durchschnittlichen HD-Befunde, in den folgenden zwei Jahren bis 1989 verschlechtern sich die Befunde wieder stark, seitdem zeichnet sich wieder ein langsames Absinken der HD-Befunde ab.

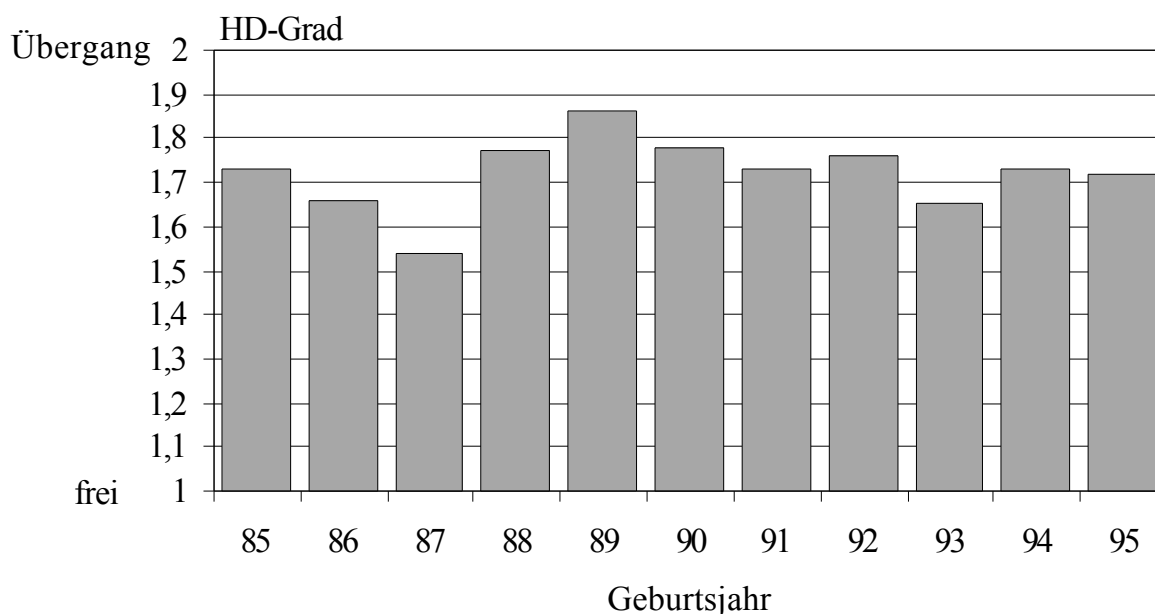


Abbildung 19: Durchschnittliche HD-Befunde der geröntgten Rottweiler in den Geburtsjahren 1985-1995 (Rohmittelwerte)

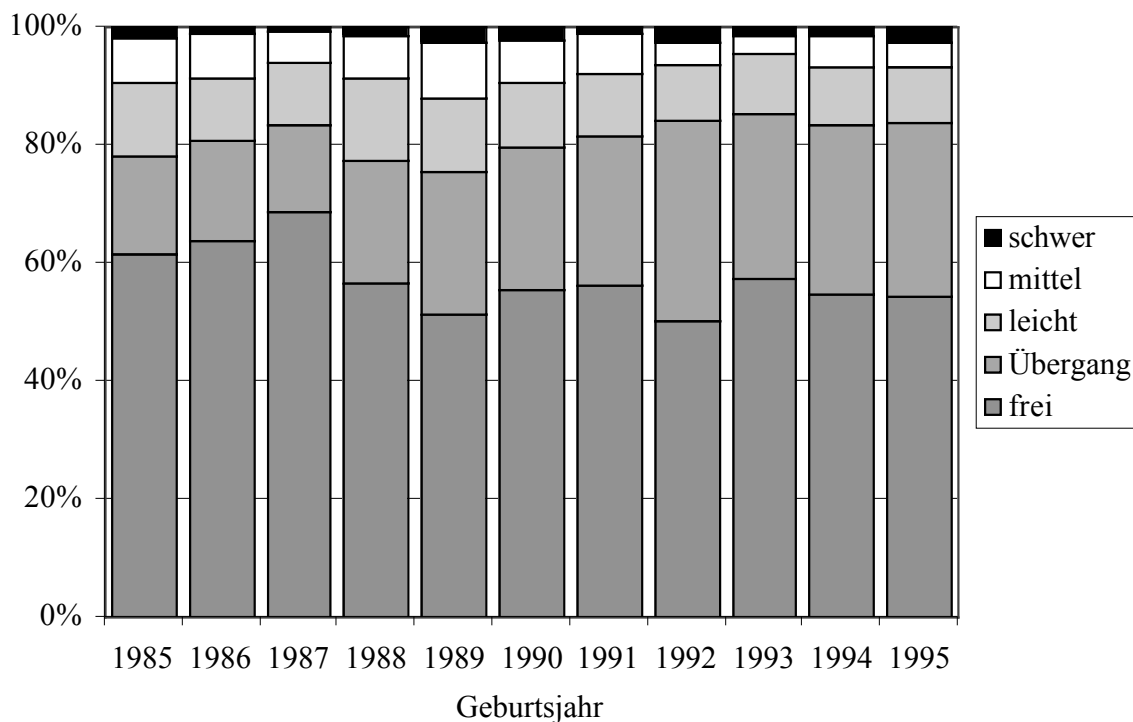


Abbildung 20: Prozentuale Verteilung der HD-Befunde in den Geburtsjahren 1985-1995

Abbildung 20 gibt einen Überblick über die Verteilung der HD-Befunde in den einzelnen Geburtsjahrgängen, in Tabelle 30 im Anhang sind die einzelnen Werte absolut und in Prozent aufgeführt.

#### 4.1.1.5 Einflüsse auf das HD-Ergebnis

##### 4.1.1.5.1 Geschlechtseffekt

Wie aus Abbildung 21 hervorgeht, gibt es bei beiden Geschlechtern etwa gleich häufig HD-freie Tiere und Tiere mit HD-Übergang, hingegen wird beim Rüden deutlich öfter eine mittlere und schwere HD diagnostiziert.

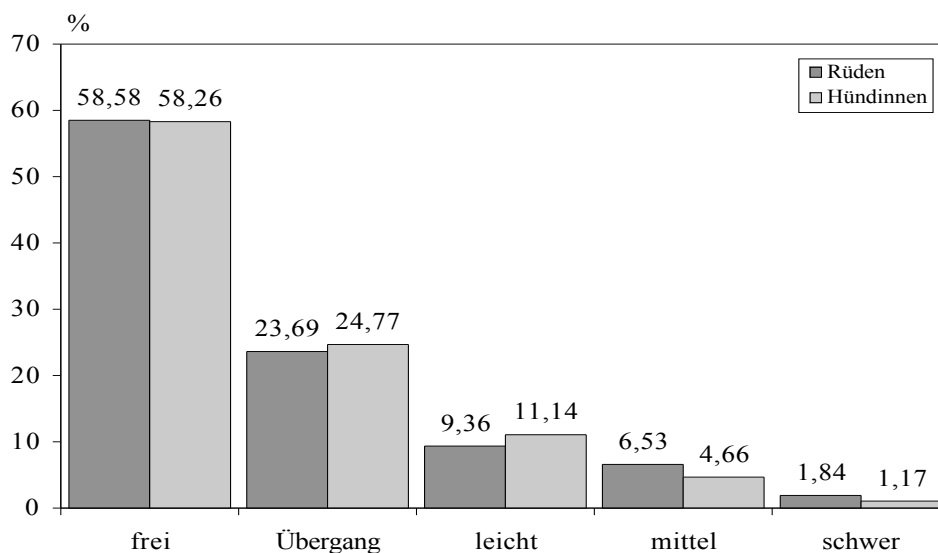


Abbildung 21: Häufigkeit (%) der HD-Befunde bei Rüden und Hündinnen

Der durchschnittliche HD-Befund beträgt bei den Rüden 1,726 und bei den Hündinnen 1,692 HD-Grade.

In Abbildung 22 sind die durchschnittlichen HD-Ergebnisse pro Geburtsjahrgang für Rüden und Hündinnen getrennt aufgeführt. Die Werte schwanken zwischen 1,533 für Hündinnen im Jahr 1987 und 1,902 für Rüden 1989. Insgesamt sind die HD-Ergebnisse der Rüden, außer in den Jahren 1988 und 1992 schlechter als die der Hündinnen.

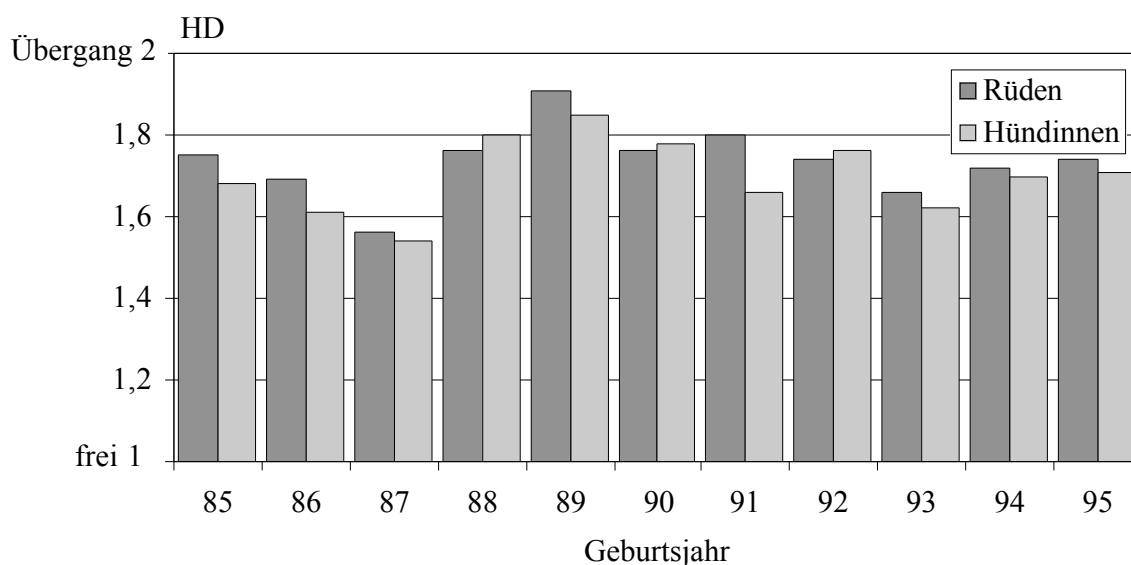


Abbildung 22: Durchschnittliche HD-Ergebnisse pro Jahrgang nach Geschlecht



In Abbildung 23 sind die HD-Ergebnisse für Rüden und Hündinnen nach Auswertern dargestellt. Die Rüden wurden von allen Auswertern etwas schlechter bewertet als die Hündinnen. Die Unterschiede betragen 0,0203 HD-Grade für Auswerter 1; 0,0459 bzw. 0,0101 HD-Grade für Auswerter 2 und 3.

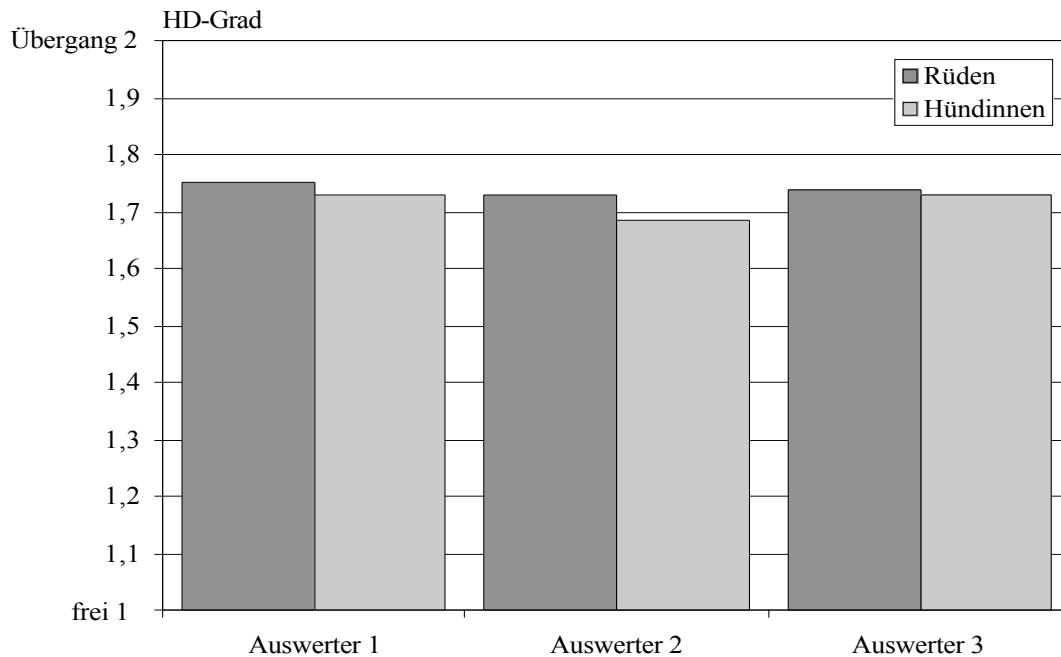


Abbildung 23: HD-Ergebnisse nach Auswertern und Geschlecht beim Rottweiler

#### 4.1.1.5.2 Auswertungsalter des Hundes

In Abbildung 24 ist die Verteilung der HD-Befunde bei den Rüden nach dem Auswertungsalter dargestellt. Es wird deutlich, dass mit steigendem Röntgenalter der Anteil HD-freier Hunde abnimmt. Bei den Tieren mit HD-Übergang, sowie Tieren mit leichter und mittlerer HD ist keine eindeutige Tendenz zu erkennen. Der Anteil der Hunde mit schwerer HD steigt hingegen mit steigendem Röntgenalter an.

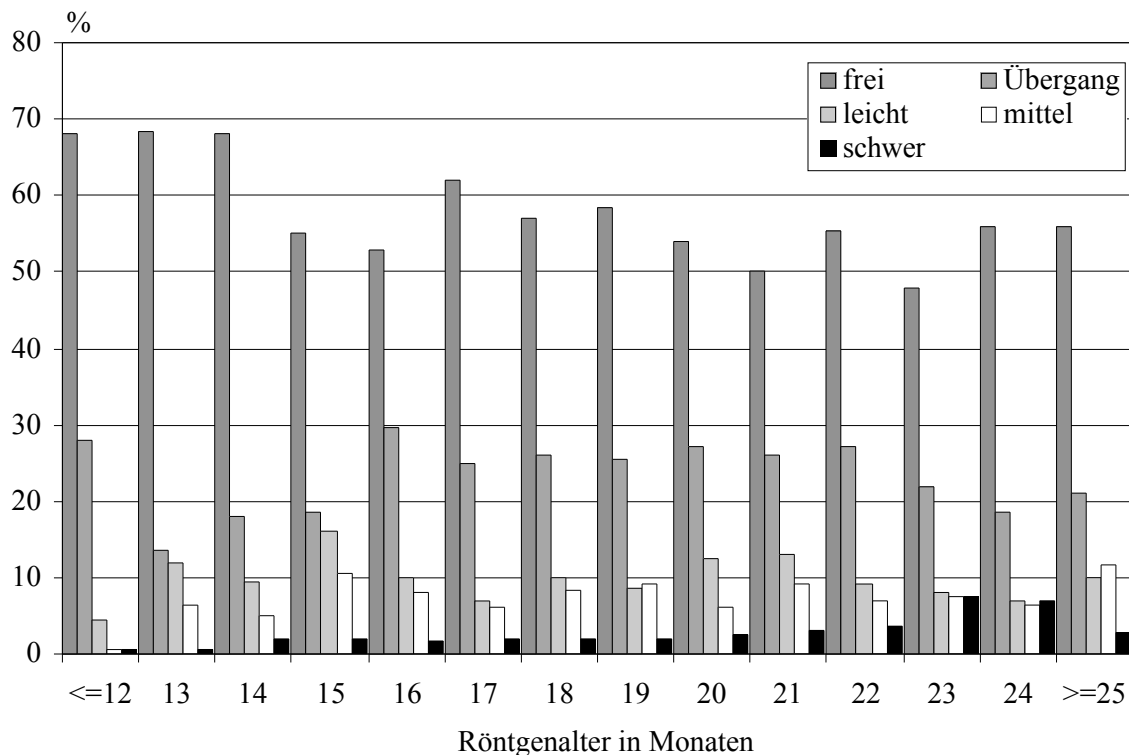


Abbildung 24: Verteilung der HD-Befunde bei den Rüden nach dem Röntgenalter

Zum Vergleich dazu ist in Abbildung 25 die Verteilung der HD-Befunde nach Röntgenalter bei den Hündinnen aufgeführt. Auch hier ist ein deutliches Absinken des Anteils HD-freier Tiere mit steigendem Röntgenalter festzustellen. Im Alter zwischen 13 und 18 Monaten steigt der Anteil der als HD-Übergang eingestuft Tiere von 15 % auf über 27 % an, um danach relativ konstant zu bleiben. Ca. 10 % der Hündinnen werden mit HD-leicht bewertet. Ihre Anzahl steigt nur in der Altersgruppe zwischen 19 und 22 Monaten auf maximal 18 %. Der Prozentsatz der Tiere mit mittlerer HD nimmt mit steigendem Röntgenalter relativ kontinuierlich von 0,5 % auf 10 % zu. Bei den Hündinnen mit schwerer HD ist, im Gegensatz zu den Rüden, keine deutliche Veränderung zu erkennen. Bei den Hündinnen ist ein deutliches, kontinuierliches Ansteigen des durchschnittlichen HD-Befundes bei steigendem Röntgenalter von 1,2 mit <=12 Monaten auf 1,9 HD-Grade mit >= 24 Monaten zu beobachten.

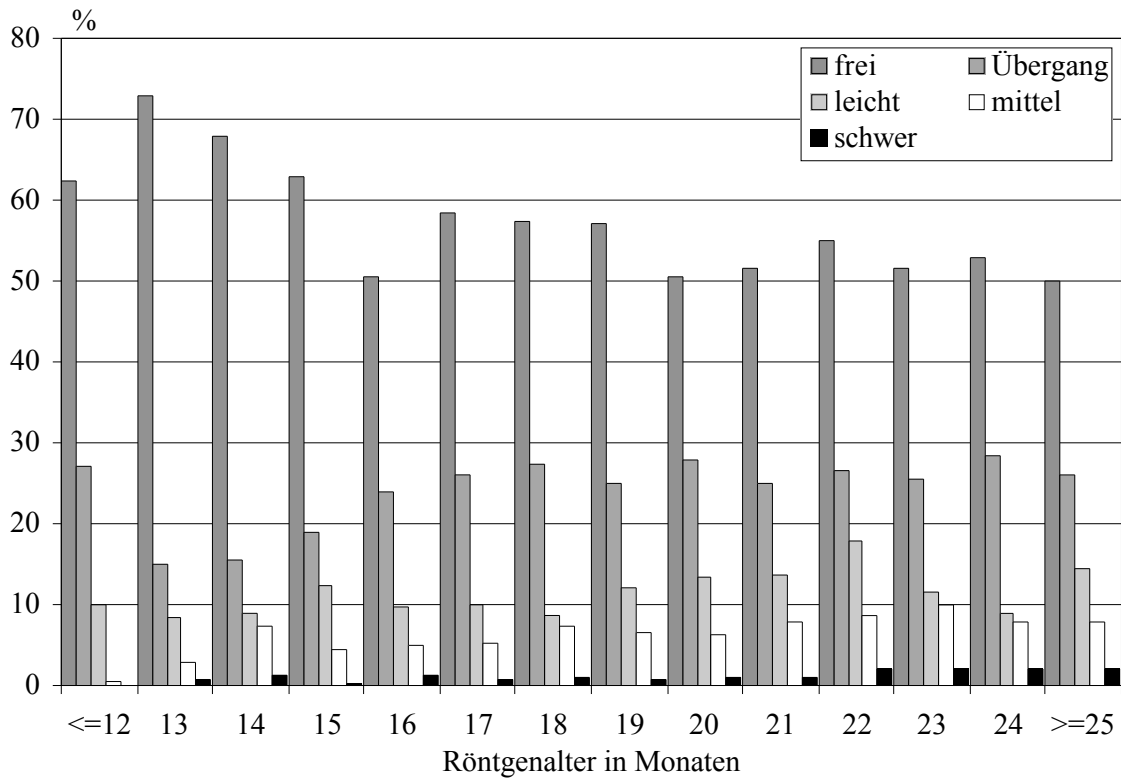


Abbildung 25: Verteilung der HD-Befunde bei Hündinnen nach dem Röntgenalter

#### 4.1.1.6 HD der Elterntiere

Der Anteil der Elterntiere an den geröntgten Hunden pro Geburtsjahrgang nimmt seit 1985 zu. Die Verteilung im Einzelnen ist aus Tabelle 10 ersichtlich. Insgesamt werden zwischen 23,65 % und 34,21 % der geröntgten Tiere zur Zucht verwendet.

Besonders auffällig ist hier die Diskrepanz zwischen den Geschlechtern. Während es sich bei den Rüden zwischen 12,24 % und 20,70 % der geröntgten Tiere um Zuchtrüden handelt, ist es bei den Hündinnen ein wesentlich höherer Anteil. Er schwankt zwischen 33,33 % und 45,75 %. Die Tiere ab dem Jahrgang 1993 sind bei der Auswertung bis zum Jahrgang 1995 noch relativ jung und wurden deshalb noch nicht oder nur wenig in der Zucht eingesetzt.

Tabelle 10: Anteil der zur Zucht verwendeten Tiere an den HD-geröntgten Hunden pro Geburtsjahrgang

Jahr	Zuchttiere	%	Rüden	%	Hündinnen	%
1985	219	23,65	52	12,24	167	33,33
1986	247	26,25	66	14,80	181	36,57
1987	218	25,5	57	13,64	161	36,84
1988	199	26,93	66	18,18	133	35,37
1989	238	32,03	64	19,10	174	42,65
1990	265	33,97	66	19,13	199	45,75
1991	220	34,21	59	20,70	161	44,97
1992	263	31,42	61	17,48	202	41,39
1993	192	19,14	39	9,20	153	26,42
1994	67	6,88	8	2,07	59	10,03
1995	2	0,26	0	0	2	0,45

Im Zuchtbuch des ADRK sind insgesamt 1.617 Zuchtrüden und 3.631 Zuchthündinnen eingetragen, wovon ab 1985 538 Rüden und 1.592 Hündinnen eingetragen wurden.

Es werden seit 1985 4,04 % aller Rüden und 11,68 % aller Hündinnen zur Zucht verwendet. Das sind 13,12 % aller geröntgten Rüden und 31,15 % aller geröntgten Hündinnen.

Dabei fällt auf, dass seit 1985 für 3,58 % der Zuchtrüden und 2,27 % der Zuchthündinnen kein HD-Befund erfasst ist. Dies ist nur möglich bei Importen von Tieren mit anerkannter Zuchtzulassung aus dem Ausland oder bei Datenerfassung von Pedigreedaten ohne den expliziten HD-Nachweis.

Tabelle 11: Durchschnittliche HD-Befunde der Zuchttiere im Vergleich zur Gesamtpopulation

	HD der Rüden	Standard- abweichung	HD der Hündinnen	Standard- abweichung
HD der Gesamtpopulation				
insgesamt	1,693	1,006	1,657	0,932
ab 1985	1,726	1,03	1,692	0,974
Zuchttiere				
insgesamt	1,324	0,73	1,46	0,834
ab 1985	1,256	0,543	1,398	0,691

In Tabelle 11 ist der durchschnittliche HD-Befund der Zuchttiere im Vergleich zur Gesamtpopulation aufgeführt. Der durchschnittliche HD-Befund der Zuchtrüden liegt seit 1985 bei 1,256 HD-Graden. Die Zuchthündinnen haben schlechtere HD-Befunde. Ihr durchschnittlicher HD-Grad liegt seit 1985 bei 1,398.

Bei den Zuchtrüden beträgt die Differenz zur Gesamtpopulation seit 1985 0,47 HD-Grade und bei den Hündinnen 0,294 HD-Grade.

Der durchschnittliche HD-Befund der selektierten Tiere beträgt 1,362 HD-Grade, der der Gesamtpopulation seit 1985 1,707. Die Zuchttiere sind damit um 0,345 HD-Grade besser als die Gesamtpopulation.

Die Verteilung der HD-Befunde der Zuchttiere, getrennt nach Geschlecht, ist aus Abbildung 26 ersichtlich. Etwa 70 % der Rüden und 64 % der Hündinnen sind HD-frei. Der Anteil der Hunde mit HD-Übergang ist bei beiden Geschlechtern ähnlich (Rüden 28 %, Hündinnen 26 %). Allerdings hat fast ein Zehntel der Zuchthündinnen eine leichte HD (9,5 %) oder noch schlechtere Hüftgelenke. Bei den Rüden ist das nur bei 2 % der Fall.

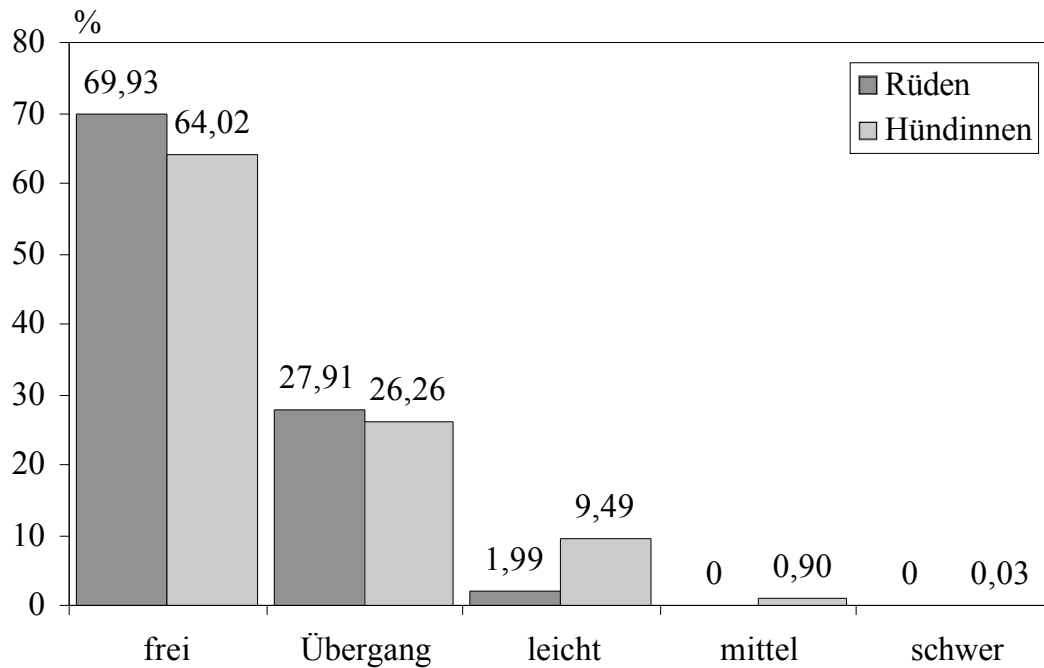


Abbildung 26: Verteilung der HD-Befunde der Zuchttiere nach Geschlecht beim Rottweiler

#### 4.1.1.7 HD-Selektion

Um darzustellen, ob innerhalb der zur Zucht zugelassenen HD-Klassen gleichmäßig selektiert wurde, ist in Abbildung 27 und Abbildung 28 die Selektion bei den Rüden und Hündinnen dargestellt. Da die HD-freien Tiere keiner negativen HD-Nachfrageselektion unterworfen sind, wurden sie als Bezugsgröße für beide Gruppen gewählt (100 %) und die übrigen HD-Klassen nach ihrer prozentualen Häufigkeit in der Gesamtpopulation und bei den Zuchttieren nach Geschlecht aufgeführt.

Aus Abbildung 27 und 28 wird deutlich, dass bei den Zuchtrüden mit HD-Übergang etwas weniger stark selektiert wird, als bei den entsprechenden Hündinnen. Insgesamt findet nur eine geringe Selektion bei Hunden mit HD-Übergang statt.

Bei Zuchttieren mit leichter HD ist ein deutlicher Geschlechtsunterschied in der Selektionsintensität feststellbar. Bei Rüden sind kaum Tiere mit leichter HD in der Zucht, während bei den Zuchthündinnen im Verhältnis nur 25 % der Tiere nicht zur Zucht verwendet werden.

Tiere mit mittlerer und schwerer HD sind nicht zur Zucht zugelassen. Bei den wenigen Zuchthündinnen mit mittlerer und schwerer HD handelt es sich um Tiere aus der DDR.

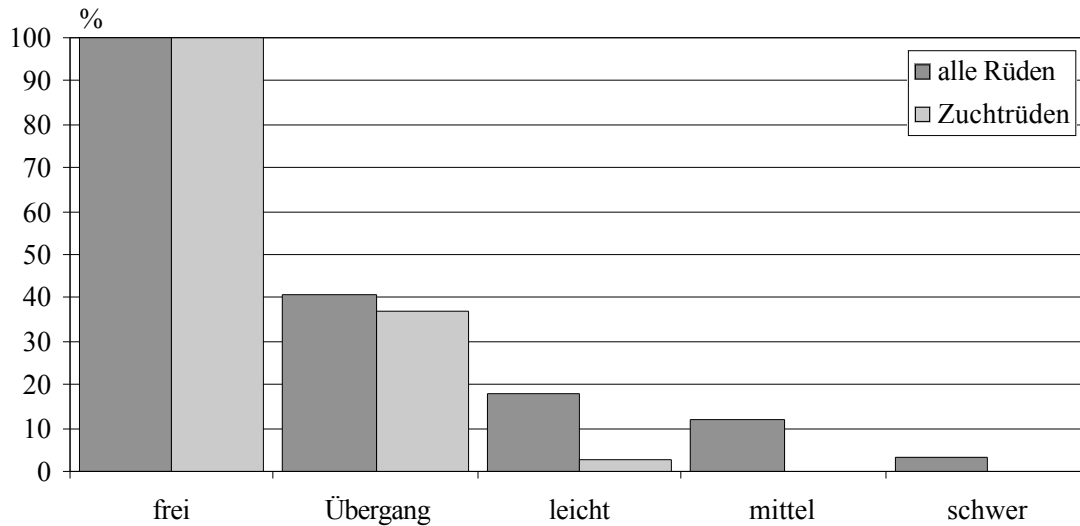


Abbildung 27: Prozentuale Verteilung der HD-Befunde bei allen Rüden und den Zuchtrüden im Vergleich (HD-frei bei beiden Gruppen auf 100 % gesetzt)

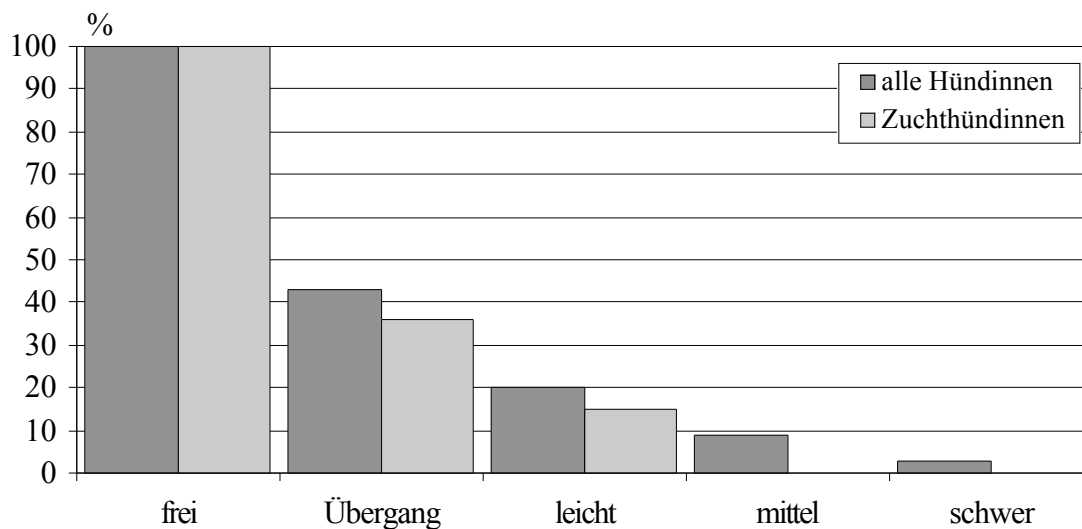


Abbildung 28: Prozentuale Verteilung der HD-Befunde bei allen Hündinnen und den Zuchthündinnen im Vergleich (HD-frei bei beiden Gruppen auf 100 % gesetzt)

#### 4.1.1.7.1 Differenz zwischen HD der Eltern und der Nachkommen innerhalb der Jahrgänge

In Abbildung 29 ist das durchschnittliche HD-Niveau der Welpenjahrgänge im Vergleich zu den durchschnittlichen Befunden der dazugehörigen Eltern aufgeführt. Bis 1987 wurden sowohl die Elterntiere, als auch die Nachkommen im Durchschnitt besser. Von 1987 bis 1989 kommt es zu einem Divergieren der Befunde. Obwohl die Elterntiere, wenn auch geringfügiger als in der Zeit vor 1987, ständig besser werden, steigt bei den Nachkommen der HD-Durchschnitt innerhalb von zwei Jahren um fast 0,4 HD-Grade an. Ab 1989 bis 1993 nähern sich die Kurven dann langsam wieder einander an. Dabei werden die Zuchttiere um 0,1 HD-Grad schlechter und die Welpen um einen Viertel HD-Grad besser. Ab 1993 laufen die Kurven im Abstand von etwa 0,3 HD-Graden annähernd parallel und steigen leicht an.

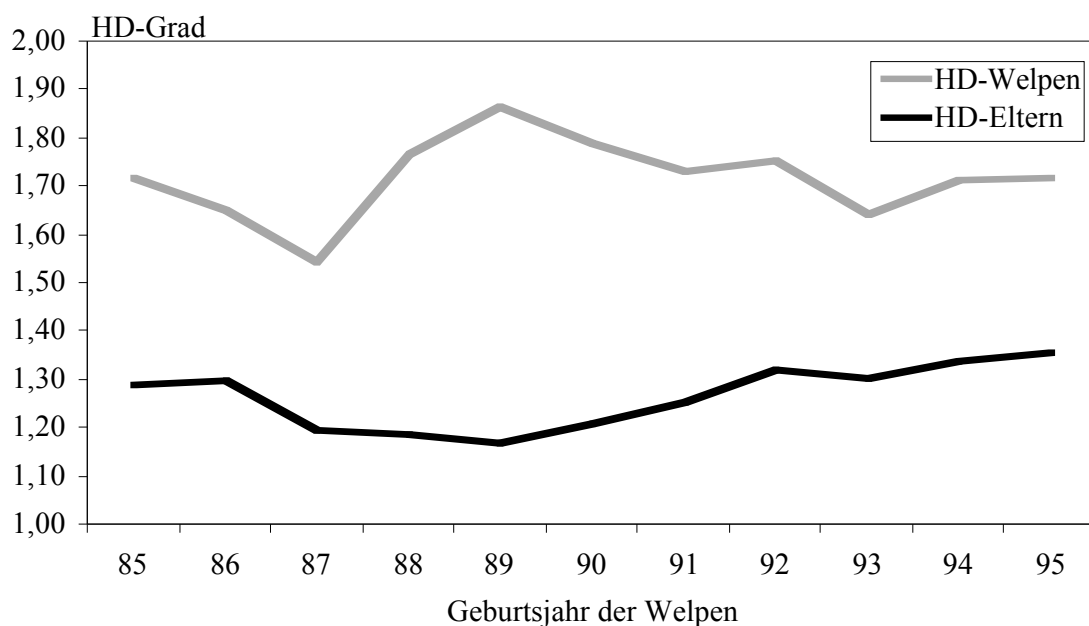


Abbildung 29: Durchschnittliche HD-Befunde der Nachkommen im Vergleich zu den Eltern pro Jahrgang



#### 4.1.1.8 Ergebnisse der Zuchttauglichkeitsprüfungen

Zur deskriptiven Darstellung der aus den Zuchttauglichkeitsprüfungen vorliegenden Messwerte beim Rottweiler sind in der Tabelle 12 die Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimal- und Maximalwerte der fünf Maße ersichtlich, die bei den an Zuchttauglichkeitsprüfungen teilnehmenden Tieren ermittelt werden.

Tabelle 12: Messwerte der Zuchttauglichkeitsprüfungen

	N	Mittelwert	Standardabw.	Minimum	Maximum
<b>Widerristhöhe in cm</b>					
alle	4.612	61,9	3,24	50	71
Rüden	1.824	65,2	1,69	58	71
Hündinnen	2.788	59,7	1,81	50	70
<b>Brusttiefe in cm</b>					
alle	4.590	29,1	2,02	23	39
Rüden	1.810	30,6	1,67	25	39
Hündinnen	2.780	28,1	1,56	23	36
<b>Gewicht in kg</b>					
alle	4.535	42,2	5,49	28	62
Rüden	1.812	47,1	4,17	34	62
Hündinnen	2.723	38,9	3,40	28	51
<b>Rumpflänge in cm</b>					
alle	4.588	72,0	3,27	55	86
Rüden	1.810	74,5	2,51	64	83
Hündinnen	2.778	70,4	2,61	55	86
<b>Brustumfang in cm</b>					
alle	4.577	83,3	4,90	60	106
Rüden	1.803	87,1	3,89	60	106
Hündinnen	2.774	80,8	3,75	69	95

Die Korrelationen zwischen den Körpermaßen untereinander sind positiv und bewegen sich zwischen  $r = 0,591$  (Brusttiefe und Rumpflänge) und  $r = 0,811$  (Gewicht mit Brustumfang). Es fällt auf, dass alle fünf Maße schwach negativ mit der HD-Kodierung korreliert sind (Tabelle 13).

Tabelle 13: Phänotypische Korrelation der Körpermaße untereinander und zu HD

	Größe	Brusttiefe	Gewicht	Rumpflänge	Brustumfang	HD
Größe		0,687	0,809	0,733	0,704	- 0,052
Brusttiefe			0,742	0,591	0,735	- 0,056
Gewicht				0,730	0,811	- 0,034
Rumpflänge					0,607	- 0,046
Brustumfang						- 0,034

#### 4.1.1.9 Generations- und Transferintervall

Das Generationsintervall ist die durchschnittliche Zeitspanne zwischen der Geburt der Eltern und der Geburt der Nachkommen, die wieder zur Zucht verwendet werden. Es ist damit das Zeitintervall von einer Elterngeneration zur nächsten Elterngeneration.

Das durchschnittliche Generationsintervall (Tabelle 14) beträgt bei den Zuchtrüden 1.697 Tage (ca. 4 Jahre und 8 Monate). Bei den Zuchthündinnen sind es 1.587 Tage (ca. 4 Jahre und 4 Monate).

Tabelle 14: Generationsintervall beim Rottweiler

	N	Mittelwert (Tage)	Standardabw.	Minimum	Maximum
Rüden	1.547	1.697,5	536,92	789	3.345
Hündinnen	1.547	1.587,2	561,75	646	2.980

Unter dem Transferintervall versteht man die durchschnittliche Zeitspanne zwischen der Geburt der Eltern und der Geburt aller Nachkommen. Es ist somit ein Maß für die Zeit, die vergeht, bis das (selektierte) Genom der Elterngeneration in die Nachkommenschaft eingebracht wird.

Tabelle 15: Transferintervall beim Rottweiler

	N	Mittelwert (Tage)	Standardabw.	Minimum	Maximum
Rüden	25.962	1.735,2	546,51	581	4.115
Hündinnen	25.962	1.644,0	580,01	277	3.346

Das durchschnittliche Transferintervall (Tabelle 15) beträgt bei den Rüden 1.735 Tage (ca. 4 Jahre und 9 Monate). Bei den Hündinnen sind es 1.644 Tage (ca. 4 Jahre und 6 Monate).

#### 4.1.2 Umwelteffekte

Da bei der HD des Rottweilers Umwelteffekte einen großen Einfluss haben, wurde überprüft, welche Faktoren im Einzelnen eine Auswirkung auf den HD-Befund haben.

##### 4.1.2.1 Inzucht

Das Ergebnis für den Effekt der Inzucht (Modell 7) war nicht signifikant ( $p = 0,594$ ), es ist aber eine Tendenz vorhanden, dass bei einem höheren Inzuchtgrad der HD-Grad sinkt, d. h. das HD-Ergebnis besser wird. Der Regressionskoeffizient beträgt  $-0,002$ , d.h. Tiere mit einem um ein Prozent höheren Inzuchtgrad haben eine um  $0,002$  Grad bessere HD-Bewertung.

#### 4.1.2.2 Varianzanalyse

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Varianzanalyse ohne Berücksichtigung der Verwandtschaftsmatrix dargestellt.

Tabelle 16: Analyse der umweltbedingten Varianz (Modell 2) für das Merkmal HD beim Rottweiler am Material A (alle) (n = 8.815)

Varianzursache	FG	MS	F	p
Geburtsjahr	10	5,777	5,827	< 0,001
Geburtsmonat	11	5,044	5,087	< 0,001
Röntgenalter	25	5,151	5,195	< 0,001
Geschlecht	1	0,141	0,143	0,706
Auswerter	2	17,577	17,728	< 0,001
Rest	28.765	0,992		

In der Varianzanalyse mit Material A (Tabelle 16) erwies sich der Einfluss des Geburtsjahres, des Geburtsmonats, des Röntgenalters und des Auswerterers als höchstsignifikant. Die Irrtumswahrscheinlichkeit für alle vier Effekte ist kleiner als 0,1 %.

Das Geschlecht hatte, auch in dieser multifaktoriellen Betrachtung, keinen signifikanten Einfluss auf das HD-Ergebnis.

Bei Material B (Tabelle 17) erwiesen sich der Einfluss des Geburtsjahres, des Geburtsmonats, des Röntgenalters und der Widerristhöhe als höchstsignifikant. Der Einfluss des Auswerterers war signifikant. Dabei liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit für das Geburtsjahr, das Röntgenalter und die Widerristhöhe nahezu bei 0.

Die Irrtumswahrscheinlichkeit für den Effekt des Auswerterers liegt bei 2 %.

Der Geburtsmonat liegt mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5,2 % an der Signifikanzgrenze.

Die übrigen Effekte in dem Modell (Geschlecht, Brusttiefe, Gewicht, Rumpflänge und Brustumfang) zeigen keine Signifikanz.

Tabelle 17: Analyse der umweltbedingten Varianz (Modell 1) für das Merkmal HD beim Rottweiler an Material B (mit ZTP) (n = 3.574)

Varianzursache	FG	MS	F	p
Geburtsjahr	10	1,500	3,831	< 0,001
Geburtsmonat	11	0,696	1,779	0,052
Röntgenalter	25	0,950	2,426	< 0,001
Geschlecht	1	0,001	0,003	0,957
Auswerter	2	1,548	3,956	0,019
Widerristhöhe	1	6,723	17,175	< 0,001
Brusttiefe	1	0,657	1,680	0,195
Gewicht	1	0,543	1,388	0,239
Rumpflänge	1	0,135	0,345	0,557
Brustumfang	1	0,280	0,072	0,778
Rest	3.519	0,391		

Die Berechnung des Regressionskoeffizienten ist nur für die Widerristhöhe und die Rumpflänge signifikant (Tabelle 18). Dabei beträgt der Regressionskoeffizient für die Widerristhöhe - 0,01. Da die Widerristhöhe in Zentimetern gemessen wird bedeutet dies ein Absinken des HD-Grades um 0,01 bei einem Größenzuwachs von 1 cm.

Der Regressionskoeffizient für die Rumpflänge beträgt - 0,008. Auch die Rumpflänge wird in Zentimetern gemessen, also bedeutet dies ein Absinken des HD-Grades um 0,008 bei einem Längenzuwachs von 1 cm.

Der Einfluss der übrigen Regressionen ist nicht signifikant.

Tabelle 18: Regressionskoeffizienten der fünf Körpermaße der ZTP auf HD

Regressionsvariable	Regressionskoeffizient	p
Widerristhöhe	- 0,010	0,0002
Brusttiefe	- 0,011	n.s.
Gewicht	- 0,004	n.s.
Rumpflänge	- 0,008	0,003
Brustumfang	0,004	n.s.

Es folgen nun die Ergebnisse, die mit MTDFREML, also unter Einbeziehung der Verwandtschaft, ermittelt wurden.

Im Modell (Modell 2) waren das Geburtsjahr, der Geburtsmonat, das Röntgenalter, das Geschlecht und der Auswerter als fixe Effekte enthalten. In den folgenden Abbildungen sind die ermittelten Schätzkonstanten graphisch dargestellt.

Von 1985 bis 1991 ist die Schätzkonstante für das Geburtsjahr positiv, d.h. die Hunde sind stärker HD-belastet (Abbildung 30). Ab 1992 wird der Einfluss negativ. Dies ist ab 1993 besonders deutlich ausgeprägt, dann sind die Tiere um bis zu 0,35 HD-Grade besser.

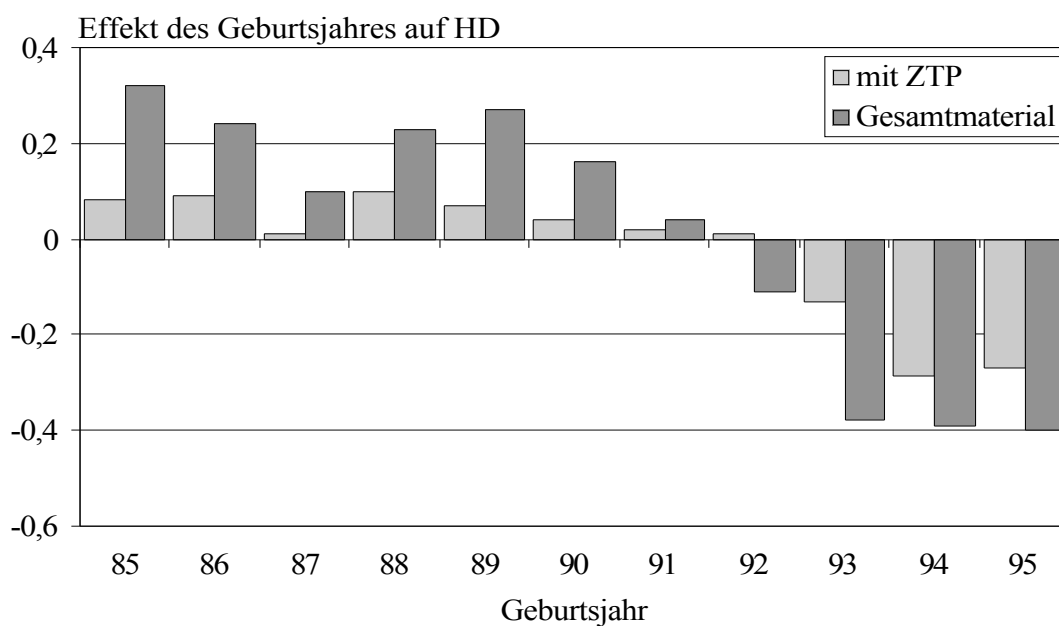


Abbildung 30: Geschätzte Effekte für das Geburtsjahr auf HD

In Abbildung 31 ist der Einfluss des Geburtsmonats auf das HD-Ergebnis dargestellt. Von Januar bis April geborene Tiere haben danach schlechtere Hüften, als Tiere, die von Juni bis Dezember geboren sind. Im Mai geborene Hunde sind durchschnittlich belastet. Der Effekt bewegt sich im Bereich zwischen + 0,10 und - 0,17 HD-Graden.

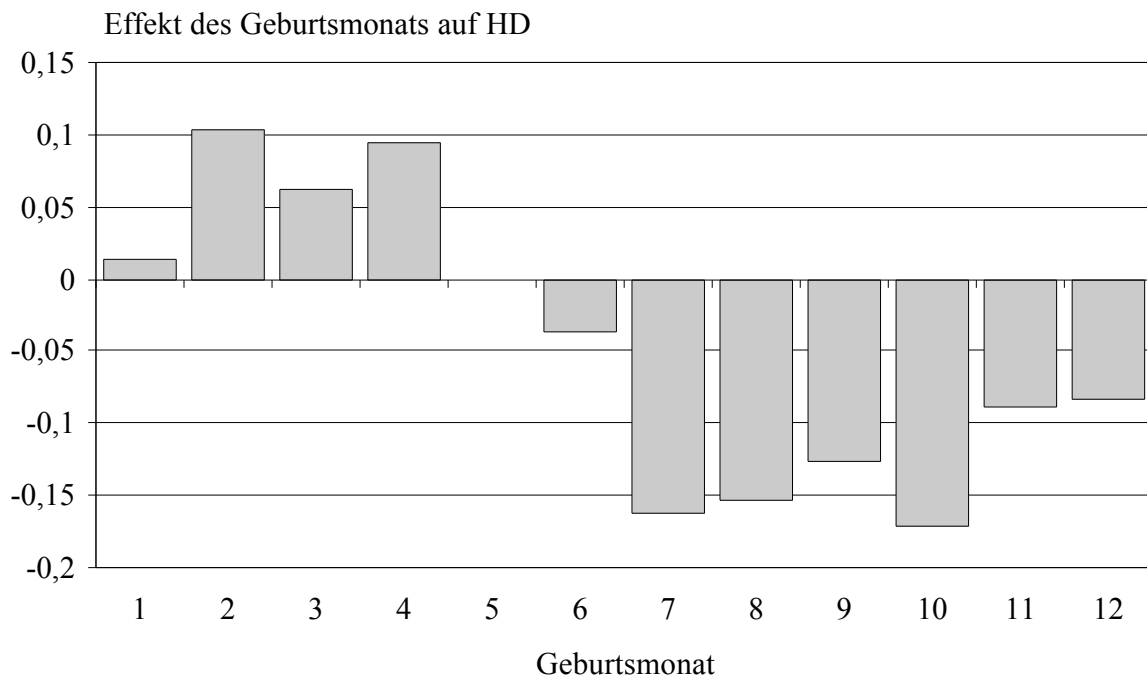


Abbildung 31: Geschätzte Effekte für den Geburtsmonat auf HD

In Abbildung 32 sind die Effekte für das Röntgenalter dargestellt. Sie schwanken zwischen + 0,27 und - 0,30. Tiere, die bis zu einem Alter von 17 Monaten geröntgt wurden, haben weniger HD als die meisten Tiere, die im höheren Alter untersucht wurden. Nur Hunde, die mit 26, 31 oder mehr als 36 Monaten geröntgt wurden, haben ebenfalls überdurchschnittlich gute Hüften.

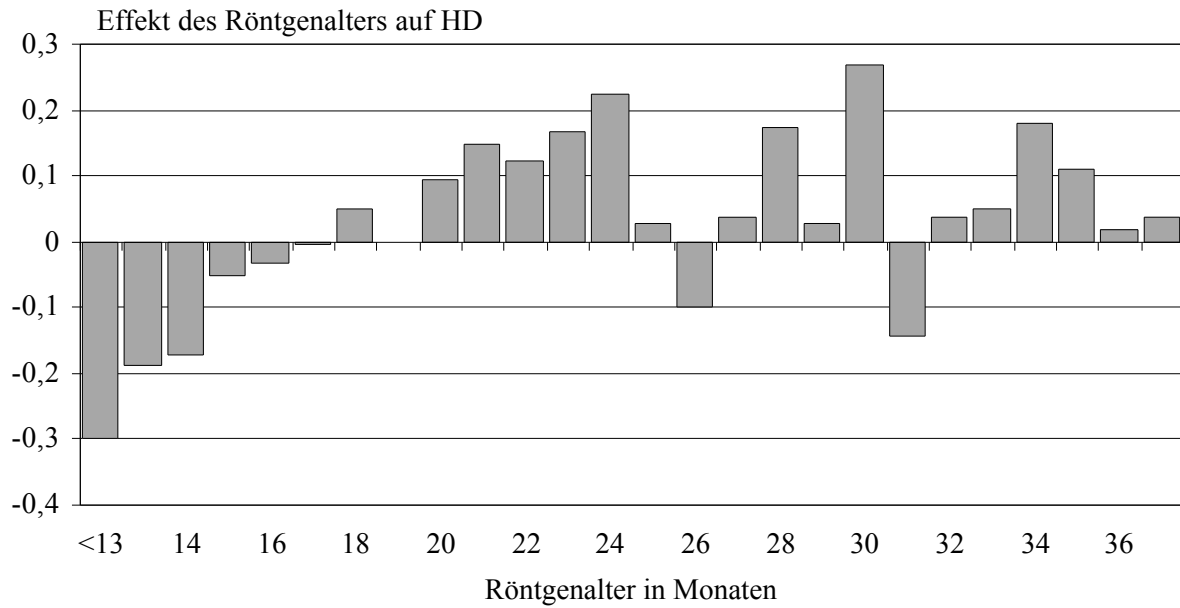


Abbildung 32: Geschätzte Effekte für das Röntgenalter in Monaten auf HD

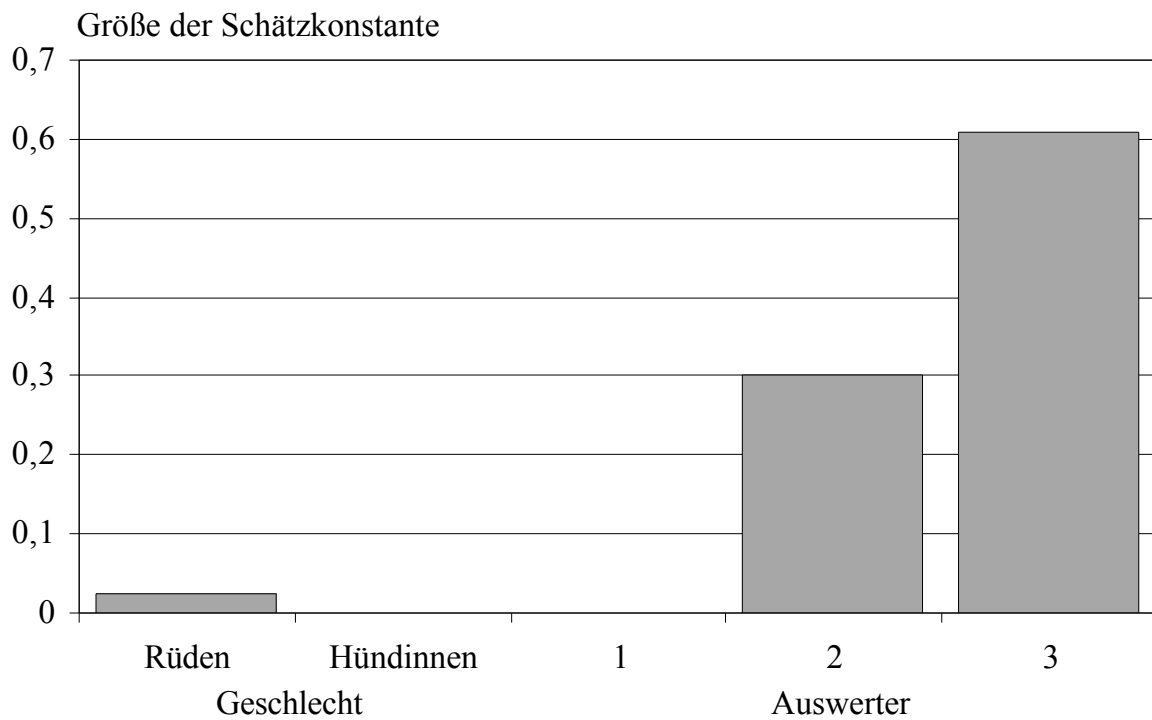


Abbildung 33: Geschätzte Effekte für das Geschlecht und den Auswerter auf HD



Die Schätzkonstanten für das Geschlecht und den Auswerter sind in Abbildung 33 dargestellt. Rüden haben demnach um 0,025 HD-Grade schlechtere Hüften als Hündinnen.

Zwischen den Auswertern bestehen erhebliche Unterschiede. Betrachtet man Auswerter 1 als Basis, so sind die Hunde, die von Auswerter 2 beurteilt wurden im Mittel um 0,3 und die von Auswerter 3 beurteilten Tiere sogar um 0,6 HD-Grade schlechter.

Um den Effekt von Auswerter und Geburtsjahr zu trennen, wurde zusätzlich ein ähnliches Modell (Modell 3) berechnet, bei dem das Geburtsjahr als Regression integriert wurde. Als fixe Effekte blieben der Geburtsmonat, das Röntgenalter, das Geschlecht und der Auswerter enthalten. Die Regression für das Geburtsjahr war mit  $t = 1,40$  nicht signifikant und betrug  $- 0,01$ . Der Effekt für die Auswerter betrug dann bei Auswerter 1 als Bezugsbasis  $+ 0,11$  HD-Grade für Auswerter 2 und  $+ 0,23$  HD-Grade für Auswerter 3.

Zusätzlich wurde Modell 4 berechnet, als Regressionen waren dabei das Röntgenalter in Tagen und die Widerristhöhe im Modell. Als fixe Effekte wurden das Geschlecht, der Auswerter und der Geburtsmonat in das Modell integriert.

Die Ergebnisse für die Regressionskoeffizienten sind in Tabelle 19 aufgeführt.

Tabelle 19: Partielle Regressionskoeffizienten (MTDFREML) für Röntgenalter und Widerristhöhe auf HD

Merkmal	Regressionskoeffizient	SE	P
Röntgenalter	0,000214	0,0000449	< 0,001
Widerristhöhe	- 0,01306	0,00599	< 0,05

Beide Regressionen sind signifikant. Das Auswertungsalter wurde in Tagen berücksichtigt. Umgerechnet bedeutet dies bei einem Anstieg des Röntgenalters um ein Jahr einen Anstieg um 0,077 HD-Grade. Der Einfluss der Widerristhöhe bewirkt pro Zentimeter ein durchschnittliches Sinken der HD-Frequenz um 0,013 Grade.

Die Ergebnisse für die fixen Effekte sind aus Abbildung 34 ersichtlich.

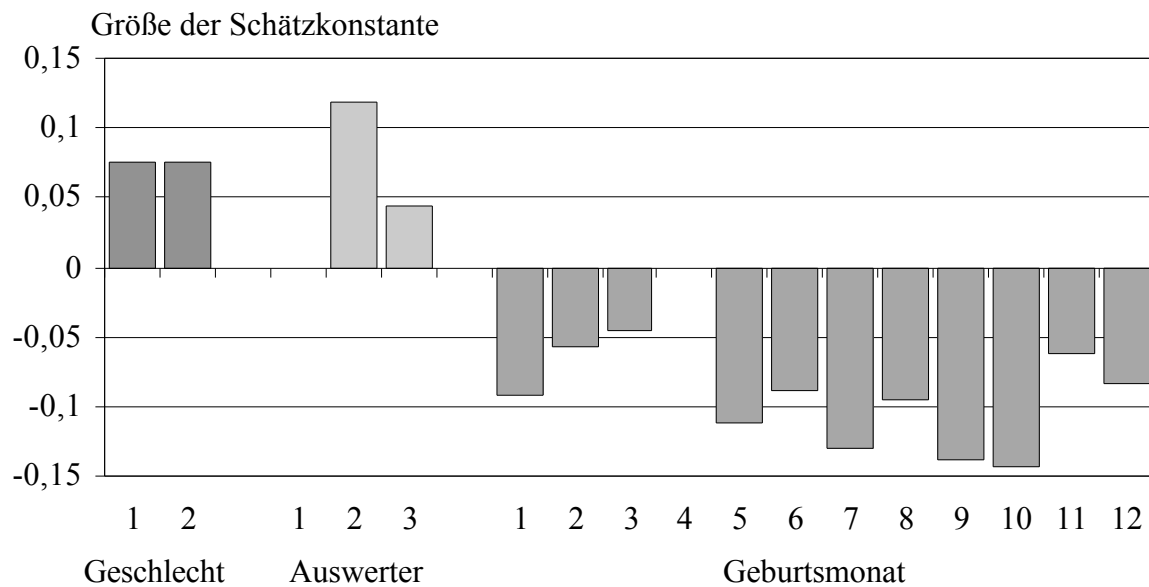


Abbildung 34: Schätzkonstanten für die fixen Effekte Geschlecht, Auswerter und Geburtsmonat auf HD

#### 4.1.2.3 Zeittrend

Bei der Ermittlung des Zeittrends mit Modell 8 (Tabelle 20) hatten alle Effekte im Modell einen höchstsignifikanten Einfluss ( $p < 0,001$ ).

Tabelle 20: Varianzanalyse für HD zur Ermittlung des Zeittrends

Varianzursache	FG	MS	F	p
HD der Mutter	1	12,891	13,473	< 0,001
Auswertungsjahr	12	4,438	4,693	< 0,001
Vater	38	3,402	3,556	< 0,001
Rest	3.166	0,957		

Die Abbildung 35 zeigt die Schätzkonstanten für das Röntgenjahr. Bis zum Jahr 1989 hat das Röntgenjahr einen negativen Einfluss auf HD. Beispielsweise beträgt die Schätzkonstante für die Jahre 1986 und 1987 - 0,16. Im Jahr 1990 ist der Einfluss

positiv mit 0,23. In den darauf folgenden Jahren ist der Effekt des Röntgenjahres geringer ausgeprägt und bewegt sich zwischen 0,08 (1991) und - 0,07 (1994).

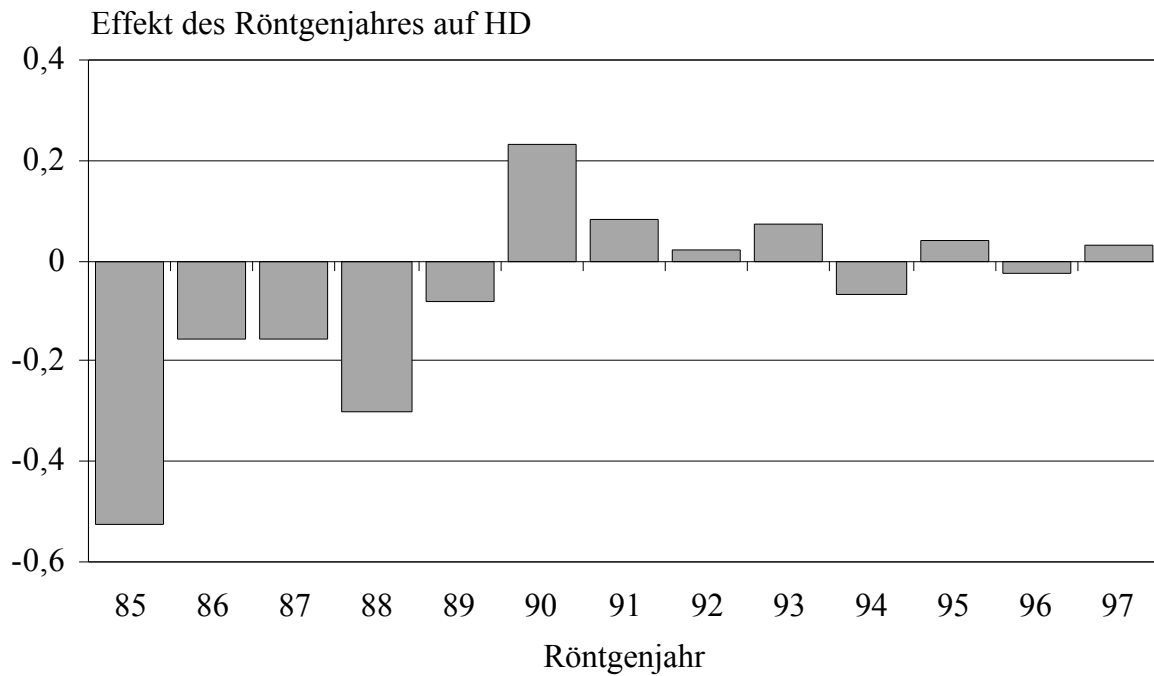


Abbildung 35: Einfluss des Röntgenjahres auf HD für Nachkommen 40 ausgewählter Väter unter Ausschaltung der HD der Mutter (= Anpaarungsniveau)

### 4.1.3 Genetische Analyse

#### 4.1.3.1 Korrelation zwischen HD Mutter und HD Vater

Die phänotypische Korrelation zwischen dem HD-Befund der Paarungspartner beträgt 0,027 bei  $p = 0,01$ , d.h. es findet kaum assortative Paarung statt. Zwar finden, bedingt durch die Zuchtordnung keine Paarungen hochgradig HD-behafteter Rüden mit hochbetroffenen Hündinnen statt, sondern nur „gut an gut“. Innerhalb der zur Zucht zugelassenen Hunde ist dies jedoch eine nahezu zufällige Paarung im Hinblick auf HD.

#### 4.1.3.2 Heritabilitätsschätzungen

##### 4.1.3.2.1 Heritabilitätsschätzung mittels Varianzkomponentenschätzung

Bei der Bestimmung der Heritabilität mittels einer Varianzkomponentenschätzung kam es, je nach Modell, zu unterschiedlichen Ergebnissen (Tabelle 21).

Tabelle 21: Ergebnisse der Heritabilitätsschätzungen mittels Varianzkomponentenschätzung

	Modell 5	Modell 6
berücksichtigte Faktoren	Geschlecht, Geburtsmonat	Geschlecht, Geburtsmonat, Auswerter, Röntgenalter, Größe
additive genetische Varianz	0,22984	0,05413
umweltbedingte Varianz	0,78617	0,34586
phänotypische Varianz	1,01601	0,39999
Heritabilität	0,23	0,14

## 4.1.3.2.2 Heritabilitätsschätzung mittels partieller Eltern-Nachkommen-Regression

Bei der Heritabilitätsschätzung mittels partieller Eltern-Nachkommen-Regression kam es zu folgenden Ergebnissen:

Vater-Nachkommen:  $b = 0,1163$   $p = 0,0001$  SE 0,033  $h^2 = 0,2326$

Mutter-Nachkommen:  $b = 0,1139$   $p = 0,0001$  SE 0,018  $h^2 = 0,2278$

Eltern-Nachkommen:  $b = 0,2238$   $p = 0,0001$  SE 0,029  $h^2 = 0,2238$

## 4.1.3.2.3 Heritabilitätsschätzung über den Selektionserfolg

In den folgenden Tabellen ist die Verteilung der HD-Ergebnisse der Nachkommen bei unterschiedlichen HD-Paarungskombinationen der Eltern dargestellt:

Tabelle 22: Verteilung der HD-Ergebnisse der Nachkommen aus HD-frei / HD-frei Paarungen

frei/frei	frei	Übergang	leicht	mittel	schwer
absolut	3.217	1.154	547	286	82
%	60,9	21,8	10,3	5,4	1,6

$n = 5.286$   $\bar{\varnothing}$  HD = 1,649 Standardabweichung = 0,972

Tabelle 23: Verteilung der HD-Ergebnisse der Nachkommen aus HD-frei / HD-Übergang Paarungen

frei/Übergang	frei	Übergang	leicht	mittel	schwer
absolut	1.412	685	296	175	50
%	53,9	26,2	11,3	6,7	1,9

$n = 2.618$   $\bar{\varnothing}$  HD = 1,765 Standardabweichung = 1,018

Tabelle 24: Verteilung der HD-Ergebnisse der Nachkommen aus HD-Übergang / HD-Übergang Paarungen

Übergang/Übergang	frei	Übergang	leicht	mittel	schwer
absolut	211	109	54	41	14
%	49,2	25,4	12,6	9,6	3,3

n = 429     $\bar{X}$  HD = 1,923    Standardabweichung = 1,136

Tabelle 25: Verteilung der HD-Ergebnisse der Nachkommen aus HD-frei / HD-leicht Paarungen

frei/leicht	frei	Übergang	leicht	mittel	schwer
absolut	222	135	69	35	15
%	46,6	28,4	14,5	7,4	3,2

n = 476     $\bar{X}$  HD = 1,92    Standardabweichung = 1,089

Im Durchschnitt sind Hunde aus HD-freien Paarungen um 0,116 HD-Grade besser als Tiere aus frei/Übergang Paarungen. Diese Differenz ist mit  $T = 4,799$  höchstsignifikant. Beim Vergleich der Mittelwerte der Nachkommen aus frei/Übergang und Übergang/Übergang Paarungen sind die Tiere aus frei/Übergang Paarungen durchschnittlich um 0,158 HD-Grade besser. Der Unterschied ist mit  $T = 2,714$  hochsignifikant. Nachkommen aus HD-Übergang/Übergang Paarungen unterscheiden sich in ihrem HD-Grad nicht von Nachkommen aus HD-frei/HD-leicht Paarungen. Es kommt allerdings bei Tieren aus HD-frei/HD-leicht Paarungen etwas seltener zu HD-freien Tieren (46,6 % im Vergleich zu 49,2 %) und dafür etwas häufiger zu HD-Übergang Tieren (28,4 % im Vergleich zu 25,4 %).

Bei der Heritabilitätsschätzung über den Selektionserfolg kommt es bei den verschiedenen Anpaarungen zu folgenden Ergebnissen für  $h^2$  (Tabelle 26):

Tabelle 26: Ergebnisse für die Heritabilitätsschätzungen über den Selektionserfolg

Anpaarungen	Rechnung	$h^2$
frei/frei- frei/Übergang	$h^2 = \frac{D_N}{D_E} = \frac{\bar{N}_{\text{frei/Übergang}} - \bar{N}_{\text{frei/frei}}}{\bar{E}_{\text{frei/Übergang}} - \bar{E}_{\text{frei/frei}}} = \frac{1,765 - 1,649}{1,5 - 1} = 0,23$	0,23
frei/Übergang- Übergang/Übergang	$h^2 = \frac{D_N}{D_E} = \frac{\bar{N}_{\text{Übergang/Übergang}} - \bar{N}_{\text{frei/Übergang}}}{\bar{E}_{\text{Übergang/Übergang}} - \bar{E}_{\text{frei/Übergang}}} = \frac{1,923 - 1,765}{2 - 1,5} = 0,32$	0,32
frei/frei- Übergang/Übergang	$h^2 = \frac{D_N}{D_E} = \frac{\bar{N}_{\text{Übergang/Übergang}} - \bar{N}_{\text{frei/frei}}}{\bar{E}_{\text{Übergang/Übergang}} - \bar{E}_{\text{frei/frei}}} = \frac{1,923 - 1,649}{2 - 1} = 0,27$	0,27

Die Heritabilität über den realisierten Selektionserfolg geschätzt, beträgt für Nachkommen aus HD-freien Tieren verglichen mit Nachkommen aus HD-frei/HD-Übergang Paarungen 0,23. Für Nachkommen aus HD-frei/HD-Übergang Paarungen verglichen mit Nachkommen aus HD-Übergang Tieren ist sie 0,32. Für Nachkommen aus HD-freien Tieren verglichen mit Nachkommen aus HD-Übergang Paarungen ist sie 0,27.

#### 4.1.3.3 Untersuchung der HD-Skala

Um festzustellen, ob Skaleneffekte bei der Hüftgelenksdysplasie eine Rolle spielen, wurden die Unterschiede in der HD der Nachzucht bei verschiedenen Gruppen berechnet.

Die Differenz in der HD zwischen Nachkommen HD-freier Eltern und von Eltern mit HD-frei/Übergang betrug 0,116 HD-Grade. Die Differenz in der HD zwischen Nachkommen von Eltern mit HD-frei/Übergang und Eltern mit HD-Übergang/Übergang war 0,158 HD-Grade. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied ( $T = 0,686$ ).

Außerdem wurde der HD-Mittelwert der Nachzucht von Eltern mit HD-Übergang/Übergang und HD-frei/leicht berechnet. Für die frei/leicht Nachkommen beträgt er 1,920. Für die Nachkommen von Übergang/Übergang Hunden beträgt er 1,923. Die Werte sind nicht signifikant ( $T = 0,039$ ) verschieden.

#### 4.1.3.4 Genetischer Trend

Die Entwicklung der Relativzuchtwerte aller im ADRK gezüchteten Rottweiler der Geburtsjahrgänge 1985 bis 1995 ist in Abbildung 36 dargestellt. Die durchschnittlichen Relativzuchtwerte schwanken von 1985 bis 1991 um den Wert 100 mit Abweichungen von maximal 0,93. Seit 1991 bis 1995 liegt der durchschnittliche Relativzuchtwert etwas unter 100.

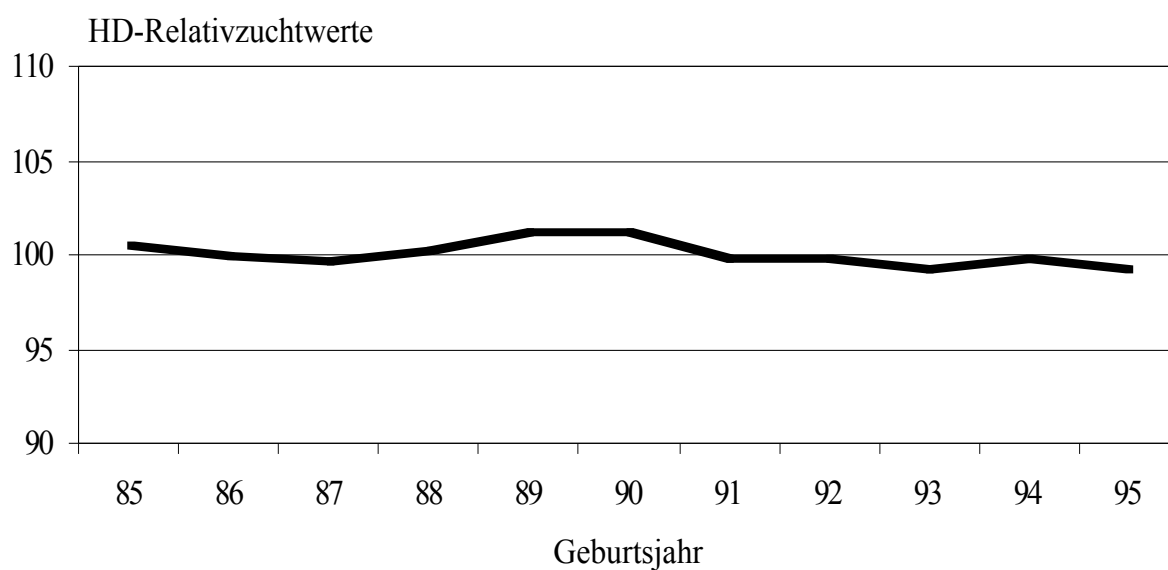


Abbildung 36: HD-Relativzuchtwerte für die Geburtsjahrgänge 1985-1995



#### 4.1.4 Zuchtwertschätzung

Die Abbildung 37 und Tabelle 31 im Anhang zeigen die Verteilung der offiziellen Relativzuchtwerte auf die Klassen der gutachterlichen HD-Grade. Es fällt dabei auf, dass Tiere mit dem gleichen Phänotyp sehr unterschiedliche Relativzuchtwerte haben und somit anhand des Phänotyps (HD-Grad) nur unbefriedigend genau eine Aussage über den HD-Status der Nachzucht gemacht werden kann, was bei einer Heritabilität von 0,22 für HD auch nicht anders zu erwarten ist. HD-freie Hunde haben beispielsweise Relativzuchtwerte von 81 bis 128, dies entspricht einer Spanne von fast fünf Standardabweichungen. Tiere mit HD-Übergang haben Relativzuchtwerte von 89 bis 131, mit HD-leicht von 95 bis 142, HD-mittel von 108 bis 134 und Tiere mit schwerer HD von 114 bis 141. Auffällig ist außerdem die sehr starke Überlappung der Relativzuchtwerte zwischen den einzelnen HD-Klassen. Tiere mit dem gleichen Relativzuchtwert sind zumeist in drei bis vier HD-Klassen vertreten. So gibt es z.B. einzelne HD-freie Tiere, die einen Relativzuchtwert von 123 oder 126 haben. Sie haben somit die gleiche Vererbungserwartung, wie Tiere mit schwerer HD. Sie sind phänotypisch jedoch nicht von einem HD-freien Tier mit einem Relativzuchtwert von 83 zu unterscheiden, das sehr viel besser vererbt hat bzw. vererben wird.

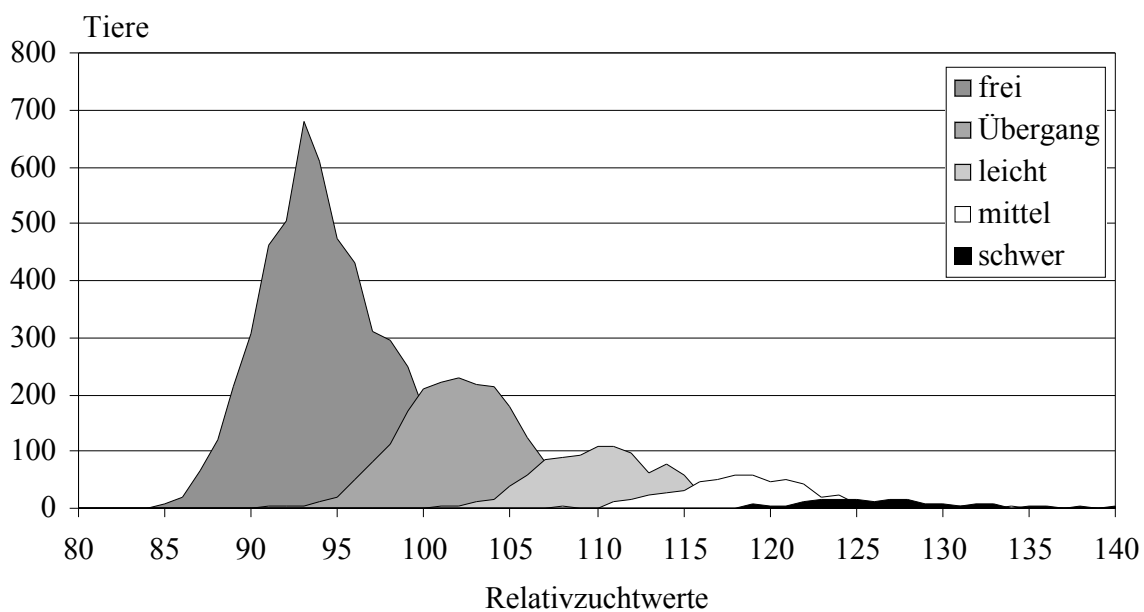


Abbildung 37: Verteilung der Relativzuchtwerte nach HD-Befunden

Die Ergebnisse der Vorhersage der HD aus den Relativzuchtwerten sind in Tabelle 27 aufgeführt. Die Korrelation des Relativzuchtwertes zum Zeitpunkt der Paarung mit dem späteren HD-Ergebnis der Welpen beträgt 0,23 (1994) und 0,18 (1995). Sie ist damit etwa doppelt so hoch, wie die Korrelation des HD-Durchschnitts der Eltern mit dem späteren HD-Ergebnis der Welpen (0,11 1994 und 0,10 1995). Die Korrelation der HD des Vaters bzw. der Mutter mit dem HD-Ergebnis der Welpen liegt noch niedriger. Bei der HD des Vaters sind es 0,09 (1994) bzw. 0,07 (1995). Die HD der Mutter ist mit 0,08 (1994) und 0,07 (1995) mit dem HD-Ergebnis der Welpen korreliert. Die Ergebnisse der HD des Vaters und der Mutter aus dem Jahr 1995 sind nicht signifikant. Die übrigen Werte sind hoch- bzw. höchstsignifikant.

Tabelle 27: Korrelationen der HD-Ergebnisse der Welpen mit dem Relativzuchtwert zum Zeitpunkt der Paarung, der HD des Vaters, der HD der Mutter und der HD der Eltern

	Jahrgang 1994		Jahrgang 1995	
	Korrelation	p	Korrelation	p
Relativzuchtwert zum Zeitpunkt der Paarung	0,228	0,0001	0,181	0,0001
HD des Vaters	0,085	0,009	0,0668	0,0661
HD der Mutter	0,078	0,01	0,0673	0,064
HD der Eltern	0,109	0,0008	0,0974	0,0073

#### 4.1.5 Simulierte Selektion

Um die Effizienz verschiedener Selektionsmethoden zu testen, wurde die Zuchtwertschätzung, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, einmal auf Daten bis zum Geburtsjahrgang 1994 und einmal bis zum Geburtsjahrgang 1995 begrenzt. Anhand der bekannten HD-Ergebnisse von 934 Hunden des Jahrgangs 1994 und 758 Tieren des Jahrgangs 1995 wurden verschiedene Zucht- bzw. Selektionsszenarien simuliert. Der durchschnittliche HD-Befund der Tiere liegt bei 1,713 (1994) bzw. 1,720 (1995) HD-Graden. Die Verteilung der HD-Grade ist aus Tabelle 28 ersichtlich.

Tabelle 28: Verteilung der HD-Grade (%) unter Berücksichtigung des Geschlechts der geröntgten Hunde des Jahrgangs 1994 (n = 934) und 1995 (n = 758)

Prozent (Anzahl)	Rüden		Hündinnen		insgesamt	
	1994	1995	1994	1995	1994	1995
frei	56 % (212)	54 % (173)	54 % (298)	54 % (236)	55 % (510)	54 % (409)
Übergang	26 % (100)	27 % (87)	29 % (162)	31 % (137)	28 % (262)	29,5 % (224)
leicht	9 % (34)	12,5 % (40)	11 % (63)	7,5 % (33)	10 % (97)	10 % (73)
mittel	6 % (22)	4 % (12)	5 % (28)	4,5 % (20)	5 % (50)	4 % (32)
schwer	3 % (10)	2,5 % (8)	1 % (5)	3 % (12)	2 % (15)	2,5 % (20)
Summe	378	320	556	438	934	758

Der Vergleich der verschiedenen Szenarien (1-3) brachte folgende Ergebnisse:

Szenario 1:

Zuchtausschluss für Tiere mit leichter HD oder schlechterem Befund:

Wenn nur Elterntiere, die maximal HD-Übergang haben, verwendet werden, entsprechen 1994 noch 91,7 % (856) Welpen und 1995 noch 92,3 % (700) Welpen den Anforderungen des Zuchtplans. Ihr durchschnittlicher HD-Grad liegt 1994 bei 1,710 (- 0,003) und 1995 bei 1,707 (- 0,013).

#### Szenario 2:

##### Ausschließliche Verwendung HD-freier Elterntiere:

Bei ausschließlich HD-freien Elterntieren hätten 1994 noch 50,21 % (469) und 1995 noch 46,17 % (350) der Nachkommen dem Zuchtplan entsprochen. Diese hätten 1994 einen durchschnittlichen HD-Befund von 1,64 HD-Graden und 1995 von 1,65 HD-Graden, also in beiden Jahren eine Verbesserung um 0,07 HD-Grade pro Generation gegenüber der gültigen Zuchtordnung.

#### Szenario 3:

##### Strategische Paarung:

Beim Konzept der strategischen Paarung sind nur noch Anpaarungen erlaubt, bei denen der Relativzuchtwert der Eltern für HD im Mittel nicht über Hundert liegt. Hier sind diese Anforderungen 1994 bei 64,45 % (602) und 1995 bei 69,39 % (526) der geröntgten Hunde erfüllt. Ihr mittleres HD-Ergebnis liegt 1994 bei 1,61 und 1995 bei 1,63. Das bedeutet für 1994 eine Verbesserung um 0,1 HD-Grade und für 1995 einen Fortschritt von 0,09 HD-Graden in jeder Generation gegenüber der gültigen Zuchtordnung.

Bei Zucht mit ausschließlich HD-freien Hunden (Szenario 2) braucht man, rechnet man den Zuchtfortschritt (- 0,07 HD-Grade) hoch, 12 Generationen um nur HD-freie Hunde zu haben. Das entspricht bei dem momentanen Generationsintervall von 4,5 Jahren fast 54 Jahre Zuchtarbeit. Bei der strategischen Paarung (Szenario 3) im Modell wären es bei einem Zuchtfortschritt von - 0,09 HD-Graden pro Generation nur 8 Generationen, das sind 36 Jahre. Bei der momentanen Zuchtordnung (Hunde mit leichter HD sind von der Zucht ausgeschlossen) sind es bei einem Zuchtfortschritt von - 0,013 55 Generationen. Die Rottweilerpopulation des ADRK wird also voraussichtlich in 247 Jahren HD-frei sein, wobei dabei im Modell nicht beachtet wurde, dass sich bei steigender Vereinheitlichung der Rasse der Zuchtfortschritt verlangsamt.

Die Überprüfung der Relativzuchtwerte der Welpen des Jahrgangs 1994 und 1995, die unter der gültigen Zuchtordnung geboren wurden, gibt einen Eindruck, inwieweit die Eigenverantwortung des Züchters die Mindestvorgaben aus der Zuchtordnung übertrifft. Es ist zu beachten, dass zwar Relativzuchtwerte vorliegen, ihre Anwendung aber nicht verbindlich und dadurch der Bekanntheitsgrad und das Interesse nur gering ist.

In der Abbildung 38 ist die Verteilung der Relativzuchtwerte der geborenen Welpen für den Jahrgang 1994 dargestellt. Die Relativzuchtwerte sind annähernd normalverteilt, allerdings mit einer deutlichen Linksverschiebung, die durch die Asymmetrie der HD-Diagnostik begründet ist. Von den 2.958 geborenen Welpen haben 65,75 % einen Relativzuchtwert, der kleiner oder gleich 100 ist, d.h. sie entsprechen den Anforderungen der strategischen Paarung und repräsentieren unterdurchschnittliches HD-Risiko.

Für 1995 stellt sich die Situation ähnlich dar (Abbildung 39). Hier haben allerdings nur 55,22 % der 3.343 gezüchteten Welpen einen Relativzuchtwert  $\leq 100$ .

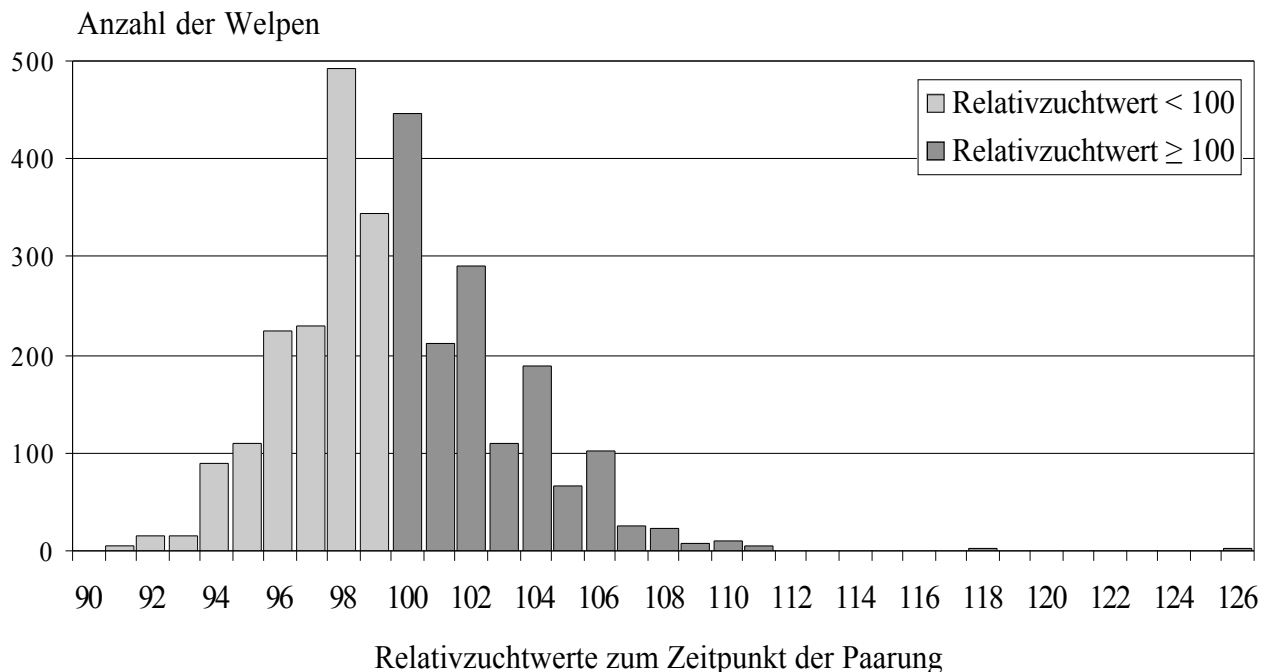


Abbildung 38: Verteilung der Relativzuchtwerte für den Geburtsjahrgang 1994 bei Paarung nach der gültigen Zuchtordnung

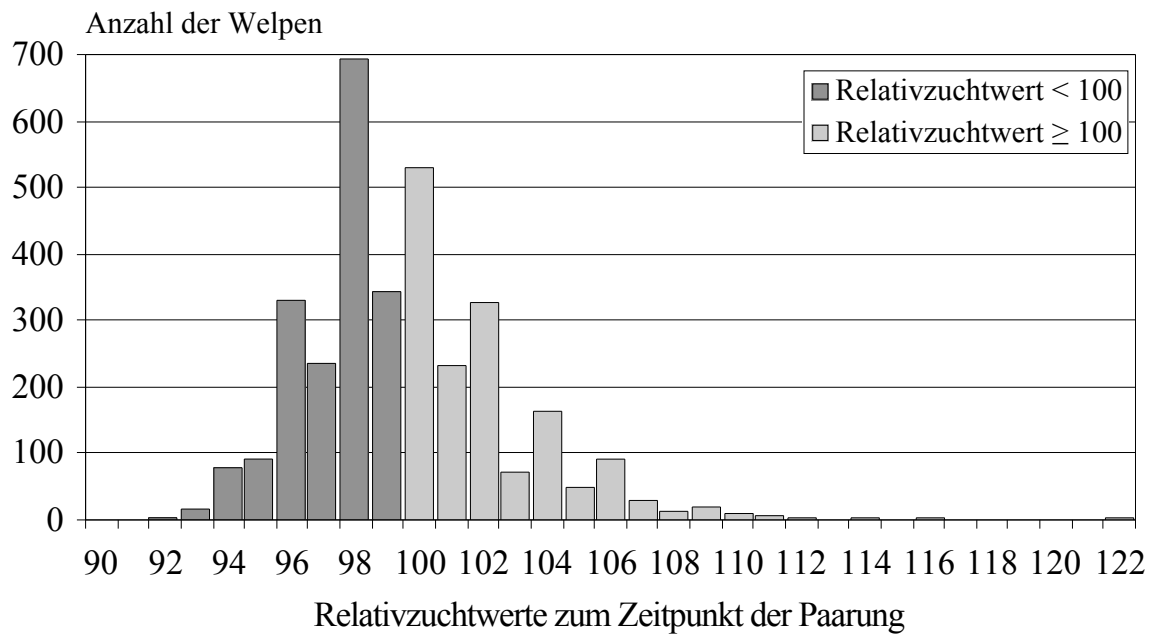


Abbildung 39: Verteilung der Relativzuchtwerte für den Geburtsjahrgang 1995 bei Paarung nach der gültigen Zuchtordnung

## 4.2 Überprüfung des umgesetzten Zuchtplans

Bei der Anzahl der eingetragenen Welpen von 1996 bis 2001 (Abbildung 40) ist ein starker Rückgang festzustellen. 1997 wurden noch 3.152 Tiere registriert, 2001 waren es hingegen nur noch 1.431 Welpen.

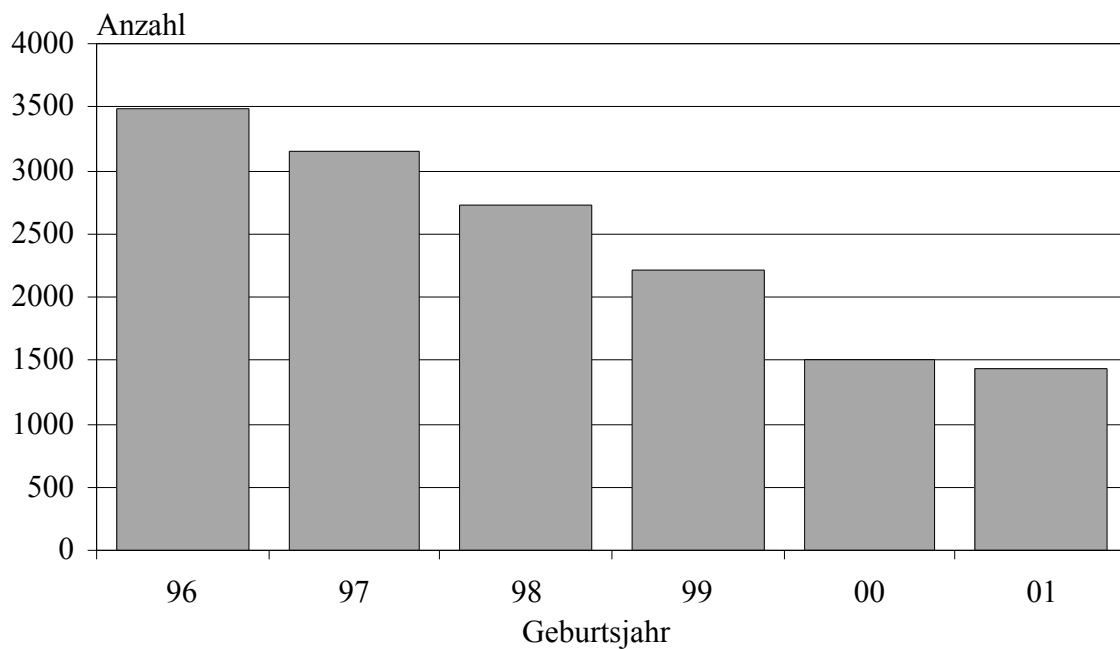


Abbildung 40: Eingetragene Hunde pro Geburtsjahr von 1996 bis 2001 in der deutschen Rottweilerpopulation

Die prozentuale Verteilung der HD-Befunde für den Jahrgang 1996 bis 2000 ist aus Abbildung 41 ersichtlich. Es ist eine Zunahme der HD-freien Tiere von 60 % auf etwa 75 % zu beobachten. Die Anzahl von Tieren mit mittlerer und schwerer HD geht zurück.

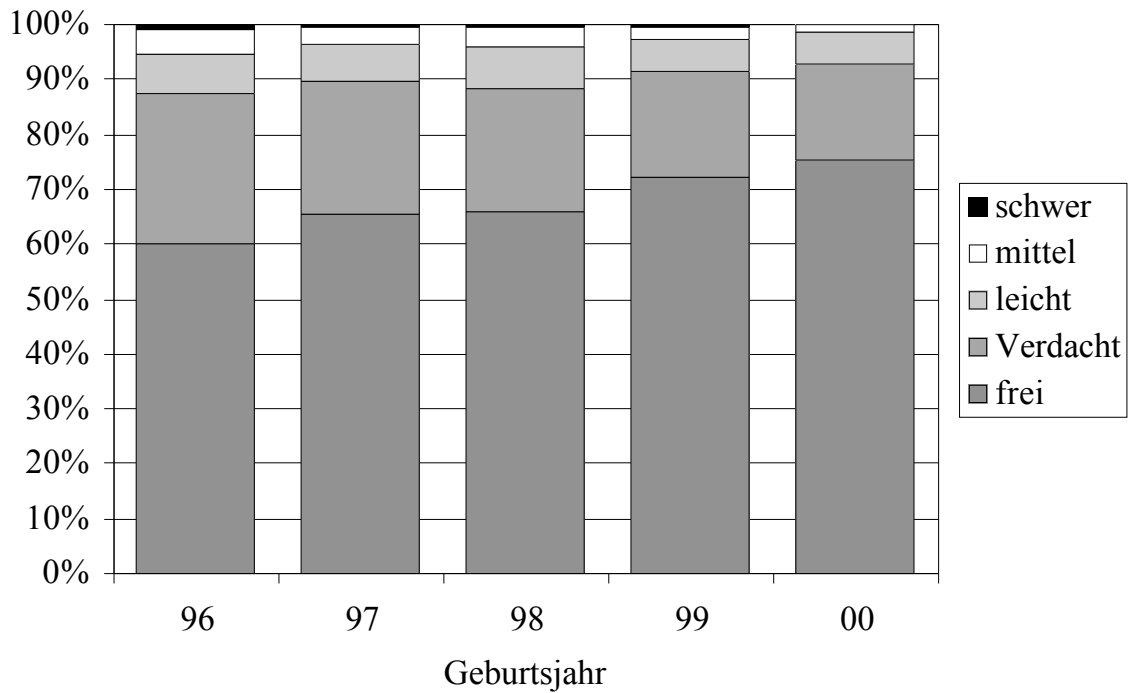


Abbildung 41: Prozentuale Verteilung der HD-Befunde in den Geburtsjahren 1996-2000

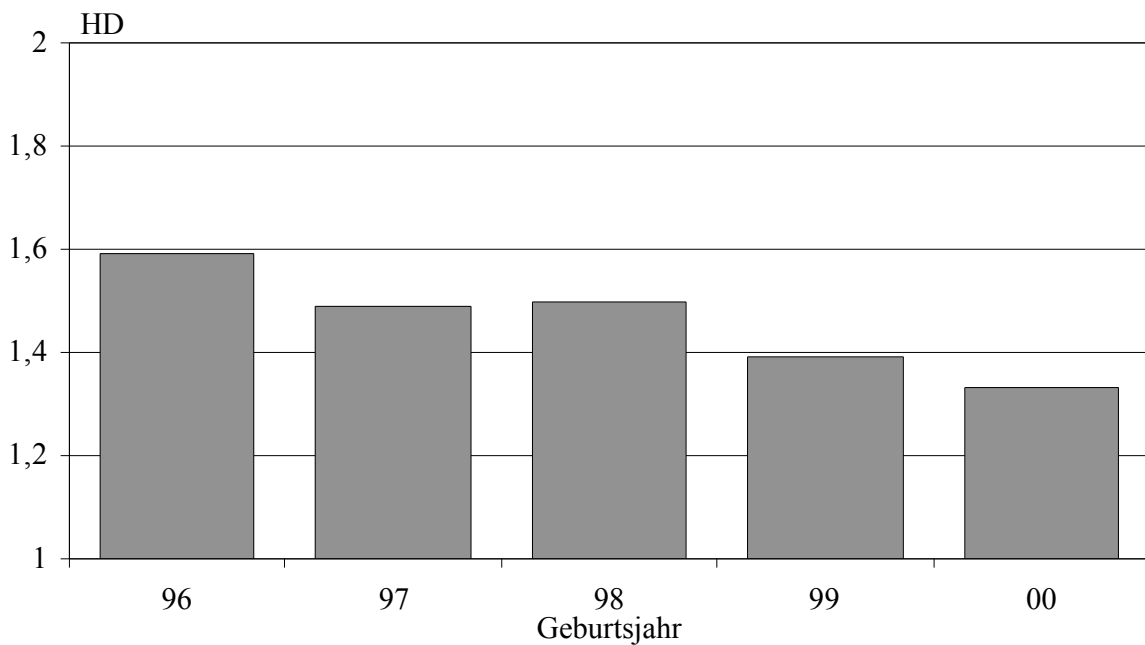


Abbildung 42: Durchschnittliche HD Ergebnisse der Geburtsjahrgänge 1996-2000



Der durchschnittliche HD-Befund liegt (Abbildung 42) beim Geburtsjahrgang 1996 bei 1,59. Bis zum Jahrgang 2000 kommt es zu einem deutlichen Rückgang um fast 1/3 Grad auf 1,33 HD-Grade.

In dem umgesetzten Zuchtplan ist für Rottweiler Anpaarungen ein HD-Höchstzuchtwert von 105 als Durchschnitt von Rüde und Hündin vorgesehen. An den vorliegenden Relativzuchtwerten zum Zeitpunkt der Anpaarung des Welpenjahrgangs 2000 wurde überprüft, inwieweit das Konzept von den Züchtern angenommen wird. Dazu wurde der durchschnittliche Relativzuchtwert aller 280 Würfe errechnet und soweit vorliegend von 187 Würfen auch die durchschnittlichen Relativzuchtwerte von Rüden und Hündinnen einzeln errechnet. Die Ergebnisse sind aus Tabelle 29 ersichtlich. Der durchschnittliche HD-Relativzuchtwert der verwendeten 187 Rüden liegt bei 94,02, bei den Hündinnen ist er etwas höher (97,33). Der durchschnittliche HD-Relativzuchtwert der 280 Würfe liegt bei 95,74 und ist damit um fast eine Standardabweichung niedriger als der maximal erlaubte Wert (105).

Tabelle 29: HD-Relativzuchtwerte zum Zeitpunkt der Anpaarung des Welpenjahrgangs 2000

Anzahl		Ø HD- Relativzuchtwert	Minimum	Maximum
187	Rüden	94,02	82	107
187	Hündinnen	97,33	87	119
280	Würfe	95,74	86	105

## 5 Diskussion

Der Rottweiler gehört zu den 10 beliebtesten Hunderassen in Deutschland. Bis 1996 stieg die Anzahl der eingetragenen Welpen pro Jahr beim Allgemeinen Deutschen Rottweiler Klub (ADRK) kontinuierlich an. Im Jahr 1990 wurden 2.200 Welpen geboren, 1996 waren es mit 3.487 über 50 % mehr eingetragene Tiere. Dies lässt sich nicht durch die Übernahme der Hunde aus den neuen Bundesländern erklären, denn dabei handelt es sich mit 1,5 % nur um sehr wenige Tiere. Auch importierte Hunde aus dem Ausland haben mit 2,3 % nur einen geringen Anteil an der Population. Die Gründe für diesen Zuwachs sind mannigfaltig. Der gute Ruf des Rottweilers als Familien- und Schutzhund und das in der Gesellschaft zu beobachtende wachsende Schutzbedürfnis könnten hierbei eine Rolle spielen. Der hohe Bekanntheitsgrad und die Robustheit des Rottweilers ohne allgemein bekannte Krankheitsdispositionen sind weitere mögliche Gründe. Auch für die Haltung im Haus ist der Rottweiler dank seines pflegeleichten kurzen Haarkleides im Gegensatz zu anderen Schutzhunderassen besonders geeignet. Seit 1997 ist ein sehr deutlicher Rückgang bei den eingetragenen Welpen festzustellen. Über die Gründe kann nur spekuliert werden. Denkbar ist, dass die Angriffe von Hunden verschiedener Rassen auf Menschen 1999 und 2000, sowie die darauf folgende Diskussion in den Medien die Beliebtheit des Rottweilers geschmälert haben. Der Rottweiler stand Mitte 2000 in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Brandenburg auf der Liste gefährlicher Hunde und in den meisten übrigen Bundesländern sind bei der Haltung großer Hunde Auflagen zu beachten.

Mit einer Prüfungsdichte für HD von 33,78 % liegen die Rottweiler des ADRKs im mittleren Bereich, verglichen mit Angaben aus der Literatur. Daten aus Großbritannien (WILLIS, 1986) und den USA von 1981 bis 1988 (CORLEY, 1992) liegen mit 11 % bzw. 16,3 % unter den Werten des ADRK. Hingegen wurden in Norwegen mit 39 % (LINGAAS und HEIM, 1987) und in den USA von 1972 bis 1980 mit 41,3 % prozentual mehr Tiere auf HD untersucht.

Andere Rassen weisen vereinzelt eine sehr hohe Röntgendichte mit etwa 60-70 % geröntgten Tiere auf (z.B. Berger des Pyrénées (CBP) oder Belgische Schäferhunde (DKBS)). Dies wurde durch die Einführung einer Röntgenkautio erreicht. Dabei ist

im Welpenpreis bereits ein bestimmter Betrag erhalten, den der Züchter an den Verein abführt und den der Käufer nach dem erfolgten HD-Röntgen zurückerhält, so dass die Kosten für die Röntgenaufnahme abgedeckt sind.

Wie hoch die Zahl der Rottweiler ist, die schon vor dem Erreichen des offiziellen Röntgenalters (15 Monate) geröntgt werden, ist nicht zu sagen. Das sogenannte "Vorröntgen" dürfte gerade bei einer bei Hundesportlern beliebten Rasse, wie dem Rottweiler, relativ häufig stattfinden. Da bereits mit 12 Monaten die ersten (Schutzhunde-)Prüfungen abgelegt werden dürfen, möchte der Hundeführer bereits bei Beginn der Ausbildung wissen, wie stark der Hund belastet werden darf, bzw. ob sich die langwierige Ausbildung, auch im Hinblick auf eine spätere Zuchtauglichkeit, lohnt. Mit 15 Monaten wird dann die Aufnahme nur beim angehenden Zuchthund wiederholt. Hierdurch gehen wichtige Züchtungsinformationen verloren. Die HD-Situation wird geschönt, wenn Hunde mit offensichtlich schlechten Hüften beim Vorröntgen dann später in der offiziellen Statistik nicht mehr erscheinen. Auch FREUDIGER (1973) stellte fest, dass in erster Linie Hunde mit guten Hüften noch einmal offiziell geröntgt werden. Tiere, die beim Vorröntgen bereits einen schlechten Hüftstatus aufwiesen, werden in der Regel nicht mehr vorgestellt.

Das Nichteinschicken von Röntgenbildern aus dem offiziellen HD-Röntgen ist eine weitere Ursache, warum die Röntgendichte niedrig sein kann. Dies wird meist dann der Fall sein, wenn bereits der Röntgentierarzt eine mittlere bis schwere Hüftgelenksdysplasie diagnostiziert hat und der Besitzer die Auswertungsgebühr sparen oder eine Veröffentlichung in der Klubzeitschrift umgehen möchte (FLÜCKIGER et al., 1995). Basiert das Zuchtprogramm auf der Zuchtwertschätzung, so werden Röntgenbilder von Hunden mit HD häufig nicht eingeschickt, um eine Verschlechterung des Relativzuchtwertes verwandter Hunde zu vermeiden. Dieses Vorgehen macht die Zuchtwertschätzung deutlich ineffektiver und stellt ein ernstzunehmendes Problem dar. LOEFFLER et al. (1997) weisen dabei auf die Beteiligung der Röntgentierärzte hin. Eine Aufklärung der Tierärzteschaft, dass jedes Röntgenbild in der Zuchtwertschätzung von Bedeutung ist und in absehbarer Zeit die Hunde vieler Rassen nicht mehr allein durch ihre Eigenleistung sondern durch einen Relativzuchtwert charakterisiert werden, der alle vorhandenen Züchtungs-

informationen (HD-Ergebnisse) beinhaltet, ist hier dringlich. Die Erfassung der Ergebnisse des Vorröntgens ist zur Verbreiterung der Informationsbasis für die Zuchtwertschätzung wichtig, über die Wertung dieser Ergebnisse wird noch zu diskutieren sein.

Es wäre deshalb wünschenswert, entweder das Röntgenalter wieder auf 12 Monate zu senken oder/ und als weitere Möglichkeit, die Befunde des Vorröntgens mit in die Zuchtwertschätzung einzubeziehen. Die Untersuchungen von FREUDIGER (1973), LUST et al. (1973), LUST (1997) zeigen, dass HD relativ zuverlässig bereits mit 7 Monaten zu erkennen ist. Die Zahl abweichender Diagnosen ist bei einem Merkmal mit einer Heritabilität von 0,22 normal. Durch den Anstieg der Zahl von Informationen über die Vererbungsqualität der Hunde wird eine Unsicherheit ausgeglichen, hier spielt der Vorteil der Zuchtwertschätzung, dass kein absolutes und unveränderbares Urteil über den Einzelhund abgegeben wird, eine wichtige Rolle.

Wenn man den Verlauf der Röntgendichte über die Jahre betrachtet, fällt auf, dass die Röntgendichte sinkt. Da der Anteil der Zuchttiere am Gesamtbestand bis 1992 aber sogar gestiegen ist, ist eine nachlassende Bereitschaft der Nicht-Züchter, ihre Tiere untersuchen zu lassen wohl die Ursache dieses Phänomens. Die Kostenbelastung, Zweifel am Erfolg der HD-Bekämpfungsprogramme oder eine Zunahme des Vorröntgens mit Beurteilung der Hüften durch den Haustierarzt könnten mögliche Ursachen sein. Für den Besitzer eines Begleit- oder Schutzhundes ohne Zuchtambitionen ist es bei einer nur auf Eigenleistung basierenden Zuchtstrategie nicht nachzuvollziehen, warum das möglicherweise angefertigte Röntgenbild offiziell ausgewertet werden soll, wenn auch der Röntgentierarzt die Möglichkeit hat, eine Eignung für den Sport bzw. schlechte Hüften mit klinischer Relevanz zu erkennen. Auch die Erhöhung des Röntgenalters 1988 von 12 auf 15 Monate könnte zu dem Rückgang beigetragen haben, da sich dadurch die Zahl der vorgeröntgten Hunde weiter erhöht. Insbesondere Tiere, die vor dem Erreichen des offiziellen Röntgenalters Symptome einer klinisch manifesten HD zeigen, fallen dadurch aus der offiziellen Statistik heraus. So haben Maßnahmen, die der Güte des Verfahrens dienen sollten, sich als kontraproduktiv erwiesen.

Über das Ausmaß des Vorröntgens gibt es keine gesicherten Angaben. Auch die Bewertung des Vorröntgens ist unterschiedlich. Zunächst gehen in jedem Fall Züchtungsinformationen verloren. Bei der Zuchtwertschätzung tragen sehr viele Einzelinformationen über Verwandte mit zum Relativzuchtwert bei, so dass der Relativzuchtwert durch das Fehlen einzelner Informationen ungenauer wird, aber nicht völlig verfälscht ist. Je mehr Informationen vorliegen, desto genauer wird er (KÜNZI und STRANZINGER, 1993). Eine weitere Frage ist, ob durch das Vorröntgen die HD-Situation wirklich geschönt wird, d.h. ob in erster Linie Hunde mit schlechtem HD-Ergebnis nicht in die offizielle Statistik eingehen, oder ob nicht genauso viele Hobbyhalter und Hundesportler, die lediglich wissen wollen, ob ihr Hund gesund ist, die Bilder gesunder Tiere nicht einschicken, so dass es kaum zu einer Verzerrung der Statistik kommt. Eine dritte Frage wäre, falls es zu einer Schönung der offiziellen Statistik kommt, ob diese mit negativen Auswirkungen auf die Zucht verbunden ist.

Rüden und Hündinnen, vor allem aber Rüden, konkurrieren bei der Zuchtverwendung und die relativ Besten werden zur Zucht verwendet. Eine Verzerrung, die nicht mit einer Rangfolgeveränderung verbunden ist, ändert an dem Zuchterfolg nichts. Selbst wenn alle Tiere mit schwerer HD verschwiegen würden, so würden sich gute Vererber allein schon durch den höheren Anteil freier Tiere in der Nachzucht positiv profilieren. Allerdings ist dies nicht am Relativzuchtwert direkt zu erkennen, sondern lediglich an der höheren Sicherheit des Relativzuchtwertes. Im Übrigen zeigen die Ergebnisse zu der Aussagekraft der Relativzuchtwerte, dass die derzeitige „Leistungsprüfung“, d.h. das Röntgenverfahren, eine Zuchtwertschätzung erlaubt, die die doppelte Effizienz (Korrelation von 0,22 der Relativzuchtwerte zum Zeitpunkt der Paarung mit der HD der Welpen gegenüber einer Korrelation von 0,11 der durchschnittlichen HD der Eltern mit der HD der Welpen im Jahrgang 1994 und 0,18 gegenüber 0,09 im Jahrgang 1995) gegenüber der Elterninformation besitzt.

Eine gangbare Möglichkeit, die Probleme des Vorröntgens und Nichteinschickens von Röntgenbildern für die Zuchtwertschätzung zu umgehen wäre, zwei Welpen aus jedem Wurf zufällig auszuwählen, die geröntgt werden müssen.

Der Einfluss des Geschlechts auf die Röntgendichte ist deutlich zu erkennen. Die Röntgendichte ist bei weiblichen Tieren um 5,8 % höher als bei männlichen Tieren, obwohl die Anzahl der Rüden und Hündinnen in der Population nahezu gleich ist. Der Anteil der weiblichen Zuchttiere ist aber um das 2,25-fache höher, als der Anteil der Zuchtrüden. Dies würde eine höhere Röntgendichte der Hündinnen erklären. Allerdings ist der Unterschied nicht so groß, wie nach diesem Denkansatz zu erwarten wäre. Ein Ausgleich könnte durch die Bevorzugung von Rüden im Hundesport bedingt sein, so dass hier mehr Rüden als Hündinnen geröntgt werden. Es könnte jedoch auch sein, dass nach dem Röntgen bei Rüden schärfer selektiert wird und dann weniger Zuchtrüden übrig bleiben.

Bei Betrachtung der Röntgendichte in Abhängigkeit vom HD-Befund des Vaters und der Mutter fällt auf, dass, je schlechter die Eltern sind, desto weniger Nachkommen geröntgt werden. Dafür gibt es zwei mögliche Erklärungen:

Möglicherweise achten Hundesportler und Züchter, also Besitzer, die ihre Tiere untersuchen lassen, mehr auf das HD-Ergebnis der Eltern bei der Auswahl des Welpen und wählen Tiere aus HD-freien Paarungen, die später mit größerer Wahrscheinlichkeit für Zucht oder Sport verwendbar sind.

Eine andere weitere Erklärung ist, dass Hunde von HD-belasteten Elterntieren vorgeröntgt werden, da eine HD-Belastung entweder aufgrund klinischer Symptome oder wegen der Vererbung der Eltern vermutet wird, und die Bilder nicht eingeschickt werden.

Nach den durchschnittlichen HD-Ergebnissen des ADRK von 1985 bis 1995 weisen 19 % der Tiere eine leichte, mittlere oder schwere HD auf. Dies ist im Vergleich zu den Angaben in der Literatur eine sehr niedrige Frequenz. Nur die Angaben von LINGAAS und HEIM (1987) aus Norwegen, KELLER und CORLEY (1989) und LARSEN und CORLEY (1971) aus den USA sind mit einer HD-Frequenz von 22 % bzw. 24,6 % und 26,3 % ähnlich niedrig. Die übrigen Literaturangaben zur HD-Frequenz schwanken zwischen 30,8 % (MARTIN et al., 1980) und 54 % (HENRICSON, 1967a), sind also im Extremfall um fast das Dreifache höher. Eine mögliche Erklärung dafür ist der Zuchtfortschritt. Allerdings kann auch eine stärkere

Vorselektion für die besseren Ergebnisse verantwortlich sein. Auch FLÜCKIGER et al. (1997) vermuten einen sehr hohen Anteil von Röntgenaufnahmen, die nicht eingeschickt werden. TELLHELM (1997) sieht ebenfalls eine große Diskrepanz zwischen dem offiziellen Rassedurchschnitt der Rottweiler in Deutschland und den HD-Befunden der Hunde, die in der Chirurgischen Veterinärklinik in Gießen vorgestellt werden. Er führt dabei jedoch nicht aus, ob es sich hierbei um vorselektiertes Material mit klinischen Symptomen handelt.

Zwischen 95,4 % und 88,1 % der Hunde pro Geburtsjahrgang sind HD frei, haben HD Übergang oder eine leichte HD. Sie sind nach den momentanen Zuchtzulassungsbestimmungen also aufgrund ihres HD-Befundes zuchttauglich. Es scheiden damit nur zwischen 4,6 % und 11,9 % der Tiere aufgrund ihres HD-Ergebnisses aus dem Zuchtgeschehen aus. Dadurch ist die Selektionsintensität relativ niedrig und der erwartete Selektionserfolg ist dementsprechend gering. Die tatsächliche Selektionsintensität könnte aber, wie oben bereits erwähnt, durch eine mögliche Vorselektion höher sein. Aber selbst Vorselektion aufgrund eines Merkmals mit einer Heritabilität von ca. 20 % wirkt sich genetisch nur unbedeutend aus. Eine Stagnation von Zuchtfortschritt ist unter dieser geringen Selektionsintensität gut erklärbar (KÜNZI und STRANZIGER, 1993).

Bei der Betrachtung der HD-Befunde über die Jahre fällt auf, dass der Anteil an HD-freien Tieren zurückgeht und parallel dazu Tiere mit HD-Übergang häufiger werden. Dies beruht auf einer Verschärfung der Anforderungen der Gutachter für HD-Freiheit. Beide Gruppen zusammen haben aber einen Anstieg zu verzeichnen. Es ist von 1985 bis 1995 kein wesentlicher Zuchtfortschritt vorhanden.

Bei der Darstellung der HD-Befunde nach Geschlecht fällt auf, dass Rüden häufiger eine mittlere und schwere HD haben. Eventuell beurteilt der Auswerter Rüden bewusst oder unbewusst strenger, da in der Zucht das Einzeltier durch seine Nachkommenzahl einen größeren Einfluss auf die Population haben kann. Allerdings ist der Unterschied bei keinem der Auswerter signifikant. Auch in der Varianzanalyse erweist sich der Einfluss des Geschlechts als nicht signifikant. Es konnte hier, ebenso wie in den

meisten anderen Untersuchungen kein Geschlechtseffekt für HD festgestellt werden (HENRICSON et al., 1965; KELLER und CORLEY, 1989; KIELIGER, 1976; KREMPL, 1985; LARSEN und CORLEY, 1971; LEIGHTON et al., 1977; POPOVITCH et al., 1995; PÖTSCHER, 1991; PRIESTER und MULVIHILL, 1972; RISER, 1975; SWENSON et al., 1997; WILLIS, 1984).

Das Auswertungsalter hat in der Varianzanalyse einen hochsignifikanten Einfluss auf das HD-Ergebnis. Jüngere Tiere bis zu 17 Monaten werden besser bewertet als ältere Hunde. Dies wird bereits in der Graphik der Verteilung der HD-Befunde nach Auswertungsalter deutlich. Der Anteil HD-freier Tiere sinkt mit steigendem Alter kontinuierlich. Eine Begründung dafür ist das Auftreten arthrotischer Veränderungen an den Gelenken im Alter. Ein weiterer Grund könnte das Röntgen und Einschicken von Röntgenbildern sein, die von Hunden stammen, die mit klinischen HD-Symptomen in Praxen vorgestellt werden. Diese Ergebnisse decken sich mit Angaben aus der Literatur (MÄKI et al., 2000; SWENSON et al., 1997; WILLIS, 1984). Hingegen konnten POPOVITCH et al. (1995) in ihrer Untersuchung keinen Alterseffekt feststellen.

In der Zucht kommen mehr Rüden zum Einsatz, als eigentlich benötigt würden. Das Verhältnis Zuchtrüden zu Zuchthündinnen beträgt 1:2,25. Viele Rüden haben nur einen oder wenige Würfe. Andererseits gibt es Rüden, die aufgrund ihrer Leistung oder Abstammung in großem Umfang eingesetzt werden.

Für das Merkmal Hüftgelenkdysplasie ist für den Züchter lange keine Rangierung der Rüden möglich gewesen, wie es jetzt durch Relativzuchtwerte möglich ist. So wurde es dem Züchter sehr schwer gemacht, den für seine Hündin besten Rüden aus dem großen Angebot vorhandener Zuchtrüden zu finden. Erst mit dem Zugang zu den Relativzuchtwerten, kann er zwischen den phänotypisch gleichen Tieren differenzieren. Gut vererbende Rüden könnten verstärkt zum Einsatz kommen. Es ist abzusehen, dass sich der Zuchtfortschritt dadurch vergrößert.

Der HD Durchschnitt bei Zuchthündinnen ist deutlich schlechter als bei den Deckrüden. Der Grund dafür ist, dass potentielle Zuchthündinnen meist aus eigener



Zucht stammen oder als Welpen gekauft werden. Bis zum HD-Röntgen hat der Züchter schon sehr viel Arbeit, Zeit und Geld investiert und wird dann, wenn die Hündin zuchttauglich ist, auch mit ihr züchten, unabhängig davon, ob sie HD-frei oder HD-Übergang ist oder vor 1997 leichte HD hatte. Den Deckrüden kann der Züchter hingegen frei wählen und er achtet dabei wesentlich stärker auf gesunde Hüftgelenke. Dies zeigt sich bei der Untersuchung der effektiven Selektion (Abbildung 27 und 28). Sie ist bei Rüden mit leichter HD sehr stark. Hingegen wird bei Hündinnen in allen zuchttauglichen HD-Klassen gleichmäßig, wahrscheinlich aufgrund anderer Kriterien, selektiert.

Beim Vergleich des HD-Durchschnitts der Eltern und der Nachkommen (Abbildung 29) wäre über die Jahre aufgrund des zu erwartenden kontinuierlichen Zuchtfortschritts eine Verbesserung der HD-Befunde der Welpen zu erwarten. Dies ist nicht der Fall, sondern die Befunde der Welpen werden in den Jahren 1987 bis 1989 um einen halben HD-Grad schlechter, obwohl die Elterntiere auf gleichem Niveau bleiben. Die vorgenommene Studie über den Zeittrend bei der HD-Auswertung zeigt im gleichen Zeitraum eine Verschärfung in der Auswertungspraxis um 0,5 HD-Grade. Daraus lässt sich ableiten, dass die Verschlechterung der Nachkommen durch eine Verschärfung in der HD-Auswertung zustande gekommen ist. Ab dem Jahr 1990 ist dann nur noch ein sehr schwacher Zeittrend vorhanden. Nach Bereinigung des HD-Durchschnitts der Population um den Zeittrend kann somit von 1989 bis 1992 ein ähnliches Phänomen wie seit 1994 bei Auswerter 3 beobachtet werden. Trotz selektierter Elterntiere mit einem geringen durchschnittlichen HD-Grad fallen die Welpen immer wieder auf das gleiche Niveau zurück. Die Entwicklung der Population in den Jahren 1993-1994, dies ist der Zeitraum des Auswerter 2, kann nur unzureichend beurteilt werden, da dieser Zeitraum zu kurz ist, um Veränderungen in der HD-Situation deutlich werden zu lassen. Der sprunghafte Rückgang der HD in diesem Jahr ist vollständig durch den Auswertereffekt zu erklären.

Aus diesen Beobachtungen lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Das bis 01.07.1999 durchgeführte Verfahren zur Auswahl der Zuchttiere nur aufgrund ihres Phänotyps ist zur HD Bekämpfung ungeeignet. Der HD-Auswerter muss im Modell zur Berechnung

der Relativzuchtwerte unbedingt berücksichtigt werden, da individuelle Unterschiede in der Bewertung trotz Schulung bestehen bleiben. Der HD-Auswerter sollte außerdem möglichst nicht gewechselt werden, damit die HD-Befunde für die Züchter direkt vergleichbar bleiben. Zwar bewerten Auswerter meist sehr ähnlich, aber bei 26,5 % der Röntgenbilder unterscheiden sich die Beurteilungen von den 3 Auswertern der OFA (FARESE et al., 1998).

Die Widerristhöhe beim Rüden soll laut Standard 61-68 cm und bei der Hündin 56-63 cm betragen. Bei den Zuchttauglichkeitsprüfungen waren die Rüden durchschnittlich 65,2 cm groß und die Hündinnen 59,7 cm groß. Die Widerristhöhe bewegt sich im mittleren Bereich zwischen den Forderungen des Standards.

Das Gewicht ist im Standard beim Rüden mit etwa 50 kg angegeben, bei der Hündin mit 42 kg. Das durchschnittliche Gewicht bei den Zuchttauglichkeitsprüfungen betrug für die Rüden 47,1 kg und für die Hündinnen 38,9 kg. Die Tiere sind damit im Mittel um etwa 3 kg leichter, als im Standard gefordert. Es werden also mittelgroße, eher leichte Hunde gezüchtet.

POPOVITCH et al. (1995) geben für 74 Rottweiler aus den USA zwischen 12 und 40 Monaten ein Durchschnittsgewicht von 42,5 kg bei einer Standardabweichung von 7,3 kg an. Sie fanden Schwankungen von 22 bis 74 kg. Das Durchschnittsgewicht beim Material des ADRK betrug 42,16 kg.

Die fünf Messergebnisse der Zuchttauglichkeitsprüfung (Größe, Brusttiefe, Gewicht, Rumpflänge und Brustumfang) haben untereinander erwartungsgemäß mittlere bis hohe Korrelationen.

Es fällt auf, dass die Hüftgelenksdysplasie negativ mit Größe und Gewicht korreliert ist. Die Korrelation ist zwar gering, aber es wird dennoch deutlich, dass durch Zucht auf HD-Freiheit keine leichteren und kleineren Hunde zu erwarten sind.

Es wird in der Literatur immer wieder erwähnt, dass rasche Gewichtszunahme in der Jugend und ein hohes Gewicht die Entstehung von HD begünstigen (BRUYERE, 1972; RISER, 1975) Dies bestätigte sich in dieser Untersuchung, ebenso wie in der

Literatur (GODDARD und MASON, 1982; OHLERTH et al., 1998; WIENRICH, 1973) nicht.

Das Generationsintervall entspricht mit 4 Jahren und 4 Monaten für Zuchthündinnen und 4 Jahren und 8 Monaten für Zuchtrüden etwa den Angaben in der Literatur. LINGAAS und KLEMETSDAL (1990) finden einen Zeitraum von 4,3 Jahren bei Norwegischen Golden Retrievern.

Auffällig ist hingegen, dass das Generationsintervall bei beiden Geschlechtern kürzer ist als das Transferintervall. Es wäre momentan eigentlich zu erwarten, dass erst Informationen über die Vererbungsqualität der Elterntiere abgewartet werden, bevor aus der Nachzucht neue Zuchttiere remontiert werden. Es werden aber bereits Welpen als Zuchttiere vorgesehen, solange noch sehr wenig Informationen über die Nachzucht der Elterntiere vorliegen. Bei einer Zuchtstrategie, die nur auf Eigenleistung beruht, wäre es sinnvoll an alten bewährten Rüden mit bekannt guter HD-Vererbung festzuhalten. Wenn allerdings Relativzuchtwerte vorliegen, würde ein kurzes Generationsintervall schnelleren Zuchtfortschritt möglich machen (FEWSON, 1994). Es ist dann nicht mehr so wichtig, Nachzucht abzuwarten, da aller Wahrscheinlichkeit nach gut vererbende Tiere schon vorher durch die Ergebnisse der übrigen Verwandtschaft erkannt werden. Es werden dann junge Spitzenrüden offensichtlich und können entsprechend früh eingesetzt werden.

Der Effekt der Inzucht war in dieser Untersuchung nicht signifikant. Dies bestätigt die Ergebnisse der Arbeit von LINGAAS und KLEMETSDAL (1990), die ebenfalls keinen signifikanten Effekt feststellten und ebenso einen Trend zu besseren HD-Ergebnissen bei stärker ingezüchteten Tieren fanden. Auch bei SCHRÖDER (1993) ist der Effekt der Inzucht nicht signifikant.

PÖTSCHER (1991) findet hingegen einen niedrigeren „Ahnenverlustkoeffizienten“ bei Tieren mit schlechteren Hüften. Allerdings ist der „Ahnenverlustkoeffizient“ nicht identisch mit dem Inzuchtkoeffizienten, somit sind die Ergebnisse nur bedingt vergleichbar.

Bei der Schätzung der Umwelteffekte erweist sich der Geschlechtseffekt als nicht signifikant. Dies entspricht den Ergebnissen aller anderen Untersuchungen über den Rottweiler, wo nie ein Geschlechtseffekt nachgewiesen wurde. Möglicherweise gibt es trotzdem einen rasseunabhängigen Geschlechtseffekt für HD beim Hund, wie ihn SWENSON et al. (1997) vermuten, da sie beim Deutschen Schäferhund, Golden Retriever und Bernhardiner einen deutlichen Einfluss des Geschlechts feststellten.

Der Effekt des Auswerters war hochsignifikant. Die Gutachter werden in ihrer zeitlichen Folge immer anspruchsvoller. Legt man den Effekt von + 0,2 zugrunde, so bedeutet es, dass von fünf begutachteten Röntgenbildern eines um einen HD-Grad schlechter bewertet wird.

Dies lässt sich durch individuelle Bewertungsunterschiede erklären. In der Praxis stellt dies jedoch nur bei der Massenselektion ein Problem dar, da hier die unterschiedlichen Auswertungsniveaus nicht ausgeglichen werden können. Eine Benachteiligung der Hunde, die durch den strenger beurteilenden Auswerter bewertet wurden, ist nicht zu verhindern. Hingegen kann bei der Zuchtwertschätzung der Auswerter als Effekt in das Modell integriert werden, so dass die Relativzuchtwerte um die Bewertungsunterschiede korrigiert sind. Ein Rassehundezuchtverein sollte trotzdem bestrebt sein, den Auswerter möglichst nicht zu wechseln, um die HD Auswertung über längere Zeit vergleichen zu können, damit Veränderungen in der Population direkt erkennbar bleiben.

Auch das Geburtsjahr erwies sich als hochsignifikanter Faktor für die HD-Bewertung. Später geborene Hunde werden etwas schlechter, d.h. strenger bewertet. Die Auswirkungen auf das Zuchtgeschehen dürften aber gering sein, da meist in etwa gleichaltrige Hunde als potentielle Paarungspartner infrage kommen.

Der Geburtsmonat hatte ebenfalls signifikanten Einfluss auf die HD-Beurteilung. Von Januar bis April geborene Tiere hatten im Durchschnitt schlechtere Hüften, als später im Jahr geborene. Dies steht im Widerspruch zu den Literaturquellen. GRUSSLER (1989) fand beim Deutschen Schäferhund keinen signifikanten Einfluss der Wurfseason. HANSEN (1991) fand beim Deutschen Schäferhund und beim Golden

Retriever ebenfalls keinen Einfluss der Wurfseason. Beim Labrador, dem English-, Irish- und Gordon-Setter hatten hingegen die im Frühjahr und Sommer geborenen Tiere signifikant weniger Hüftgelenkdysplasie. Er führt dies auf die besonderen klimatischen Verhältnisse Norwegens zurück, so dass im Herbst und Winter geborene Tiere durch das Laufen auf vereisten Böden geschädigt werden.

Eine mögliche Interpretation für die schlechteren Hüften der früh im Jahr geborenen Rottweiler wäre, dass sie in den schönen Sommer- und Herbstmonaten stärker bewegt und früher belastet werden. In der Literatur wird immer wieder vermutet, dass frühe übermäßige Bewegung die Ausbildung der HD fördert (LOEFFLER, 1990b; SCHNEIDER-HAISS, 1990). In einer Studie an 700 Tieren fand SCHMERAK (1992) allerdings keinen signifikanten Einfluss der Bewegungsaktivität auf den Hüftstatus.

Bei der Untersuchung des Einflusses der fünf Messergebnisse der Zuchtauglichkeitsprüfung auf HD erwies sich nur die Widerristhöhe als signifikant. Je größer ein Rottweiler ist, desto geringer ist sein Risiko HD zu entwickeln. In der Literatur fehlen Angaben über den Einfluss der Endgröße innerhalb einer Rasse auf die HD. Allerdings herrscht die Meinung, dass das Risiko für HD steigt, je größer ein Hund ist. Diese Aussage beruht aber in erster Linie auf dem Vergleich zwischen verschiedenen Rassen (RISER, 1975).

Das Gewicht hatte in dieser Untersuchung keinen signifikanten Einfluss auf die HD. Auch POPOVITCH et al. (1995) fanden in ihrer Untersuchung keinen Einfluss des Gewichts beim Rottweiler. In Untersuchungen an anderen Rassen wurde außer beim Deutschen Schäferhund (POPOVITCH et al., 1995) ebenfalls kein Einfluss nachgewiesen (GODDARD und MASON, 1982; OHLERTH et al., 1998; WIENRICH, 1973).

Bei der Ermittlung des Zeittrends in der HD-Beurteilung ist der Effekt des Röntgenjahres höchstsignifikant. Besonders im Zeitraum von 1985 bis 1990 fällt auf, dass ein Hund umso stärker von HD betroffen ist, je später er beurteilt wird. Da bei dieser Untersuchung die HD der Mutter und der Effekt des Vaters berücksichtigt wurden, bedeutet dies, dass genetisch sehr ähnliche Tiere verschieden beurteilt

werden, obwohl sie im Mittel gleich von HD betroffen sein müssten. Es ist also in diesem Zeitraum ein deutlicher Trend bei den Auswertern vorhanden, die Bilder immer strenger zu bewerten. Ab 1991 ist dieser Effekt deutlich geringer ausgeprägt.

Bei der Heritabilitätsschätzung mittels des Tiermodells kommt es je nach Modell zu unterschiedlichen Ergebnissen. In Modell 6 - mit der zusätzlichen Berücksichtigung des Auswerterns - kommt es erwartungsgemäß zu einer Reduktion der Restkomponente. Da die additiv genetisch Varianz aber noch stärker zurück geht als die Restkomponente, ist davon auszugehen, dass der Vätereffekt und der Effekt des Auswerterns schlecht kreuzklassifiziert sind und es damit zu einem „Confounding“ der Effekte kommt, welches zu einer Unterschätzung der Heritabilität führen kann. Verglichen mit der Eltern-Nachkommen-Regression ist der Schätzwert aus Modell 5 eher wahrscheinlich.

Die mit der partiellen Eltern-Nachkommen-Regression über den gesamten Untersuchungszeitraum geschätzte Heritabilität liegt mit 0,224 bei beiden Elternteilen im mittleren Bereich, verglichen mit den Angaben in der Literatur. LINGAAS und HEIM (1987) schätzten beim Rottweiler bei der Väter-Nachkommen-Regression mit  $h^2 = 0,44$  eine doppelt so hohe Heritabilität und bei der Mütter-Nachkommen-Regression mit  $h^2 = 0,13$  eine um etwa die Hälfte niedrigere Erblichkeit. Da die Heritabilität populationsspezifisch ist und die Datenstruktur aus der Literatur nicht ersichtlich ist, ist ein direkter Vergleich der Werte nur bedingt möglich.

Mit einer Heritabilität von 0,22 lässt sich ein Merkmal züchterisch beeinflussen, allerdings ist in der Hundezucht durch Massenselektion aufgrund der Eigenleistung nur ein geringer Zuchtfortschritt zu erreichen, da es von den Züchtern nicht akzeptiert wird, die Selektionsintensität noch weiter zu erhöhen oder das Generationsintervall zu verkürzen.

Da Hündinnen aller zugelassenen HD-Klassen in der Zucht vertreten sind, die überwiegend an HD-freie Rüden angepaart werden, ist die Korrelation zwischen den HD-Befunden der Eltern mit 0,027 sehr gering, es findet also nahezu keine assortative Paarung statt.

Die Untersuchung der HD-Skala ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Nachkommen vergleichbarer Anpaarungen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die in dieser Arbeit für die verschiedenen Berechnungen angewandte HD-Skala (von 1 bis 5) korrekt ist und Skaleneffekte keine Rolle spielen.

Beim Rottweiler, so zeigt diese Untersuchung, ist von 1985-1995 kein eindeutiger genetischer Trend zu beobachten.

Bei der Betrachtung der Verteilung der Relativzuchtwerte auf die HD-Befunde wird deutlich, dass eine Selektion der Zuchttiere aufgrund des Phänotyps bei Hüftgelenksdysplasie eine völlig ungeeignete Maßnahme ist, um einen raschen Zuchtfortschritt zu erreichen. Die Relativzuchtwerte innerhalb der HD-Klassen sind sehr breit gestreut und zusätzlich besteht zwischen den HD-Klassen eine starke Überlappung bei den Relativzuchtwerten.

Die Überprüfung der Relativzuchtwerte der Welpen des Jahrgangs 1994 und 1995, die unter der gültigen Zuchtordnung geboren wurden, gibt einen Eindruck, inwieweit die Eigenverantwortung des Züchters die Mindestvorgaben aus der Zuchtordnung übertrifft. Es ist zu beachten, dass zwar Relativzuchtwerte vorliegen, ihre Anwendung aber nicht verbindlich und dadurch der Bekanntheitsgrad und das Interesse nur gering sind.

Bei dem Vergleich der verschiedenen Selektionsalternativen wird darauf verzichtet, über einen längeren Zeitraum die Zuchtwertschätzung rückgängig zu machen und diese Tiere für das Simulationsmodell zu verwenden, da in der Praxis die Relativzuchtwerte maximal 3 Monate vor der Zuchtentscheidung vorliegen und sich die Züchtungsentscheidung aufgrund anderer Kriterien (z.B. Erfolge im Sport oder auf Ausstellungen) ändert.

Es wird deutlich, dass mit der Strategischen Paarung ein sehr viel schnellerer Zuchtfortschritt zu erreichen ist als mit den üblichen Methoden. Außerdem wird die Zuchtbasis nicht eingeschränkt, sie wird sogar erweitert. Die Anzahl der erlaubten Paarungen in den geprüften Selektionsszenarien ist deutlich höher, als bei Zucht mit

ausschließlich HD-freien Tieren und der Zuchtfortschritt ist trotzdem größer. Diese Zahlen zeigen, dass es Zeit wird, sich von der Illusion zu trennen, HD durch einfache Massenselektion effektiv bekämpfen zu können. Der geringe zu erwartende Zuchtfortschritt rechtfertigt nicht, jährlich momentan etwa 1.000 Hunde einer Narkose auszusetzen. Die Kosten für Tierarzt und Auswertung belaufen sich bei angenommenen 1.000 Hunden pro Jahr auf mindestens 100.000 Euro. Dieser hohe finanzielle Aufwand lässt sich nur durch nachweisbaren Züchterfolg rechtfertigen.

Ohne Relativzuchtwerte ist unter den HD-freien Tieren für den Züchter keine Rangierung möglich, obwohl sie, wie oben erwähnt, sehr unterschiedlich vererben. Der Züchter hat ohne Relativzuchtwerte also nur mit hohem Eigenengagement und durch persönliche Beobachtung die Möglichkeit, gute HD-Vererber zu erkennen. Wenn der Züchter, wie beim ADRK jetzt realisiert, Zugang zu den Relativzuchtwerten hat, wird es ihm erst ermöglicht, gut vererbende Tiere früh zu erkennen. Früh heißt, dass er bereits bei der Welpenbeschaffung Relativzuchtwerte der Welpen hat und dass er im Laufe der anfallenden Nachzucht rechtzeitig, d.h. zeitsynchron, informiert wird. Wie die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, wird dann das Konzept der Strategischen Paarung zu einem Selbstläufer, da die Züchter einen regelrechten Wettbewerb beginnen, um Hunde mit möglichst niedrigen Relativzuchtwerten zu züchten. Es ist deshalb sogar ein noch schnellerer Zuchtfortschritt als in der Zuchtordnung vorgegeben, zu erwarten.

Wenn das Konzept der strategischen Paarung eingeführt wird, wird kein Hund mehr aufgrund seines HD-Ergebnisses von der Zucht ausgeschlossen werden, er muss nur mit dem entsprechenden Hund verpaart werden. Es kommt allerdings zu einem relativen Ausschluss von Zuchttieren, da die Relativzuchtwerte normalverteilt sind und somit für Tiere mit sehr schlechten Relativzuchtwerten keine oder nur sehr wenige geeignete Partner vorhanden sind.

Allerdings sind aufgrund der Zuchtordnung des VDH Hunde mit mittlerer und schwerer HD nicht zur Zucht zugelassen. Dies ist dann sinnvoll, wenn sie klinische Symptome haben und durch den Zuchteinsatz ihr Leiden verschlimmert würde. Wenn die Tiere allerdings klinisch gesund sind, ist das Verbot zu überdenken. Es gibt dann weder aus tierschützerischer noch aus züchterischer Sicht Gründe für dieses Verbot. Ein neuer Problembereich wäre dann allerdings sicher das "klinische



Gesundheitsattest", welches das Zuchttier vor Leiden und Schäden schützt. Die Zahl der Tiere mit klinisch relevanter mittlerer oder schwerer HD, die trotz ihrer schlechten Eigenbeurteilung aufgrund guter Verwandtenergebnisse akzeptable Relativzuchtwerte haben, ist aber so gering, dass dieser Punkt nicht weiter diskutiert werden muss. Im Interesse des Tierschutzes hat das Zuchtverbot durchaus seinen Sinn und wird auch generell akzeptiert.

Da der sichere Zuchtausschluss durch ein schlechtes HD-Ergebnis durch Einführung der Strategischen Paarung wegfiel, könnte die Hoffnung dass auch ein Hund mit schlechter Eigenleistung aufgrund seines Relativzuchtwertes noch einen Paarungspartner findet zu einer höheren offiziellen Röntgendichte führen, wodurch wiederum die Zuchtwertschätzung noch genauer würde.

Die Ergebnisse dieser Arbeit, insbesondere die durchgeführte Prüfung verschiedener Selektionsszenarien, führte zu der Entwicklung eines Zuchtplans für die Rottweilerzucht (siehe Anhang). Dieser Zuchtplan wurde direkt für die Bordeauxdogge (Schweiz) übernommen. Auch der Verein für Deutsche Schäferhunde (SV) hat den Zuchtplan 1998 leicht modifiziert als Zuchtprogramm übernommen. In Abbildung 43 ist der schematische Ablauf der Zucht dargestellt. Für potentielle Zuchttiere existiert eine Röntgenpflicht. Tiere mit mittlerer und schwerer HD scheidet aus der Zucht aus. Alle Röntgenergebnisse, auch von Tieren aus der Gebrauchspopulation, werden zur Berechnung der Relativzuchtwerte herangezogen. Die Relativzuchtwerte werden vierteljährlich neu geschätzt und den Züchtern zur Verfügung gestellt. Anpaarungen werden nur genehmigt, wenn der HD-Relativzuchtwert unter 105 liegt.

Grundsätzlich gilt, dass ein konsequentes Zuchtprogramm mit einer überwachten Zucht mit hohem organisatorischen (und dadurch finanziellen) Aufwand verbunden ist. Bei jeder Paarung ist die Zulässigkeit über die aktuellen Relativzuchtwerte beider Paarungspartner abzu prüfen. Das erfordert entsprechend einen hohen logistischen Aufwand und in dem Zuchtverband die nötige Infrastruktur. In der Rinderzucht ([www.vit.de](http://www.vit.de)) und bei den Deutschen Schäferhunden ([www.schaeferhunde.de](http://www.schaeferhunde.de)) geschieht dies bereits über das Internet. In der internationalen Rinderzucht werden die Relativzuchtwerte vierteljährlich neu geschätzt. In der Hundezucht ist bei

verschiedenen Rassen ein Computerprogramm im Einsatz (Dogbase<sup>®</sup>), bei dem viertel- oder halbjährlich ein Update verschickt wird.

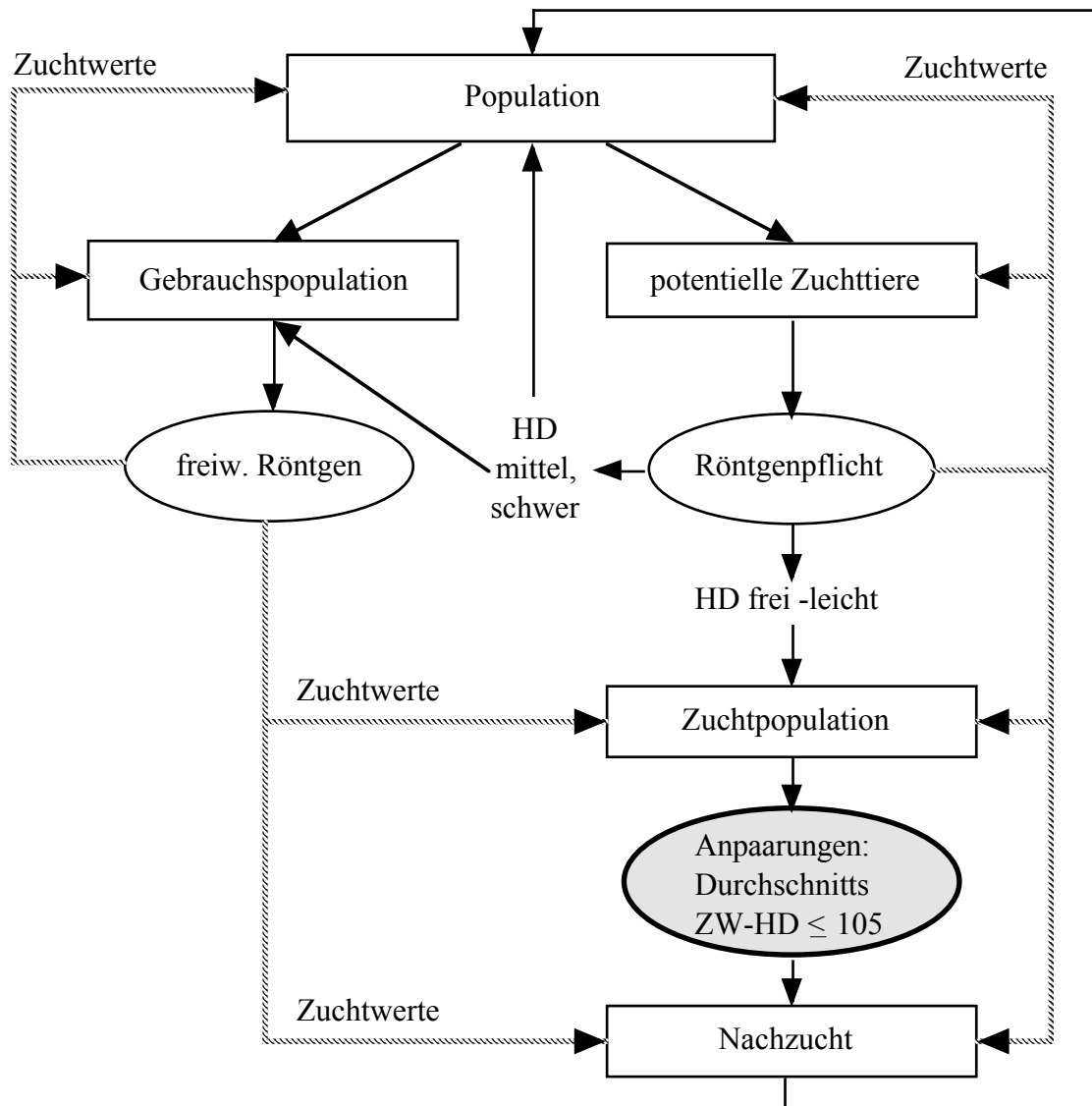


Abbildung 43: Schematischer Zuchtplan

Die Überprüfung des umgesetzten Zuchtplans zeigt anhand der Relativzuchtwerte der Welpen des Jahrgangs 2000, dass das Konzept der strategischen Paarung von den Züchtern sehr gut angenommen wird und tatsächlich ein Wettbewerb einsetzt, Welpen mit möglichst niedrigen HD-Relativzuchtwerten zu züchten. Der durchschnittliche Relativzuchtwert lag im Jahr 2000 mit 95,74 um fast eine Standardabweichung niedriger als erlaubt ist (105). Wie erwartet ist die Selektion bei den Rüden

(durchschnittlicher Relativzuchtwert 94,02) stärker als bei den Hündinnen (durchschnittlicher Relativzuchtwert 97,33).

Da die Relativzuchtwerte erst seit 1998 den Züchtern zur Verfügung stehen und die Einhaltung des Zuchtplans erst zum 01.07.1999 beschlossen wurde, ist noch keine längerfristige Überprüfung des Zuchtplans möglich. Allerdings ist bereits bei den HD-Ergebnissen der Jahrgänge 1998 bis 2000 ein deutlicher, kontinuierlicher HD-Rückgang feststellbar.

Kritisch anzumerken bleibt, dass beim Konzept der Strategischen Paarung mit überdurchschnittlich schlecht vererbenden Tieren gezüchtet werden darf. Für einen möglichst raschen Zuchtfortschritt ist es nötig, eine möglichst große Selektionsdifferenz zu haben und nur mit den allerbesten Tieren der Population zu züchten. Eine Erhöhung der Selektionsintensität, wie in der Nutztierzucht (KÜNZI und STRANZIGER, 1993), würde die Verbesserung der HD-Situation weiter beschleunigen.

Es ist daher nötig, für die Zukunft neben der Strategischen Paarung auch andere Modelle mit unterschiedlicher Selektionsintensität für Rüden und Hündinnen hinsichtlich des erreichbaren Zuchtfortschrittes und auf ihre Durchführbarkeit in der Hundezucht hin zu überprüfen.

Allerdings bleibt stets zu bedenken, dass in der Hundezucht aufgrund der starken emotionalen Bindung zwischen dem Züchter und seinem Tier restriktive Zuchtmaßnahmen nur schlecht durchsetzbar sind und deshalb die Rahmenbedingungen andere als in der Nutztierzucht sind. Ein zu rigides Zuchtprogramm kann leicht zum Austreten der Züchter aus dem ADRK und damit zu einem Anstieg der nicht im Rassezuchtverein gezüchteten Welpen führen, die dann keinerlei Anforderungen an Gesundheit mehr entsprechen müssen.

Die Einführung eines HD-Höchstzuchtwertes würde sicher auf Widerstand und Unverständnis bei Züchtern stoßen, sobald ihr im Sport oder auf Schauen sehr erfolgreicher Hund, der außerdem noch keine mittlere oder schwere HD hat, nicht mehr zur Zucht zugelassen ist. Auch das Schwanken der Relativzuchtwerte und damit auch der Züchterlaubnis von Zuchtwertschätzung zu Zuchtwertschätzung wird, da es sich bei Hundezüchtern um Laien handelt, nicht zur Akzeptanz solcher Modelle beitragen.

## 6 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird modellhaft am Beispiel der Rottweilerpopulation des ADRK eine Zuchtstrategie zur Bekämpfung der HD erarbeitet und ihr Erfolg kontrolliert.

Dazu wird die HD-Ist-Situation anhand der Daten von 1985 bis 1995 beschrieben. Im Mittel werden 33,78 % der Rottweiler HD-geröntgt. Davon sind 95,4 % bis 88,1 % je nach Jahrgang HD-frei, haben HD-Übergang oder eine leichte HD. Es scheiden aufgrund des HD-Befundes nur zwischen 4,6 % und 11,9 % der Tiere aus dem Zuchtgeschehen aus. Bei dieser niedrigen Selektionsintensität war in den letzten 10 Jahren kein deutlicher Zuchtfortschritt zu erkennen.

Beim Vergleich der BLUP-Zuchtwerte für HD mit dem HD-Befund wird deutlich, dass die Auswahl der Zuchttiere nach dem Phänotyp eine ungeeignete Maßnahme für einen raschen Zuchtfortschritt ist.

Beim Vergleich verschiedener Selektionsalternativen stellt sich das Konzept der „Strategischen Paarung“ als überlegen heraus. Dabei sind nur Paarungen zugelassen, bei denen die Nachzucht einen unterdurchschnittlichen Relativzuchtwert für HD hat, unabhängig vom Phänotyp der Elterntiere. Damit wäre die Rottweilerpopulation in acht Generationen fast HD-frei. Bei der Zucht nur mit HD-freien und HD-Übergang Hunden sind es 50 Generationen.

Die mit der partiellen Eltern-Nachkommenregression geschätzte Heritabilität für HD liegt bei 0,224. Bei der Schätzung der Umwelteffekte erweist sich der Geschlechtseffekt, Inzucht, Gewicht, Brusttiefe, Brustumfang als nicht signifikant. Hoch signifikant sind hingegen Auswerter (von Auswerter 1 beurteilte Tiere haben weniger HD als von Auswerter 2 und besonders Auswerter 3 beurteilte Tiere) und Geburtsjahr (je später die Tiere geboren sind, desto besser ist ihr HD-Ergebnis). Signifikant sind das Röntgenalter (Tiere, die im Alter von 12 bis 18 Monaten geröntgt wurden hatten eine um bis zu 0,25 HD-Grade niedrigere HD-Belastung, später geröntgte Hunde haben bis zum Alter von 33 Monaten schlechtere Hüften, bei noch später geröntgten Tieren ist der Einfluss des Röntgenalters nicht mehr so eindeutig), der Geburtsmonat (von Januar bis April geborene Tiere haben stärkere HD als von Mai bis Dezember geborene) und die Widerristhöhe (Absinken der HD um 0,01 Grade bei einem Größenzuwachs von 1 cm).

Aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeit wird ein Zuchtplan entwickelt, der auf der „Strategischen Paarung“ und BLUP-Zuchtwerten basiert. Die Umsetzung dieses Zuchtplans durch den ADRK wird anhand der Daten der Jahrgänge 1996 bis 2001 kontrolliert. Der Zuchtplan wird von den Züchtern sehr gut angenommen, der durchschnittliche Relativzuchtwert der Paarungen des Welpenjahrgangs 2000 beträgt 95,74, obwohl Anpaarungen bis zum Relativzuchtwert von 105 genehmigt werden. Es kommt zu einem kontinuierlichen Absinken des durchschnittlichen HD-Befunds auf 1,33 HD-Grade im Jahr 2000 gegenüber beispielsweise 1,72 HD-Graden im Jahr 1995.

## 7 Summary

The aim of this study was to develop a model for a breeding strategy against canine hip dysplasia (CHD) in the German Rottweiler population of the ADRK and to monitor its success.

In order to do this, the situation in 1985-1995 was described and analysed. An average of 33,78 % of the Rottweilers were x-rayed for hip dysplasia diagnosis. 95,4 % to 88,1 %, depending on the year of birth, were scored as “normal”, “borderline” or “slight”. Because of their hip score, only 4,6 % - 11,9 % of the animals were not accepted for breeding. Due to this low selection intensity, there was almost no progress in breeding against hip dysplasia in the last ten years. Comparing BLUP-breeding-values for hip dysplasia with the hip score, it became obvious, that a selection of animals for breeding by their phenotype is an unsuitable method to obtain a quick breeding progress. Comparing different breeding strategies, “Strategic mating” is a convincing strategy. Animals will only be selected for mating, if the progeny has a relative breeding value for CHD below the average of the population, regardless of their phenotype. Using this strategy, the Rottweiler population would be almost free of CHD within 8 generations. By breeding only with “normal” and “borderline” scored animals it would take 50 generations.

The estimated heritability with partial parents-progeny regression is 0,224. Highly significant effects in the analysis of variance were: the effect of the classifier (animals scored by classifier 1 have less HD than animals scored by classifier 2 and even more so than classifier 3) and the year of birth (later born animals have better hips). Significant effects were: age at x-raying (animals x-rayed at an age of 12-18 month had up to 0,25 scores better hips than animals x-rayed between 18 and 33 month of age, later the effect is not so clear), the month of birth (animals born from January to April have more CHD than animals born from May to December) and the height of the dog (taller dogs had better hips). The following systematic influences were not significant: sex, degree of inbreeding, weight, depth of the chest and circumference of the chest.

As a consequence of these results a breeding strategy was developed, based on “Strategic mating” and BLUP-breeding-values. The realisation of this breeding

strategy was evaluated with the use of the data of 1996-2001. The breeders accepted “Strategic mating” very well. The average relative breeding value of dogs born in 2000 is 95,74, although mating with a relative breeding value of up to 105 is allowed. Between 1995 and 2000 the average hip score dropped from 1,72 to 1,33.

## 8 Literaturverzeichnis

- ACKERMANN, N. (1982)  
Hip dysplasia in the Afghan hound  
Vet. Radiol., 23, 88-97
- ARNASON, T. (1984)  
Genetic studies on conformation and performance of Icelandic Toelter Horses.  
IV. Best linear unbiased prediction of ten correlated traits by use of an „Animal Model“  
Acta agric. Scand., 34, 450-462
- BARGAI, U., T. WANER, Y. BECK (1988)  
Canine hip dysplasia in Israel: sixteen years of a control scheme.  
Isr. J. Vet. Med., 44, 202-207
- BERGE, E. (1960)  
Die Bedeutung und Diagnostik der angeborenen Dysplasie des Hüftgelenks beim Hund  
Zbl. Vet. Med., 7, 177-179
- BEUING, R. (1993)  
Schriftenreihe Kynologie 1; Zuchtstrategien in der Kynologie, Aufsätze, Kommentare, Erfahrungen  
TG, Giessen
- BEUING, R. (2000)  
Persönl. Mitteilung
- BEUING, R. (2002)  
Persönl. Mitteilung
- BEUING, R., P. PRACHT, G. ERHARDT (1997)  
Strategic mating: Theory, experiences and the application in horse breeding plans  
48th Annual Meeting of the EAAP  
Vienna, Austria, 25.-28.08.97, Polykopie
- BEUING, R., H. SIMIANER (1985)  
Zuchtwertschätzung für die Disposition zur Hüftgelenkdysplasie beim Hund unter der Berücksichtigung aller Verwandtschaften  
Tagung der Gesellschaft für Tierzuchtwissenschaften und der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde e.V., 19.-20.09.85, Bonn, Polykopie



- BÖRNFORS, S, K. PALSSON, G. SKUDE (1964)  
Hereditary aspects of hip dysplasia in German Shepherd dogs  
J. Am. Vet. med. Assoc., 145, 15-20
- BLAIR, H.T., E.J. POLLAK (1984)  
Comparison of an animal model and an equivalent reduced animal model for  
computational efficiency using mixed model methodology  
J. Anim. Sci., 58, 1090-1996
- BOLDMAN, K.G., L.A. KRIESE, L.D. VAN VLECK, C.P. VAN TASSELL, S.D.  
KACHMAN (1993)  
A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of  
variances and covariances (DRAFT)  
U.S., Department of Agriculture, Agriculture Research Service, Lincoln,  
Nebraska
- BOUW, J. (1982)  
Hip dysplasia and dog breeding  
The Vet. Quarterly, 4, 173-181
- BRASS, W., U. FREUDIGER, L.F. MÜLLER, S. PAATSAMA, N.A. VAN DER  
VELDEN, C.C. VAN DE WATERING (1978)  
Bericht der Hüftgelenksdysplasie-Kommission  
Kleintierpraxis, 23, 169-212
- BRASS, W., S. PAATSAMA (1983)  
Hüftgelenksdysplasie - Internationales Zertifikat und Beurteilung von  
Röntgenaufnahmen  
Fédération Cynologique Internationale, Helsinki
- BRUYERE, P. (1972)  
La dysplasie de la hanche chez le chien  
Ann. Méd. Vétérin., 116, 57-73
- CARDINET, G.H., P.H. KASS, L.J. WALLACE, M.M. GUFFY (1997)  
Association between pelvic muscle mass and canine hip dysplasia  
J. Am. Vet. Med. Assoc., 210, 1466-1473
- CORLEY, E. A. (1992)  
Role of the orthopedic foundation for animals in the control of canine hip  
dysplasia  
Small Anim. Pract., 22, 579-593
- CUNNINGHAM, P. (1991)  
Die Genetik des Vollbluts  
Spektrum der Wissenschaft, 7, 72-79

- DE PUGH, R.B. (1956)  
Growth and development  
J. canine Genet., 9, 7-30
- ECKSTEIN, M. (1970)  
Das Verhalten der alkalischen Phosphatase im Serum von Hunden mit  
Hüftgelenkdysplasie  
Vet. Med. Diss., München
- FARESE, J.P., R.J. TODHUNTER, G. LUST, A.J. WILLIAMS, N.L. DYKES (1998)  
Dorsolateral subluxation of hip joints in dogs measured in a weight-bearing  
position with radiography and computed tomography  
Vet. Surg., 27, 393-405
- FEWSON, D. (1994)  
Zuchtplanung in:  
Kräusslich, H.: Tierzuchtungslehre  
Ulmer, Stuttgart, 380-396
- FICUS, H. J., K. LOEFFLER, M. SCHNEIDER-HAISS, I. STUR (1990)  
Hüftgelenkdysplasie bei Hunden  
F. Enke, Stuttgart
- FLÜCKIGER, M., G.A. FRIEDRICH, H. BINDER (1997)  
Ist ein lockeres Hüftgelenk dysplastisch?  
43. Jahrestagung der DVG, Fachgruppe Kleintierkrankheiten  
29.-31.8.97, Hannover, Polykopia
- FLÜCKIGER, M., J. LANG, H. BINDER, A. BUSATO, J. BOOS (1995)  
Die Bekämpfung der Hüftgelenkdysplasie in der Schweiz. Ein Rückblick auf  
die vergangenen 24 Jahre  
Schweiz. Arch. Tierheilk., 137, 243-250
- FRIEDRICH, G.A. (1996)  
Eine Stresstechnik zur radiologischen Beurteilung der Instabilität der  
Hüftgelenke beim Hund (Objektivierung der ORTOLANI-Probe)  
Vet. Med. Diss., Zürich
- FREUDIGER, U (1973)  
Über die Zuverlässigkeit des Vorröntgens zur Beurteilung der  
Hüftgelenkdysplasie  
Schweiz. Arch. Tierheilk., 115, 507-509
- FREUDIGER, U., V. SCHÄRER, J.-C. BUSER, R. MÜHLEBACH (1973)  
Die Hüftgelenkdysplasie: Bekämpfungsverfahren und Frequenz bei  
verschiedenen Rassen  
Schweiz. Arch. Tierheilk., 115, 69-73

- GEBALA, A. (1970)  
Serum calcium, anorganic phosphorus and alkaline phosphatase levels in children with congenital hip dislocation  
Pediat. Pl., 45, 393-397
- GEISSNER, L. (1977)  
Zur Verbreitung und Heritabilität der HD bei verschiedenen Hunderassen in der DDR  
Vet. Med. Diss., Humboldt-Universität Berlin
- GLODEK, P. (1994)  
Genetik quantitativer Merkmale  
In: H. KRÄUSSLICH (Hrsg.): Tierzuchtungslehre  
Ulmer, Stuttgart, 129
- GODDARD, M.E., T.A. MASON (1982)  
The genetics and prediction of hip dysplasia  
Austral. Vet. J., 58, 1-4
- GROUNDS, O.V., A.L. HAGEDORN, R.A. HOFFMANN (1955)  
Research report on heredity subluxation  
J. canine Genet., 8, 1-23
- GRUSSLER, W. (1989)  
Analyse von systematischen Umwelteinflüssen auf die Hüftgelenkdysplasie beim Deutschen Schäferhund in der Bundesrepublik Deutschland  
Vet. Med. Diss., München
- HANSEN, I. (1991)  
Hip dysplasia in dogs in relation to their month of birth  
Vet. Rec., 128, 425-426
- HASSINGER, K.A., G.K. SMITH, H.M. CONZEMIUS, C.M. HILL, T.P. GREGOR (1997)  
Effect of estrus cycle on coxofemoral joint laxity  
Vet. Comp. Ortho. Traum., 10, 47-69
- HEDHAMMAR, A., S.E. OLSSON, S.A. ANDERSSON, L. PERSSON, L. PETTERSSON, A. OLAUSSON, P.-E. SUNDGREN (1979)  
Canine hip dysplasia: study of heritability in 401 litters of German Shepherd dogs  
J. Am. Vet. Med. Assoc., 174, 1012-1016
- HENDERSON, C.R. (1973)  
Sire evaluation and genetic trend  
Proc. Anim. Breed. Genet. Symp.  
Champaign, Illinois, ASAS and ADSA, 10-30

- HENDERSON, C.R., H.W. CARTER, J.T. GODFREY (1954)  
Use of contemporary herd average in appraising progeny test of dairy bulls  
J. Anim. Sci. 13, 949 (Abstr.)
- HENNINGER W. (1992)  
Der kraniallaterale Pfannenrand des kaninen Hüftgelenkes - ein Beitrag zur Hüftgelenkdysplasie  
Vet. Med. Diss., Wien
- HENNINGER, W., E. KÖPPEL (1994)  
Die Bedeutung des kraniallateralen Pfannenrandes für die HD-Beurteilung  
Tierärztl. Praxis, 22, 278-285
- HENRICSON, B. (1967a)  
Statistische und genetische Untersuchungen über Hüftgelenkdysplasie beim Hund  
Kleintierpraxis, 12, 187-189
- HENRICSON, B. (1967b)  
Erfahrungen über die gegen die Verbreitung der Hüftgelenkdysplasie in Schweden getroffenen Maßnahmen  
Kleintierpraxis, 12, 189-190
- HENRICSON, B., I. NORBERG, S.E. OLSSON (1965)  
Hüftgelenkdysplasie beim Hund  
Nordisk Vet. Med., 17, 118-131
- HENRICSON, B., G. LJUNGGREN, S.E. OLSSON, H. KASSTRÖM (1972)  
Hip dysplasia in Sweden: Controlled breeding programs  
Proc. Canine hip dysplasia  
Symposium & Workshop, St. Louis, MI, 19.-20.10.1972, 141-151
- HENRICSON, B., J. NORBERG, S.E. OLSSON (1966)  
On the ethology and pathogenesis of hip dysplasia - a comparative review  
J. Small Anim. Pract., 7, 673-688
- HENRICSON, B., S.E. OLSSON (1959)  
Hereditary acetabular dysplasie in german shepherd dogs  
J. Am. Vet. Med. Assoc., 135, 207-209
- HICKMAN, J. (1964)  
Veterinary Orthopedics  
Oliver & Boyd, Edinburgh, London

- HOFFMANN, G., K. REIHER, E. SCHNEIDER (1971)  
Die Verbreitung der Hüftgelenkdysplasie unter den Hunderassen in der DDR  
Vet. Dipl. Arbeit, Berlin  
zitiert nach MARX, I. (1975)
- HUDSON, G.F.S., B.W. KENNEDY (1985)  
Genetic evaluation of swine for growth rate and backfat thickness  
J. Anim. Sci., 61, 83-91
- JESSEN, C.R., F.A. SPURRELL (1972)  
Heritability of canine hip dysplasia  
Proc. Canine hip dysplasia,  
Symposium & Workshop, St. Louis, MI, 19.-20.10.1972, 53-61
- KAMMERER, K.D. (1973)  
Juvenile Hyperthyreose bei einem Gordon-Setter  
Kleintierpraxis, 18, 19-23
- KARRAS, K. (1991)  
Das Tiermodell in Baden-Württemberg  
Der Tierzüchter, 43, 156-157
- KASSTRÖM, H. (1975)  
Nutrition, weight gain and development of the hip dysplasia - an experimental  
investigation in growing dogs with special reference to the effect of feeding  
intensity  
Acta radiologica, Suppl., 344, 135-179
- KELLER, G.G., E.A. CORLEY (1989)  
Canine hip dysplasia: investigating the sex predilection and frequency of  
unilateral CHD  
Vet. Med., 84, 1162-1166
- KIELIGER, J. (1976)  
Die Verbreitung der HD beim St. Bernhardshund und den vier Schweizer  
Sennhunderassen  
Vet. Med. Diss., Zürich
- KRÄUSSLICH, H. (Hrsg.) (1994)  
Tierzuchtungslehre, 4. Aufl.  
Ulmer, Stuttgart
- KREMPL, H. (1985)  
Untersuchung über HD in einer Hovawartpopulation  
Vet. Med. Diss., Wien

- KÜNZI, N., G. STRANZIGER (1993)  
Allgemeine Tierzucht  
Ulmer, Stuttgart
- LARSEN, J.S., E.A. CORLEY (1971)  
Radiographic evaluations in a canine hip dysplasia control program  
J. Am. Vet. Med. Assoc., 159, 989-992
- LEIGHTON, E.A. (1997)  
Genetics of canine hip dysplasia  
J. Am. Vet. Med. Assoc., 210, 1474-1479
- LEIGHTON, E., J.M. LINN, R.L. WILLHAM, M. W. CASTLEBERRY (1977)  
A genetic study of canine hip dysplasia  
Am. J. Vet. Res., 38, 241-244
- LESCHHORN, E., A. HERZOG (1975)  
Ist die Serum-Aktivität der Alkalischen Phosphatase (AP) als Hilfsmittel für die  
HD-Diagnose geeignet?  
Kleintierpraxis, 20, 160-167
- LINGAAS, F., P. HEIM (1987)  
En genetisk undersøkelse av hoftelddysplasi i norske hunderaser  
Norsk Veterinærtidsskrift, 99, 617-623
- LINGAAS, F., G. KLEMETSDAL (1990)  
Breeding values and genetic trend for hip dysplasia in the Norwegian Golden  
Retriever population  
J. Anim. Breed. Genet., 107, 437-443
- LOEFFLER, K. (1964)  
Gelenkanomalien als Problem in der Hundezucht  
Dtsch. Tierärztl. Wschr., 71, 291-297
- LOEFFLER, K. (1979)  
Hüftgelenksdysplasie beim Hund. Probleme bei der Röntgendiagnose  
Tierärztl. Praxis, 7, 229-238
- LOEFFLER, K. (1989)  
Anforderungen an Röntgenaufnahmen zur Diagnostik der Hüftgelenksdysplasie  
beim Hund.  
Wiener Tierärztl. Monatsschr., 76, 300-302
- LOEFFLER, K. (1990a)  
Die Bedeutung der Lagerung bei der röntgenologischen HD-Beurteilung.  
Effem Forschung für Heimtiernahrung, 30, 41-48

- LOEFFLER, K. (1990b)  
Zucht- und Aufzuchtmaßnahmen zur Vermeidung von Gelenkerkrankungen,  
insbesondere der Hüftgelenkdysplasie  
Schweiz. Ver. f. Kleintiermed. Jahresv., Ausg. 5/1990, 109-115
- LOEFFLER K., B. TELLHELM, S. OLOFF (1997)  
Ist die Hüftgelenkdysplasie des Hundes nur umweltbedingt?  
Unser Rassehund 3/97, 52-54
- LOEFFLER, K., W. VOLCKART (1969)  
Vergleichende Messungen an Hüftgelenksaufnahmen nach Piehler und Norberg  
Kleintierpraxis, 14, 107-109
- LUST, G. (1997)  
An overview of the pathogenesis of canine hip dysplasia  
J. Am. Vet. Assoc., 210, 1443-1445
- LUST, G., J.C. GEARY, B.E. SHEFFY (1973)  
Development of hip dysplasia in dogs  
Am. J. Vet. Res., 34, 87-91
- LUST, G., W.T. BEILMANN, D.J. DUELANT, P.W. FARREL (1980a)  
Intra-articular volume and hip joint instability in dogs with hip dysplasia  
J. Bone Joint Surg., 62, 576-582
- LUST, G., W.T. BEILMANN, T. RENDANO (1980b)  
A relationship between degree of laxity and synovial fluid volume in  
coxofemoral joints of dogs predisposed for hip dysplasia  
Am. J. Vet. Res., 41, 55-60
- LUST, G., B. SUMMERS (1981)  
Early asymptomatic stages of degenerative joint disease in canine hip joints  
Am. J. Vet. Res., 42, 1849-1855
- MÄKI, K., A. LIINAMO, M. OJALA (2000)  
Estimates of genetic parameters for hip and elbow dysplasia in Finnish  
Rottweilers  
J. Anim. Sci., 78, 1141-1148
- MANSSON, J., I. NORBERG (1961)  
Dysplasia of the hip in dogs. Hormonally induced flaccidity of the ligaments  
followed by dysplasia of the acetabulum in puppies  
J. Small Anim. Pract., 3, 45
- MARTIN, S.W., K. KIRBY, P. PENNOCK (1980)  
Canine hip dysplasia: Breed effects  
Canad. Vet. J., 21, 293-296

- MARX, I. (1975)  
Beiträge zum Vorkommen und zur Genese der Missbildungen bei Hunden dargestellt am Beispiel der Hüftgelenkdysplasie, des Kryptorchismus und der Praemolarverluste beim Deutschen Wachtelhund (DW)  
Vet. Med. Diss., Leipzig
- MATIS, U. (1995)  
Operationsverfahren bei Hüftgelenkdysplasie  
Tierärztl. Praxis, 23, 426-431
- MC LAUGHLIN R. JR., J. TOMLINSON (1996)  
Canine hip dysplasia  
Development factors, clinical signs, and initial examination steps  
Vet. Med., 91, 26-33
- MEISEN, N., M. FLÜCKIGER (1993)  
Beschriftung von HD-Röntgenbildern  
Schweiz. Arch. f. Tierheilk., 135, 172
- MÜLLER, L.F., C. SAAR (1966)  
Eine Anleitung zur Röntgen-Diagnose der Hüftgelenkdysplasie  
Kleintierpraxis, 11, 33-42
- MÜLLER, L.F. (1988)  
Hüftgelenkdysplasie  
in: Handlexikon der tierärztlichen Praxis  
Medical Book Company, Dänemark, 380-380j
- MÜNZER, B., K. LOEFFLER (1984)  
Verfahrenstechnische Fragen bei der röntgenologischen HD-Zuchtuntersuchung bei Hunden  
Prakt. Tierarzt, 65, 857-858
- NORBERG, I. (1964)  
In: Hickman, J.: Veterinary Orthopedics  
Oliver & Boyd, Edinburgh, London, 316-325
- OHLERTH, S., A. BUSATO, C. GAILLARD, M. FLÜCKIGER, J. LANG (1998)  
Epidemiologische und genetische Untersuchungen zur Hüftgelenkdysplasie an einer Population von Labrador Retrievern: Eine Studie über 25 Jahre  
Dtsch. Tierärztl. Wschr., 105, 365-396
- OHLERTH, S., J. LANG, A. BUSATO, C. GAILLARD (2001)  
Estimation of genetic population variables for six radiographic criteria of hip dysplasia in a colony of Labrador Retrievers  
Am. J. Vet. Res., 62, 846-852



- PIERCE, K.R., C.H. BRIDGES (1967)  
The rate of estrogens in the pathogenesis of canine hip dysplasia. Metabolism of exogenous estrogens  
J. Small. Anim. Pract., 8, 383-389
- PIERCE, K.L., C.H. BRIDGES, P. BANKS (1965)  
Hormone induced hip dysplasia in dogs  
J. Small Anim. Pract., 6, 121-126
- PIRCHER, F. (1994)  
Mendelsche Genetik  
in: Kräusslich (Hrsg.)  
Tierzuchtungslehre, 4. Aufl.  
Ulmer, Stuttgart, 100-120
- POPOVITCH C. A., G. K SMITH., T. P GREGOR., F. S. SHOFER (1995)  
Comparison of susceptibility for HD between Rottweilers and German Shepherd dogs  
J. Am. Vet. Med. Assoc., 206, 648-650
- PÖTSCHER, L. (1991)  
Selektionsmaßnahmen gegen Hüftgelenksdysplasie in einer Hovawartpopulation  
Vet. Med. Diss, Wien
- PRIESTER, W.A., J.J. MULVIHILL (1972)  
Canine hip dysplasia: relative risk by sex, size, breed and comparative aspects  
J. Am. Vet. Med. Assoc., 160, 735-739
- PRIEUR, W.D. (1978)  
Kritische Bemerkungen zur Röntgendiagnose der Hüftgelenksdysplasie beim Hund  
Der prakt. Tierarzt, 59, 496-502
- QUAAS, R.L., E.J. POLLAK (1980)  
Mixed model methodology for farm and ranch beef cattle testing programs  
J. Anim. Sci., 51, 1277-1287
- RÄBER, H. (1993)  
Enzyklopädie der Rassehunde, Band 1  
Franckh-Kosmos, Stuttgart

- REED, A.L., G.G. KELLER, D.W. VOGT, M.R. ELLERSIECK, E.A. CORLEY (2000)  
Effect of dam and sire qualitative hip conformation scores on progeny hip conformation  
J. Am. Vet. Med. Assoc., 217, 675-680
- RISER, W.H. (1964)  
An analysis of the current status of hip dysplasia in the dogs  
J. Am. Vet. Med. Assoc., 144, 709-721
- RISER, W.H. (1975)  
The dog as a model for the study of hip dysplasia  
Vet. Pathology, 12, 234-325
- RISER, W. H., D. COHEN, S. LINDQVIST, J. MANSSON, S. CHEN (1964)  
Influence of early rapid growth and weight gain on hip dysplasia in the German shepherd dog  
J. Am. Vet. Med. Assoc., 145, 661-668
- RISER, W.H., J.F. SHIRER (1966)  
Hip dysplasia: Coxofemoral abnormalities in neonatal German Shepherd Dogs  
J. Small Anim. Pract., 7, 7-12
- RISER, W.H., J.F. SHIRER (1967)  
Correlation between canine hip dysplasia and pelvic muscle mass. A study of 95 dogs  
Am. J. Vet. Res., 28, 769-777
- ROBERTSON, A., J.M. RENDEL (1954)  
The performance by heifers got by artificial inseminations  
J. Agr. Sci. Camb., 44, 184-192
- SCHALES, O. (1957)  
Heredity patterns in dysplasia of the hip  
North. Am. Vet., 38, 152-155
- SCHALES, O. (1959)  
Congenital hip dysplasia in dogs  
Vet. Med., 54, 143-148
- SCHAWALDER, P (1989)  
Neues zur Problematik der HD-Diagnostik  
Referateband, 35. Jahrestagung d. DVG., Fachgruppe Kleintierkrankheiten, Giessen, 12.-14.10.1989, 68-88

- SCHÄNZLE, M. (1967)  
Studien zur Zuchtgeschichte des Rottweiler Hundes  
Vet. Med. Diss., München
- SCHIMKE, E., S. PAATSAMA (1993)  
Gelenkerkrankungen, Hüftgelenkdysplasie  
in: Christoph, H.-J., Klinik der Hundekrankheiten, 1993, Hrsg.: Freudiger, U.,  
E.-G. Grünbaum, E. Schimke  
Gustav Fischer, Stuttgart
- SCHLAAF, S. (1968)  
Die Hüftgelenkdysplasie des Hundes  
Mh. Vet. Med., 23, 902-905
- SCHMERAK, P (1992)  
Populationsstatistische Aspekte der HD des Hundes  
Vet. Med. Diss., Wien
- SCNNEIDER-HAISS, M. (1990)  
in: FICUS, H. J., K. LOEFFLER, M. SCHNEIDER-HAISS, I. STUR (1990)  
Hüftgelenkdysplasie bei Hunden  
F. Enke, Stuttgart
- SCHNEIDER-HAISS, M., K. LOEFFLER (1987)  
Die Bedeutung der Röntgenaufnahme mit gebeugten Hintergliedmaßen bei der  
Untersuchung auf Hüftgelenkdysplasie des Hundes  
Kleintierpraxis, 32, 359-362
- SCHNELLE, G.B. (1935)  
Some new diseases in dogs  
Am. Kennel Gaz. 52, 25-26  
zitiert nach SCHALES, O. (1957)
- SCHRÖDER, K. (1993)  
Populationsgenetische Untersuchungen zur HD und Chondrodystrophie beim  
Beagle  
Vet. Med. Diss., Wien
- SCHUBERTH, G. (1980)  
Diagnostik und Therapiekontrolle von Schilddrüsenerkrankungen mit Hilfe des  
radiologischen RES-O-Mat Testes beim Hund und die Beurteilung von  
schilddrüsenabhängigen Knochenstoffwechselstörungen am Beispiel der  
Hüftgelenkdysplasie  
Vet. Med. Diss., München

- SCHWARZ, J. (1989)  
Genetisch-statistische Analyse der HD beim Deutschen Schäferhund  
Vet. Med. Diss., München
- SMITH, G.K., D.N. BIERY, T.P. GREGOR (1990)  
New concepts of coxofemoral joint stability and the development of a clinical stressradiographic method for quantitating hip joint laxity in the dog  
J. Am. Vet. Med. Assoc., 196, 59-70
- STREBEL, R. (1905)  
Die deutschen Hunde (zitiert nach RÄBER, 1993)
- STUR, I. (1990)  
Populationsgenetische Aspekte der Hüftgelenkdysplasie  
in: FICUS, H. J., K. LOEFFLER, M. SCHNEIDER-HAISS, I. STUR (1990)  
Hüftgelenkdysplasie bei Hunden  
F. Enke, Stuttgart, 43-54
- SWENSON, L., L. AUDELL, A. HEDHAMMAR (1997)  
Prevalence and inheritance of and selection for hip dysplasia in seven breeds of dogs in Sweden and benefit: cost analysis of a screening and control program  
J. Am. Vet. Med. Assoc., 210, 207-214
- TELLHELM, B. (1997)  
Pers. Mitteilung
- TELLHELM B., W. BRASS (1989)  
HD-Röntgenaufnahmen - Qualität und Beurteilung  
Kleintierpraxis, 34, 551-560
- TELLHELM B., W. BRASS (1991)  
Fallbeispiel zur HD-Beurteilung - Messung des Winkels nach Norberg  
Kleintierpraxis, 36, 319-320
- TOLHUYSEN, I. (1997)  
Der Einfluß unterschiedlicher Streckung der Hintergliedmaßen auf den Grad der Hüftgelenkdysplasie (HD)  
Kleintierpraxis, 42, 123-136
- TOREL, M. (1997)  
Der dreißigjährige Krieg 1966-1996  
Die Bekämpfung der Hüftgelenkdysplasie des Hundes in Deutschland  
Transanimal, Karlsruhe
- TOWNSEND, L.R., E.L. GILLETTE, J.L. LEBEL (1971)  
Progression of hip dysplasia in military working dogs  
J. Am. Vet. Med. Assoc., 159, 1129-113

- USDA (1976)  
The USDA-DHIA Modified contemporary comparison  
Prod. Res. Report No. 165
- VDH-ZUCHTORDNUNG (2000)  
Verband für Deutsches Hundewesen, Dortmund
- VEIT, C. (1991)  
Zur Röntgenuntersuchung auf HD am stehenden Hund  
Vet. Med. Diss., Giessen
- WAMBERG, K. (1961)  
Hüftgelenksleiden des Hundes  
Mh. Vet. Med., 16, 884-891
- WAMBERG, K. (1967)  
Züchterisch-organisatorische Maßnahmen zur Bekämpfung der  
Hüftgelenksdysplasie  
Kleintierpraxis, 12, 153-156
- WESTELL, R.A. (1984)  
Simultaneous evaluation of sires and cows for a large population  
Ph. D. Thesis, Cornell University
- WESTELL, R.A., L.D. VAN VLECK (1987)  
Simultaneous genetic evaluation of sires and cows for a large population of  
dairy cattle  
J. Anim. Sci., 70, 1006-1007
- WIENRICH, V. (1973)  
Untersuchungen zur Ätiologie, Verbreitung und Bekämpfung der  
Hüftgelenksdysplasie des Hundes am Beispiel des Hovawart unter besonderer  
Berücksichtigung der Erbllichkeit der Erkrankung  
Vet. Med. Diss., Humboldt-Universität Berlin
- WIGGANS, G.R., I. MISZTAL, J.W.J. VAN DIJK (1988)  
Genetic evaluation of dairy goats for milk and fat yield with an animal model  
J. Dairy Sci., 71, 1330-1337
- WILLIS, M. B. (1984)  
The hip scoring scheme: a preliminary report  
Vet. Rec., Dec. 22, 661-663
- WILLIS, M. B. (1986)  
Hip scoring: Review of 1985-1986  
Vet. Rec., Apr. 19, 461-462

WILLIS, M. B. (1987)

Breeding dogs for desirable traits  
J. Small Anim. Pract., 28, 965-973

ZAKEL, A. (1992)

Hüftgelenkdysplasie bei kleinen Hunderassen.  
Vet. Med. Diss., Wien

ZUCHT- UND BESAMUNGSUNION HESSEN (2002)

Persönl. Mitteilung

ZUSCHNEID, K. (1982)

in: SCHNEIDER, M.: Die Hüftgelenkdysplasie und ihre züchterische  
Bekämpfung beim Leonberger Hund.  
Vet. Med. Diss., FU Berlin

## 9 Anhang

### 9.1 FCI-Standard des Rottweilers (in Auszügen)

Allgemeines Erscheinungsbild: Der Rottweiler ist ein mittelgroßer bis großer, stämmiger Hund, weder plump noch leicht, nicht hochläufig oder windig. Seine im richtigen Verhältnis stehende, gedrungene und kräftige Gestalt lässt auf große Kraft, Wendigkeit und Ausdauer schließen.

Kopf: Der Schädel ist zwischen den Ohren breit, in der Stirnlinie, seitlich gesehen mäßig gewölbt. Der Stirnabsatz ist ausgeprägt. Der Nasenrücken ist gerade mit breitem Ansatz und mäßiger Verjüngung. Das Auge ist mittelgroß, mandelförmig, von tiefbrauner Farbe. Die Lider liegen gut an. Die Ohren sind mittelgroß, hängend, dreieckig, weit voneinander stehend und hoch angesetzt.

Hals: Der Hals ist kräftig, mäßig lang, gut bemuskelt, mit leicht gewölbter Nackenlinie, trocken, ohne Wamme oder lose Kehlhaut.

Rumpf: Der Rücken ist gerade, kräftig und stramm. Die Lendenpartie ist kurz, kräftig und tief. Die Kruppe ist breit, von mittlerer Länge, in leichter Rundung verlaufend, weder gerade, noch stark abfallend. Die Brust ist geräumig, breit und tief (ca. 50 % der Widerristhöhe) mit gut entwickelter Vorbrust und gut gewölbten Rippen. Die Flanken sind nicht aufgezogen.

Vorderhand: Die Vorderläufe sind von vorn gesehen gerade und nicht eng gestellt. Die Unterschenkel stehen, seitlich gesehen, gerade. Die Neigung des Schulterblattes zur Waagerechten ist etwa 45°.

Hinterhand: Von hinten gesehen sind die Hinterläufe gerade, nicht eng gestellt. Im zwanglosen Stand bilden Oberschenkel zum Hüftbein, Oberschenkel zum Unterschenkel und Unterschenkel zum Mittelfuß einen stumpfen Winkel.

---

Gangwerk: Der Rottweiler ist ein Traber. Der Rücken bleibt fest und relativ ruhig. Der Ablauf der Bewegung ist harmonisch, sicher, kraftvoll und ungehemmt bei guter Schrittweite.

Haarkleid: Das Deckhaar ist mittellang, derb, dicht und straff anliegend; die Unterwolle soll nicht aus dem Deckhaar hervortreten. An den Hinterläufen ist die Behaarung etwas länger.

Farbe: Schwarz mit gut abgegrenzten Abzeichen (Brand) von satter, rotbrauner Färbung an Backen, Fang, Halsunterseite, Brust und Läufen sowie über den Augen und unter der Rutenwurzel.

Verhalten und Charakter: Von freundlicher und friedlicher Grundstimmung, kinderliebend, ist er sehr anhänglich, gehorsam, führig und arbeitsfreudig. Seine Erscheinung verrät Urwüchsigkeit, sein Verhalten ist selbstsicher, nervenfest und unerschrocken. Er reagiert mit hoher Aufmerksamkeit gegenüber seiner Umwelt.

Größe und Gewicht: Rüden 61 - 68 cm, ca. 50 kg, Hündinnen 56 - 63 cm, ca. 42 kg



## 9.2 Verteilung der HD-Befunde der pro Geburtsjahr geröntgten Hunde

Tabelle 30: Verteilung der HD-Befunde der pro Geburtsjahr geröntgten Hunde absolut und in Prozent

	frei		Übergang		leicht		mittel		schwer	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1985	570	61,6	154	16,6	113	12,2	72	7,8	17	1,8
1986	599	63,7	162	17,2	98	10,4	70	7,4	12	1,3
1987	589	68,9	123	14,4	92	10,8	46	5,4	5	0,6
1988	418	56,6	153	20,7	103	14	53	7,2	12	1,6
1989	383	51,5	179	24,1	93	12,5	69	9,3	19	2,6
1990	434	55,6	186	23,8	86	11	55	7,1	19	2,4
1991	361	56,1	162	25,2	69	10,7	44	6,8	7	1
1992	420	50,2	284	33,9	78	9,3	34	4,1	21	2,5
1993	575	57,3	280	27,9	102	10,2	30	3	16	1,6
1994	532	54,6	280	28,7	97	10	50	5,1	15	1,5
1995	417	54,2	226	29,4	74	9,6	32	4,2	20	2,6

### 9.3 Verteilung der Relativzuchtwerte auf verschiedene HD-Klassen

Tabelle 31: Verteilung der Relativzuchtwerte (RZW) auf verschiedene HD-Klassen

RZW	frei	Über- gang	leicht	mittel	schwer
83	1	0	0	0	0
84	1	0	0	0	0
85	7	0	0	0	0
86	19	0	0	0	0
87	66	0	0	0	0
88	119	0	0	0	0
89	212	0	0	0	0
90	305	0	0	0	0
91	461	3	0	0	0
92	504	2	0	0	0
93	678	4	0	0	0
94	610	13	0	0	0
95	474	21	1	0	0
96	432	49	0	0	0
97	310	82	0	0	0
98	297	112	1	0	0
99	248	170	0	0	0
100	175	211	1	0	0
101	99	222	2	0	0
102	80	229	5	0	0
103	53	218	11	0	0
104	39	215	15	0	0
105	24	180	37	0	0
106	22	125	58	0	0

RZW	frei	Über- gang	leicht	mittel	schwer
107	22	82	86	0	0
108	12	76	91	2	0
109	5	58	92	1	0
110	4	32	109	0	0
111	3	27	107	10	0
112	2	18	99	15	0
113	4	8	63	25	0
114	4	10	76	27	1
115	0	9	57	32	0
116	3	2	29	47	0
117	2	3	25	51	1
118	0	3	16	59	1
119	0	1	6	58	9
120	0	0	3	48	2
121	0	1	5	52	3
122	0	1	3	42	13
123	1	0	3	19	14
124	0	0	0	23	16
125	0	2	2	9	16
126	1	0	1	9	10
127	0	0	0	10	16
128	0	0	1	3	14
129	0	0	0	5	8
130	0	0	0	1	8

RZW	frei	Über- gang	leicht	mittel	schwer
131	0	0	0	2	4
132	0	0	0	3	6
133	0	0	0	0	7
134	0	0	0	2	0
135	0	0	0	0	3

RZW	frei	Über- gang	leicht	mittel	schwer
136	0	0	0	0	5
137	0	0	0	0	0
138	0	0	0	0	4
139	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	2

## 9.4 Zuchtplan zur Bekämpfung der Hüftgelenkdysplasie beim Rottweiler

### 1. Allgemeines

Der Rottweiler gehört zu den Rassen, bei denen Hüftgelenkdysplasie auftreten kann. Eine erbliche Disposition kann dafür im Einzelfall verantwortlich sein. Die nachfolgend formulierten Maßnahmen dienen der genetischen Verbesserung der Rasse. Darüber hinaus ist eine Beratung zur rassemäßigen Ernährung und Haltung in der Aufzuchtphase notwendig.

### 2. Bestimmung des Vererbungsrisikos

Der ADRK bedient sich zur Berechnung der Vererbungserwartung einer anerkannten Zuchtwertschätzung. Derzeit wird das Verfahren BLUP (best linear unbiased prediction) unter Einbeziehung aller Verwandteninformationen als das beste verfügbare Verfahren angesehen. Die Zuchtwerte werden als Relativzuchtwerte mit dem Mittelwert 100 (Rassedurchschnitt) und einer Standardabweichung von 10 Punkten ausgewiesen.

### 3. Informationen

Als Informationen für die Zuchtwertschätzung dienen die HD-Einstufungen nach den Richtlinien der FCI. Röntgenaufnahmen, z.B. aus dem Vorröntgen, werden entsprechend ihrer Aussagekraft mit verarbeitet. Das empfohlene Röntgenalter für Zuchthunde beträgt 15 Monate.

#### 4. Zeitpunkt der Berechnung / Informationspflicht

Die Zuchtwertschätzung erfolgt mindestens vierteljährlich. Die aktuellen Zahlen sind dem Züchter zugänglich zu machen. Vierteljährlich, zum Anfang eines Quartals, werden die Listen den Zuchtwarten zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus werden die Relativzuchtwerte in der Zucht-Informationsoftware "DOGBASE" aktualisiert. Diese Zahlen sind verbindlich für die Auflagen, die sich aus dem Zuchtplan ergeben.

#### 5. Auflagen

Von der Zucht ausgeschlossen sind Tiere mit mittlerer und schwerer HD (entsprechend § 4 Abs. 1.3 der Zuchtordnung des VDH). Hunde, die nach der Zuchtordnung bezüglich anderer Merkmale zur Zucht zugelassen sind, dürfen nur in Paarungen eingesetzt werden, wenn sich das daraus für den Welpen ergebende Risiko für HD, ausgedrückt durch den durchschnittlichen Relativzuchtwert beider Paarungspartner, einen bestimmten Grenzwert nicht überschreitet. Zur Zeit wird ein Grenzwert von 105 als obere Grenze festgelegt. Es wird empfohlen, niedrige Werte anzustreben.

Der Züchter muss sich vor dem Belegen der Hündin auf geeignete Weise über die Zulässigkeit der Paarung informieren.

Welpen mit überhöhten Risiko erhalten auf der Ahnentafel den Vermerk "Zuchtsperre".

#### 6. Verstöße

Verstöße gegen die Auflagen dieses Zuchtplans werden als Verstöße gegen die Zuchtordnung geahndet.

#### 7. Gültigkeit

Die Bestimmungen dieses Zuchtplans treten zum ..... in Kraft. Der Vorstand ist berechtigt, in Zusammenarbeit mit dem Zuchtbeirat unter Einbeziehung wissenschaftlicher Beratung die Bestimmungen des Zuchtplans den gegebenen Verhältnissen und aktuellen Erkenntnissen anzupassen.

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich zu allererst sehr herzlich bei Herrn Prof. Dr. G. Erhardt für die Überlassung des Dissertationsthemas und die langjährige, freundliche Unterstützung bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. R. Beuing für die fachliche Betreuung dieser Arbeit.

Bei Herrn Prof. Dr. H. Würbel bedanke ich mich für die Übernahme des Co-Referates.

Herrn Dr. H. Brandt sei sehr für die kritische Durchsicht der Arbeit gedankt.

Bei Herrn Dr. B. Tellhelm möchte ich mich herzlich für die Bereitstellung der Röntgenbilder und wertvolle Anregungen bedanken.

Der Allgemeine Deutsche Rottweiler Klub stellte mir freundlicherweise das gesamte Datenmaterial zur Verfügung.

Nicht zuletzt möchte ich mich auch bei den Mitarbeitern des Instituts und den anderen Doktoranden bedanken, hier seien besonders Babse Beuing, Matthias Gutmann, Herbert Hetfleisch, Nina Kraus, Christoph Mues und Peter Pracht genannt.