

Abschlußbericht an die Gesellschaft für kynologische Forschung

Untersuchungen zur Validierung von Detailinformationen der verschiedenen HD-Auswertungsmethoden als Züchtungsinformation für die Zuchtwertschätzung zur Bekämpfung der Hüftgelenksdysplasie (HD)

Dr. Reiner Beuing,
Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Justus Liebig Universität Giessen

1. Einleitung

Die Bekämpfung der Hüftgelenksdysplasie ist eine für die Kynologie besonders herausragende, nahezu alle Rassen betreffende Herausforderung. Die züchterischen Aktivitäten haben mehr als 30ig-jährige Geschichte. Trotz anfänglicher Verbesserung sind die Zuchterfolge in vielen Rassen unbefriedigend und die Probleme daher bis heute aktuell. Die Charakterisierung der HD erfolgt über Gutachten, in die Details, sowohl ererbte als auch erworbene, gleichsam eingehen. In einigen Auswertungsverfahren werden diese dokumentiert bzw. punktiert, so daß die züchterische Bedeutung geprüft werden kann. Dieses Projekt sollte klären, welche Kriterien besondere Bedeutung für die Zuchtentscheidung haben sollten und welche die Gesundheitssituation inklusive der Umweltursachen beschreiben. Zugleich sollte eine Übertragbarkeit unterschiedlicher Auswertungsverfahren geprüft werden.

2. Stand der Forschung

Die Beurteilung der HD erfolgt seit über 30 Jahren vorwiegend auf der Auswertung der "gestreckten Aufnahme", die von Müller und Saar (1967) beschrieben wurde. Beruhend auf dieser Aufnahme entwickelten sich auch die ersten Beurteilungsmethoden, die auf Messungen des Gelenkes beruhen: Der Norberg/Olsson-Winkel (1964), die Pfannentiefe nach Piehler (1967) mit den Modifikationen von Löffler und Volckert (1969) sowie von Sanchez (1972), der Öffnungswinkel Beta nach Richter (1977), der Acetabularindex nach Rhodes und Jenny (1960), die Shenton's Linie und der Trochanter major Abstand (Singleton, 1960). Mit diesen Messungen war man bestrebt, durch einen Parameter, beschrieben durch eine Zahl, die HD zu erfassen. Diese Parameter sind in vielen Arbeiten an unterschiedlichen Rassen erhoben und vergleichend diskutiert worden. Im Vordergrund stand ihre Aussagekraft für die gesundheitliche Prognose.

Als Gesundheitsgutachten für den einzelnen Hund, mit der dazugehörigen Prognose für die HD-Freiheit in der Zukunft, waren diese Messungen nicht ausreichend. Es entwickelten sich Methoden, welche sekundäre Veränderungen, z.B. Arthrosen oder die Morgan-Linie, als Indikator für klinische Symptome und schmerzhaftes Eskalationen einbezogen. Auch die sehr früh erkannte für HD als ursächlich angesehene "lockere Hüfte" wurde neben der Messung der Acetabulumtiefe durch Berücksichtigung des Gelenkschlusses einbezogen.

Um eine Standardisierung der Gutachten zu erreichen, entwickelten sich verschiedene festgeschriebene Auswertungsmethoden. Einige zeichnen sich durch eine Klassifizierung auf

einer relativ groben Skala aus, andere versuchen der zugrundeliegenden kontinuierlichen Variation durch eine Punkteskala gerecht zu werden.

In Großbritannien wurde schon 1978 nach den Vorschlägen von Lawson (1963) der Hipscore eingeführt. Neun Kriterien werden an jedem Hüftgelenk bestimmt und außer bei einer Ausnahme (hier 0-5 Punkte) zwischen 0 und 6 Punkten bewertet. Jede Hüfte ist dadurch mit einer Punktzahl von 0 bis 106 charakterisiert. Seit 1984 wird für jeden Hund nur noch die erreichte Punktzahl der Hüfte angegeben, eine Einteilung in einzelne Klassen, wie vorher üblich, fiel weg. Die HD-Bekämpfung wird in Großbritannien von Willis tierzüchterisch betreut.

In einigen europäischen Ländern entschlossen sich unter der Federführung der FCI die nationalen Auswertungsstellen zu einer einheitlichen Beurteilungsmethode. Seit 1978 ist über die HD-Kommission der FCI eine Beschreibung für eine Einteilung in fünf Grade festgelegt. Für die deutschen HD-Auswerter liegt seit 1990 ein Formblatt von Hartung, Loeffler, Tellhelm und Witteborg für die Beurteilung der HD vor. Der Zusammenschluß der deutschen HD-Beurteiler in der Gesellschaft für Röntgendiagnostik genetisch beeinflusster Skeletterkrankungen bei Kleintieren e.V. (Hohenheimer-Kreis) beschäftigt sich intensiv mit den Problemen der Beurteilung von HD-Röntgenbildern und bemüht sich um die Vergleichbarkeit zwischen Gutachtern.

Reibel (1992) verglich anhand 50 selbstausgewerteter Bobtailröntgenbilder den Hipscore mit dem FCI-Schema, um eine mögliche Übertragbarkeit innerhalb beider Systeme darzustellen. Eine direkte Übertragbarkeit durch Zuordnung von Punktzahlen des Hipscores zu den FCI-Graden schien ihm nicht möglich, wenngleich die statistischen Verfahren einer multiplen, eventuell nichtlinearen Regressionsanalyse nicht voll ausgeschöpft wurden.

Im Jahre 1993 publizierte Flückiger eine HD-Beurteilungsmethode, die nach Beratungen der Schweizer HD-Kommission dort praktiziert wird. Er erwähnt in der Einführung die Gründe für die neue Methode insbesondere im Vergleich zur Bewertung nach dem FCI-Schema und Hipscore. Er hält die FCI-Methode für zu ungenau und für zu anfällig für unterschiedliche Bewertungen bei mehreren Gutachtern. Den Hipscore sieht er als zu differenziert an, da seines Erachtens ein Bewerter Probleme hat, die ganze Breite der Notenskala auszufüllen. Außerdem ist er mit der Auswahl der einzelnen Parameter nicht einverstanden. Eine genetisch züchterische Begründung dafür, gerade diese Einzelparameter zu wählen, liefert er nicht. 1996 modifizierte und objektivierte er die Bewertung der radiologischen Kriterien leicht.

Die Beurteilung nach Flückiger beruht auf sechs Parametern pro Hüftgelenk für die jeweils 0 bis 5 Punkte vergeben werden. Die mögliche Variationsbreite je Hüftgelenk von 0 bis 30 Punkten wird durch eine nicht lineare Übertragung in das FCI-System wieder auf fünf Grade reduziert. Boos (1996) stellt eine große Übereinstimmung der HD-Beurteilungen von verschiedenen Beurteilern nach dem System von Flückiger fest und untersucht die Beteiligung der einzelnen Parameter am HD-Gesamtergebnis bei den einzelnen HD-Graden.

Wie in England steht auch bei dem Schweizer Verfahren eine Liste einzelner radiologischer Merkmale zur Verfügung deren Aussage im einzelnen als Zuchtinformation überprüfbar ist. Die der Beurteilung nachgelagerte Klassifizierung in HD-Frei, HD-Verdacht etc. ist eine für ein Gutachten eventuell sinnvolle Entscheidung, stellt aber letztlich ein Skalenvergrößerung mit deutlichem Informationsverlust für die Züchtung dar.

In der USA wird mit einem eigenen Beurteilungssystem der OFA (Orthopedic Foundation for Animals) ausgewertet. Hierbei werden bei der HD-Auswertung sieben Grade unterschieden. Eine Unterteilung der Beurteilung in einzelne Parameter wie bei Hipscore und Flückiger wird nicht vorgenommen.

3. Ziel der Arbeit

Die Bekämpfung der HD über die Röntgenbildauswertung ist eine gut organisierte Maßnahme im nationalen und internationalen Hundewesen. Mangelnde Selektionserfolge gegen die HD bei manchen Rassen haben jedoch dazu geführt, daß die ganzen Zuchtprogramme in Frage gestellt werden. Dabei wird verkannt, daß die HD-Programme schwerpunktmäßig **Diagnoseprogramme** sind, daß zu einem **Zuchtprogramm** aber schließlich mehr als die Merkmalerfassung gehört. Der Komplex der genetischen Charakterisierung der Einzeltiere, die Selektionsstrategie, Paarungsaufgaben, Prüfungsdichte usw. wird oft vernachlässigt.

Der etablierten Individualselektion (Massenselektion) über den Phänotyp steht heute die Zuchtwertschätzung über Lineare Statistische Modelle (z.B. BLUP, Best linear unbiased Prediction) und die Strategische Paarung als effektivste Methode für eine erfolgreiche Selektion gegenüber (Beuing, 1993).

Die Zuchtwertschätzung hat sich in einigen Rassen durchgesetzt und ist im deutschen Hundewesen auf großes Interesse und Akzeptanz gestoßen. Die Effektivität einer Zuchtwertschätzung beruht auf der Zahl der verwendeten Informanten und der Güte der verwendeten Züchtungsinformation. Bei der Zuchtwertschätzung wird der Hund nicht primär durch das Urteil des Auswerter charakterisiert, sondern dem Proband wird über die Eigenbewertung hinaus unter Einbeziehung aller verfügbaren Verwandten ein Zuchtwert zugeordnet, der die genetische Belastung für HD relativ zu seiner Rassepopulation ausdrückt. Die Züchtungsinformation und auch der Zuchtwert stellt keine Leidensprognose für den Einzelhund dar, wie es von einem veterinärmedizinischen Gesundheitsgutachten erwartet wird.

Wichtig ist eine eindeutige und konstante Definition der Züchtungsinformation. Der Erkenntniszuwachs bei der Interpretation radiologischer Befunde hat in den letzten Jahrzehnten zu einer Veränderung der HD-Diagnostik geführt. Auswertende Radiologen haben neue Forschungsergebnisse in ihre Beurteilung mit einfließen lassen und sich so in ihrer HD-Auswertung in den Jahren verändert. Diese Meinungsänderungen sind legitim und wichtig. Einem Hund einen HD-Verdacht zu attestieren ist wenig sinnvoll, wenn es sich um ein gesundes, funktional korrektes Gelenk handelt und der einzige Grund dafür eine FCI-Richtlinie ist, die pauschal für alle Rassen gilt (z.B. Bedingung für HD-Frei: Norberg-Olsson-Winkel >105 Grad). Hier entstehen aber Probleme für eine solide Zuchtwertschätzung, da Nachkommen und Vorfahren in ihrem HD-Ergebnis nicht mehr vergleichbar sind. Die Prämisse, daß eine Züchtungsinformation konstant sein muß, wird hier verletzt.

Das Anliegen der Arbeit war, beispielhaft an einer Population vollständig das gesamte HD-Geschehen unter dem Aspekt der Züchtung und dem Aspekt der Gesundheitsprognose neu aufzurollen. Dabei sollten möglichst alle Verfahren parallel angewandt werden. Die Neuauswertung erfolgte in Abstimmung mit der zentralen Auswertungsstelle der Rasse nach den derzeit angewandten Grundsätzen.

Die Güte einer Züchtungsinformation ist dadurch bestimmt, inwieweit die Variabilität auf genetische Ursachen zurückzuführen ist (Heritabilität) und wie weit diese genetischen Gründe die Zielgröße bestimmen. Der zweite Halbsatz ist dabei besonders wichtig, denn es ist nicht sinnvoll, ein erbliches Detail an der Hüfte zu entdecken, dessen Variation aber nicht für das Ziel, nämlich der Vermeidung klinischer Symptome, verantwortlich ist. Ziel der Arbeit war, alle Detailinformationen und Messungen der HD-Diagnostik an ausgewähltem Familienmaterial bezüglich dieser Gütekriterien zu überprüfen.

Die Darstellung der Heritabilität der Auswertungen nach FCI, der Einzelparameter nach Flückiger, der bekannten Meßmethoden und der Einzelparameter nach Hipscore sollte für die Suche nach einer bestmöglichen Züchtungsinformation die Grundlage bilden.

4. Material und Methode

4.1. Tiermaterial

Als Datenmaterial diente die gesamte Population der Pyrenäenschäferhunde des Club Berger des Pyrénées (CBP) in Deutschland. Aus dieser Population sind zwischen 1981 und 2000 jetzt insgesamt 773 Hunde nach den Richtlinien der FCI beurteilt worden. Abbildung 1 stellt die Welpenentwicklung und die Röntgengichte der Rasse bis 1995 in Deutschland dar. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Geburtsjahrgänge, die geröntgten Tiere und die Ergebnisse der HD-Begutachtung. Da die vorliegende Studie 1996 begonnen wurde, erfolgten die Berechnungen an Daten bis einschließlich Jahrgang 1995. Die späteren HD-Bewertungen sind zur weiteren Information in Tabelle 1 kursiv dargestellt und nicht im Gesamtergebnis enthalten.

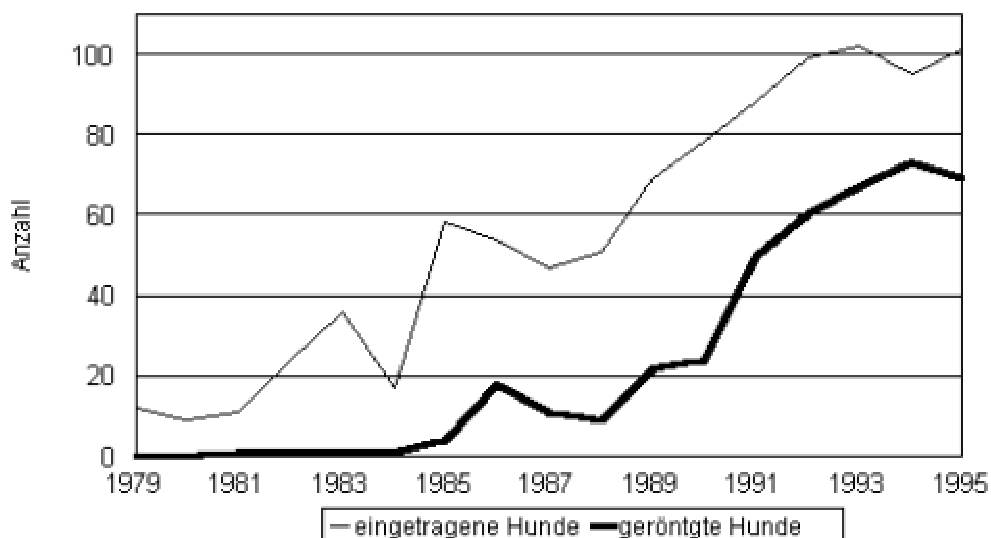


Abbildung 1: Entwicklung der Rasse und des HD-Röntgens in Deutschland bis 1995

Tabelle 1: Entwicklung der Rasse und des HD-Röntgens in Deutschland

Jahrgang	Anzahl Hunde	geröntgt	%	A	B	C	D	E
				HD-Frei	HD-Verdacht	HD-Leicht	HD-Mittel	HD-Schwer
1977	2	0	0.00	0	0	0	0	0
1979	12	0	0.00	0	0	0	0	0
1980	9	0	0.00	0	0	0	0	0
1981	11	1	9.09	0	0	0	1	0
1982	24	1	4.17	0	1	0	0	0
1983	36	1	2.78	0	0	1	0	0
1984	17	1	5.88	0	0	1	0	0
1985	58	4	6.90	2	2	0	0	0
1986	54	18	33.33	6	6	5	0	1
1987	47	11	23.40	2	3	4	2	0
1988	51	9	17.65	2	4	2	1	0
1989	69	22	31.88	1	10	4	4	3
1990	78	24	30.77	5	11	5	1	2
1991	88	50	56.82	13	20	11	4	2
1992	99	60	60.61	26	16	10	7	1
1993	102	67	65.69	28	17	12	8	2
1994	95	73	76.84	26	29	9	5	4
1995	101	70	69.31	29	17	12	12	0
1996	137	99	72.26	62	16	14	5	0
1997	113	82	72.57	46	20	12	4	0
1998	168	128	76.19	57	41	12	16	2
1999	111	52	46.85	32	13	3	2	2
Gesamt	1482	773	52.16	337	228	117	72	19

In Abbildung 2 sind die Häufigkeiten der im Datenmaterial vorhandenen HD-Einstufungen des rassebetreuenden Gutachters illustriert. Sie zeigen, daß es sich um eine heterogene Population mit der Besetzung aller HD-Klassen handelt.

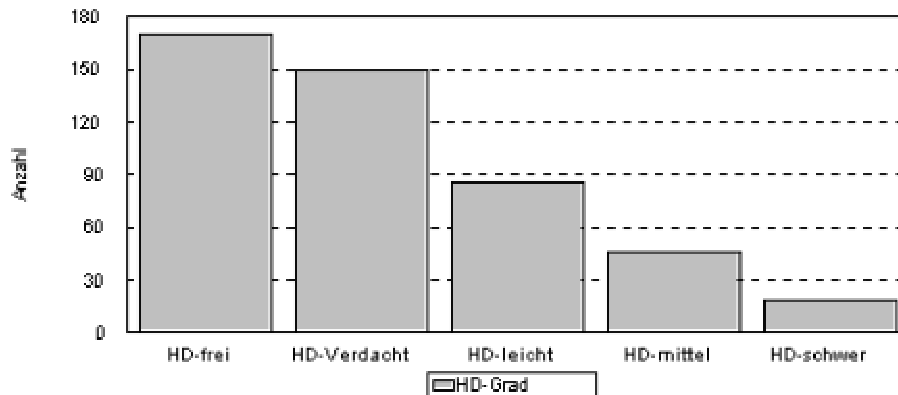


Abbildung 2: Verteilung der HD-Grade in der Population bis 1995

4.2. Parallele Auswertung nach verschiedenen Methoden

Aus dem Archiv des offiziellen HD-Auswerters standen 473 Röntgenbilder zur Verfügung.

Die parallele Auswertung der Röntgenbilder durch verschiedene Methoden ist nur sinnvoll, wenn diese Beurteilungen kritischem Hinterfragen standhalten können. Aus diesem Grund wurden erfahrene, offizielle Auswerter für die jeweiligen Methoden gefunden. Die Filme mit den offiziellen Gutachten wurden vom Gutachter für die Pyrenäenschäferhunde in Deutschland, Prof. Hartung, Radiologe an der Universität Berlin, zur Verfügung gestellt.

Für die parallele Auswertung der Röntgenbilder aus der Gesamtpopulation wurde eine Beschränkung des Materials vorgenommen. 287 Kopien der Filme aus den Jahren 1984 bis 1993 wurden an drei weitere Auswerter geschickt.

Die Auswertung nach den derzeitigen Regeln unter Berücksichtigung des aktuellen HD-Auswertungsbogens wurde vom Radiologen an der Universität Giessen, Dr. Tellhelm, durchgeführt. Die Auswertung nach der Methode der Schweizer HD-Kommissionen wurde von Dr. Flückiger vorgenommen, der das Verfahren entwickelte. Die Auswertungen nach dem englischen Hipscore wurden von Clayton-Jones vorgenommen, der die überwiegende Zahl von Hipscore Bewertungen in Großbritannien durchführt.

Hieraus ergeben sich für etwa 280 Röntgenbilder Ergebnisse von vier anerkannten HD-Auswertern auf der Basis der drei wichtigsten europäischen HD-Auswertungsverfahren.

4.3. Statistische Auswertung

Die deskriptive Statistik und alle weiterführenden Korrelations- und Regressionsanalysen wurden mit SPSS (Statistic Package for Social Science) Version 6.0 für Windows durchgeführt.

Die genetischen Analysen wurden mit VCE (GROENEVELD, 1994) unter dem Betriebssystem UNIX durchgeführt. Die Heritabilitätsschätzungen wurden zusätzlich auch mit dem Programm MTDF-REML (BOLDMAN et al., 1993) berechnet. Zur Erarbeitung einer optimierten Züchtungsinformation wurde weiterhin auf das Programm SIP (Selektionsindexprogramm) zurückgegriffen.

5. Ergebnisse

5.1. Vergleichende Untersuchungen zur HD-Begutachtung

In Tabelle 2 sind die HD-Beurteilungen nebeneinander gestellt. Dabei steht 1 für HD-Frei, 2 steht für HD-Übergangsform bzw. HD-Grenzfall, 3 für leichte HD usw.

Der offizielle Gutachter der Rasse, im folgenden als Gutachter 1 bezeichnet, hat die Röntgenfilme kontinuierlich bis 1993 ausgewertet. Dadurch besteht ein Unterschied zu den beiden anderen Auswertern, die alle Bilder in einem Zeitraum von wenigen Monaten auswerteten und somit keinem Zeittrend und keinen neuen Erkenntnissen bzw. Vereinbarungen bei der Auswertung unterworfen waren. Gutachter 2 wertete nach den gültigen Grundsätzen der FCI aus, wobei das FCI-Auswertungsformular zur Anwendung kam, das durch getrennte Beurteilung von links und rechts erweitert wurde. Gutachter 3 wertete nach der Schweizer HD-Methode aus und übertrug die Ergebnisse nach dem von ihm festgelegten offiziellen Umrechnungsschlüssel in die HD-Grade (FCI-Klassen).

Tabelle 2: Häufigkeit der HD-Einstufungen in FCI-Klassen

	Anzahl	nicht beurteilt	Mittelwert	1 HD-Frei	2 HD-Verdacht	3 HD-Leicht	4 HD-Mittel	5 HD-Schwer
Gutachter 1	287	2	2,253	88	95	58	30	14
Gutachter 2	287	5	2,082	115	83	43	28	13
Gutachter 3	287	3	2,362	49	125	75	27	8

Die Ergebnisse in Tabelle 2 verdeutlichen, daß die Gutachter signifikant verschiedene Zuordnungen praktizieren. Gutachter 3 hat weniger als halb so viele Tiere als frei eingestuft wie Gutachter 2, Gutachter 1 nimmt eine Mittelstellung ein. Dieses spiegelt sich direkt in der Besetzung der höheren HD-Klassen wieder. Die Mittelwerte veranschaulichen das unterschiedliche Bewertungsniveau der Gutachter für die identischen Röntgenfilme.

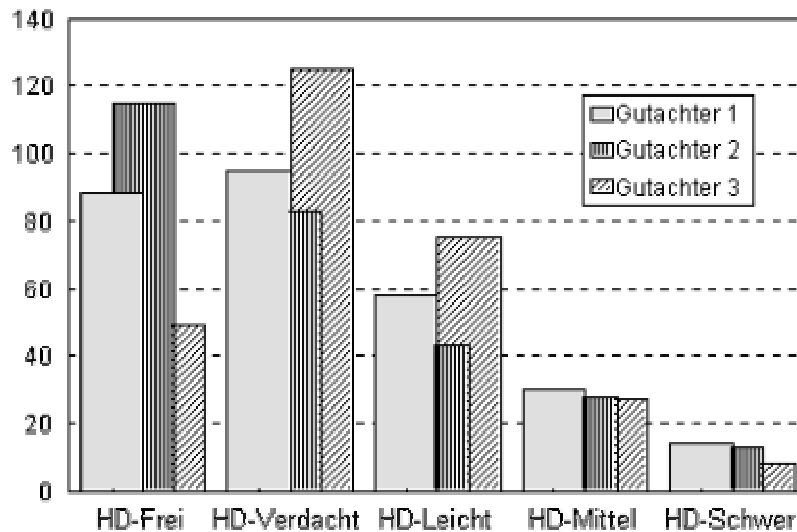


Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung der HD-Klassen unterschiedlicher Gutachter

Die Kreuztabellen mit 280 Fällen, die von allen drei Gutachtern ausgewertet wurden, verdeutlichen Unterscheidungen und Übereinstimmungen in den Beurteilungen. Unterscheidungen von einem HD-Grad sind häufig und durch den Interpretationsfreiraum des FCI-Systems zu erwarten.

Der beobachtete Niveauunterschied in den Auswertungen zwischen Gutachter 1 und 2 läßt sich an der Kreuztabelle (Tabelle 3) genauer nachvollziehen. Die härteren Beurteilungen von Gutachter 1 hin zu HD-Übergang und HD-Leicht machen sich als fehlende Übereinstimmungen bemerkbar. In 60,7 % der Fälle stimmen die Auswertungen genau überein, in 35,7 % weichen sie um einen HD-Grad voneinander ab und in 3,6 % der Fälle um zwei HD-Grade.

Tabelle 3: Kreuztabelle Gutachter 1 zu Gutachter 2

Gutachter 2	1	2	3	4	5
Gutachter 1					
1	74	14			
2	33	48	11		
3	8	18	22	8	
4		2	10	16	2
5				4	10

Gutachter 1 = Zeilen; Gutachter 2 = Spalten; 280 Fälle

Die Unterschiede zwischen Gutachter 2 und 3, dargestellt in Tabelle 4, liegen in der unterschiedlichen Bewertung von HD-Frei bzw. HD-Übergang. Auffällig sind weiterhin die großen Unterschiede bei HD-Leicht und HD-Mittel mit Schwankungen über vier HD-Grade. Von den 74 Filmen, die Gutachter 3 mit leichter HD einstuft, werden vom 2. Gutachter 7 als HD-Frei, 27 als HD-Grenzfall, 29 ebenfalls als HD-Leicht und 11 als mittlgradig bezeichnet. Die beiden Auswertungen stimmen zu 51,1 % genau überein, in 46,1 % weichen sie einen HD-Grad voneinander ab und in 2,9 % der Fälle um zwei HD-Grade.

Tabelle 4: Kreuztabelle Gutachter 2 zu Gutachter 3

Gutachter 3	1	2	3	4	5
Gutachter 2					
1	43	64	7		
2	6	48	27	1	
3		10	29	4	
4			11	16	1
5				6	7

Gutachter 2 = Zeilen; Gutachter 3 = Spalten; 280 Fälle

Die Kreuztabelle zwischen Gutachter 1 und 3 verdeutlicht die unterschiedlichen Beurteilungen bei HD-Mittel und HD-Schwer. Die Auswertungen stimmen in 50 % der Fälle genau überein, bei 45,7 % unterscheiden sich die Beurteilungen um einen HD-Grad, in 4,3 % um zwei HD-Grade.

Tabelle 5: Kreuztabelle Gutachter 1 zu Gutachter 3

Gutachter 1	1	2	3	4	5
Gutachter 3					
1	35	45	7		
2	9	58	26		
3	5	21	28	4	
4			14	14	2
5				8	6

Gutachter 1 = Zeilen; Gutachter 3 = Spalten; 282 Fälle

Die Kreuztabellen verdeutlichen, daß es nicht nur durch verschiedene Einordnungen im Grenzbereich zwischen zwei Klassen, sondern auch durch Differenzen über Klassen hinweg, deutliche Bewerter-Unterschiede gibt. Diese sind nicht durch das Verfahren an sich, sondern durch die systembedingte Subjektivität erklärbar.

Gutachter 4 liefert eine Punktzahl, für die es verschiedene inoffizielle Umrechnungsvorschläge gibt. Die Häufigkeitsverteilung dieser Hipscores ist in Abbildung 4 verdeutlicht. In diesem Bericht wird auf eine Umsetzung in HD-Klassen verzichtet. Die Häufung liegt bei 10 mit hauptsächlichem Schwankungsbereich von 0 bis 20. Die Fälle über 20 werden selten und über 40 sind nur einzelne, z.T. extreme Ausreißer, zu beobachten.

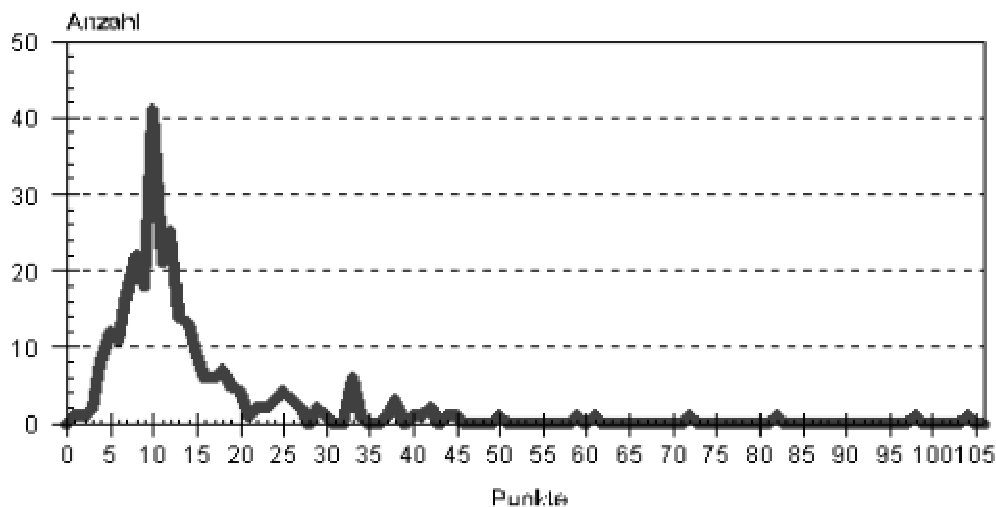


Abbildung 4: Verteilung der Hipscores

Der Vergleich der Hipscores mit der deutschen Einstufung zeigt große Überlappungen. Eine direkte Übertragung des Hipscore in einen HD-Grad erscheint auf den ersten Blick nicht möglich. In Tabelle 6 ist der Variationsbereich und das mittlere Hipscore-Niveau für die HD-Einstufung des zeitgleich beurteilenden Gutachters 2 dargelegt. Die scheinbare Diskrepanz der beiden Verfahren ist jedoch nicht größer, als die mangelnde Übereinstimmung der HD-Klassen zweier Gutachter.

Tabelle 6: Übereinstimmung der Hipscores mit den HD-Einstufungen am Beispiel des Gutachters 2

HD-Grad	Hipscore	
	Spannweite	Mittelwert
Frei	1-14	8,1
Verdacht	3-24	11,6

Leicht	8-37	16,4
Mittel	17-50	29,0
Schwer	33-104	57,5

Die Höhe der Übereinstimmung, unabhängig von Niveauunterschieden, kann durch Korrelationskoeffizienten (r) beschrieben werden. Tabelle 7 gibt die Korrelationen zwischen den Ergebnissen aller Verfahren wieder. Es zeigt sich, daß die Ergebnisse der Begutachtung zwischen Gutachter 1 und Gutachter 2 eine Übereinstimmung von $r = 0,82$ haben. Zu Gutachter 3 ist die Korrelation nur $0,73$. Gutachter 2 und 3 stimmen mit $r = 0,80$ überein. Die Punktebewertung in der Schweiz zeigt zum Hipscore eine Korrelation von $0,90$, wohingegen die in HD-Grade umgerechnete Bewertung nur noch mit $r = 0,76$ übereinstimmt. Ähnlich sind auch die Korrelationen des Hipscores zur HD-Bewertung von Gutachter 1 und 2 zu sehen, die bei $r = 0,79$ und $r = 0,77$ liegen, aber nur deswegen minimal geringer sind als die Korrelation zwischen Gutachter 1 und 2, weil es sich um verschiedene Skalen handelt. Insgesamt sind die Korrelationen hoch, so daß man grundsätzlich von vergleichbaren Verfahren sprechen kann.

Tabelle 7: Korrelationen zwischen Endergebnissen

	Gutachter 1	Gutachter 2	Gutachter 3	Pkt. Gutachter 3	Hipscore
Gutachter 1	1	0,825	0,737	0,778	0,795
Gutachter 2		1	0,800	0,823	0,775
Gutachter 3			1	0,915	0,762
Pkt. Gutachter 3				1	0,902
Hipscore					1

5.2. Detailinformationen

Das *englische Bewertungsverfahren* hat eine Gliederung der HD-relevanten Details in seinem Punkteschema festgelegt. Es sind somit je Gelenk 9 Angaben auswertbar. Sie umfassen die Gelenktiefe (Nobergwinkel), die Subluxation, 3 Kriterien über kraniale und dorsale Azetabulumkonturen und Exostosen (Arthrosen) sowie Arthrose- und Formkriterien für Femurkopf und -hals.

Im *schweizer Bewertungsverfahren* sind die in England gewählten Details auf 6 Kriterien reduziert. Es sind die Gelenktiefe, die dorsale Überdachung bzw. die Subluxation (gemessen an der Position des Femurkopfzentrums relativ zum kraniallateralen Azetabulumrand), die Ausbildung des kraniallateralen Azetabulumrandes, des Subchondralen Knochens am Acetabulum und zwei weitere Kriterien, die die Form bzw. Zu- bzw. Umbildungen an Femurkopf, Kopf-Hals-Übergang und Femurhals bewerten.

Im *deutschen Verfahren* ist nur der subjektive Gesamteindruck dokumentiert, wobei alle im englischen und schweizer System angeführten Details sicher ebenfalls *lege artis*

berücksichtigt werden. Die Quantifizierung und Gewichtung ist jedoch nicht dokumentiert. In der zeitnahen zweiten Auswertung in Deutschland (Gutachter 2) wurden jedoch die in den Formularen als Checkliste aufgeführten Positionen, die Norbergwinkel, Lagerung, Kongruenz, Subluxation usw. betreffen, ausgefüllt und bieten die Möglichkeit einer Analyse des Endergebnisses. Dies sind insgesamt 18 Positionen, bei denen 0 den Normalfall anzeigt und 1 geringe oder 2 starke Veränderungen darstellen. In wenigen Kriterien lag nur eine Differenzierung mit 0 und 1 vor. Es schien sinnvoll eine Summe zu bilden, obwohl keine optimierte Gewichtung vorliegt und natürlich das Formular dazu nicht gedacht war. Je Gelenk sind 31, für das Tier 62 Minuspunkte möglich.

5.3. Aussagekraft der Details

Die Analyse, welche Bedeutung die Details für die HD-Einstufung des Gutachters haben, ist bei Gutachter 3 und 4 trivial, weil durch die Bildung der Punktschme eine gleiche Gewichtung vorgegeben ist. In England ist jedes Detail mit 1/9 bzw. bei beiden Gelenken mit 1/18 an der Unterschiedlichkeit des Endergebnisses beteiligt, und im schweizer System bestimmt jedes Detail mit 1/6 bzw. 1/12 die Variation der Punktschme. Die Regressionen (Multiplikatoren) sind 1,0. Interessant wäre somit nur die deutsche Bewertung, bei der Ermessensfreiräume gegeben sind oder die Aussage für endgültige HD-Klassen in der Schweiz, für die das jeweils schlechtere Gelenk bestimmend ist.

Da alle Kriterien untereinander hoch korreliert sind, ist die Frage interessanter, ob nicht schon wenige Details ausreichen, um HD zu charakterisieren.

Im deutschen Verfahren werden 18 Details dokumentiert, wobei bereits der Norbergwinkel (Detail 18) schon mit $r = 0,81$ zum Endergebnis korreliert ist. Das Wissen über Detail 16 (Gelenkspalt) erweitert die Vorhersagbarkeit des Endergebnisses auf eine multiple Korrelation von $R = 0,87$. Wenige Fälle mit hohen HD-Graden können nur durch das Zusatzwissen erklärt werden, daß ein walzenförmiger Hals vorlag (Detail 11). Die multiple Korrelation zum Endergebnis steigt dadurch auf $R = 0,91$. In der Reihenfolge der Bedeutung kommen danach Kragenbildung am Femurkopf und die Lage des Femurkopfzentrums zum dorsalen Azetabulumrand, jedoch sind diese Angaben schon so stark über die vorgenannten Details indirekt beschrieben, daß kaum noch weiterer Wissenszuwachs entsteht. Alle weiteren Kriterien sind damit redundant und überflüssig.

Die deutschen zeitnahen Urteile von Gutachter 2 lassen sich somit auf Norbergwinkel (Pfannentiefe und Subluxation), Gelenkspalt und Arthrosebildung reduzieren. Alle 18 Kriterien gemeinsam führen zu einer maximalen Vorhersage des Endurteils von $R = 0,93$.

Wird das schweizer Punktesystem in HD-Grade überführt, so ist der Norbergwinkel (Detail 1) mit $r = 0,77$ die informativste Variable. Die Bewertung des kranialen Pfannenrandes (Detail 3) erhöht die Korrelation auf $R = 0,87$. An dritter Stelle steht Detail 4, die Beurteilung der subchondralen Knochenplatte, welche die multiple Korrelation auf $R = 0,89$ erhöht, und letztlich erreichen Detail 5 und 6 zusätzlich die Steigerung der Korrelation auf das Maximum von $R = 0,92$. Bedingt durch die Bildung von HD-Klassen werden keine 100 % erreicht.

Der Hipscore in England hat mit 9 Details das differenzierteste Punktesystem, wobei erstaunlicherweise das Endergebnis beim Berger des Pyrénées schon durch 4 Kriterien determiniert ist. Kriterium 6, arthrotische Umbildungen am Azetabulum, erreicht eine Korrelation zum Endergebnis von $r = 0,93$. Kriterium 2, der die dorsale Überdeckung des Femurkopfes beinhaltet, steigert die multiple Korrelation auf $R = 0,96$ und läßt dem hoch

korrelierten Norbergwinkel darüber hinaus keine Aussagekraft. Die weiteren zwei Kriterien, kraniolateraler Pfannenrand und Form des Kopfes, steigern die multiple Korrelation auf $R = 0,98$. Alle weiteren zusätzlichen Kriterien sind nicht mehr informativ.

Als Fazit läßt sich feststellen, daß sich für die hier dargestellte Rasse wenige Details zur Bestimmung des Gutachterergebnisses heranziehen lassen. Eine Bewertung der Verfahren ist dadurch aber nicht möglich. Es ist lediglich eine Dokumentation dessen, was Gutachter in ihr Urteil einfließen lassen. Wenn ein Gutachter beispielsweise eine sichtbare Morgan-Linie zum Anlaß nimmt, hohe HD-Grade zu bescheinigen, so ist zwar das Auftreten der Morgan-Linie informativ für das HD-Gutachten, sagt aber nichts aus über die klinische Relevanz der Morgan-Linie. Insofern sind die dargestellten statistischen Analysen ausschließlich deskriptiver Natur zur Charakterisierung der Begutachtung.

5.4. Klinische Symptome

Die Antwort auf die Frage, inwieweit die dokumentierten Details später klinische Symptome verursachen oder zumindest Hinweise geben können, ist gegenüber der zuvor beschriebenen Analyse der Begutachtung ein wesentlich bedeutsameres Anliegen. Dazu wurde eine Besitzerbefragung organisiert, in der nach Lahmheit oder Beeinträchtigungen gefragt wurde. Antworten kamen von 147 Besitzern der 287 Hunde mit der detaillierten Röntgenbildbeurteilung. 13 Fälle mit klinischer HD wurden gemeldet.

Die gutachterübergreifende Betrachtung zeigte, daß am informativsten das Subluxationskriterium ist (Kriterium 9 aus dem deutschen Bogen), das den Sitz des Kopfes in der Pfanne beschreibt ($r = 0,73$). Danach folgen Kriterium 4 des Hipscore-Systems, das Arthrose am dorsalen Azetabulumrand beinhaltet ($R = 0,81$) und Kriterium 4 aus dem deutschen Bogen ($R = 0,83$), das Auflagerungen am kraniolateralen Pfannenrand beschreibt. In der Bedeutung folgen weitere Arthrosekriterien, die teilweise gegeneinander austauschbar sind. Sie führen insgesamt zur multiplen Korrelation von ca. $R = 0,88$. Stehen keine Diagnoseparameter zur Verfügung, erreicht allein der Norbergwinkel eine Aussagekraft von $r = -0,49$, wobei das negative Vorzeichen nur anzeigt, daß mit geringerem Winkel die klinischen Probleme ansteigen.

Tabelle 8: Korrelationen zwischen HD-Einstufungen und klinischen Symptomen

HD-Information	Korrelation zur HD
HD-Gutachten, Gutachter 1	0,57
HD-Gutachten, Gutachter 2	0,59
HD-Gutachten, Schweiz	0,55
Formular-Kriterien, Gutachter 2	0,70
Punktesumme, Schweiz	0,58
Hipscore, Großbritannien	0,70

Klasseneinteilung Hipscore	0,54
Norbergwinkel, gemessen	-0.49

Die Korrelationen der HD-Einstufungen zu klinischen Symptomen sind in Tabelle 8 dargestellt. Sie zeigen, daß die im deutschen Formular aufgeführten Details (normal = 0, gering = 1 oder stark = 2) mit $r = 0,70$ als Punktschätzung hoch informativ sind, das Gutachten mit 0,57 und 0,59 dagegen deutlich verliert. Die detaillierten Verfahren sind um so besser, je mehr sie hohe Punktzahlen erlauben. Dabei ist der Hipscore mit viel Arthrosekriterien hoch informativ und als das international beste System anzusehen.

5.5. Genetische Analyse

Die Beschreibung klinischer HD oder radiologisch feststellbarer Abnormität durch die gutachterlichen Methoden beinhaltet sowohl ererbte Risiken wie auch umweltbedingte Schäden. HD ist jedoch neben der kurativ motivierten Diagnostik auch Gegenstand züchterischer Bemühungen, bei denen ausschließlich die genetisch verursachten Gelenkabnormitäten interessieren. Dies ist ein fundamentaler Konflikt zwischen medizinischer Diagnostik und züchterischer Merkmalserschließung.

Daher sollte geklärt werden, wie stark die in die Gutachten eingehenden Einzelkriterien durch die Genetik vorbestimmt sind. Das Ausmaß dieser genetischen Determination wird Erbllichkeit bzw. Heritabilität genannt und wird mit h^2 symbolisiert.

Zunächst wurde festgestellt, daß die in der unselektierten Rasse vorkommende HD-Variation stark von zwei extrem schlecht vererbenden Vatertieren bestimmt wurde. Sie wurden durch die früh praktizierte Zuchtwertschätzung schnell erkannt. Durch die Zuchtvorschriften wurden diese Blutlinien praktisch eliminiert. Die Rasse ist dadurch heute genetisch einheitlicher. Die Heritabilität ist niedriger. Für die genetische Analyse wurden die 11 Tiere, die zu diesen zwei Familien gehörten, aus dem Datenmaterial genommen. Tabelle 9 zeigt den Vergleich der Heritabilitätswerte für die HD-Gutachten vor und nach dieser Datenreduktion.

Tabelle 9: Heritabilitäten für HD am Gesamtmaterial und am um 11 Tiere reduzierten Datenmaterial

Bewertungssystem:	Gesamtmaterial	Reduzierte Daten
Deutschland, Gutachter 1	0,47	0,31
Deutschland, Gutachter 2	0,50	0,30
Schweiz, Gutachten	0,48	0,34
Schweiz, Punkte	0,62	0,44
Hipscore	0,86	0,69

Durch Zuchtmaßnahmen werden die Heritabilitäten geringer. Dieser Prozeß ist in allen Merkmalen unter Selektion zu beobachten und ist besonders wirksam, wenn eine Selektion begonnen wird. Im weiteren sollen Ergebnisse dargestellt werden, die auf der reduzierten Varianz beruhen, da diese mehr aktuelle Gültigkeit haben.

5.5.1. Heritabilität der Detailkriterien für HD-Bewertungen

Die in Tabelle 10 aufgeführten Kriterien aus dem deutschen HD-Formular zeigen Heritabilitäten zwischen 0 und 0,83, die für die Punktsumme zu 0,46 und für das Gutachten zu 0,30 führen. Markante Erblichkeit zeigen die Angaben zum kranialateralen Pfannenrand ($h^2 = 0,83$), zum walzenförmigen Hals ($h^2 = 0,58$), zum Gelenkspalt ($h^2 = 0,48$), zur Überdachung ($h^2 = 0,40$) und zur Norbergwinkel-Klasse ($h^2 = 0,38$). Auch kraniale Pfannenkontur erscheint mit $h^2 = 0,44$ relativ stark erblich. Auflagerungen an kranialateralen Pfannenrand, Kragenbildung und Deformationen am Femurkopf scheinen spezifisch für die ausgeschlossenen Familien zu sein. Genetische Unterschiede waren im Gesamtmaterial der Population deutlich erkennbar, sind aber nach Ausschluß der hochgradig vererbenden Familien nahe Null.

Tabelle 10: Heritabilitäten für Details im deutschen Verfahren

Detail Nr.	Kriterium	h^2
1	Gesamteindruck der Gelenkpfanne, tief/flach	0,37
2	Kraniale Pfannenkontur, strichförmig/subchondrale Sklerose	0,44
3	Kraniallateraler Pfannenrand, rund auslaufend/abgeflacht	0,83
4	Kraniallateraler Pfannenrand, Auflagerungen	0,00
5	Oberschenkelkopf, Gesamteindruck, kugelförmig	--
6	Oberschenkelkopf, zu klein	0,00
7	Oberschenkelkopf, Kragenbildung	0,00
8	Oberschenkelkopf, Deformation	0,07
9	Sitz des Kopfes in der Pfanne, tief/lose	0,19
10	Oberschenkelhals, schlank	--
11	Oberschenkelhals, walzenförmig	0,58
12	Oberschenkelhals, vom Kopf abgesetzt	--
13	Oberschenkelhals, scharf konturiert/unscharf	0,28
14	Oberschenkelhals, Auflagerungen	0,27
15	Morganlinie	0,31
16	Gelenkspalt, konzentrisch/divergierend	0,48

17	Zentr. des Femurkopfes, medial/lateral auf dorsalem Pfannenrand	0,40
18	Norbergwinkel	0,38
	Punktsumme	0,46
	HD-Grad	0,30

Im Schweizer Bewertungssystem (Tabelle 11) zeigen sich die Kriterien 1 (Norbergwinkel) mit $h^2 = 0,34$, Kriterium 2 (Gelenkschluß) mit $h^2 = 0,51$ und Arthrose am kranialateralen Pfannenrand mit $h^2 = 0,48$ sehr stark erblich bedingt. Deutlich geringer ist die Heritabilität der letzten 3 Kriterien, die Veränderung am subchondralen Knochen des kranialen Azetabulums, Veränderungen an Femurkopf und Hals sowie das Auftreten einer Morgan-Linie.

Tabelle 11: Heritabilitäten für Details im schweizer Verfahren

Detail Nr.	Kriterium	h^2
1	Norbergwinkel	0,34
2	Beziehung Azetabulum-Femurkopf	0,51
3	Kraniallateraler Azetabulumrand	0,48
4	Subchondraler Knochen des Kranialen Azetabulumrandes	0,16
5	Femurkopf, Femurhals	0,19
6	Morganlinie	0,19
	Punktsumme	0,44
	HD-Grad	0,34

Im Hipscore sind sehr hohe erbliche Dispositionen verankert. Herausragend ist das Kriterium 9, Form des Femurkopfes mit $h^2 = 0,94$. Hohe familiäre Ähnlichkeit, aus der die Heritabilität abgeleitet wird, zeigt sich auch bei Norbergwinkel, Subluxation, kaudalem und kranialem Acetabulumrand mit Erblichkeiten bis 0,60. Exostosen an Femurkopf und -hals zeigen nur eine Heritabilität von 0,10.

Tabelle 12: Heritabilitäten für Details im Hipscore-Verfahren

Detail Nr.	Kriterium	h^2
1	Norbergwinkel	0,49
2	Subluxation	0,58
3	Kranialer Azetabulumrand	0,49

Detail 1	1,0	0,920	0,881	0,717	0,718	0,722	0,718	0,768	0,717
Detail 2		1,0	0,957	0,910	0,890	0,883	0,790	0,881	0,792
Detail 3			1,0	0,951	0,961	0,964	0,831	0,901	0,829
Detail 4				1,0	0,993	0,987	1,0	0,990	1,0
Detail 5					1,0	0,999	0,956	0,996	0,956
Detail 6						1,0	0,996	0,973	0,996
Detail 7							1,0	0,971	1,0
Detail 8								1,0	0,972
Detail 9									1,0

Auf der Basis der genetischen Korrelation beruhen nachfolgende Berechnungen der multiplen Korrelation zu dem Genotyp, der die HD-Begutachtung bzw. die klinischen Symptome bestimmt. Das ist gleichbedeutend mit der Nutzung der Details zur Vorhersage der Vererbung von HD.

5.5.2. Genetische Bestimmtheit

Wird züchterisch die Verbesserung des Genotyps angestrebt, der für das Ergebnis eines HD-Gutachtens verantwortlich ist, so ist eine Umgewichtung der Kriterien zugunsten hochheritabler und informativer Merkmale notwendig. Tabelle 15 und 16 geben Auskunft, wieviel aussagekräftiger das daraus resultierende Endergebnis für die Vererbung in dieser Rasse wäre. Nur das schweizer und das englische Verfahren bieten sich dazu an.

Tabelle 15: Erfolgsrate bei optimierter Gewichtung von Detailinformationen (Schweiz)

Zielgröße	Erfolgsrate bei direkter Selektion	Erfolgsrate bei optimierter Gewichtung	In %
HD wie sie Gutachter 1 sieht	0,56	0,72	129%
HD wie sie Gutachter 2 sieht	0,55	0,77	140%

HD wie sie Gutachter 3 sieht	0,58	0,69	119%
Durchschnitt aller 3 Gutachter	(0,56)	0,74	128%
Hipscore	0,83	0,76	92%

Die Tabelle zeigt, daß die Punkte des Schweizer Systems, wenn sie auf die genetische Vorhersage ausgerichtet werden, eine Überlegenheit von ca. 30 % gegenüber der Zucht nach HD-Klassen bewirken. Die Klassifizierungen reichen nicht ganz aus (92%), um die Güte der Hipscore-Selektion zu erreichen.

Tabelle 16: Erfolgsrate bei optimierter Gewichtung von Detailinformationen (England)

Zielgröße	Erfolgsrate bei direkter Selektion	Erfolgsrate bei optimierter Gewichtung	In %
HD wie sie Gutachter 1 sieht	0,56	0,99	177%
HD wie sie Gutachter 2 sieht	0,55	0,99	180%
HD wie sie Gutachter 3 sieht	0,58	0,96	166%
Durchschnitt aller 3 Gutachter	(0,56)	0,82	146%
Hipscore	0,83	0,99	120%

Die Tabelle zeigt, daß durch die im Hipscore erfaßten Details, wenn sie im Nachhinein optimiert gewichtet werden, den Genotyp für die HD-Einschätzung der Gutachter 1 und 2 nahezu 100%ig genau möglich ist. Die feine Skalierung des Hipscores erlaubt dadurch eine Gütesteigerung der Zucht von 77 % bzw. 80 %. Auch eine Selektion nach dem Endgutachten des Schweizer Verfahrens wird um 66 % übertroffen. Dies ist 38 % mehr Informationszuwachs als durch die Umgewichtung der schweizer Details erreichbar ist.

5.6. Meßwerte als objektive Kriterien

Ein weiteres Ziel der Studie war es, Messungen am Gelenk auf ihre züchterische Aussagekraft zu prüfen. Markantes Beispiel ist die präzise Messung des Norbergwinkels. Die Heritabilität bei exakter Messung ist 0,74 bei dem Gesamtmaterial und 0,65 im von dem Extremvererbern befreiten reduzierten Datenmaterial. Durch die hohe genetische Korrelation zu den Gutachten ergibt sich allein durch Verwendung des Norbergwinkels beider Seiten ein Selektionsvorteil von 23 % bei Gutachter 1, 33 % bei Gutachter 2, 17 % beim schweizer Gutachten, aber ein Informationsverlust gegenüber Hipscore von -8 %.

Weitere Messstrecken wie Femurkopfdurchmesser, Abstand der Femurkopfmittelpunkte, Beckenbreite am kranialateralen Pfannenrand sowie weitere Projektionsmaße wurden erfaßt, um die genetisch bedingte Hüftqualität (HQ) zu charakterisieren. Die Optimierung erfolgt derzeit über den Vergleich der Aussagekraft in verschiedenen Rassen. Da die optimierte

Schätzfunktion alle Informationen enthält, die auch den Norbergwinkel bestimmen, sind die Aussagen zur HD-Vererbung besser als dieser. In einem nicht ausgeschöpften Merkmalspektrum hatte die Hüftqualitätsfunktion einen Informationsvorteil für die Gutachten von +34 % und +35 %, gegenüber dem schweizer System von +14 % aber gegenüber Hipscore von -11%. Die vielversprechende, vollständig und ausschließlich technisch realisierbare Meßmethode wird weiter optimiert.

6. Zusammenfassung

Die etablierten Bewertungssysteme zeigen, daß identische Filme von den Gutachtern z.T. erheblich verschieden interpretiert werden können. Hat sich ein Zuchtverein für einen Gutachter entschieden, so sind nahezu vergleichbare Zuchtfortschritte erreichbar, denn die Heritabilität der Begutachtungen, d.h. die Ähnlichkeit zur Vererbung, ist nahezu gleich. Diese Aussage gilt für die hier untersuchte Rasse Berger des Pyrénées und die in diese Untersuchung involvierten erfahrenen und kompetenten Gutachter, wenn sie Gutachten in Form weniger grober HD-Klassen abgeben.

An der Untersuchung wird die allbekannte Tatsache deutlich, daß jede Vergrößerung der Skala die Präzision der Aussage reduziert. So würde der Hipscore bei einer Übersetzung in HD-Klassen in seiner Erbllichkeit, d.h. in seiner Aussagekraft für die Zucht, von 0,86 auf 0,36 verlieren. Die schweizer Punktbewertung sinkt tatsächlich von 0,62 auf 0,48, und nicht zuletzt verliert das deutsche Verfahren von 0,78 auf 0,50, wenn man die Summe der einzelnen Punkte aus der Kriterienliste des Formulars gegenüber dem Gutachten zugrundelegt.

Das schweizer Verfahren ist nur dann vorzuziehen, wenn die Punktierung nicht aufgegeben wird. Der Hipscore zeigt mit seiner differenziertesten Form die beste Möglichkeit, die Vererbung in dieser Rasse, aber auch klinische Symptome die in einer Besitzerbefragung ermittelt wurden, zu charakterisieren.

Die in die Bewertung einflussenden Details sind teilweise stärker und teilweise weniger stark durch die Genetik bestimmt, so daß die züchterische Interpretation der Filme unter Berücksichtigung der Erbllichkeit erfolgen sollte. Damit werden andere Schwerpunkte gesetzt, die damit die Vererbung bzw. die genetische Disposition besser charakterisieren als die Gutachten. Diese Umgewichtung erlaubt eine sehr hohe Verbesserung der Aussagekraft für die Vererbung. Es muß somit darüber nachgedacht werden, ob die Detailkriterien grundsätzlich in zwei verschiedene Schätzfunktionen eingesetzt werden müssen, wobei eine das gesundheitliche Risiko für das Tier selbst, die andere die Vererbungserwartung vorhersagen soll.

Messungen zur ausschließlichen Verwendung als Zuchtinformation sind ebenfalls äußerst hilfreich, die HD-Bekämpfung im Rahmen wirkungsvoller Zuchtprogramme zu unterstützen.

7. Wissenschaftliche Dokumentation / Danksagung

Die hier vorgestellten Ergebnisse sind Teil einer umfassenden wissenschaftlichen Analyse. Sie wurde maßgeblich von Tierarzt Matthias Gutmann im Rahmen des von der GKF finanzierten Stipendiums erarbeitet. Die Gesamtheit der Ergebnisse ist in seiner Dissertation mit gleichlautendem Titel zusammengestellt, die in Kürze im Fachbereich Veterinärmedizin

der Universität Giessen eingereicht wird. Alle Beteiligten danken der Gesellschaft für Kynologische Forschung für die hilfreiche Unterstützung.

Copyright, Beuing-Giessen

Gießen, 24.11.2000

Dr. Reiner Beuing

Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
Akademischer Direktor