



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

**Zuchtzielbestimmung,  
populationsgenetische Analysen  
und Optimierung der  
Zuchtprogramme für die  
Pferderassen Süddeutsches Kaltblut  
und Haflinger**



9

2006

**Schriftenreihe**

ISSN 1611-4159

**Impressum:**

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan  
Internet: <http://www.LfL.bayern.de>

Redaktion: Institut für Tierzucht  
Prof. Dürrwaechter-Platz 1, 85586 Poing-Grub  
E-Mail: [Tierzucht@LfL.bayern.de](mailto:Tierzucht@LfL.bayern.de)  
Tel.: 089/99141-101

1. Auflage März / 2006

Druck: lerchl-druck, 85354 Freising

Schutzgebühr: 15,-- €

© LfL

Zuchtzielbestimmung, populationsgenetische Analysen und  
Optimierung der Zuchtprogramme für die Pferderassen  
Süddeutsches Kaltblut und Haflinger

Christian Karl Ludwig Edel

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für  
Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur  
Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktors der Agrarwissenschaften (Dr. agr.)**

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.med.vet. Dr.med.vet.habil. Johann Bauer

Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr.sc.agr. Dr.agr.habil. Leo Dempfle

2. Univ.-Prof. Dr.agr. Georg Alois Thaller

(Christian-Albrechts-Universität, Kiel)

Die Dissertation wurde am 22.12.2005 bei der Technischen Universität München  
eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für  
Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 23.02.2006 angenommen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1 Literaturübersicht</b>	<b>3</b>
1.1 Das Problem der Bewertung . . . . .	3
1.1.1 Ansätze der Wohlfahrtsökonomik . . . . .	4
1.1.2 Der kontingente Bewertungsansatz . . . . .	6
1.2 Süddeutsches Kaltblut und Haflinger . . . . .	8
1.2.1 Rassenbeschreibung . . . . .	8
1.2.2 Situation in Bayern . . . . .	9
1.2.3 Übersicht über Literaturwerte zu Populationsparametern . . . . .	11
1.2.4 Weitere Aspekte . . . . .	14
<b>2 Die Herleitung des Zuchtziels</b>	<b>17</b>
2.1 Methode . . . . .	17
2.1.1 Vorüberlegungen . . . . .	17
2.1.2 Überlegungen zum Aufbau des Befragungsinstrumentes . . . . .	18
2.1.3 Das Befragungsinstrument . . . . .	20
2.1.4 Die Stichprobe . . . . .	21
2.1.5 Durchführung . . . . .	22
2.2 Ergebnisse . . . . .	22
2.2.1 Ergebnisse des einleitenden Fragenteils . . . . .	23
2.2.2 Grundbeträge . . . . .	24
2.2.3 Allokation Exterieur-Interieur . . . . .	26
2.2.4 Detailallokation Exterieur . . . . .	26
2.2.5 Detailallokation Interieur . . . . .	27
2.2.6 Zusammenfassung aller Aufteilungen . . . . .	28
2.2.7 Ergebnisse des allgemeinen Fragenteils, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	29
2.2.8 Ergebnisse des allgemeinen Fragenteils, Haflinger . . . . .	31
2.2.9 Ergebnisse des Zusatzfragenteils . . . . .	32
2.2.10 Tests und Einflussgrößen . . . . .	33
2.2.11 Einflussgrößen auf die Zuteilungen . . . . .	35
2.3 Besprechung der Ergebnisse . . . . .	35
2.3.1 Validität . . . . .	35
2.3.2 Eignung des Befragungsinstrumentes . . . . .	36
2.3.3 Ergebnisse der Zuteilungsaufgaben . . . . .	37
2.3.4 Zusätzliche Ergebnisse . . . . .	38
2.3.5 Schlussfolgerungen . . . . .	39

<b>3</b>	<b>Populations- und Zuchtstruktur</b>	<b>41</b>
3.1	Material . . . . .	41
3.1.1	Pedigreedaten . . . . .	41
3.1.2	Leistungsinformationen . . . . .	42
3.2	Methode . . . . .	42
3.2.1	Generationsintervall . . . . .	42
3.2.2	Theoretische Genanteile . . . . .	43
3.2.3	Effektive Populationsgröße . . . . .	43
3.2.4	Korrektur bei unbekannter Abstammung . . . . .	48
3.3	Ergebnisse Süddeutsches Kaltblut . . . . .	50
3.3.1	Populationsentwicklung . . . . .	50
3.3.2	Anzahl Nachkommen im Geburtsregister . . . . .	50
3.3.3	Selektion . . . . .	51
3.3.4	Durchschnittliches Generationsintervall . . . . .	53
3.3.5	Theoretische Genanteile . . . . .	54
3.3.6	Effektive Populationsgröße . . . . .	54
3.4	Ergebnisse Haflinger . . . . .	58
3.4.1	Populationsentwicklung . . . . .	58
3.4.2	Anzahl Nachkommen im Geburtsregister . . . . .	58
3.4.3	Selektion . . . . .	59
3.4.4	Das durchschnittliche Generationsintervall . . . . .	62
3.4.5	Araber und Haflinger: Theoretische Genanteile . . . . .	62
3.4.6	Effektive Populationsgröße . . . . .	64
3.5	Zusammenfassung . . . . .	67
<b>4</b>	<b>Datenanalysen zu den Merkmalen</b>	<b>69</b>
4.1	Material . . . . .	69
4.1.1	Süddeutsches Kaltblut . . . . .	69
4.1.2	Haflinger . . . . .	71
4.2	Methode . . . . .	75
4.2.1	Das Informationskriterium von Akaike (AIC), [1974] . . . . .	75
4.2.2	Modellierungen . . . . .	76
4.3	Ergebnisse . . . . .	77
4.3.1	Süddeutsches Kaltblut . . . . .	77
4.3.2	Haflinger . . . . .	82
<b>5</b>	<b>Populationsparameter</b>	<b>89</b>
5.1	Material . . . . .	89
5.2	Methode . . . . .	89
5.2.1	Tiermodell mit genetischen Gruppen . . . . .	89
5.2.2	'Bending' . . . . .	92
5.2.3	Modell . . . . .	93
5.2.4	Durchführung . . . . .	93
5.3	Besprechung der Schätzwerte . . . . .	94
5.3.1	Süddeutsches Kaltblut . . . . .	94
5.3.2	Haflinger . . . . .	95
5.4	Parameter zum operationellen Einsatz . . . . .	99
5.4.1	Methode . . . . .	99

---

5.4.2	Ergebnisse und Diskussion . . . . .	101
5.4.3	Zusammenfassung . . . . .	107
<b>6</b>	<b>Optimierung der Zuchtstrategie</b>	<b>109</b>
6.1	Methode . . . . .	109
6.1.1	Vorgehensweise . . . . .	111
6.2	Designs . . . . .	114
6.2.1	Ausgangsparameter . . . . .	114
6.2.2	Selektionsschemas . . . . .	117
6.3	Ergebnisse . . . . .	120
6.3.1	Süddeutsches Kaltblut . . . . .	121
6.3.2	Ergebnisse Haflinger . . . . .	124
6.4	Zusammenfassung . . . . .	128
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>129</b>
7.1	Die Befragungen . . . . .	129
7.2	Populations-und Zuchtstruktur . . . . .	131
7.3	Datenstruktur . . . . .	132
7.4	Parameterschätzung und operationelle Parameter . . . . .	135
7.5	Optimierung des Zuchtgeschehens . . . . .	137
	<b>Zusammenfassung</b>	<b>143</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>146</b>
<b>A</b>	<b>Befragungsinstrument</b>	<b>153</b>
A.0.1	Text der ersten Kontaktaufnahme per Telefon . . . . .	153
A.0.2	Einleitender Fragenteil . . . . .	154
<b>B</b>	<b>Parameterübersichten</b>	<b>161</b>
<b>C</b>	<b>Berücksichtigung der Verwandtschaft von Selektionskandidaten</b>	<b>173</b>
C.0.3	Einleitung . . . . .	173
C.0.4	Methode . . . . .	173
C.0.5	Beispiele . . . . .	174



# Tabellenverzeichnis

1.1	Zusammenfassende Darstellung von Literaturwerten zu genetischen Parametern ausgewählter Merkmale der Exterieurbewertung . . . . .	13
1.2	Zusammenfassende Darstellung von Literaturwerten zu genetischen Parametern ausgewählter Merkmale der Leistungsprüfung, Merkmalskomplex Reiten . . . . .	15
1.3	Zusammenfassende Darstellung von Literaturwerten zu genetischen Parametern ausgewählter Merkmale der Leistungsprüfung, Merkmalskomplex Fahren und Merkmalskomplex Charakter . . . . .	16
2.1	Übersicht über Werte und Differenzen der Grundbeträge, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	24
2.2	Übersicht über Werte und Differenzen der Grundbeträge, Haflinger . . . . .	25
2.3	Übersicht über die Ergebnisse der Allokation Exterieur:Interieur, Süddeutsches Kaltblut und Haflinger. . . . .	26
2.4	Übersicht über die Ergebnisse der Allokation Exterieur, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	26
2.5	Übersicht über die Ergebnisse der Allokation Exterieur, Haflinger . . . . .	27
2.6	Übersicht über die Ergebnisse der Allokation Leistungsprüfungsmerkmale, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	28
2.7	Übersicht über die Ergebnisse der Allokation Leistungsprüfungsmerkmale, Haflinger . . . . .	28
2.8	Übersicht über die abgeleiteten “ökonomischen Gewichte“, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	29
2.9	Übersicht über die abgeleiteten “ökonomischen Gewichte“, Haflinger . . . . .	30
3.1	Demographische Daten zur Selektion, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	52
3.2	Demographische Daten zur Feldleistungsprüfung beim Süddeutschen Kaltblut . . . . .	52
3.3	Übersicht Generationsintervalle, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	53
3.4	Übersicht zu theoretischen Genanteilen eingekreuzter Fremdrassen, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	54
3.5	Demographische Daten zur Selektion, Haflinger . . . . .	60
3.6	Selektionsstufen beim Haflinger (Hengste) . . . . .	60
3.7	Selektionsstufen beim Haflinger (Stuten) . . . . .	61
3.8	Übersicht Generationsintervalle, Haflinger . . . . .	62
3.9	Übersicht zu theoretischen Arabergenanteilen , Haflinger . . . . .	63
4.1	Deskriptive Statistiken zu den Exterieurmerkmalen, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	70
4.2	Deskriptive Statistiken der Merkmale der Leistungsprüfung, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	71

4.3	Deskriptive Statistiken zu den Exterieurmerkmalen, Haflinger . . . . .	72
4.4	Deskriptive Statistiken der Merkmale der Stationsprüfung, Haflinger . . . . .	74
4.5	Deskriptive Statistiken der Leistungsmerkmale der Feldprüfung . . . . .	75
4.6	Schätzwerte der phänotypischen Varianz und Signifikanzniveaus des Levene's Test, Merkmale der Stutbuchaufnahme/Körung (Exterieurmerkmale) beim Süddeutschen Kaltblut. . . . .	78
4.7	Einflussfaktoren auf die Merkmalsbewertungen, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	79
4.8	Einteilung und Besetzung der Altersklassen, Exterieurmerkmale beim Süddeutschen Kaltblut. . . . .	80
4.9	Einteilung der Altersklassen, Merkmale der Leistungsprüfung beim Süddeutschen Kaltblut . . . . .	80
4.10	Schätzwerte der phänotypischen Varianz und Signifikanzniveaus des Levene's Test, Merkmale der Stutbuchaufnahme/Körung (Exterieurmerkmale) beim Haflinger. . . . .	82
4.11	Schätzwerte der phänotypischen Varianz und Signifikanzniveaus des Levene's Test, Merkmale der Stationsprüfung Haflinger . . . . .	83
4.12	Einflussfaktoren auf die Merkmalsbewertungen, Haflinger . . . . .	84
4.13	Einteilung und Besetzung der Altersklassen, Exterieurmerkmale beim Haflinger. . . . .	85
4.14	Einteilung und Besetzung der Altersklassen, Merkmale der Stationsprüfung beim Haflinger . . . . .	85
5.1	Gewichtungsfaktoren zum operationellen Einsatz, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	104
5.2	Gewichtungsfaktoren zum operationellen Einsatz, Haflinger . . . . .	107
6.1	Ausgangsparameter (fixe Designparameter) für beide Rassen . . . . .	115
6.2	Übersicht über die Ergebnisse der Designanalysen, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	122
6.3	Übersicht über die Ergebnisse der Designanalysen, Haflinger . . . . .	125
7.1	Darstellung der Selektionsstrategien im Optimum für Süddeutsches Kaltblut und Haflinger . . . . .	140
C.1	Verwandtschaft von Selektionskandidaten, Effekte verschiedener Selektionsstrategien . . . . .	176

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Schematische Darstellung der Konsumentenrente . . . . .	5
2.1	Verteilung der WTP-Angaben für die Grundbeträge, Haflinger . . . . .	25
3.1	Eintragungen ins Geburtsregister beim Süddeutschen Kaltblut . . . . .	50
3.2	Graphische Darstellungen zu demographischen Analysen beim Süddeutschen Kaltblut . . . . .	51
3.3	Entwicklung des durchschnittlichen Generationsintervalls, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	53
3.4	Graphische Darstellung der Ergebnisse der Berechnung der jahreseffektiven und generationseffektiven Populationsgröße, Methode I, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	55
3.5	Entwicklung der Zuchtpopulation, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	56
3.6	Varianz der Familiengröße, Gegenüberstellung von Modellannahmen und beobachteten Werten beim Süddeutschen Kaltblut . . . . .	56
3.7	Eintragungen ins Geburtsregister beim Haflinger . . . . .	58
3.8	Graphische Darstellungen zu demographischen Analysen beim Haflinger . . . . .	59
3.9	Graphische Darstellung der Ergebnisse der Berechnung der jahreseffektiven und generationseffektiven Populationsgröße, Methode I, Haflinger . . . . .	64
3.10	Entwicklung der Zuchtpopulation, Haflinger . . . . .	65
3.11	Varianz der Familiengröße und effektive Populationsgröße beim Haflinger . . . . .	65
3.12	Varianz der Familiengröße, Gegenüberstellung von Modellannahmen und beobachteten Werten beim Haflinger . . . . .	66
4.1	Einfluss des Norikergenanteils auf exemplarische Merkmale, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	81
4.2	Verteilung der theoretischen Arabergenanteile für die Tiere im Beobachtungsvektor beim Haflinger. . . . .	86
4.3	Einfluss des Arabergenanteils auf ausgewählte Merkmale beim Haflinger. . . . .	87
5.1	Süddeutsches Kaltblut: Informativer Beitrag der einzelnen Merkmale zum Gesamtzuchtwert (Referenz) . . . . .	102
5.2	Vorgeschlagene Parameterstruktur zum operationellen Einsatz, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	103
5.3	Haflinger: Informativer Beitrag der einzelnen Merkmale zum Gesamtzuchtwert (Referenz) . . . . .	105
5.4	Vorgeschlagene Parameterstruktur zum operationellen Einsatz, Haflinger . . . . .	106

6.1	Schematische Darstellung der wichtigsten Ereignisse in den ersten fünf Lebensjahren eines Selektionskandidaten, beide Rassen . . . . .	112
6.2	Exemplarische Übersicht über die Ergebnisse eines Optimierungslaufs (Design 1, Süddeutsches Kaltblut) . . . . .	120
7.1	Exemplarische Darstellung der Notenverteilungen der Exterieurbewertung beim Süddeutschen Kaltblut . . . . .	134
A.1	Schematische Darstellung des verwendeten Spielbrettes (erste, zweite und dritte Seite) . . . . .	160
A.2	Schematische Darstellung des Dekompositionsaufbaus bei der Befragung der Haflingerzüchter. . . . .	160
B.1	Geschätzte Populationsparameter, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	162
B.2	Standardfehler der geschätzten genetischen Parameter, Süddeutsches Kaltblut . . . . .	163
B.3	Parameter zum operationellen Einsatz für das Süddeutsche Kaltblut. Additiv-genetische Varianz-Kovarianz-Matrix. . . . .	164
B.4	Parameter zum operationellen Einsatz für das Süddeutsche Kaltblut. Varianz-Kovarianz-Matrix der Resteffekte. . . . .	165
B.5	Geschätzte Populationsparameter, Haflinger, Teil 1 . . . . .	166
B.6	Geschätzte Populationsparameter, Haflinger, Teil 2 . . . . .	167
B.7	Standardfehler der geschätzten genetischen Parameter, Haflinger, Teil 1 . . . . .	168
B.8	Standardfehler der geschätzten genetischen Parameter, Haflinger, Teil 2 . . . . .	169
B.9	Parameter zum operationellen Einsatz für den Haflinger. Additiv-genetische Varianz-Kovarianz-Matrix. . . . .	170
B.10	Parameter zum operationellen Einsatz für den Haflinger. Varianz-Kovarianz-Matrix der Resteffekte. . . . .	171
C.1	Schematische Darstellung der Verwandtschaftsbeziehungen von Selektionskandidaten . . . . .	175

## Liste der verwendeten Abkürzungen

### Merkmalsbezeichnungen, in alphabetischer Reihenfolge

ARB_L	Arbeitswilligkeit (Leistungsprüfung)
BAN	Bandmaß, mit einem Bandmaß festgestellte Höhe am Widerrist
BRU	Brustumfang
FAH_L	Fahrtauglichkeit (Leistungsprüfung)
FAHP	Fahreignung, Prüfnote (Stations- und Feldleistungsprüfung)
FAHT	Fahreignung, Trainingsnote (Stationsleistungsprüfung)
FSP	Freispringen (Stutbuchaufnahme/Körung)
GAL	Galopp (Stutbuchaufnahme/Körung)
GALP	Galopp im Reiten, Prüfnote (Stations- und Feldleistungsprüfung)
GALT	Galopp im Reiten, Trainingsnote (Stationsleistungsprüfung)
GAN	Gangkorrektheit (Stutbuchaufnahme/Körung)
GANM (GAN_M)	Gangkorrektheit in der männlichen Ausprägung (Körung)
GAS	Gangschwung (Stutbuchaufnahme/Körung)
GEB	Gebäudequalität (Stutbuchaufnahme/Körung)
GEBM (GEB_M)	Gebäudequalität in der männlichen Ausprägung (Körung)
GELGP	Galopp im Gelände, Prüfnote (Stationsleistungsprüfung)
GELGT	Galopp im Training, Trainingsnote (Stationsleistungsprüfung)
GELSP	Springen im Gelände, Prüfnote (Stationsleistungsprüfung)
GELST	Springen im Gelände, Trainingsnote (Stationsleistungsprüfung)
GELV	Verhalten im Gelände (Stationsleistungsprüfung)
GES	Gesamteindruck (Stutbuchaufnahme/Körung)
GLEIS	Gleichmäßigkeit im Schritt im Zug (Feldleistungsprüfung)
HUF	Gliedmaßen/Hufe (Stutbuchaufnahme/Körung)
HUFM (HUF_M)	Gliedmaßen/Hufe in der männlichen Ausprägung (Körung)
KON_L	Konzentrationsfähigkeit (Leistungsprüfung)
LEIF	Leistungsfähigkeit im Fahren (Stationsleistungsprüfung)
LEIR	Leistungsfähigkeit im Reiten (Stationsleistungsprüfung)
LELF	Lern- und Leistungsbereitschaft im Fahren (Stationsleistungsprüfung)
LELFM	Lern- und Leistungsbereitschaft im Fahren, männliche Ausprägung
LELR	Lern- und Leistungsbereitschaft im Reiten (Stationsleistungsprüfung)
LELRM	Lern- und Leistungsbereitschaft im Reiten, männliche Ausprägung
NER_L	Nervenstärke (Leistungsprüfung)
NOT	Gesamtnote (Stutbuchaufnahme/Körung)
RITF	Rittigkeit, Fremdreiter (Feldleistungsprüfung)
RITP	Rittigkeit, Prüfnote (Stations- und Feldleistungsprüfung)
RITT	Rittigkeit, Trainingsnote (Stationsleistungsprüfung)
ROE	Röhrbeinumfang
RUZU	Ruhe im Anzug (Feldleistungsprüfung)
SPAP	Sprunganlage, Prüfnote (Stations- und Feldleistungsprüfung)
SPAT	Sprunganlage, Trainingsnote (Stationsleistungsprüfung)
SRI	Schritt (Stutbuchaufnahme/Körung)
SRI_L	Schritt (Leistungsprüfung)
SRIFP	Schritt im Fahren, Prüfnote (Stationsleistungsprüfung)
SRIFT	Schritt im Fahren, Trainingsnote (Stationsleistungsprüfung)
SRIM (SRI_M)	Schritt in der männlichen Ausprägung (Körung)

SRIP	Schritt im Reiten, Prüfnote (Stations- und Feldleistungsprüfung)
SRIT	Schritt im Reiten, Trainingsnote (Stationsleistungsprüfung)
STO	Stockmaß, mit dem Zollstock festgestellte Höhe am Widerrist
TRA	Trab (Stutbuchaufnahme/Körung)
TRA_L	Trab (Leistungsprüfung)
TRAFP	Trab im Fahren, Prüfnote (Stationsleistungsprüfung)
TRAFM	Trab im Fahren, Trainingsnote (Stationsleistungsprüfung)
TRAM (TRA_M)	Trab in der männlichen Ausprägung (Körung)
TRAP	Trab im Reiten, Prüfnote (Stations- und Feldleistungsprüfung)
TRAT	Trab im Reiten, Trainingsnote (Stationsleistungsprüfung)
TYP	Rasse- und Geschlechtstyp (Stutbuchaufnahme/Körung)
TYPM (TYP_M)	Typ in der männlichen Ausprägung (Körung)
UMG_L	Umgänglichkeit (Leistungsprüfung)
UMGF	Umgänglichkeit im Fahren (Stationsleistungsprüfung)
UMGFM	Umgänglichkeit im Fahren, männliche Ausprägung
UMGR	Umgänglichkeit im Reiten (Stationsleistungsprüfung)
UMGRM	Umgänglichkeit im Reiten, männliche Ausprägung
ZUG_L	Zugmanier (Leistungsprüfung)
ZUGFM	zusammengesetztes Merkmal: Zugwilligkeit (Prüfung, Hengste) und Ruhe im Zug (Stuten)
ZUGP	Zugwilligkeit, Prüfnote (Stationsleistungsprüfung)
ZUGT	Zugwilligkeit, Trainingsnote (Stationsleistungsprüfung)

### Sonstige Abkürzungen in alphabetischer Reihenfolge

AIC	Akaikes Informationskriterium
CERCLA	Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act
CV	contingent valuation, kontingenter Bewertungsansatz
CVM	contingent valuation method, Methode des kontingenten Bewertungsansatzes
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
ff	female-female, Mutter-Tochter Pfad
FN	Deutsche Reiterliche Vereinigung
fm	female-male, Mutter-Sohn Pfad
GIFT	Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle
ILRI	International Livestock Research Institute
LfL	Landesanstalt für Landwirtschaft, Bayern
mm	male-male, Vater-Sohn Pfad
mf	male-female, Vater-Tochter Pfad
NBDFAO	Nationaler Bericht Deutschlands zum Zustand tiergenetischer Ressourcen
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NRM	Numerator Relationship Matrix, Verwandtschaftsmatrix
REML	Restricted (oder Residual) Maximum-Likelihood
TZG	Tierzuchtgesetz
UPM	Uncertain Parentage Matrix
WTP	willingness to pay, Zahlungsbereitschaft
WTO	World Trade Organisation, Welthandelsorganisation
ZG	Zuchtgebiet

# Einleitung

Süddeutsches Kaltblut und Haflinger sind traditionell im Alpenraum gezüchtete Pferderassen, die bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts hinein ausschließlich als Arbeitspferde in Landwirtschaft, Gewerbe und Militär genutzt wurden. Der durch den technischen Fortschritt ausgelöste Strukturwandel in diesen Bereichen hatte drastische Bestandsrückgänge und eine Neuausrichtung der Zucht zur Folge. Tatsächlich konnten sich die Bestandszahlen in den letzten Jahrzehnten auf einem niedrigen, aber respektablem Niveau stabilisieren. Beide Rassen werden heute in Bayern mit staatlicher Förderung züchterisch bearbeitet. Die Förderung der züchterischen Verbesserung einer Rasse mit dem Ziel sie konkurrenzfähig und damit attraktiv zu erhalten, stellt dabei eine grundsätzliche Möglichkeit dar, ihren langfristigen Erhalt zu sichern.

Ziel der nachfolgend dargestellten Untersuchungen war es, Grundlagen und Vorschläge zur Optimierung der Zuchtarbeit beim Süddeutschen Kaltblut und beim Haflinger zu erarbeiten. Auf der Grundlage einer Analyse der gegebenen Situation sollten Möglichkeiten und Ansätze aufgezeigt werden, wie effektiv, d.h. unter optimaler Nutzung gegebener Kapazitäten, ein maximaler Fortschritt im angestrebten Zuchtziel erreicht werden kann. Dieser theoretische Ansatz trifft auf ein Zuchtgeschehen, dass wenig durch die üblichen Methoden und Größen moderner Züchtung bestimmt wird. Es verwundert deshalb nicht, dass wissenschaftlichen Optimierungsansätzen ein gewisses Ressentiment von Seiten der Züchter und der Zuchtverantwortlichen entgegen gebracht wird.

Als Resultat intensiver Bemühungen haben sich die für die Zucht verantwortlichen Rassebeiräte grundsätzlich mit einer Modernisierung des Zuchtgeschehens im Hinblick auf die Ausarbeitung und Implementierung einer Zuchtwertschätzung bereit erklärt: "Die Anwesenden sind einstimmig der Meinung, dass die Zuchtwertschätzung als Chance für den Zuchtverband zu betrachten ist und sind bereit, diese in naher Zukunft gemeinsam mit Hr. Edel zu realisieren." (aus dem Protokoll der Rassebeiratssitzung 'Süddeutsches Kaltblut' vom 26.11.2002).

Eine Optimierung des Zuchtgeschehens kann sich nicht allein auf die Ausarbeitung einer Zuchtwertschätzung beschränken. Es muss ein Weg gefunden werden, in Zusammenarbeit mit den Züchtern das Zuchtziel so zu konkretisieren, dass darin nicht nur die tatsächlichen Präferenzen unverzerrt zum Ausdruck kommen, sondern auch die methodischen Anforderungen zur Formulierung eines Gesamtzuchtwertes erfüllt sind. Erst in darauf aufbauenden Schritten kann geprüft werden, ob und wie eine Umsetzung dieses Zuchtziels im Rahmen einer Zuchtwertschätzung gelingen kann. In einem letzten Schritt sind dann verschiedene Selektionsstrategien im Hinblick auf ihre Effizienz zu prüfen. Mit der Vorlage dieser Arbeit ist die Hoffnung verbunden, dass sie in nachvollziehbarer Weise Problempunkte aufzeigen und Anstöße für eine Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis geben mag.



# Kapitel 1

## Literaturübersicht

### 1.1 Das Problem der Bewertung

In der Zucht des Süddeutschen Kaltbluts und des Haflingers in Bayern wurden Gewichtungsfaktoren in der Vergangenheit lediglich für die Zusammenfassung der Einzelbewertungen aus Stutbuchaufnahmen/Körungen und Leistungsprüfungen benötigt. An diesem "Index" unter zusätzlicher Berücksichtigung unterer Notengrenzen in den Einzelmerkmalen wurden die Tiere selektiert. Der Ursprung der dabei verwendeten Gewichtungen ist heute nicht mehr im Einzelnen nachvollziehbar. Mit der Ausarbeitung einer Zuchtwertschätzung für Merkmale der Leistungsprüfungen durch die Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) im Jahr 2002 stellte sich die Frage nach Gewichtungsfaktoren zur Berechnung eines Gesamtzuchtwerts aus den geschätzten Einzelzuchtwerten. In dem dabei realisierten Ansatz wurden die angesprochenen "phänotypischen" Gewichtungen leicht verändert zur Aggregation der Zuchtwerte verwendet [Sprengel u. a., 2003a,b]. Es wird hier die Auffassung vertreten, dass eine einfache Übertragung vormals phänotypischer Gewichte auf Zuchtwerte in den meisten Fällen zu einer nur schwer zu rechtfertigenden Neuausrichtung der bisherigen Zucht führen muss.

Das Problem der Definition von "ökonomischen" Gewichtungsfaktoren für die Pferdezucht ist nicht neu und wurde wiederholt bearbeitet. Neben der bereits beschriebenen Vorgehensweise hatten alternative Ansätze meist zum Ziel, Gewichtungen einzuführen, die den zu erwartenden Zuchtfortschritt (natural) bei Selektion maximieren [Arnason, 1983; Bruns u. a., 1985; Christmann, 1996]. Auch wenn diese Vorgehensweise attraktiv erscheinen mag, bleibt sie in Hinblick auf tatsächlich bestehende Bedürfnisse und Präferenzen der Züchter und Nutzer indifferent.

In den meisten anderen Bereichen der Tierproduktion lässt sich der Wert genetischen Fortschritts relativ klar bestimmen. Für die erzeugten Güter existieren reguläre Märkte, in denen Qualitätsanforderungen und Bezahlungssysteme kurz- bis mittelfristig festgelegt sind. Aufgabe der Zucht ist es hier, den Erlös der Produzenten bei gegebenen Produktionsaufwendungen zu erhöhen bzw. bei gegebenem Erlös die Aufwendungen zu reduzieren. Der Wert eines Tieres lässt sich dabei recht eindeutig an der Summe der von ihm erbrachten Leistungen in Form handelbarer Güter, gewichtet mit den Marktpreisen unter Berücksichtigung der Aufwendungen feststellen. Wird dieser Ansatz um die Populationsparameter erweitert, kann der Wert eines vom genetischen Niveau durchschnittlichen Tieres einer Zuchtpopulation bestimmt werden. Die für den Züchtungsprozess notwendigen ökonomischen Gewichte sind dann die Geldwerte marginaler Änderungen im genetischen Niveau

der Merkmale dieses Tieres (vgl. Weller [1994]).

Diese Darstellung kann verwendet werden, um die im vorliegenden Fall grundsätzlich andere Situation zu illustrieren.

- Bei einem Pferd lassen sich keine Güter definieren, die isoliert betrachtet in irgendeiner Form handelbar wären (wenn man vom Pferd als Fleisch- oder Milchlieferanten absieht).
- Es kann nur dem lebenden Tier als Gesamtheit ein direkter Wert zugeordnet werden. Dieser Wert bestimmt sich aus den Präferenzen des Züchters oder Konsumenten und drückt häufig die Eignung für eine spezifische Nutzung aus.
- Grundsätzlich sollte es möglich sein, erzielte Marktpreise und eine sehr genaue Beschreibung der verkauften Tiere zur Grundlage einer ökonomischen Bewertung von Änderungen in den wichtigsten Merkmalen zu machen [Bruns u. a., 1978]. Dies setzt allerdings einen Grad an Markttransparenz voraus, der im vorliegenden Fall nicht gegeben war.<sup>1</sup>
- Eine ausschließlich produktionsökonomische Betrachtungsweise ist darüber hinaus nur teilweise in der Lage, den Wert tierzüchterischer Maßnahmen in diesem Bereich vollständig zu erfassen. Bei der Zucht beider Rassen drückt sich in unterschiedlichem Umfang eine Verbundenheit mit regionalen Traditionen, ihrem Erhalten und ihrer Pflege aus. Nicht zuletzt aus diesem Grund kann nicht grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass Züchter vordringlich ökonomische Ziele verfolgen.

Es erschien daher viel versprechend, sich von einer rein produktionsökonomischen Betrachtungsweise zu lösen und die Aufgabenstellung aus dem Blickwinkel der Wohlfahrtsökonomik zu bearbeiten. Das im Rahmen dieser ökonomischen Theorie zentrale Element des Nutzens und des Nutzenzuwachses<sup>2</sup> sollte, korrekt ermittelt, einen brauchbaren Ersatz für die sonst üblichen ökonomischen Gewichte liefern.

### 1.1.1 Ansätze der Wohlfahrtsökonomik

Ziel dieses normativen Zweiges der Ökonomik ist es, Aussagen über den Wert einer Maßnahme in ihren Auswirkungen auf das Wohlbefinden einer Gruppe von Menschen zu machen. Die entwickelte Nutzentheorie basiert auf einer Reihe von Grundannahmen:

- Der Nutzen des Aggregats hängt ausschließlich vom (subjektiven) Nutzen des Individuums ab (Konsumentensouveränität). Der Einzelne bestimmt im Rahmen der ihm zur Verfügung stehenden Mittel frei, d.h. ohne Bevormundung, gemäß seiner Präferenzstruktur [Wronka, 1998]. Im Gegensatz hierzu spricht man von Paternalismus wenn Einzelne darüber befinden, was für andere wünschenswert ist.
- Der agierende Konsument verhält sich in dem Sinne rational, dass er im Rahmen der ihm zur Verfügung stehenden Mittel bestrebt ist, seinen Nutzen zu maximieren.

---

<sup>1</sup>An die Verbände weitergegebenen Informationen über Verkäufe und erzielte Preise sind bruchstückhaft und wenig repräsentativ. Von den Verbänden durchgeführte Verkaufsveranstaltungen beziehen sich in der Regel nur auf Absetzer und gekörte Hengste und werden in Form von Auktionen durchgeführt. Gegen die Berücksichtigung von Auktionspreisen sprechen theoretische Bedenken [Mitchell und Carson, 1993, S. 200]. Es muss davon ausgegangen werden, dass hier teilweise irrationale, durch die spezifische Situation bedingte Aspekte zu einer Preisbildung beitragen. Beides schränkt den Wert dieser Informationsquelle ein.

<sup>2</sup>Das hier im Gegensatz zum einfachen Begriff des Preises zu sehen ist.

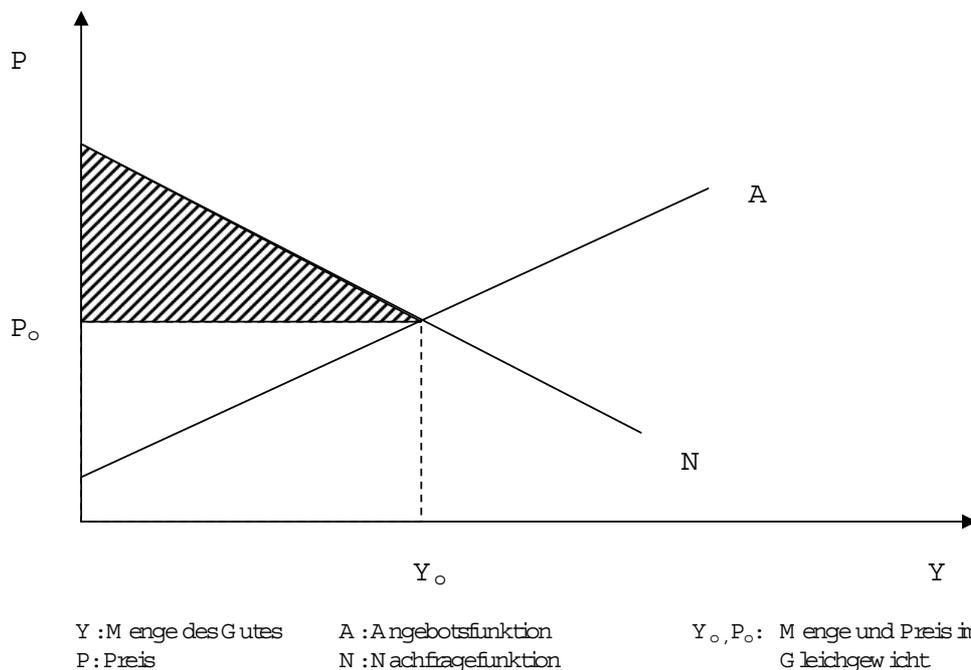
- Der Nutzen ist ein unbeobachtbarer, kontinuierlicher Indikator für eine zugrundeliegende Präferenz. Weder Nutzen noch Nutzenänderungen sind direkt beobachtbar oder meßbar. Zur Beurteilung muss ein 'Proxi' gefunden werden [Mitchell und Carson, 1993; Wronka, 1998].

In diesem Zusammenhang relevante 'Proxis' sind die Konsumentenrente bzw. die Hickschen Variations- bzw. Rentenmaße.

### Konsumentenrente

Vereinfacht kann die Konsumentenrente als die Quantifizierung des Nutzens bezeichnet werden, den eine Gruppe von Konsumenten aus der Teilnahme am Gütertausch zieht [Brandes u. a., 1999]. Sie bezeichnet den potentiellen Mehrnutzen des Einzelnen, der dadurch entsteht, dass er durch Teilnahme am Marktgeschehen in der Lage ist, ein Gut zu einem Preis zu erwerben, der unterhalb der persönlichen Wertschätzung für dieses Gut liegt. Die Nachfragekurve wird dabei als marginale Nutzenfunktion interpretiert. Eine Veränderung der Fläche unterhalb der Nachfragekurve, oberhalb der Ebene des Gleichgewichtspreises (etwa durch Ausweitung des Angebots und Absinken des Gleichgewichtspreises) wird als Veränderung des Nutzens einer Person aufgefasst [Wronka, 1998]. Die Konsumentenrente ist in vielen Fällen eine hinreichend gute Approximation aber kein exaktes Maß einer Nutzenänderung [Brandes u. a., 1999; Mitchell und Carson, 1993; Wronka, 1998].

**Abbildung 1.1:** Schematische Darstellung der Konsumentenrente. Sie entspricht der Fläche unterhalb der Nachfragekurve, die oberhalb der Ebene des Gleichgewichtspreises liegt.



### Hickschen Variations- bzw. Rentenmaße

Die Hickschen Variations- bzw. Rentenmaße sind definiert als Betrag, den der Konsument bezahlen müsste, um die durch die Maßnahme ausgelöste Nutzenänderung auszugleichen

(der Konsument hat nur das Recht auf den ursprünglichen Nutzengrad)<sup>3</sup>. Durch dieses Konzept der Kompensation wird die durch eine Maßnahme ausgelöste Nutzenänderung in eine monetäre Größe transformiert. Die Hicksschen Rentenmaße berücksichtigen zusätzlich, dass der Konsument die nachgefragte Menge nicht uneingeschränkt wählen kann. Sie werden als das theoretisch exakte Maß einer Nutzenänderung angesehen [Brandes u. a., 1999; Mitchell und Carson, 1993; Wronka, 1998]. Es bleibt zu ergänzen, dass der ermittelte Betrag mit Unsicherheit behaftet ist, da zur Bewertung der Maßnahme ein Wert angelegt wird, der sich nur dann realisiert lässt, wenn die Maßnahme auch zur gewünschten Änderung führt. Es wird somit im Wesentlichen ein *Optionswert* gemessen [Brandes u. a., 1999]. Die im nachfolgenden besprochene kontingente Bewertungsmethode (contingent valuation method, CVM) bietet die Möglichkeit, auf direktem Weg<sup>4</sup> die Variations- bzw. Rentenmaße zu ermitteln. Sie stellt für die hier vorliegende Problemstellung einen anspruchsvollen aber durchführbaren Lösungsansatz dar.

### 1.1.2 Der kontingente Bewertungsansatz

Ziel eines kontingenten Bewertungsansatzes (contingent valuation, CV) ist es, mit Hilfe von direkten Befragungstechniken die Zahlungsbereitschaft (willingness to pay, WTP) und somit die Präferenz für eine Nutzenänderung einer definierten Gruppe von Menschen zu ermitteln. Eine CV-Studie bedient sich dazu eines umfangreichen und detaillierten Befragungsszenarios zur plausiblen und verständlichen Beschreibung eines hypothetischen Marktes. Diese Beschreibung soll den Befragten in die Lage versetzen, einen wohlüberlegten persönlichen Preis für ein ihm häufig unfamiliäres Gut festzusetzen. Er soll unter Berücksichtigung seiner wirtschaftlichen Rahmenbedingungen den Preis nennen, bei dessen Bezahlung sein persönliches Nutzenniveau dasselbe wäre wie vor der Nutzenänderung. Meist werden zusätzliche Informationen über die persönlichen Einstellungen und soziodemographische Daten des Befragten ermittelt, von denen angenommen werden kann, dass sie Determinanten der Zahlungsbereitschaft sind. Es ist sicher nicht überraschend, dass eine solche Befragung, will sie zu vernünftigen Ergebnissen gelangen, in hohem Maße die Schwächen und Grenzen menschlicher Wahrnehmungs- und Entscheidungsfindungsprozesse voraussehen und berücksichtigen muss.

*“[It] must be informative; clearly understood; realistic by relying upon established patterns of behavior and legal institutions; have uniform application to all respondents; and hopefully, leave the respondent with a feeling that the situation and his responses are not only credible but important.”*

Rowe und Chestnut [1982, S.70]

### CV-Studien, Entwicklung der Methode

Contingent Valuation Studien sind heute eine anerkannte Methode zur Bewertung komplexer öffentlicher Güter, für die es keine ausreichende Marktbewertung gibt. Sie werden in diesem Zusammenhang als Grundlage zur politischer Entscheidungsfindung eingesetzt. Die Entwicklung der Methode und erste Anwendungen gehen auf die frühen 60er Jahren der vorigen Jahrhunderts zurück. Der Ökonom Robert K. Davis befragte im Rahmen

<sup>3</sup>Dabei ist zur theoretischen Ableitung unerheblich, ob die Kompensation tatsächlich geleistet wird oder nicht.

<sup>4</sup>Sie wird auch als hypothetische, direkte Methode bezeichnet [Mitchell und Carson, 1993].

seiner Dissertation 121 Ausflügler und Jäger und leitete aus den Ergebnissen den Erholungswert eines Naturparks im US-Bundesstaat Maine als eine monetäre Größe ab. [Davis, 1963]. Nach dieser Pionierarbeit fand der kontingente Bewertungsansatz durch die Arbeit weiterer Wirtschaftswissenschaftler rasch Verbreitung. Gegenstand früher Arbeiten waren Bewertungen von lokalen Erholungsmöglichkeiten, Jagdrechten, Wasserqualitäten, der Luftreinheit, der Reduzierung des Risikos durch Nuklearanlagen und Mülldeponien, der staatlichen Ausgabenhöhe für Kunstförderung oder des Nutzens einer öffentlicher Kontrolle der Güterqualität [Mitchell und Carson, 1993]. Im Jahr 1980 wurde die Methode vom US-Innenministerium im Rahmen des *Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act* (CERCLA) als adäquate Methode zur Abschätzung von Nutzensteigerungen bzw. zur Quantifizierung von Verursacherkosten anerkannt. Sie erhielt weitere Unterstützung durch die von der Reagan-Administration verabschiedete *Executive Order 12291*, die eine Überprüfung der Kosten und des Nutzens staatlicher Regulierungen vorschrieb. Eine der spektakulärsten CV-Studien wurde im Zusammenhang mit der durch die Havarie der Exxon-Valdez verursachten Ölpest (1989) im Prince-William-Sund/Alaska durchgeführt. Sie ermittelte eine Schadenssumme von 3.5 Milliarden US-Dollar, die ausdrücklich auch den Verlust an Nichtgebrauchsgütern umfasste. Es war diese theoretische Möglichkeit von CV-Studien, auch Nichtgebrauchswerte zu berücksichtigen, die im Zusammenhang mit dem Oil Pollution Act von 1990 zu einer viel beachteten Evaluierung der Methode durch die *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) führte [Arrow u. a., 1993]. An dieser kritischen Beurteilung der Methode waren unter anderem die Wirtschaftswissenschaftler und Nobelpreisträger K. Arrow und R. Solow beteiligt. Die Autorengemeinschaft kam zu dem Schluss, dass die Methode unter Einhaltung gewisser formaler Bedingungen plausible und theoretisch gültige Ergebnisse liefern kann. Der Bericht löste eine intensive Diskussion um diese formalen Bedingungen aus [Carson u. a., 1995, 1996], führte aber in Folge zu einer Anerkennung der Methode auf breiter Ebene.

Als Indiz dafür, wie wichtig die Methode heute auch in Europa im Rahmen politischer Entscheidungsfindung ist, mag der Umstand angeführt werden, dass im Auftrag des *Department for Transport, Local Government and the Regions, London* ein zusammenfassender Leitfaden zur Durchführung und Planung von CV-Studien (sowie methodisch vergleichbarer Ansätze) erstellt wurde [Pearce und Özdemiroglu, 2002], der in erweiterter Form inzwischen als Fachbuch erhältlich ist [Bateman u. a., 2002].

### **CV-Studien: Anwendungen im Bereich Landwirtschaft**

Wronka [1998] gibt eine im deutschsprachigen Raum bisher in dieser Form nicht vorhandene zusammenfassende Darstellung der Methode und widmet sich dabei insbesondere der Fragestellung, ob die Methode zur Quantifizierung positiver externer Effekte der europäischen Landwirtschaft geeignet ist. Diese Beurteilung erfolgt vor dem Hintergrund der Verpflichtungen Europas im Rahmen der laufenden WTO-Verhandlungen. Er kommt dabei zu dem Schluss „..., dass die CVM wichtige Erkenntnisse über die Bewertung von Landschaftsfunktionen und hinsichtlich einer Honorierung ökologischer Leistungen liefern kann.“ [Wronka, 1998]. Im Zusammenhang mit der Bewertung genetischer Ressourcen in der internationalen Welt-Tierproduktion wurde 1999 ein Workshop der *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) in Zusammenarbeit mit dem *International Livestock Research Institute* (ILRI) in Rom abgehalten [Rege, 1999]. In diesem Rahmen fand auch eine intensive Diskussion über die Verwendung der CV Methode zur Bemessung des Wertes von genetischen Ressourcen statt. Die prinzipielle Einsatzmöglichkeit

der Methode wurde auch in diesem schwierigen Zusammenhang anerkannt. Darüber hinaus wurde deren Eignung für eine ganze Reihe von Fragestellungen, insbesondere bei der Definition von Zuchtzielen betont. Der Bewertungsansatz bezieht sich in diesem Fall naturgemäß auf Merkmale und Leistungen von Nutztieren, für die eine monetäre Bewertung nicht, oder nur schwerlich auf andere Weise abgeleitet werden kann. Im Zusammenhang mit der Formulierung von Zuchtzielen unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung funktionaler Merkmale wurde 1997 eine Projektgruppe "Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle" (GIFT) zur Ausarbeitung von Vorschlägen auf EU-Ebene ins Leben gerufen. Bei einem Treffen dieser Gruppe 1999 ging es explizit um die Definition von Zuchtzielen. Die Autoren Olesen, Gjerde und Groen [1999] besprechen in ihrem Beitrag verschiedene Alternativen zur Formulierung nachhaltiger Zuchtziele in der Tierproduktion und betonen dabei insbesondere die Eignung der CV-Methode: "*...is the most popular valuation method, because it can measure all parts of the total economic value, and may measure future and/or hypothetical changes.*" Eine in den letzten Jahren häufig zitierte Anwendung der Methode im Rahmen der Konkretisierung von Zuchtzielen ist die Arbeit von Rohr u. a. [1999]. Zur Ableitung ökonomischer Gewichte für 7 Fleischqualitätsmerkmale bei Schweinen führten die Autoren eine CV unter Experten aus 10 schweizer Schlachtunternehmen durch. Die geringe Anzahl Befragungen bei einer hohen Variabilität der ermittelten WTP-Beträge und offensichtliche Schwierigkeiten einiger Befragten mit dem Befragungsinstrument veranlassten die Autoren allerdings dazu, die Validität ihrer Ergebnisse abschließend in Frage zu stellen.

Die CV stellt eine geeignete Methode dar, zu einer detaillierten Einschätzung der Präferenzen der definierten Zielgruppe zu gelangen. Sie ist grundsätzlich anfällig für methodische Fehler, die in Folge zu einer Einschränkung der Verlässlichkeit und Gültigkeit der Ergebnisse führen können. Die Planung und Umsetzung einer CV sollte deshalb mit größter Sorgfalt vorgenommen werden. Gute Ausarbeitungen zur richtigen Vorgehensweise sind heute zumindest im englischsprachigen Raum erhältlich (Bateman u. a. [2002]; Mitchell und Carson [1993]) und können uneingeschränkt empfohlen werden.

## 1.2 Süddeutsches Kaltblut und Haflinger

### 1.2.1 Rassenbeschreibung

#### Das Süddeutsche Kaltblut

Das Süddeutsche Kaltblut ist ein mittelgroßes, hartes Kaltblutpferd mit relativ gutem Fundament [Sambras, 1994]. Seine Züchtung war ursprünglich auf die Bedürfnisse der bäuerlichen Landwirtschaft abgestimmt. Die Zuchtbuchordnung des Landesverbandes bayrischer Pferdezüchter definiert als Zuchtziel ein 160-164 cm großes Pferd, dessen Einsatzbereich im wesentlichen im Fahren und Ziehen gesehen wird. Es werden Fuchse, Braune, Rappen, Schimmel und Tigerschecken eingetragen. Besonderer Wert wird auf ein gutes Fundament und ein gutmütiges, ausgeglichenes Temperament gelegt. In seiner Zuchtgeschichte geht das Süddeutsche Kaltblut auf den Noriker zurück [Willrich, 1999]. Traditionell wurden in Bayern bis in die dreißiger Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts hinein zwei Schläge gezüchtet, der etwas leichtere und kleinere Oberländer zum Einsatz in Grünlandgebieten und der schwerere Pinzgauer Typ in den Ackerbaugebieten. Seit 1952 wird das Süddeutsche Kaltblut als eigenständige Rasse unter diesem Namen geführt [Willrich, 1999]. Der Beginn der Rassendefinition fiel in eine Zeit starker Bestandsrückgänge un-

ter den in Bayern gezüchteten Arbeitspferden. Die mit den fünfziger Jahren einsetzende Mechanisierung der Landwirtschaft führte nach Schätzungen [Frank, 1975] zu einer Reduzierung von über 30000 Zuchtstuten dieser Rasse im Jahre 1948 auf knapp 700 im Jahr 1973. Die Zucht des Süddeutschen Kaltbluts wird aktuell mit viel Engagement und Traditionsbewußtsein seitens der Züchter durchgeführt. Weil die Rasse häufig “nur“ noch zur Repräsentation und nicht oder kaum noch zur Arbeit herangezogen wird, kann unterstellt werden, dass Aspekte wie Größe, Farbe und Charakter in den Augen der Züchter gegenüber der Arbeitsleistung zusätzlich an Bedeutung gewonnen haben [Schlapak, 1998].

## Der Haflinger

Der Haflinger ist eine alte bodenständige Rasse Südtirols, die ihren Namen vom Dorf Hafling in der Nähe Merans hat. Dort soll es bereits zur Römerzeit kleine Saumpferde<sup>5</sup> gegeben haben, die als Vorfahren des Haflingers angesehen werden [Sambraus, 1994]. Wahrscheinlich ist eine Abstammung von kleinwüchsigen Norikerschlägen und dem Araber. Die Züchtung in Deutschland nahm ihren Ausgang in Oberbayern auf Grund eines in den 1930er Jahren gefassten Beschlusses der Heeresremontierungskommission, eine als Trag- und Zugtier geeignete Kleinpferderasse zu etablieren [Palzer, 2000]. Mit Beginn einer sich in den 1960er Jahren abzeichnenden Trendwende in der Nutzung in Richtung Freizeitreiten, wurde eine Typumstellung vom kleinen, gedrungenen Arbeitspferd zu einem großrahmigen Kleinpferd mit einer besseren Reitpferdeeeignung forciert. Insbesondere in Bayern wurde dabei der Weg über die Einkreuzung von Arabern beschritten, um sich schnell auf die neue Marktsituation einstellen zu können. Dieser bis heute nicht unumstrittene Schritt wurde insbesondere vom ehemaligen Zuchtleiter Dr. Skalla und von Dr. Karnbaum, bis 1994 Leiter des Haupt- und Landesgestütes Bayern, befürwortet und auf den Weg gebracht [Palzer, 2000]. Die Zuchtbuchordnung des Landesverbandes bayerischer Pferdezüchter definiert ein gleichermaßen für das Reiten und Fahren geeignetes Kleinpferd, für das die Farbe Fuchs mit hellem Langhaar obligatorisch ist. Besonderer Wert wird auf Gutmütigkeit und Leistungsbereitschaft gelegt, um ein auch für Jugendliche und Kinder geeignetes Pferd zu züchten. Seit der Festlegung des Ursprungs der Rasse (Italien als Ursprungsland und Südtirol als Ursprungszuchtgebiet) Anfang der 1990er Jahre durch die EU-Kommission, ist die Notwendigkeit zu einer Harmonisierung der Haflingerzucht entstanden. Die Zuchtbuchordnung des Ursprungszuchtgebietes definiert einen Haflinger ohne nennenswerte Fremdblutanteile, also auch ohne Arabergenanteile. Die von dieser Einschränkung besonders betroffene Zucht in Bayern ringt weiter um Lösungsansätze. Als Ausweg ist mittelfristig eine Unterteilung der Zuchtbücher in Reinzuchthaflinger (Haflinger) und Haflinger mit Arabergenanteilen (Edelbluthaflinger) vorgesehen.

### 1.2.2 Situation in Bayern

#### Organisation

Beide Rasse sind anerkannte Rassen nach dem Tierzuchtgesetz (TZG) und werden vertreten durch die Züchtervereinigung “Landesverband Bayerischer Pferdezüchter e.V.“ (anerkannt nach §7 TZG). Die Aufgabe des Landesverbandes ist die züchterische Betreuung der Rassen, insbesondere die Einhaltung und Verbesserung der Zuchtziele. Der Landesverband selbst definiert als seine Aufgaben das Aufstellen und Durchführen von Zuchtprogrammen,

---

<sup>5</sup>Trittsichere Tragpferde für Transporte im Gebirge.

die Führung der Zuchtbücher und die Sicherung der Identität aller eingetragenen Pferde (Satzung des Landesverbandes Bayerischer Pferdezüchter e.V., §2). Der Landesverband wird durch Regionalverbände vertreten. Als Instrumentarium zur Steuerung der Zucht dient die Zuchtbuchordnung, durch die Zuchtziel und Zuchtpopulation, sowie Zucht- und Selektionsmethoden definiert werden sollen. Die Organe des Landesverbandes setzen sich aus einem gewählten Vorstand, einem gewählten Rassebeirat, einer gewählten Vertreterversammlung und der staatlichen Zuchtleitung zusammen. Letzterer sind weitreichende Einflussmöglichkeiten zur Steuerung und Kontrolle des Zuchtgeschehens gegeben. Der Rassebeirat bestellt Bewertungs- bzw. Stutbuchkommissionen, deren Aufgabe es ist, die Bewertungen der Tiere anlässlich Zuchtveranstaltungen vorzunehmen bzw. das Stutbuch zu führen. Grundsätzlich ist die Zuchtleitung immer Teil der Bewertungskommission. Der Landesverband selbst ist der Deutschen Reiterlichen Vereinigung (FN) angeschlossen.

### Die Zuchtbuchordnung

Die Zuchtbuchordnung regelt das Zuchtprogramm, definiert als Gesamtheit der zur Erreichung des züchterischen Fortschritts durchgeführten Aktivitäten. Hierzu gehören die Erhebung von Leistungsnachweisen, die Zuchtwertschätzung, die Selektion und neuere Methoden der Biotechnik. Grundlage der Selektion sind die Abstammung, die Qualität des Exterieurs (Körung, Stutbuchaufnahme) und die Leistungsbeurteilungen. Als Leistungsbeurteilungen gelten die Ergebnisse aus Stationsprüfungen, Feldprüfungen, Turniersportprüfungen und Nachkommenleistungen. Als wesentliche Leistungsnachweise für die beiden untersuchten Rassen können die Leistungsprüfungen (Station oder Feld) und ggf. die Nachkommenleistungen eingestuft werden. Es werden nur Ergebnisse von Leistungsprüfungen anerkannt, die nach §4 TZG, der Leistungsprüfungsordnung der FN und dem Reglement der "Federation Equestre Internationale" abgehalten wurden. Grundsätzlich sollen alle Leistungsbeurteilungen (Exterieur und Leistungsprüfungen) in Form von Sammelveranstaltungen erhoben werden. Die Bewertungen sollten von mehreren unabhängigen Prüfern vorgenommen werden. Bewertet wird mit einer zehnstufigen Bewertungsskala die von 1 (sehr schlecht) bis 10 (ausgezeichnet) reicht. Die in Sammelveranstaltungen vergebenen gemittelten Teilnoten werden über Gewichtungsfaktoren zusammengefasst, über deren Ursprung, wie bereits angesprochen, wenig bekannt ist. Auf diese Weise entstehen die für die Selektion (Aufnahme in die verschiedenen Abteilungen der Zuchtbücher) vorgeschriebenen Indices. Die Gewichtungen sollen die einzelnen Merkmale *entsprechend ihrer Bedeutung im definierten Zuchtziel* gegeneinander abstimmen. Die in der Zuchtbuchordnung explizit geforderte Zuchtwertfeststellung soll in Form einer Zuchtwertschätzung mit Hilfe wichtiger, der Zuchttrichtung entsprechende Merkmale durchgeführt werden. Zum momentanen Zeitpunkt findet eine Zuchtwertschätzung nach modernen Verfahren in beiden Rassen ausschließlich für Merkmale der Stations- und Feldleistungsprüfung, nicht jedoch für Exterieurmerkmale statt [Sprengel, Geuder und Götz, 2003a; Sprengel, Geuder, Kramer und Götz, 2003b].

### Selektion

Instrument zur Steuerung der Selektion stellen die in den Zuchtbuchordnungen vorgesehenen Abteilungen der Zuchtbücher dar (in aufsteigender Reihenfolge, Süddeutsches Kaltblut: Hengstbuch 2, Hengstbuch 1, Vorbuch, Hauptstutbuch, Leistungsstutbuch, Prämiienstutbuch; Haflinger: Hengstbuch 2, Hengstbuch 1, Vorbuch, Hauptstutbuch, Leistungs-

Prämien- und Elitestutbuch). Ins Hengstbuch 2 eingetragene Hengste gehören nach der Zuchtbuchordnung nicht zur Zuchtpopulation im engeren Sinn. Die Körung (im wesentlichen eine Beurteilung des Exterieurs) ist erste Voraussetzung für einen Hengst zur Eintragung ins Hengstbuch 1. Sie ist die Entscheidung über den grundsätzlichen, vorläufigen Einsatz des Hengstes im Rahmen des Zuchtprogramms. Erst mit dem Vorliegen einer bestandenen Leistungsprüfung ist die Erteilung einer unbeschränkten Deckerlaubnis möglich.

Die bei der Eintragung in die Zuchtbücher praktizierte Selektion kann am ehesten mit der Methode der unabhängigen Selektionsgrenzen beschrieben werden. Zur Eintragung sind Mindestgesamtnoten bei Exterieurbeurteilung und Leistungsprüfung gefordert. Zusätzlich wirken Bewertungen unterhalb einer gewissen festgesetzten Mindestnote in jedem Einzelmerkmal als Ausschlusskriterium. Die Möglichkeiten, ein schlechtes Merkmal durch ein oder mehrere gute auszugleichen, sind somit begrenzt. Mit dem Ablegen der Leistungsprüfung (nur für Hengste wirklich verpflichtend) können weitere Selektionsschritte vorgenommen werden. Die Eintragung in höhere Abteilungen stellt dabei ein Werkzeug zur Steuerung der Selektionsintensität in den verschiedenen Pfaden dar (etwa Hengst nur von Prämienstuten o. Ä.). Diese Möglichkeit wird allerdings nicht konsequent genutzt. Auch wird in der Praxis beispielsweise nicht von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, neu gekörten Junghengsten einen gewissen Anteil der Stutpopulation zuzusprechen, obwohl die Zuchtbuchordnung grundsätzlich die Möglichkeit dazu einräumt. Die Selektion auf der Basis explizit in den Zuchtbuchordnungen festgeschriebener Notengrenzen (etwa: mindestens Gesamtnote 6, in keinem Einzelmerkmal unter Note 4) wird als problematisch angesehen. Sie kann dazu führen, dass eine Steuerung der Selektionsschärfe nur über die Notenvergabe selbst stattfindet, was einer objektiven Einschätzung von Einzelqualitäten abträglich ist. Dieser Punkt wird in der weiteren Arbeit noch mehrfach angesprochen werden.

### 1.2.3 Übersicht über Literaturwerte zu Populationsparametern

Einen Überblick über Literaturwerte für die wichtigsten Merkmale der Pferdezucht zusammen zu stellen ist nicht ganz einfach. Für beide Rassen liegen nur relativ wenige Schätzungen für die bayrischen Populationen und Populationen anderer Zuchtgebiete vor. Die Darstellung der Schätzwerte wurde deshalb auf unterschiedlichste Rassen und Zuchtgebiete ausgeweitet und fasst einige wichtige Arbeiten der letzten Jahre zusammen. Sie erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Vorgehensweise stößt zudem bei den Merkmalen der Leistungsprüfungen rasch an die Grenzen einer kompakten Darstellung. Zu vielfältig sind die definierten Merkmale und deren Erfassungsrahmen, deren Benennungen und zuletzt auch die Auswertungsmethoden. Um die Darstellungen nicht zu überfrachten, erfolgten teilweise nicht weiter kommentierte Zusammenfassungen von Schätzwerten aus unterschiedlichsten Modellierungen, Prüfungsformen und auch Zusammenfassungen ähnlicher Merkmale. Gerade in diesem Bereich vermögen die Darstellung deshalb nicht mehr, als ein sehr groben Überblick zu liefern.

#### Liste der Veröffentlichungen

Schätzwerte wurden folgenden Veröffentlichungen entnommen:

1. Bewertungen nach Benotungssystem

- **(1)** Christmann [1996]: Stutbuchaufnahme und Stutenleistungsprüfung (Feld und Station), Deutsches Warmblut (ZG Hannover). (Hengst-Parameter von Schierhölter [1984]).
- **(3)** Grosshauser und v. Butler-Wemken [1991]: Süddeutsches Kaltblut, Exterieur Stuten, 1973-1988, Teildatenmaterial der vorliegenden Untersuchung.
- **(6)** Kühl u. a. [1994]: Exterieur und Leistungsprüfung (Stuten, Station), Deutsches Warmblut.
- **(7)** v. Butler-Wemken u. a. [1992]: Trakehner, Exterieur Stuten.
- **(8)** Weymann und Glodeck [1993]: Exterieur Stuten, deutsches Warmblut (ZG Hannover).
- **(9)** Sprengel u. a. [2002a]: Süddeutsches Kaltblut, Leistungsprüfung Stuten (Feld), 1992-2002, Teildatenmaterial der vorliegenden Untersuchung.
- **(10)** Sprengel u. a. [2002b]: Haflinger, Leistungsprüfung Stuten (Station und Feld, Training und Prüfung zusammengefasst), 1985-2001, Subdatensatz der vorliegenden Untersuchung.
- **(11)** Zeiler [2000]: Haflinger, Leistungsprüfung Stuten (Station), 1991-1995, Teildatenmaterial der vorliegenden Untersuchung. Zwei alternative Modellierungen (mit und ohne Prüfereignis).
- **(12)** Uphaus [1993] Deutsches Warmblut, (Zuchtgebiet Hannover), Leistungsprüfung Stuten (Feld und Station).
- **(13)** diverse Schätzwerte zitiert in: Bowling und Ruvinsky [2000]

## 2. Bewertung nach linearem Bewertungssystem

- **(2)** Hascher [1998]: Haflinger, Freiburger und CH Warmblut, Stuten und Fohlen Exterieur und Leistungsprüfung (Feld), Angabe gepoolter Schätzwerte für Haflinger und Freiburger, Warmblut extra. .
- **(4)** Samore u. a. [1997]: Exterieur, italienischer Haflinger.
- **(5)** Koenen u. a. [1995]: Exterieur, dänisches Warmblut.

## Exterieurmerkmale

Der Begriff Exterieur wird für Aspekte des Körperbaus verwendet. Zu den Exterieurmerkmalen zählt eine qualitative Beschreibung des Gebäudes (Stellung und Ausprägung von Kopf, Hals, Schulter, Kruppe, Schweif und dem Ansatz der Gliedmaßen) und des Fundaments (Stellung und Ausprägung der Gliedmaßen, Gelenke und Hufe). Hinzu kommt die Erfassung und Beurteilung der freien Bewegung (allgemeine Korrektheit der Bewegung, Gleichmäßigkeit und Schwung in den Grundgangarten Schritt, Trab und Galopp sowie gegebenenfalls die Springveranlagung) und des ästhetischen Eindrucks (Rasse- und Geschlechtstyp, Gesamteindruck). Eine Erfassung dieser Merkmale ist mit Abstrichen bereits an sehr jungen, nicht vollständig entwickelten Tieren möglich. Deshalb werden Bewertungen teilweise schon an Fohlen vorgenommen. Im Rahmen dieser Arbeit wird der Begriff Exterieur bzw. Exterieurmerkmale als Synonym für die Bewertung der oben aufgeführten Merkmale in der Körung und der Stutbuchaufnahme verwendet.

Bei den Exterieurmerkmalen liegt noch eine relativ starke Übereinstimmung der Merkmalsdefinitionen und Benennungen in der Literatur vor. Lediglich bei Bewertungen nach linearem System wurden die Schätzwerte einzelner wichtiger Aspekte eines Merkmals in der Darstellung zusammengefasst (Tabelle 1.1).

**Tabelle 1.1:** Zusammenfassende Darstellung von Literaturwerten zu genetischen Parametern ausgewählter Merkmale der Exterieurbewertung. Heritabilitäten als Diagonalkblocks (fett gedruckt). Genetische Korrelationen soweit vorliegend als Blocks oberhalb der Diagonalen. Merkmale: Typ (TYP), Gebäude (GEB), Gangkorrektheit (GAN), Gliedmaßen/Hufe/Fundament (HUF), Schritt (SRI) und Trab (TRA). Verweis auf die Literaturstelle in Hochklammern (siehe Text).

<i>TYP</i>	<i>GEB</i>	<i>GAN</i>	<i>HUF</i>	<i>SRI</i>	<i>TRA</i>
<b>.32</b> <sup>(1)</sup>	.89 <sup>(1)</sup>	.70 <sup>(1)</sup>	.52, .11 <sup>(1)</sup>	.20 <sup>(1)</sup>	.58 <sup>(1)</sup>
<b>.36</b> <sup>(6)</sup>	.90 <sup>(6)</sup>	<b>.93</b> <sup>(6)</sup>	.55 – .77 <sup>(6)</sup>		<b>.69</b> <sup>(6)</sup>
<b>.28</b> <sup>(8)</sup>	.89 <sup>(8)</sup>	.55 <sup>(8)</sup>	.36 – .61 <sup>(8)</sup>		.54 <sup>(8)</sup>
<b>.36</b> <sup>(7)</sup>	.85 <sup>(7)</sup>	.81 <sup>(7)</sup>			<b>.69</b> <sup>(7)</sup>
<b>.37</b> <sup>(3)</sup>	.37 <sup>(3)</sup>	.89 <sup>(3)</sup>	.90 <sup>(3)</sup>		
<b>.20 – .41</b> <sup>(13)</sup>					
<b>.19</b> <sup>(2)</sup>	.37 – .74 <sup>(2)</sup>	.18 <sup>(2)</sup>	.72 <sup>(2)</sup>	.68 <sup>(2)</sup>	.71 – .75 <sup>(2)</sup>
	<b>.28</b> <sup>(1)</sup>	.69 <sup>(1)</sup>	.46 – .71 <sup>(1)</sup>	.18 <sup>(1)</sup>	.45 <sup>(1)</sup>
	<b>.22</b> <sup>(6)</sup>	.83 <sup>(6)</sup>	.38 – .70 <sup>(6)</sup>		.56 <sup>(6)</sup>
	<b>.21</b> <sup>(8)</sup>	.66 <sup>(8)</sup>	.67 – .79 <sup>(8)</sup>		.50 <sup>(8)</sup>
	<b>.26</b> <sup>(7)</sup>	.88 <sup>(7)</sup>			.76 <sup>(7)</sup>
	<b>.43</b> <sup>(3)</sup>	.89 <sup>(3)</sup>	1.02 <sup>(3)</sup>		
	<b>.12 – .52</b> <sup>(13)</sup>				
	<b>.08 – .24</b> <sup>(2)</sup>	.14 – .34 <sup>(2)</sup>	.16 – .68 <sup>(2)</sup>	.28 – .53 <sup>(2)</sup>	.27 – .75 <sup>(2)</sup>
		<b>.14</b> <sup>(1)</sup>	.48 – .53 <sup>(1)</sup>	.21 <sup>(1)</sup>	.63 <sup>(1)</sup>
		<b>.09</b> <sup>(6)</sup>	.55 – .99 <sup>(6)</sup>		.82 <sup>(6)</sup>
		<b>.13</b> <sup>(8)</sup>	.51 – .69 <sup>(8)</sup>		.66 <sup>(8)</sup>
		<b>.26</b> <sup>(3)</sup>	.92 <sup>(3)</sup>		
		<b>.09 – .45</b> <sup>(13)</sup>			
		<b>.15</b> <sup>(2)</sup>	.20 <sup>(2)</sup>	.20 <sup>(2)</sup>	.13 – .20 <sup>(2)</sup>
		<b>.21</b> <sup>(5)</sup>			
			<b>.16 – .18</b> <sup>(1)</sup>	–.19 – .21 <sup>(1)</sup>	.20 – .34 <sup>(1)</sup>
			<b>.06 – .15</b> <sup>(6)</sup>		.57 – .84 <sup>(6)</sup>
			<b>.19 – .20</b> <sup>(8)</sup>		.6 – .7 <sup>(8)</sup>
			<b>.17</b> <sup>(7)</sup>		.76 <sup>(7)</sup>
			<b>.16</b> <sup>(3)</sup>		
			<b>.09 – .20</b> <sup>(13)</sup>		
			<b>.12</b> <sup>(2)</sup>	.43 <sup>(2)</sup>	.55 – .65 <sup>(2)</sup>
			<b>.10 – .31</b> <sup>(4)</sup>		
			<b>.09 – .23</b> <sup>(5)</sup>		
				<b>.19</b> <sup>(1)</sup>	.37 <sup>(1)</sup>
				<b>.13 – .48</b> <sup>(13)</sup>	
				<b>.19</b> <sup>(2)</sup>	.77 – .81 <sup>(2)</sup>
				<b>.12 – .21</b> <sup>(5)</sup>	
					<b>.39</b> <sup>(1)</sup>
					<b>.23</b> <sup>(6)</sup>
					<b>.23</b> <sup>(8)</sup>
					<b>.47</b> <sup>(7)</sup>
					<b>.10 – .42</b> <sup>(13)</sup>
					<b>.28 – .32</b> <sup>(2)</sup>
					<b>.20 – .22</b> <sup>(5)</sup>

## Merkmale der Leistungsprüfung

Die Merkmalsauswahl und der Durchführungsmodus von Leistungsprüfungen unterscheiden sich zwischen Pferderassen. Im Allgemeinen werden Aspekte des Charakters (Umgänglichkeit, Nervenstärke, Lernbereitschaft), der spezifischen Eignung für eine Nutzung (Rittigkeit, Fahreignung, Zugwilligkeit) und der Qualität der Bewegung in dieser Nutzung (Trab unter dem Reiter, Schritt im Fahren, Sprungvermögen unter dem Reiter) bewertet. Im Unterschied zu den Exterieurmerkmalen erfordern die in der Regel hohen physischen Belastungen einer solchen Leistungsprüfung eine gewisse Reife der Tiere. Es wird dennoch angestrebt, sie zum frühest möglichen Zeitpunkt durchzuführen, um die gewonnene Information noch für die Selektion nutzen zu können. Der Begriff Interieurmerkmale wird im Rahmen dieser Arbeit als Synonym für die Merkmale der Leistungsprüfung verwendet.

Die Darstellung der Literaturwerte erfolgt analog zur Darstellung bei den Exterieurmerkmalen. Auf Grund der Vielzahl von unterschiedlichen Merkmalen werden nur einzelne Merkmalskomplexe dargestellt. Für einzelne Merkmale wie etwa Rittigkeit gibt es häufig eine ganze Reihe verschiedener Bewertungen (Trainingsnoten, unter Fremdreiter, durch Richter). Hier erfolgt die Darstellung nur als Bereichsangabe (von-bis) ohne weitere Erläuterung. Bei Vorliegen von Werten für Stations- und Feldleistungen erfolgt die Angabe für das Merkmal im Feld in Klammern. Angaben zu Gangarten beziehen sich im Merkmalsbereich Reiten auf Erhebungen unter dem Reiter, im Bereich Fahren auf im Einspanner erhobene Merkmale (Tabelle 1.2). Nachfolgend die Schätzwerte für die Merkmalsbereiche Fahren und Charakter (Tabelle 1.3). Insbesondere bei den Charaktermerkmalen wurde eine recht willkürliche Zusammenfassung von Merkmalen unter einem Oberbegriff vorgenommen.

### 1.2.4 Weitere Aspekte

#### Effektive Populationsgröße

Der populationsspezifische Charakter der effektiven Populationsgröße lässt es nicht angebracht erscheinen, an dieser Stelle Schätzwerte für andere Rassen aufzuführen. Wenige Untersuchungen haben explizit die bayerischen Populationen des Süddeutschen Kaltbluts und des Haflingers zum Gegenstand. So kommt etwa Fehlings [1975] auf einen Schätzwert von 96 generationseffektiven Tiere für die oberbayerische Haflingerpopulation, Wauer [1976] berechnete eine generationseffektive Populationsgröße von 79 für das Süddeutsche Kaltblut. Diese Angaben dürften allerdings nur eingeschränkte Aussagekraft für die heutigen Populationen haben. Neuere Angaben zum Süddeutschen Kaltblut kommen über relativ einfache Kalkulationen<sup>6</sup> auf deutlich höhere Werte. So wird das Süddeutsche Kaltblut in der Zentralen Datenbank GENRES (Informationssystem Genetische Ressourcen) der Zentralstelle für Agardokumentation und -information aktuell mit einer generationseffektiven Populationsgröße von 443 Tieren geführt. Im nationalen Bericht Deutschlands zum Zustand tiergenetischer Ressourcen [NBDFAO, 2003] wird das Süddeutsche Kaltblut mit einer generationseffektiven Populationsgröße von 354 idealen Tieren unter der Kate-

<sup>6</sup>Berechnung meist aus demographischen Daten über

$$N_e = \frac{4N_m N_f}{(N_m + N_f)}$$

$N_m$  bzw.  $N_f$  entsprechen dabei den Zensuszahlen männlicher bzw. weiblicher Zuchttiere im System.

**Tabelle 1.2:** Zusammenfassende Darstellung von Literaturwerten zu genetischen Parametern ausgewählter Merkmale der Leistungsprüfung, Merkmalskomplex Reiten. Heritabilitäten als Diagonalkomplex (fett gedruckt). Genetische Korrelationen soweit vorliegend als Blocks oberhalb der Diagonalen. Merkmale: Schritt (SRI), Trab (TRA), Galopp (GAL), Rittigkeit (RIT). Verweis auf die Literaturstelle in Hochklammern (siehe Text).

<i>SRI</i>	<i>TRA</i>	<i>GAL</i>	<i>RIT</i>
<b>.32<sup>(1)</sup></b> , (.27 <sup>(1)</sup> )	.52 <sup>(1)</sup>	.60 <sup>(1)</sup>	.68 <sup>(1)</sup>
<b>.19 – .20<sup>(2)</sup></b>	.48 – .75 <sup>(2)</sup>	.63 – .67 <sup>(2)</sup>	.48 – .59 <sup>(2)</sup>
<b>.30<sup>(6)</sup></b>	.83 <sup>(6)</sup>	.72 <sup>(6)</sup>	.17 – .45 <sup>(6)</sup>
<b>.34<sup>(10)</sup></b>	.44 <sup>(10)</sup>	.40 <sup>(10)</sup>	.23 <sup>(10)</sup>
<b>.09 – .29<sup>(11)</sup></b>			
<b>.11 – .20<sup>(13)</sup></b>			
	<b>.61<sup>(1)</sup></b> , ( <b>.36<sup>(1)</sup></b> )	.82 <sup>(1)</sup>	.83 <sup>(1)</sup>
	<b>.26 – .35<sup>(2)</sup></b>	.83 – .91 <sup>(2)</sup>	.86 – .89 <sup>(2)</sup>
	<b>.49<sup>(6)</sup></b>	.90 <sup>(6)</sup>	.21 – .80 <sup>(6)</sup>
	<b>.33<sup>(10)</sup></b>	.73 <sup>(10)</sup>	.76 <sup>(10)</sup>
	<b>.18 – .28<sup>(11)</sup></b>		
	<b>.23 – .33<sup>(13)</sup></b>		
		<b>.56<sup>(1)</sup></b> , (.29 <sup>(1)</sup> )	.73 <sup>(1)</sup>
		<b>.21<sup>(2)</sup></b>	.85 – .98 <sup>(2)</sup>
		<b>0.12<sup>(6)</sup></b>	.09 – .40 <sup>(6)</sup>
		<b>.33<sup>(10)</sup></b>	.76 <sup>(10)</sup>
		<b>.29 – .38<sup>(11)</sup></b>	
		<b>.04 – .54<sup>(13)</sup></b>	
			<b>.24 – .48<sup>(1)</sup></b>
			<b>.25 – .26<sup>(2)</sup></b>
			<b>.14 – .22<sup>(6)</sup></b>
			<b>.22<sup>(10)</sup></b>
			<b>.07 – .08<sup>(11)</sup></b>
			<b>.16 – .56<sup>(13)</sup></b>

gorie Beobachtungspopulation geführt. Die Autoren Aberle, Hamann, Drögemüller und Distl [2004] kommen als Ergebnis von Voruntersuchungen zu einer Arbeit über die genetische Diversität in deutschen Kaltblutrassen über die bereits dargestellte vereinfachte Kalkulation auf einen Schätzwert von 413 idealen Tieren (generationseffektiv).

## Zuchtoptimierung

Vorschläge zur Optimierung der Zuchtarbeit sind grundsätzlich von den zur Selektion verwendeten Gesamtzuchtwerten, ihrer Struktur und Zusammensetzung abhängig. Ergebnisse sind deshalb nicht zwischen Populationen übertragbar. Es sollen an dieser Stelle nur einige in gewisser Hinsicht grundsätzliche Ergebnisse anderer Untersuchungen angesprochen werden. Die Autoren Bruns und Schade [1998] führten im Rahmen ihrer Untersuchungen diverse zuchtplanerische Studien durch, um Vorschläge für eine optimale Selektionsstrategie beim deutschen Reitpferd (Hannoveraner) zu erarbeiten. Für den von ihnen definierten Gesamtzuchtwert, in den Reiteignung und Sprunganlage mit jeweils 40% und Aspekte des Exterieurs mit rund 20% relativer Gewichtung eingingen, kamen die Autoren zum allgemeinen Schluss, dass grundsätzlich der Selektionsdruck auf der Hengstseite erhöht werden sollte. Für die von ihnen vorgeschlagene Selektionschärfe (“einer aus acht statt einer aus zwei“) wäre allerdings, wie die Autoren einräumen, der flächendeckende

**Tabelle 1.3:** Zusammenfassende Darstellung von Literaturwerten zu genetischen Parametern ausgewählter Merkmale der Leistungsprüfung, Merkmalskomplex Fahren und Merkmalskomplex Charakter. Heritabilitäten als Diagonalblocks (fett gedruckt). Genetische Korrelationen soweit vorliegend als Blocks oberhalb der Diagonalen. Merkmale: Schritt (SRI), Trab (TRA), Fahreignung, Fahrtauglichkeit (FAH) (alle Einspänner), bzw. Umgänglichkeit, Charakter (UMG), Nervenstärke, Temperament auch Geländeverhalten (NER), Lern- und Leistungsbereitschaft, Arbeitswilligkeit (LLB). Verweis auf die Literaturstelle in Hochklammern (siehe Text).

<i>SRI</i>	<i>TRA</i>	<i>FAH</i>	<i>UMG</i>	<i>NER</i>	<i>LLB</i>
<b>.09<sup>(2)</sup></b>	<b>.64<sup>(2)</sup></b>	<b>.23<sup>(2)</sup></b>	<b>.27<sup>(1)</sup></b>	<b>.85<sup>(1)</sup></b>	<b>1.0<sup>(1)</sup></b>
<b>.13<sup>(9)</sup></b>	<b>.59<sup>(9)</sup></b>	<b>.42<sup>(9)</sup></b>	<b>.14<sup>(9)</sup></b>	<b>.92<sup>(9)</sup></b>	<b>.48<sup>(9)</sup></b>
<b>.15 – .36<sup>(11)</sup></b>			<b>.09<sup>(10)</sup></b>	<b>.21<sup>(10)</sup></b>	<b>.07<sup>(10)</sup></b>
	<b>.09<sup>(2)</sup></b>	<b>.56<sup>(2)</sup></b>	<b>.01 – .04<sup>(11)</sup></b>		
	<b>.24<sup>(9)</sup></b>	<b>.92<sup>(9)</sup></b>	<b>.20 – .40<sup>(12)</sup></b>		
<b>.13 – .55<sup>(11)</sup></b>				<b>.30<sup>(1)</sup></b>	<b>.92<sup>(1)</sup></b>
		<b>.08<sup>(2)</sup></b>		<b>.11<sup>(9)</sup></b>	<b>.27<sup>(9)</sup></b>
		<b>.13<sup>(9)</sup></b>		<b>.15<sup>(10)</sup></b>	<b>.91<sup>(10)</sup></b>
		<b>.32<sup>(10)</sup></b>	<b>.23 – .35<sup>(12)</sup></b>		
		<b>.10 – .16<sup>(11)</sup></b>			<b>.24<sup>(1)</sup></b>
					<b>.18<sup>(9)</sup></b>
					<b>.10<sup>(10)</sup></b>
					<b>.08<sup>(11)</sup></b>
					<b>.17 – .21<sup>(12)</sup></b>

Einsatz von künstlicher Besamung notwendig. Sie schlagen für die von ihnen beschriebene Situation ein zweistufiges Verfahren vor, nach dem Hengste zunächst nach den Ergebnissen ihrer Körung und Leistungsprüfung und später anhand der Leistungsprüfungsergebnisse ihrer Töchter selektiert werden sollten. Die Autoren sehen darüber hinaus beträchtliches Potential auf der Stutenseite, auf der nach ihren Untersuchungen bisher kaum selektiert wird. Christmann [1996] kommt zu einem ähnlichen Schluss, was die Selektion auf der Stutenseite angeht insbesondere in Bezug auf Hengstmütter. Nach seinen Untersuchungen sind es lediglich “absolute Minusvarianten, Stuten mit gravierenden Mängeln“ die in der bisherigen Zuchtpraxis beim Hannoveraner nicht grundsätzlich als Hengstmütter zugelassen würden. Er sieht deshalb “auf der Stutenseite noch erhebliche Selektionsreserven vorhanden“. Schade [1996] weist nach, dass durch eine Steigerung der Selektionsintensität auf der Stutenseite der relative Zuchtfortschritt um 20-40% gesteigert werden könnte. Friemel [2001] führte Untersuchungen zu einer optimalen (zeitlichen) Gestaltung einer Hengstleistungsprüfung durch. Er kommt bei seinen Optimierungen zum Schluss, dass ein Vorziehen der Stationsleistungsprüfung bei Hengsten in Form eines Kurztests den Zuchtfortschritt steigern kann. Etwas unklare Annahmen bezüglich der dabei unterstellten genetischen Parameter und der zusätzliche Versuch, den Gesamtzuchtwert selbst als Variable zu betrachten, erschweren eine klare Einschätzung seiner Ergebnisse.

# Kapitel 2

## Die Herleitung des Zuchtziels

Ziel dieses ersten Teils der Untersuchungen war es, die Präferenzstrukturen der Züchter beider Rassen mit Hilfe des kontingenten Bewertungsansatzes zu ermitteln. Die Ergebnisse sollten anschließend zu einer Konkretisierung der Zuchtrichtung in beiden Rassen verwendet werden. Diese Aufgabenstellung stellte nur einen ersten, wenn auch sehr grundsätzlichen Aspekt der Gesamtuntersuchung dar. Es war wesentlich, einen vernünftigen Weg zwischen wünschenswertem Umfang und Machbarkeit im Rahmen der Gesamtuntersuchung zu beschreiten. Für Hintergründe zur Theorie des kontingenten Bewertungsansatzes sei auf die entsprechende Abschnitte im Literaturteil verwiesen.

### 2.1 Methode

#### 2.1.1 Vorüberlegungen

Der Übertragung wohlfahrtsökonomischer Ansätze auf die gegebene Situation wurden folgende Annahmen zugrunde gelegt:

- Das zu bewertende Gut ist die gezielte Verschiebung der Populationsmittelwerte in den im Zuchtziel durch die Züchter berücksichtigten Merkmalen.
- Die diese Veränderungen herbeiführenden Maßnahmen sind Hilfestellungen zur Selektionsentscheidung, beispielsweise in Form der Berechnung eines Gesamtzuchtwertes.
- Die Nutzung und Verfügung über das Gut (der gezielten Verschiebung der Populationsmittelwerte) ist formal den Züchtern, also den Mitgliedern anerkannter Zuchtverbände vorbehalten. Das zu bewertende Gut trägt dabei überwiegend Charakteristiken eines öffentlichen Gutes [Mitchell und Carson, 1993]:
  - das Besitzrecht wird kollektiv gehalten (auf der Ebene des Zuchtverbandes)
  - es ist nicht möglich potentielle Konsumenten auszuschließen (solange sie ordentliche Mitglieder des Zuchtverbandes sind oder werden können)
  - das Gut (die gezielte Verschiebung der Populationsmittelwerte als solche) wird nicht auf organisierten Märkten gehandelt
- Die Verwendung resultierender Renten-Maße als “ökonomische“ Gewichte im Rahmen der Berechnung eines Gesamtzuchtwertes sollte daher bei entsprechender Selektionspraxis zu einer Nutzenmaximierung im Rahmen der genetischen und technischen Möglichkeiten führen. Bei Annahme eines gegebenen öffentlichen Aufwandes

für Zuchtwertfeststellung und Veröffentlichung führt die Verwendung korrekter Nutzenmaße in jedem Fall zu einer Pareto-Verbesserung und ist damit erstrebenswert.

### 2.1.2 Überlegungen zum Aufbau des Befragungsinstrumentes

#### Das zu bewertende Gut

Die einleitend als theoretisch zu bewertende Verschiebung der Populationsmittelwerte dürfte ein für den Züchter wenig verständliches und plausibles Konstrukt sein. Zusätzlich bestand ein berechtigter Grund zur Annahme, dass ein Pferdezüchter bereits hin und wieder ein Tier ver- oder gekauft hat. Die Bewertung einer Maßnahme auf Populationsebene wurde deshalb durch die Bewertung der Qualitäten eines Einzeltieres ersetzt.

Durch die Familiarität des Vorgangs eines Pferdekaufs konnte in Folge auf eine allzu detaillierte Beschreibung eines hypothetischen Marktes verzichtet werden. Die Aufmerksamkeit wurde darauf gerichtet, den Befragten zu veranlassen, vom allzu konkreten Bild eines Pferdekaufs wieder zu abstrahieren. Es sollte verhindert werden, dass Umstände, die auf realen Pferdemarkten zu einem Preis führen, der nicht dem aggregierten Wert von Einzelmerkmalen entspricht (Abstammung, Notenhöhe als Vorraussetzung zur Eintragung in höhere Abteilungen des Stut-/Hengstbuches, usw.) einen zu großen Einfluss auf die geäußerte "willingness to pay" (WTP) nehmen.

#### Merkmale und Einheiten

Es wurden ausschließlich Merkmale berücksichtigt, die von den Züchtern bereits bisher als relevant angesehen wurden und somit routinemäßig in entsprechenden Veranstaltungen erhoben werden. Mit Ausnahme von Merkmalen wie Stockmaß oder Röhrbeinumfang, die als Hilfsmerkmale interpretiert werden können, handelt es sich dabei ausschließlich um bonitierte Merkmale. Zur Bonitierung wird in der aktuellen Zuchtpraxis eine zehnstufige Skala verwendet, die von 1 entsprechend "sehr schlecht" bis 10 "ausgezeichnet" reicht. Es wurde unterstellt, dass eben diese Skala sowie deren Entsprechung in der Realität den Züchtern prinzipiell bekannt und nachvollziehbar ist, auch wenn im Einzelfall voneinander abweichende Auffassungen vorkommen können. Im Rahmen der Befragung sollte keine Diskussion über Vor- und Nachteile der bisherigen Bonitierungspraxis geführt werden.

#### Das Zahlungsmittel

In CV-Studien sind eine Reihe hypothetischer Zahlungsmitteln denkbar und je nach Zusammenhang sinnvoll. Im vorliegenden Fall wurde das s.g. "open-ended-format" eingesetzt, ein einmaliges Erfragen eines Maximalwertes der Zahlungsbereitschaft. Für Einwände methodischer Natur gegen dieses Format (wie der Vorwurf eine hohe Rate von Nicht- oder Protestantworten zu provozieren), wurde im vorliegenden Fall keine Grundlage gesehen. Auch die Möglichkeit zu strategischem Verhalten, die dieses Format prinzipiell im Gegensatz zum weitaus ineffizienteren "take-it-or-leave-it"-Format bietet<sup>1</sup>, wurde durch andere Aspekte des Szenarios eingeschränkt.

---

<sup>1</sup>Beim take-it-or-leave-it-Format ordnet der Interviewer dem Gut im Vorfeld einen Preis zu, der von Interview zu Interview zufällig variiert wird. Der Befragte kann diesen Preis nur annehmen oder als zu hoch ablehnen.

## Der Aufbau des Bewertungsabschnitts

*“Another strategy, which appears to be compatible with the respondents cognitive process, is to have them first value the total resource, even if this is not the subject of the study, and then have them allocate their total WTP amounts for the components of interest.”*

Mitchell und Carson [1993, S. 252]

*“Obtaining the total value first also helps respondents to grasp the idea that the component values are a subset of the overall value.”*

Mitchell und Carson [1993, S. 289]

In beiden Befragungen kam ein Dekompositionsansatz zur Anwendung. Geäußerte WTP-Beträge für ein Gesamtpaket von Merkmalen einer gewissen Qualität mussten vom Befragten in einem zweiten Schritt auf die entsprechenden Änderungen in den Einzelmerkmalen aufgeteilt werden.

Um die kognitiven Anforderungen durch die Befragung in einem vertretbaren Rahmen zu halten, wurde ein visuelles Hilfsmittel in Form eines bei Gesellschaftsspielen gebräuchlichen Spielfeldes (z. B. Monopoly) verwendet. Die Einzelmerkmale entsprachen beschrifteten Feldern, die in Merkmalskomplexe (Exterieur und Leistung) zusammengefasst waren. War der Ausgangsbetrag ermittelt, wurde dieser in Form von Spielgeld an die Befragten ausgehändigt und anschließend von diesen auf Merkmalskomplexe und Einzelmerkmale verteilt. Die Befragten hatten dadurch im Verlauf der Bewertung die Möglichkeit, ihre Angaben zu überblicken und gegebenenfalls zu verändern. Sie waren dabei nur von zuvor auf der jeweils übergeordneten Bewertungsebene geäußerten Beträgen begrenzt. Zu jedem Zeitpunkt war nur eine relativ einfache und überschaubare Entscheidung erforderlich und ein Höchstmaß an Übersichtlichkeit gewährleistet.

Schematisch wurden durch den Aufbau folgende Bewertungsebenen abgedeckt:

1. **Frage:** Was ist Ihnen ein Tier, das in der Qualität seiner Merkmale so einzustufen ist, dass es in Stutbuchaufnahme und Leistungsprüfung in allen Merkmalen eine “6“ (Haflinger: 6.5) bekommen würde und das ansonsten alle von Ihnen gewünschten Eigenschaften bezüglich Farbe und Größe hat, maximal wert?
2. **Frage:** Welchen Betrag würden Sie maximal für ein Tier bezahlen, dass entsprechend in allen Merkmalen der Exterieurbeurteilung und der Leistungsprüfung eine “7“ (Haflinger: 7.5) bekommen würde und ansonsten völlig identisch mit dem Vorgenannten ist (also die gleiche Farbe und Größe hat)?
3. *Aufteilung des ermittelten Differenzbetrages auf die beiden Komplexe Exterieurbeurteilung bzw. Leistungsprüfung als jeweils Ganzes*
4. *Aufteilung der zugeteilten Beträge auf die Einzelmerkmale von Exterieurbeurteilung bzw. Leistungsprüfung*

Durch einfache Umformulierung der zweiten Frage (in allen Merkmalen “8“ bzw. “8.5“) konnten auf einfache und transparente Weise weitere Informationen über den Wertverlauf mit zunehmendem Qualitätsangebot gewonnen werden. Einem Ansatz, der ohne vereinfachende Annahme eines auch im höheren Qualitätsbereich stabilen Verhältnisses der Einzelgewichte versucht hätte, entsprechende Werte durch erneute vollständige Aufteilung des Differenzbetrages zu ermitteln, wurde wenig Aussicht auf Erfolg eingeräumt.

## Weitere Aspekte

- Der Befragungsaufbau lässt strategisches Verhalten der Befragten nur in geringem Umfang zu. Der Befragte war auf jeder Bewertungsebene über den weiteren Verlauf der Befragung im Unklaren gelassen. Das Ergebnis der jeweiligen Ebene wurde nachgefragt und anschließend festgehalten. Auf der jeweils nächsten Ebene stand nur der zuvor genannte Betrag zur Verfügung.
- “Sponsor bias“ wurde durch den allgemeinen Hinweis auf die absolute Vertraulichkeit der Befragung und der Zusicherung, dass die gegebenen Antworten niemals mit dem Namen oder der Person des Befragten in Verbindung gebracht werden könnten, weitgehend die Grundlage entzogen.
- Es wurde dem Befragten die Möglichkeit gegeben, auch Null-Werte zu vergeben, wenn dies seinen Vorstellungen entsprach. Dies wurde durch entsprechende Hinweise in den Formulierungen der Bewertungsfragen sichergestellt.
- Es wurde erwartet, dass Befragte dazu tendieren würden, statt definierter Qualitätsverbesserungen den Wert einer erfolgreichen Leistungsprüfung an sich in ihren WTP-Angaben zu berücksichtigen. Dieser Effekt wurde im Szenarioaufbau durch die globale Abgeltung der abgelegten Leistungsprüfung schon beim Ausgangstier neutralisiert. Durch wiederholt gestellte Fragen wie “Können Sie sich ein derartiges Tier vorstellen?“, wurde zudem versucht, die Aufmerksamkeit des Befragten immer wieder auf die tatsächlichen *Qualitätseigenschaften* des Tieres zu lenken.

### 2.1.3 Das Befragungsinstrument

Eine komplette Version eines Befragungsinstruments inklusive des Wortlauts der ersten Kontaktaufnahme per Telefon und graphische Darstellungen der verwendeten Hilfswerkzeuge (Spielbrett) befinden sich in Anhang 1.

#### Schematische Gliederung

Es ist gute Praxis, eine Contingent Valuation in eine Reihe von Untereinheiten aufzulösen. Als mehr oder weniger eigenständige Einheiten können abgegrenzt werden [Pearce und Özdemiroglu, 2002]:

- **Vorstellung**  
Informationen zu Sinn und Hintergrund der Befragung wurden vermittelt und es wurde um die Teilnahme des Befragten geworben. Der Interviewer, seine Funktion sowie die unterstützenden und autorisierenden Institutionen wurden vorgestellt. Eine Zusicherung absoluter Vertraulichkeit im Umgang mit den Ergebnissen wurde gegeben.
- **Einleitender Fragenteil**  
Der Grad der Vertrautheit des Befragten mit den inhaltlichen Elementen der Befragung sollte ermittelt werden. Hier wurde um wiederholte Selbsteinschätzungen zum eigenen Kenntnisstand gebeten. Zusätzliche Fragen versuchten zu ermitteln, wie stark der Befragte von Aspekten der zu bewertenden Maßnahmen Gebrauch macht.
- **Das Szenario**

– **Darstellung des Szenarios und der Hilfsmittel**

Alle relevanten Informationen, die den Befragten in die Lage versetzen sollten die Bewertung vorzunehmen, wurden gegeben. Die Informationsmenge war begrenzt und wurde jedem Befragten in gleichem Umfang und Wortlaut vermittelt. Die Hilfsmittel wurden vorgestellt und ihre Verwendung erklärt.

– **Der Bewertungsabschnitt**

Nach der Beschreibung des Bewertungsgegenstandes schlossen sich die Bewertungsfragen der jeweiligen Ebene an. “Null“-Antworten wurden routinemäßig nachgefragt. Der Befragte wurde zur Begutachtung der eigenen Bewertungen aufgefordert. Die Ergebnisse wurde notiert.

• **Allgemeiner Fragenteil**

Zusätzliche Informationen zur Präferenz des Befragten hinsichtlich bisher nicht berücksichtigter Merkmale wurden erhoben (Farbe, Größe, Abstammung). Von diesen wurde angenommen, dass sie indirekten Einfluss auf die Bewertungen haben könnten. Zusätzliche Hintergrundinformationen zu Zucht und Zuchtstruktur wurden ermittelt.

• **Zusatzfragenteil**

Sozioökonomische Charakteristiken des Befragten wurden in gewissem Umfang festgestellt. Ziel war es auch hier, diese abschließend auf ihren Einfluss auf das Bewertungsverhalten hin zu untersuchen.

Vor beiden Befragungen wurden die erstellten Fragebögen und der Ablauf der Befragung an ausgewählten Mitgliedern der jeweiligen Rassebeiräte getestet. Notwendige Änderungen wurden eingearbeitet. Gültige Befragungen aus diesen Voruntersuchungen wurden bei den Auswertungen in der Regel berücksichtigt.

## 2.1.4 Die Stichprobe

Als Ausgangspopulation wurden jeweils die eingetragenen Mitglieder des Landesverbandes bayerischer Pferdezüchter für die Rassen Süddeutsches Kaltblut bzw. Haflinger definiert. Bei der Definition einer geeigneten Population zur Stichprobenziehung fanden eine Reihe weitere Einschränkungen statt. So umfasste diese ausschließlich Mitglieder, die zum 21.03.2003 (Haflinger: 01.06.2004) Besitzer von mindestens einem aktiv gemeldeten Zuchttier waren und ihren Wohnort in Bayern hatten. Bei der Befragung der Haflingerzüchter wurde zusätzlich der Aktionsradius der Befragung auf die Regionen Oberbayern und Schwaben begrenzt. Die Befragung der Züchter des Süddeutschen Kaltbluts hatte keine Hinweise auf schwerwiegende regionale Einflüsse auf die Bewertungen ergeben.

Die Stichproben waren nach Regionalverbänden und Anzahl der eingetragenen Zuchttiere (2 Klassen: bis zwei Zuchttiere und mehr als zwei Zuchttiere) stratifizierte Zufallsziehungen mit einer annähernd proportionalen Aufteilung auf die Strata (Zielgröße etwa 7% der Stratumpopulation, jedoch mindestens zwei)[Chochran, 1967; Snedecor und Cochran, 1989]. Ein zusätzliches Stratum wurde für die als Hengsthalter definierten Mitglieder gebildet (mit mehr als einem aktiven Hengst). Gesamtumfang der Ausgangsstichproben waren 67 Züchter des Süddeutschen Kaltbluts und 71 Züchter des Haflingers.

### 2.1.5 Durchführung

Die ausgewählten Mitglieder wurden in einem Telefonat mit standardisiertem Wortlaut (siehe Anhang 1) über die Hintergründe der Befragung informiert und um ihre Mitarbeit gebeten. Dabei wurde der zugrunde liegende Inhalt und die Zielrichtung der Befragung so allgemein formuliert, dass bei einer Verweigerung durch den potentiellen Teilnehmer nicht davon ausgegangen werden musste, dass seine Verweigerung mit dem Gegenstand der Befragung in Zusammenhang steht. Globale Nichtantworten konnten deshalb als potenzielle Verzerrungsursache ausgeschlossen werden. Nach Terminabsprache wurden die "gezogenen" Personen einzeln aufgesucht und eine persönliche Befragung durchgeführt.

## 2.2 Ergebnisse

### Realisierte Stichprobe

Bei der Befragung der Züchter des Süddeutschen Kaltbluts konnten aus der ursprünglichen Stichprobe ( $N=67$ ) 53 Befragungen realisiert werden (Erfolgsquote: 79%). Bei der Befragung der Haflingerzüchter ergaben sich vermehrt Schwierigkeiten mit Terminabsprachen. Hier konnten 49 Interviewtermine vereinbart werden (Erfolgsquote: 69%)<sup>2</sup>.

Absagen und Beweggründe können zusammengefasst folgendermaßen dargestellt werden (Angaben in Klammern beziehen sich auf die Befragung der Haflingerzüchter).

- Unbekannt verzogen, neue Adresse und Telefonnummer nicht ermittelbar: (2)
- Im gesamten Befragungszeitraum (6 Wochen) nicht erreichbar: (2)
- Ohne Angabe von Gründen: 2 (5)
- Umständehalber (Krankheit, Alter, Schichtdienst, Nichtanwesenheit im Zeitraum der Durchführung): 5 (5)
- Fühlen sich nicht kompetent (Tiere übernommen ohne eigene Ambitionen, in einigen Fällen waren die Zuchttiere zudem verkauft oder nicht mehr am Leben): 4 (8)
- Halten nichts von Befragungen und wollen explizit nicht teilnehmen: 3

In beiden Befragungen erfolgte eine einmalige Ersatzziehung um die Besetzung der Strata und einen ausreichenden Stichprobenumfang zu gewährleisten. So konnten beim Süddeutschen Kaltblut weitere 5, beim Haflinger weitere 14 vollständige Befragungen realisiert werden. Mit den gültigen Befragungen der Voruntersuchungen standen abschließend 62 Befragungen von Züchtern des Süddeutschen Kaltbluts und 67 Befragungen von Züchtern des Haflingers zur Auswertung zur Verfügung.

### Dauer der Befragung

Die durchschnittliche Dauer eines Interviews betrug 61 Minuten mit einer Standardabweichung von rund 21 Minuten (Süddeutsches Kaltblut) bzw. 55 Minuten bei einer Standardabweichung von etwa 12 Minuten (Haflinger). Im Gegensatz zur Befragung "Süddeutsches Kaltblut" wurde auf einen Zusatzfragebogen "Persönliche Meinung zur Frage der

<sup>2</sup>Diese Schwierigkeiten bei der Terminabsprache werden in Zusammenhang mit der während der Durchführung häufiger gehörten Behauptung, dass aktuell nicht oder kaum mehr gezüchtet würde, gesehen. Diese Möglichkeit war bei der Planung der Befragung nicht ausreichend berücksichtigt worden. Die Begründungen wurden deshalb nicht systematisch erfasst. In den meisten Fällen wurde eine schwierige Absatzsituation für Zuchtprodukte in Verbindung mit einer Unzufriedenheit über die Arbeit der Verbände als Grund für dieses Verhalten angegeben.

Fohlenschlachtungen<sup>3</sup> bei der Befragung der Haflingerzüchter verzichtet. Diese Verkürzung wurde jedoch durch eine größere Anzahl von zu bewertenden Merkmalen teilweise ausgeglichen. Die absolute Dauer des Interviews kann nicht als Hinweis auf Schwierigkeiten der Befragten im Umgang mit dem Befragungsinstrument gewertet werden. In vielen Fällen war es notwendig, dem Befragten Gelegenheit zu geben, sich zu persönlichen Ansichten und Problemen im Zusammenhang mit dem Befragungsthema zu äußern.

### 2.2.1 Ergebnisse des einleitenden Fragenteils

Die Ergebnisse dieses Fragenabschnitts werden für beide Befragungen zusammenfassend dargestellt. Bei der Befragung der Haflingerzüchter war eine etwas andere Fragenaufteilung eingeführt worden. Die angegebenen Nummern stimmen deshalb nicht notwendigerweise mit dem im Anhang (Anhang 1) dargestellten Fragebogen überein. Nachfolgend beziehen sich einfache Angaben auf die Ergebnisse der Befragung der Züchter des Süddeutschen Kaltbluts, Angaben in Klammern auf die Ergebnisse der Befragung der Haflingerzüchter.

#### Frage 1/Frage 2

Die ersten beiden Fragen zielten im wesentlichen darauf ab, den relevanten ökonomischen Agenten zu ermitteln. 85% (69%) der Befragten bezeichneten die Zucht und Haltung als eine Familienangelegenheit, 15% (31%) hingegen als ausschließlich persönliche Angelegenheit. Dessen ungeachtet werden in 24% (46%) aller Fälle die Zuchtentscheidungen nur vom Befragten selbst (in der Regel dem Mitglied im Zuchtverband) getroffen. In etwa 34% (21%) der Fälle besteht ein eingeschränktes Mitspracherecht anderer Haushaltsmitglieder und nur in 15% (33%) der Fälle werden anstehende Zuchtentscheidungen gemeinschaftlich getroffen.

#### Frage 3

Auf die Bitte nach einer persönlichen Selbsteinschätzung über den eigenen Kenntnisstand zur aktuellen Zuchtbuchordnung bezeichneten 8% (13%) der Befragten diesen als sehr gut. Einen mittleren Kenntnistand machten 63% (56%) der Befragten für sich geltend. Nach eigener Aussage nur wenig über den Inhalt der Zuchtbuchordnung wissen 29% (31%) der Befragten.

#### Frage 4

Bei knapp 75% (66%) lag der Anteil Befragter mit einer aktiven Teilnahme an einer Zuchtveranstaltung (Körung, Stutbuchaufnahme oder Leistungsprüfung) im Zeitraum der letzten 5 Jahre. Bei gut (43%) aller Befragten lag eine solche Teilnahme nicht mehr als 2 Jahre zurück. Bei Zuchtveranstaltungen stehen die Stutbuchaufnahmen mit 56% naturgemäß im Vordergrund, gefolgt von Stutleistungsprüfungen mit immerhin 26%.

#### Frage 5

85% (64%) aller Befragten sehen sich als häufige und regelmäßige Zuschauer bei Zuchtveranstaltungen. Bei der Mehrzahl der Befragten lag ein Besuch nicht mehr als 2 Jahre

---

<sup>3</sup>Nicht in den Auswertungen.

zurück.

### Frage 6/Frage 7

66% (55%) aller Befragten schätzten ihren persönlichen Kenntnisstand über die in diesen Veranstaltungen erhobenen Merkmale und deren Definitionen als gut ein, weitere 29% (43%) als mittel. Nur zwei (1) Befragte bezeichnete den eigenen Kenntnisstand als gering. Die in Bayern zur Bonitierung der Merkmale herangezogene zehnstufige Notenskala war 58% (60%) aller Befragten geläufig, bei weiteren 31% (36%) lag eine ungefähre Kenntnis vor<sup>4</sup>. Der jeweils verbliebene Anteil schätzte die eigene Kenntnis als gering ein. Die tatsächliche Notenskala wurde unabhängig von der hier gemachten Angaben in allen Fällen unter Einbeziehung der wichtigsten Populationsparameter besprochen.

### 2.2.2 Grundbeträge

Die Grundbeträge sind die vom Befragten angegebenen Maximalbeträge (maximale Zahlungsbereitschaft) für eine vierjährige, nichttragende Stute. Die Charakterisierung dieses Tieres erfolgte in beiden Befragungen in derselben Weise. Ein Unterschied lag allerdings in den bei der Befragung der Haflingerzüchter leicht veränderten Qualitätsabstufung, die mit 6.5, 7.5 und 8.5 angegeben wurden<sup>5</sup> (beim Süddeutschen Kaltblut: 6, 7 und 8). Das zu bewertende Tier wurde dahingehend charakterisiert, dass es sowohl in der Stutbuchaufnahme, als auch in der bereits abgelegten Leistungsprüfung in allen bewerteten Merkmalen mit der Note 6 (6.5) bewertet wurde und dass sich diese Bewertungen mit der tatsächlichen Qualität des Tieres in den Merkmalen decken. In allen anderen Merkmalen der äußeren Erscheinung (Farbe, Größe) und der Abstammung sollte der Befragte eine vollständige Übereinstimmung mit seinen persönlichen Präferenzen annehmen. Alle Ergebnisse zu diesem Bewertungsabschnitt finden sich in den Tabellen 2.1 und 2.2.

**Tabelle 2.1:** Übersicht über Werte und Differenzen der Grundbeträge (alle Angaben in Euro), Süddeutsches Kaltblut, getrimmtes Mittel mit  $\alpha \approx 0.1$ .

Variable	N	Mittel	min	max	“trimmed“
Betrag für Tier Note 6	62	2343± 57	1500	3200	2357
Betrag für Tier Note 7	62	3168± 80	1800	5000	3176
Betrag für Tier Note 8	62	4306±180	2000	10000	4170
Differenz Beträge 7-6	62	841± 44	300	2000	809
Differenz Beträge 8-7	62	1223±136	0	6000	948

<sup>4</sup>Hier war es häufig die Anzahl der Abstufung der Notenskala, die nicht vollständig bekannt war. Ein großer Anteil dieser Gruppe ging von einer sechs- oder siebenstufigen Skala aus, was in gewisser Weise die tatsächliche Praxis der Notenvergabe sogar korrekt beschreibt.

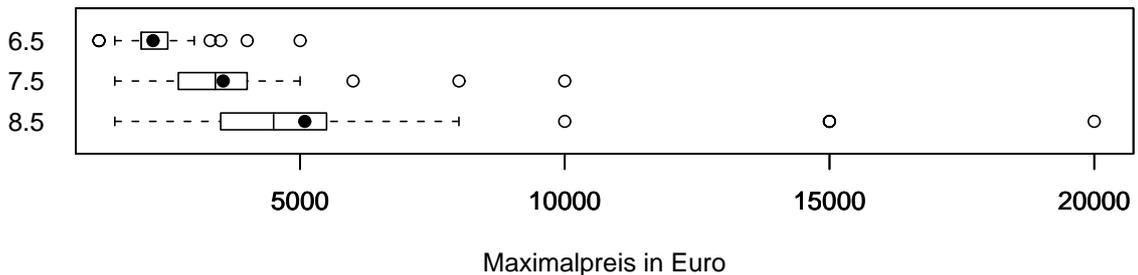
<sup>5</sup>Ausschlaggebend hierfür waren die etwas höheren Populationsmittelwerte beim Haflinger in Verbindung mit einer insgesamt stärkeren Leistungsausrichtung. Die Testbefragungen hatten gezeigt, dass es sehr unwahrscheinlich angesehen wurde, dass ein Züchter mit einer Stute der Qualitätsstufe 6 die in der Regel hohen Kosten einer Stationsprüfung auf sich nimmt. Eine Durchschnittsnote von 6.5 stellte in den Augen der Züchter den absolut untersten Qualitätsbereich für eine Zuchtstute beim Haflinger dar. Die Änderungen dienten also einer realistischeren Darstellung.

**Tabelle 2.2:** Übersicht über Werte und Differenzen der Grundbeträge (alle Angaben in Euro), Haflinger, getrimmtes Mittel mit  $\alpha \approx 0.1$ .

Variable	N	Mittel	min	max	“trimmed“
Betrag für Tier Note 6.5	66	2220± 80	1200	5000	2170
Betrag für Tier Note 7.5	66	3548±162	1500	10000	3404
Betrag für Tier Note 8.5	66	5089±367	1500	20000	4606
Differenz Beträge 7.5-6.5	66	1328±127	300	8000	1194
Differenz Beträge 8.5-7.5	66	1541±235	0	10000	1213

Die Streuung der WTP-Angaben sind beträchtlich. Die robusten Mittelwertsschätzer (“trimmed means“ mit  $\alpha \approx 0.1$ , etwa 6 Beobachtungen auf jeder Seite der Verteilung bleiben unbeachtet) weisen zumindest beim Süddeutschen Kaltblut auf keine allzu starke Beeinflussung des Mittelwerts durch Extremwerte hin. Beim Haflinger zeigt ein Blick auf die Boxplots in allen Fällen eine mit steigender Qualitätsstufe zunehmende Beeinflussung der arithmetischen Mittelwerte durch Extremwerte im oberen Bereich der Verteilungen (Abbildung 2.1). Die jeweils höchsten Werte stammen von einem hohen Verbandsfunktio-

**Abbildung 2.1:** Verteilung der WTP-Angaben für die Grundbeträge (Preise der Tiere der Qualitätsstufen 6.5, 7.5 und 8.5), Befragung der Haflingerzüchter.



när. Hier kann strategisches Verhalten unterstellt werden. Eine moderate Trimmung des Mittelwertes dürfte unabhängig von Erwägungen zum Ausschluss dieser Beobachtungen zu einer robusten Einschätzung führen. Ähnliches gilt für die Frage nach dem Maximalpreis für ein “8er“ (8.5) Tier (diese war gestellt worden, um abzuschätzen, ob für den bewerteten Nutzenzuwachs ein linearen Verlauf angenommen werden kann). In beiden Populationen gab eine Gruppe von Züchtern denselben Preis an, den sie bereits zuvor bei Notenstufe 7 (7.5) genannt hatten. Diese Züchter betrachteten sich als nicht ambitioniert genug, um den zusätzlichen Nutzen durch ein Tier dieser Qualitätsstufe auch realisieren zu können. Auch hier dürften die getrimmten Schätzwerte zu einer robusten Einschätzung führen. In Anbetracht dieser Umstände ergaben sich für beide Populationen keine belastbaren Hinweise auf einen nichtlinearen Verlauf der Nutzeinschätzung mit steigender Notenhöhe.

Der Differenzbetrag zwischen den WTP-Beträgen der Notenstufen 6 und 7 (6.5 und 7.5) war die eigentliche Zielgröße dieses Abschnitts. Er war die Grundlage der sich anschließenden Aufteilungsaufgaben.

### 2.2.3 Allokation Exterieur-Interieur

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse der Aufteilungsaufgaben sind Mittelwerte relativer Anteile am individuell berechneten Differenzbetrag. Die absolute Höhe des Betrages blieb also unberücksichtigt. Dies stellte eine Gleichgewichtung der Züchter in Fragen der Zuchtzielbestimmung sicher und verhinderte negative Auswirkungen durch strategisches Verhalten einzelner Züchter.

Zunächst wurden die Befragten gebeten den ermittelten Differenzbetrag auf die Merkmalskomplexe Exterieur und Interieur nach persönlicher Präferenz aufzuteilen. Als Anhaltspunkt dafür, welche Merkmale sich im einzelnen unter diesen Merkmalskomplexen subsummieren, dienten die in der Stutbuchaufnahme (Exterieur) und der Stutleistungsprüfung (Interieur) im Durchschnitt der letzten Jahre überwiegend erfassten Merkmale. Die Ergebnisse können der Übersicht in Tabelle 2.3 entnommen werden.

**Tabelle 2.3:** Übersicht über die Ergebnisse der Allokation Exterieur:Interieur, Süddeutsches Kaltblut und Haflinger.

Befragung	N	Exterieur zu Interieur
Süddt. Kaltblut	62	0.47 : 0.53
Haflinger	67	0.43 : 0.57

Der Bereich Leistungsprüfungsmerkmale ist insbesondere bei den Haflingerzüchtern spürbar höher gewertet bei niedrigen Standardfehlern ( $\approx 0.01$ ). Die Berechnungen robuster Schätzwerte ergaben keine Änderungen im dargestellten Rundungsbereich.

### 2.2.4 Detailallokation Exterieur

Die Befragten wurden gebeten, den schon den Exterieurmerkmalen zugeordneten Betrag auf die jeweiligen Einzelmerkmale aufzuteilen. Die Einzelmerkmale waren die im Durchschnitt der letzten Jahre in der Stutbuchaufnahme bewerteten Merkmale. Der Befragte sollte seine persönliche Präferenz und seinen subjektiven Nutzenzuwachs zum Ausdruck bringen. Die Ergebnisse beider Befragungen sind in den Tabellen 2.4 und 2.5 dargestellt.

**Tabelle 2.4: Süddeutsches Kaltblut,** Übersicht über die Ergebnisse der Allokation Exterieur, Einzelmerkmale (Relativgewichte), getrimmtes Mittel mit  $\alpha \approx 0.1$ .

Variable	N	Mittelwert	“trimmed“
Gliedmaßen/Hufe	62	0.23 $\pm$ 0.01	0.22
Schritt	62	0.18 $\pm$ 0.01	0.18
Gangkorrektheit	62	0.18 $\pm$ 0.01	0.18
Gebäude	62	0.16 $\pm$ 0.01	0.15
Trab	62	0.12 $\pm$ 0.01	0.12
Typ	62	0.10 $\pm$ 0.01	0.09
Gesamteindruck	62	0.04 $\pm$ 0.01	0.02

**Tabelle 2.5: Haflinger**, Übersicht über die Ergebnisse der Allokation Exterieur, Einzelmerkmale (Relativgewichte), getrimmtes Mittel mit  $\alpha \approx 0.1$ .

Variable	N	Mittelwert	“trimmed“
Gebäude	67	0.16± 0.01	0.16
Typ	67	0.15± 0.01	0.15
Schritt	67	0.14± 0.01	0.14
Trab	67	0.14± 0.01	0.14
Gliedmaßen/Hufe	67	0.14± 0.01	0.14
Gangkorrektheit	67	0.13± 0.01	0.13
Gesamteindruck	67	0.07± 0.01	0.06
Galopp	67	0.06± 0.01	0.05
Sprunganlage	67	0.00± 0.00	0.00

Es konnten keine bedeutenden Abweichungen zwischen arithmetischen und robusten Mittelwerten festgestellt werden. Die Standardfehler sind in einem niedrigen Bereich. Das Merkmal Gesamteindruck nimmt beim Süddeutschen Kaltblut eine Sonderstellung ein. Das Merkmal wurde nur im Aufnahmejahr 2002 einmalig erfasst. Den Befragten wurde dieser Zusammenhang mitgeteilt und sie wurden explizit darauf hingewiesen, dass dieses Merkmal aktuell nicht bewertet wird. Knapp 73% der Befragten bewerteten dieses Merkmal mit Null. Als Beweggrund wurde meist angegeben, dass es Probleme gibt, den Gegenstand der Merkmalsdefinition zu erfassen. Das Merkmal wurde in den folgenden Berechnungen nicht weiter berücksichtigt. Beim Haflinger war das relative Gewicht für das Merkmal Sprunganlage sehr niedrig und im Rundungsbereich nicht mehr darstellbar. Auch dieses Merkmal wurde im Folgenden nicht weiter berücksichtigt. Die Mittelwerte der Relativzahlen addieren sich nicht mehr zu 1 und wurden restandardisiert.

### 2.2.5 Detailallokation Interieur

Analog zur Allokation im Exterieur wurden die Befragten hier gebeten, ihren zuvor den Merkmalen der Stutleistungsprüfung global zugeordneten Betrag auf die Einzelmerkmale aufzuteilen. Die Ergebnisse dieser Zuordnungen werden in den Übersichten in Tabellen 2.6 und 2.7 zusammengefasst.

Wie bei allen Darstellungen dieser Art addieren die Mittelwerte der Relativzahlen nicht mehr notwendigerweise zu eins und wurden abschließend restandardisiert. Die Mittelwertschätzer sind relativ robust bei kleinen Standardfehlern. Zur Aufteilung beim Haflinger noch ein Anmerkung. Das Merkmal Sprunganlage war im Rahmen des Szenarioaufbaus dem Bereich Reiten zugeordnet worden (siehe Abbildung A.2 in Anhang 1). Im gesamten Bereich Fahren/Ziehen ist die Auswahl, Benennung und auch die Definition der Merkmale zwischen Hengsten und Stuten und auch innerhalb der Stuten (Leistungsprüfungen Feld-Station) uneinheitlich. Im Szenario wurden alle Merkmale dieses Bereichs unabhängig von der Form der Leistungsprüfung zur Bewertung gestellt. Die Erwartung war, dass die Züchter sich auf die ihrer Meinung nach relevanten Merkmale reduzieren würden, wozu sie auch aufgefordert wurden. Das Ergebnis wird in dieser Hinsicht noch zu diskutieren sein.

**Tabelle 2.6: Süddeutsches Kaltblut**, Übersicht über die Ergebnisse der Allokation auf die Einzelmerkmale des Merkmalskomplexes Interieur, Einzelmerkmale (Relativgewichte), getrimmtes Mittel mit  $\alpha \approx 0.1$ .

Variable	N	Mittelwert	“trimmed“
Umgänglichkeit	62	0.17± 0.01	0.17
Nervenstärke	62	0.17± 0.01	0.17
Arbeitswilligkeit	62	0.15± 0.01	0.15
Fahrtauglichkeit	62	0.13± 0.01	0.14
Konzentration	62	0.12± 0.01	0.12
Zugmanier	62	0.12± 0.01	0.12
Schritt (im Einspänner)	62	0.08± 0.01	0.07
Trab (im Einspänner)	62	0.05± 0.01	0.05

**Tabelle 2.7: Haflinger**, Übersicht über die Ergebnisse der Allokation Leistungsprüfungsmerkmale, Einzelmerkmale (Relativgewichte), getrimmtes Mittel mit  $\alpha \approx 0.1$ .

Variable	N	Mittelwert	Trimmed
Umgänglichkeit	67	0.20± 0.01	0.19
Lern-Leistungsbereitschaft	67	0.15± 0.01	0.15
Rittigkeit	67	0.14± 0.01	0.14
Geländeverhalten	67	0.13± 0.01	0.13
Gangqualität (Reiten)	67	0.11± 0.01	0.11
Fahreignung	67	0.09± 0.01	0.09
Ruhe i. Zug	67	0.06± 0.01	0.06
Zugwilligkeit	67	0.06± 0.01	0.06
Gangqualität (Fahren)	67	0.03± 0.01	0.03
Gleichmäßigkeit (Zug)	67	0.03± 0.00	0.03
Sprunganlage	67	0.01± 0.00	0.01

## 2.2.6 Zusammenfassung aller Aufteilungen

Übersichten über alle Merkmale und Gewichte als Ergebnis der beiden Befragungen sind in den Tabellen 2.8 und 2.9 aufgeführt. Der durchschnittliche Preis einer Verbesserung um eine Notenstufe kann beim Süddeutschen Kaltblut mit 841 Euro, beim Haflinger mit rund 1200 Euro angegeben werden. Die relativen Gewichtungsfaktoren wurden zur besseren Anschaulichkeit mit diesen Werten multipliziert. Beim Haflinger war es auf Grund der Vielzahl von zu bewertenden Merkmalen nicht möglich, im Bereich der Leistungsprüfungsmerkmale eine erneute Bewertung der einzelnen Gangarten im Fahren und Reiten vom Befragten zu fordern. Deshalb wurden dort die Gangarten im Reiten als auch im Fahren unter dem Begriff Gangqualität als Komplex zur Bewertung gestellt. Eine Aufteilung des diesen Komplexen zugeordneten Gewichts wurde im Weiteren anhand der bereits im Exterieurabschnitt vom Befragten geäußerten Gewichtungen vorgenommen. Diese Vorgehensweise ist möglicherweise nicht ganz zutreffend. Nicht systematisch aufgezeichnete Nachfragen hatten allerdings ergeben, dass die Befragten in der Regel ihre Präferenz für die eine oder andere Gangart nicht vom Rahmen der Nutzung abhängig machten.

**Tabelle 2.8: Süddeutsches Kaltblut**, Übersicht über die abgeleiteten “ökonomischen Gewichte“, zur Anschaulichkeit mit einem Wert von 841 Euro multipliziert.

Merkmal	“ökonomisches Gewicht“
Gliedmaßen/Hufe	90.91
Schritt	75.10
Gangkorrektheit	71.15
Gebäude	63.24
Trab	51.39
Typ	43.48
Umgänglichkeit	75.77
Nervenstärke	75.77
Arbeitswilligkeit	66.86
Fahrtauglichkeit	62.40
Zugmanier	53.49
Konzentration	53.49
Schritt (Einspänner)	35.66
Trab (Einspänner)	22.27
	841.00

### 2.2.7 Ergebnisse des allgemeinen Fragenteils, Süddeutsches Kaltblut

Im Anschluss an den Bewertungsabschnitt wurden die Züchter zu Aspekten wie Farbe und Größe des persönlichen Idealtieres befragt. Zusätzlich wurde die persönliche Meinung des Befragten zu aktuellen Themen der Zucht, wie etwa der anhaltenden Debatte um Arabergenanteile beim Haflinger erfragt. Die Darstellungen erfolgen nach Rassen getrennt und aufgeteilt in die wichtigsten Aspekte.

#### Farbe

Die Präferenz für die Fuchsfarbe teilten etwa 60% der Befragten. Es wurde damit in der Regel die Farbe Dunkelfuchs oder Kohlfuchs in Verbindung gebracht. Helles Langhaar war in allen Fällen bei Fuchsfarbenen das wesentliche Zusatzattribut. Die Präferenz für Braunfärbung teilten gut 32% der Züchter. Eine klare Präferenz für Rappfärbung äußerte ein Befragter. Vier Züchter ( $\approx 6\%$ ) wollten sich weder auf Dunkelfuchs noch auf Dunkelbraun festlegen, gaben aber an, dass der Farbtyp möglichst “rein“ und eindeutig sein sollte.

#### Größe

Die Befragten wurden nach ihrer Präferenzgröße für ein Süddeutsches Kaltblut (Stockmaß einer ausgewachsenen Stute) befragt. Als Mittelwert konnte  $162.66 \pm 0.22$  cm bei einer Standardabweichung im Merkmal von 1.71 cm berechnet werden. Die Werte streuen im Bereich von 160 cm bis 168 cm. Eine Mehrheit der Befragten war für eine Größenbegrenzung bei der Eintragung ins Stutbuch um die charakteristischen Eigenschaften der Rasse zu erhalten. Für die Grenzgröße wurde ein Mittelwert von  $166.9 \pm 0.31$  cm bei einer er-

**Tabelle 2.9: Haflinger**, Übersicht über die abgeleiteten “ökonomischen Gewichte“, zur Anschaulichkeit mit einem Wert von 1200 Euro multipliziert.

Merkmal	“ökonomisches Gewicht“
Gebäude	82.56
Typ	82.56
Gliedmaßen/Hufe	72.24
Schritt	72.24
Trab	72.24
Gangkorrektheit	67.08
Gesamteindruck	36.12
Galopp	30.96
Umgänglichkeit	136.80
Lern-und Leistungsbereitschaft	102.60
Rittigkeit	95.76
Geländeverhalten	88.92
Gangqualität (Reiten)	75.24
Fahreignung	61.56
Zugwilligkeit	41.04
Ruhe im Zug	34.20
Gangqualität (Fahren)	20.52
Gleichmäßigkeit (Zug)	20.52
Sprunganlage	6.84
	1200.00

heblichen Streuung der Angaben ermittelt. Wie in gewissem Umfang zu erwarten, deutet einiges auf regionale Unterschiede bei den Präferenzgrößen hin.

## Hengstauswahl

Die wichtigsten fünf Auswahlkriterien bei der persönlichen Wahl eines Hengstes zum Deckeinsatz waren

Charakter > Abstammung/Linie > Größe > Farbe > Gebäude > ...

Die Nennung des Charakters als Entscheidungskriterium führte im Befragungsverlauf zur nicht standardisiert erfassten Nachfrage, wie sich der Züchter im Einzelfall ein Bild von diesem Merkmal macht. Neben der eigenen Einschätzung wurde im Wesentlichen auf das Vertrauen auf den regionalen Hengsthalter und auf Informationen aus dem Züchlerkreis verwiesen. So gaben 57% der Befragten an, dass die Bindung an einen regionalen Hengsthalter ein wesentlicher Aspekt bei der Hengstauswahl ist und gute Gründe für ein Abweichen von dieser Vorgehensweise bestehen müssen. Diese starke Bindung besteht im wesentlichen in Oberbayern und Schwaben aufgrund gewachsener Strukturen. In den Bezirken Niederbayern und Franken ist sie, bedingt durch eine geringere Dichte an Hengsthaltern, weniger stark ausgeprägt. Dies wurde von den Befragten in der Regel als Nachteil empfunden.

### **Linienhalt**

71% der Befragten äußerten Verständnis für Maßnahmen zum Linienhalt auf der Ebene der Selektion, auch wenn maximaler genetischer Fortschritt dadurch eingeschränkt wird. Etwa 26% sprachen sich allerdings dagegen aus, Tiere zu kören, wenn dies nicht ausdrücklich an der Leistung des Tieres orientiert ist. 2 Befragte äußerten sich nicht zu diesem Punkt.

### **Verwendungszweck**

Gefragt nach der ihrer Meinung nach primären Verwendung für das Süddeutsche Kaltblut gaben 61 der 62 Befragten das Freizeitfahren an. Als weitere Einsatzgebiete wurden Freizeitreiten mit 36 und Forstarbeiten mit 33 Nennungen angegeben.

## **2.2.8 Ergebnisse des allgemeinen Fragenteils, Haflinger**

### **Arabergenanteile**

66% der Befragten halten eine weitere Einkreuzung von Arabern zur Verbesserung der genetischen Basis der Population für nicht nötig. Darüber hinaus sind sie für eine normale Weiterführung der Zucht, also für eine an der Leistung und unabhängig vom Genanteil operierenden Selektion. 22 % der Befragten halten auch zukünftig regelmäßige, kontrollierte Anpaarungen von Arabern an die Population für notwendig und wünschenswert. Ein gezielte Verdrängung von Arabergenanteilen befürworteten 12% der Befragten auch dann, wenn auf absehbare Zeit nur nach dem Genanteil selektiert werden müsste. Für die überwiegende Mehrheit der Züchter (84%) ist der Arabergenanteil ein wesentliches Entscheidungskriterium beim Kauf eines Zuchttiers. Die Präferenzen gehen hier deutlich auseinander. So entfielen jeweils etwa ein Drittel der Nennungen auf keine Anteile (0-1.56%), wenig Anteile (1.56-6.25%) und mittlere Anteile (6.25-12.5%).

### **Größe**

Als Mittelwert der bevorzugten Größe (Stockmaß) einer ausgewachsenen Haflingerstute ergab sich im Rahmen der Befragung ein Wert von  $146.3 \pm 0.3$  cm. Die Verteilung der Wertangaben ist ausgesprochen symmetrisch. Die Bandbreite der Angaben (140-153 cm) deckt sich mit dem zwar nicht nach Zuchtbuchordnung (hier 140-146/148 cm) vorgesehenen, aber praktizierten Eintragungsbereich bei aktuellen Stutbuchaufnahmen. Gut zwei Drittel der Befragten befürworteten mehr oder weniger strenge Maßnahmen auf der Ebene der Selektion, um eine für den Haflinger charakteristische Größe auch in Zukunft zu erhalten. Knapp ein Drittel der Befragten äußerte hingegen den Wunsch, zukünftig ein durchschnittlich größeres Tier züchten zu können.

### **Farbe**

54% der Befragten erklärten sich einverstanden mit der bisherige Praxis der Eintragung und damit mit einer breiten Palette von Fuchstönen bei obligatorischem hellen Langhaar. 25% der Befragten befürworteten hingegen eine Rückkehr zu einem kräftigen, klassischen Rehbraun. Weitere 21% der Befragten waren für zusätzliche Lockerungen bei der Eintragung auch im Hinblick auf kleinere "Fehler" wie weiße Stiefelungen und kleinere Abzeichen.

## Hengstauswahl

Die Hierarchie der fünf wichtigsten Entscheidungskriterien bei der Auswahl eines Deckhengstes ergab sich bei den Haflingerzüchtern wie folgt.

Charakter > Qualität: Typ, Geb. > Qualität: Bewegung > Abstammung > Größe ...

Dabei spielt eine Bindung an einen lokalen Hengsthalter für 57% der Befragten keine Rolle. Bei 43% der Befragten hingegen ist diese Bindung ein wesentliches Element bei der Auswahl eines Deckhengstes. Ein besonderes Vertrauensverhältnis zum jeweiligen Hengsthalter und sich aus der Ortsnähe ergebende logistische Vorteile werden als wichtigste Argumente für dieses Verhalten genannt.

## Linienerhalt

33% der Befragten halten für den Fall eines drohenden Verlustes angestammter Hengst- und Stutlinien eine bevorzugte Selektion von Kandidaten aus solchen Linien auch dann für gerechtfertigt, wenn andere Kandidaten qualitativ deutlich überlegen wären. Für 24% der Befragten gehen solche Maßnahmen zu weit. Sie sehen das Problem darin begründet, dass selbst bereits selektierte Hengste aus solchen Linien kaum als Deckhengste nachgefragt würden. Sie befürworten deshalb finanzielle Anreize, beispielsweise in Form von Zuschüssen zum Deckgeld um die Einsatzhäufigkeit solcher Hengste zu erhöhen. Die überwiegende Zahl der Züchter (43%) hält in diesen Fällen besondere Maßnahmen grundsätzlich für nicht gerechtfertigt.

## Nutzung

57% der Befragten halten den Einsatz im Bereich Freizeitreiten für die primäre Nutzungsform des Haflingers. Etwa ein Drittel dieser Gruppe sieht zusätzliche Einsatzmöglichkeiten im Bereich Freizeitfahren. Beide Bereiche gleichberechtigt sehen 34% der Befragten. Als persönliche Verwendung gaben 65% aller Züchter das Fahren als alleinige oder vorrangige Nutzung an. Entsprechend sind 35% der Befragten ausschließlich oder überwiegend Reiter.

### 2.2.9 Ergebnisse des Zusatzfragenteils

Der Zusatzfragenteil war darauf ausgerichtet, Informationen über den sozioökonomischen Hintergrund des Befragten zu liefern. Im Idealfall sollten sich einige Charakteristiken des Befragten in Zusammenhang mit der Höhe seiner Bewertungen bringen lassen. Im vorliegenden Fall wurde auf direkte Fragen nach dem Einkommen verzichtet. Es wurde versucht, auf indirektem Weg Einkommenseinflüsse sichtbar zu machen. Die Ergebnisse werden nachfolgend für beide Befragungen kurz zusammengefasst. Wie bereits bei der Präsentation der Ergebnisse des einleitenden Fragenteils bezeichnen die Angaben in Klammern die Ergebnisse aus der Befragung der Haflingerzüchter.

Die Haltung und Zucht von Pferden betrachten rund 50% (52%) der Züchter als ein persönliches Hobby, das sie finanziell deutlich bezuschussen müssen. Ebenfalls rund 50% (43%) der Befragten schätzen ihr Aufwand-Ertrags-Konto in dieser Hinsicht als ausgeglichen ein, ein (drei) Züchter geht von einem positiven Einkommensbeitrag durch Einkünfte aus Zucht und Haltung aus.

Als jährliche Maximalaufwendung für Belange der Zucht (Deckgeld, Tierarzt, Fohlenpapiere, Fahrtkosten usw. unabhängig von Haltung und Fütterung) gaben knapp 60% (65%) der Züchter einen Betrag von bis zu 1000 Euro an. Etwa 34% (29%) der Befragten sind bereit, einen Betrag bis 3000 Euro auszugeben, etwa knapp 5% (6%) bis 5000 Euro und darüber (letzteres jeweils nur ein Befragter in beiden Befragungen). Die Beträge sind dabei letztlich eine Funktion der Anzahl aktiver Zuchtstuten im Bestand des Befragten.

Mit etwa 43% (39%) die überwiegende Zahl der Züchter erwirtschaften ihr Einkommen ausschließlich oder überwiegend mit der Landwirtschaft. Weitere 36% (36%) der Züchter sind Landwirte im Nebenerwerb, der Anteil derer, die hier nur noch Futter und Auslaufflächen für ihre Pferde bereitstellen oder aus sonstigen Gründen den Status eines landwirtschaftlichen Betriebes beibehalten, dürfte allerdings relativ hoch sein. In beiden Befragungen kann von einem Anteil von gut 50% aktiver Landwirte ausgegangen werden. Immerhin 18% (25%) aller Befragten haben keinerlei Bezug zur Landwirtschaft und sind somit auch im Hinblick auf die Bereitstellung von Futter und Stallflächen auf die Bezuschussung aus anderen Einkünften angewiesen.

### 2.2.10 Tests und Einflussgrößen

Ziel dieses Abschnitts war es, wesentliche Einflussgrößen auf die Bewertungen aufzuzeigen und deren Größenordnung zu bestimmen. Die Ergebnisse sollen der Bestätigung der Verlässlichkeit und Gültigkeit der gefundenen Ergebnisse dienen. Alle Antwortklassen des einführenden und des ergänzenden Fragenteils, sowie die des Zusatzfragenteils wurden zunächst in ihrem Effekt auf die Höhe der Grundbeträge (Maximalpreise für Tier der Qualitätsstufen 6, 7 und 8 bzw. 6.5, 7.5 und 8.5) untersucht. In einem schrittweisen Verfahren (stufenweise Vernachlässigen von erklärenden Modellvariablen bei einer Typ II Anova) unter Berücksichtigung des Informationskriteriums von Akaike<sup>6</sup> [Akaike, 1974; Venables und Ripley, 2002] wurden für jeden Grundbetrag "optimale" Modellierungen entwickelt. In allen Fällen wurde eine "robuste" Modellierung ohne Berücksichtigung von Interaktionen gewählt. Für alle signifikanten Effekte im Gesamtmodell wurden die Differenzen zwischen den Effektklassen berechnet. Die wichtigsten Einflüsse sollen nachfolgend nach Befragungen getrennt kurz besprochen werden.

#### Befragung Süddeutsches Kaltblut

Bei der Zusatzfrage 1 war nach dem Einkommenseffekt der Zuchtarbeit gefragt worden. Als Antwortmöglichkeit konnte ein negativer, ein ausgeglichener oder ein positiver Einkommenseffekt angegeben werden (der eine Befragte mit positivem Einkommenseffekt wurde bei der Auswertung der Gruppe mit ausgeglichenem Ertrag/Aufwand zugerechnet). Es ließ sich im Gesamtmodell ein signifikanter bzw. hoch signifikanter Effekt auf die genannten Grundbeträge (6 und 7) nachweisen. Die Gruppe, die die Wirkung auf ihr Einkommen persönlich für ausgeglichen einschätzt, gab durchschnittlich höhere Grundbeträge an als jene Gruppe, die ihre Zuchtarbeit deutlich bezuschusst. So gab erstere einen um durchschnittlich 213 Euro höheren Grundbetrag für ein Tier der Qualitätsstufe 6 bzw. durchschnittlich 408 Euro mehr für ein Tier der Qualitätsstufe 7 an.

Die vom Befragten angegebene Präferenzfarbe zeigte einen Einfluss auf die genannten

---

<sup>6</sup>siehe auch Methodenteil Kapitel 3

Beträge (Qualitätsstufen 6 und 7). Die Befragten mit Präferenz für Fuchse waren durchschnittlich bereit, 343 Euro mehr für ein Tier der Qualitätsstufe 6 und 354 Euro mehr für die Qualitätsstufe 7 zu zahlen, als die Züchter mit einer Vorliebe für Braune.

Die Angaben zur Präferenzgröße (Stockmaß einer ausgewachsenen Stute), modelliert in Form einer linearen Regression zeigten tendenziellen Einfluss auf Betrag 6 und einen hoch signifikanten Einfluss bei Betrag 7. Im letzteren Fall wurde ein Regressionskoeffizient von  $122 \pm 42$  Euro geschätzt.

Auf den Grundbetrag für ein Tier der Qualitätsstufe 8 zeigte sich ein hoch signifikanter Effekt der Antwortklassen der Frage nach der Selbsteinschätzung zum eigenen Kenntnisstand der aktuellen Zuchtbuchordnung. Die kleine Gruppe derer, die ihren Kenntnisstand als "sehr gut" bezeichnet hatten (zumeist sehr engagierte Züchter nach Tierzahlen oder Mitglieder des Rassebeirates) gab hier eine um durchschnittlich gut 2000 Euro höhere Zahlungsbereitschaft an.

### **Befragung Haflinger**

Der Effekt der Anzahl Zuchttiere im Besitz bzw. eine alternative Modellierung (Frage nach der Höhe der jährlichen Zuchtaufwendungen) zeigte auf alle Grundbeträge einen hoch signifikanten Einfluss. Größere Züchter (mehr als 2 Zuchttiere) bzw. Züchter mit höheren jährliche Aufwendungen gaben auch durchschnittlich höhere Grundbeträge an.

Die Antwortklassen der Frage 6 ("Wie kennen Sie sich mit den bei Zuchtveranstaltungen erhobenen Merkmalen aus?") hatte einen zusätzlichen signifikanten bis hoch signifikanten Einfluss auf alle geäußerten Grundbeträge. Züchter mit einer, nach eigener Aussage, nur "leidlichen" Kenntnis der in Zuchtveranstaltungen erhobenen Merkmale, gaben für ein Tier der Qualitätsstufe 6.5 im Durchschnitt einen um 267 Euro geringeren Grundbetrag an als Züchter mit guten Kenntnissen (694 Euro weniger bei Betrag 7.5, 803 Euro weniger bei Qualitätsstufe 8.5).

Die Antwortklassen der Frage 8 (Zukunft der Arabergenanteile) erwiesen sich auf den Betrag 6.5 als signifikanter Einfluss. Für die Befürworter von Arabergenanteilen war ein Tier der Qualitätsstufe 6.5 durchschnittlich um 333 Euro (gegenüber in dieser Hinsicht neutralen Befragten) bzw. um 627 Euro (gegenüber Befürwortern einer Reduzierung des Arabergenanteils) mehr wert.

Zwischen der Meinung zur bevorzugten Strategie bei Gefahr des Aussterbens einzelner Stut- und Hengstlinien und dem Bewertungsverhalten in den Grundbeträgen 7.5 und 8.5 konnte ein gewisser Zusammenhang festgestellt werden. In beiden Fällen gaben Befragte, die in einem solchen Fall besonderen Maßnahmen für nicht gerechtfertigt halten, die durchschnittlich niedrigsten Grundbeträge an.

### **Zusammenfassung der Ergebnisse der Modellierung der Grundbeträge**

Die hier dargestellten Ergebnisse weisen Einflüsse von Einkommenseffekten bzw. dem Effekt des Engagements in Züchtungsfragen nach, die erwartetem Verhalten entsprechen. Sie können in gewissem Umfang als Untermauerung der grundsätzlichen Gültigkeit der Ergebnisse dienen. Die dargestellten Modellierungen erreichen mit korrigierten  $R^2$ -Werten von 0.22-0.32 beim Süddeutschen Kaltblut und 0.36-0.52 beim Haflinger einen relativ hohen Erklärungsgrad, was auf eine befriedigende Verlässlichkeit der allgemeinen Ergebnisse hindeutet.

Andere Effekte, wie etwa der Unterschied zwischen Reitern und Fahrern oder Landwirten und Nichtlandwirten, von denen im Vorfeld ein gewisser Einfluss erwartet worden war, zeigten keine nachweisbaren Effekte auf die Grundbeträge.

### 2.2.11 Einflussgrößen auf die Zuteilungen

Die berechneten Relativzahlen sind selbst bei normalverteilten Ausgangsbeträgen nicht mehr normalverteilt. Die Auflistung und Interpretation auf Grund der Ergebnisse einer ANOVA erfolgt deshalb mit einer gewissen Vorsicht. Nur markante Einflussgrößen werden kurz angesprochen.

Beim Süddeutsche Kaltblut konnten keine signifikanten Einflüsse auf die Aufteilungen festgestellt werden. Die relativen Anteile zeigten sich unbeeinflusst bzw. war der Einfluss von der Größenordnung her unbedeutend.

Bei den Ergebnissen der Befragung der Haflingerzüchter ergaben sich einige deutliche Einflüsse auf die Allokationen. "Größere" Züchter (mit mehr als 2 gemeldeten Zuchttieren) legten durchschnittlich weniger Wert auf die Qualität der Gliedmaßen und mehr auf die Qualität des Trab als "kleine" Züchter. In die selbe Richtung weisende Effekte bei der Gangkorrektheit und beim Schritt lassen vermuten, dass für "größere" Züchter die Gangqualitäten gegenüber Aspekten der Korrektheit an Bedeutung gewinnen.

Der Galopp hatte für Züchter, die sich als Reiter bezeichnen, eine größere Bedeutung und erhielt durchschnittlich ein höheres Gewicht. Das gleiche trifft für das Merkmal Fahreignung bei Fahrern zu. Beide Effekte waren bereits auf einer übergeordneten Ebene des Dekompositionsansatzes, bei der globalen Zuteilung auf die Merkmalskomplexe 'Charakter', 'Reiten' und 'Fahren' beobachtet worden. Die Tatsache, ob ein Züchter selbst Reiter oder Fahrer ist, hatte einen hoch signifikanten Einfluss auf die Bewertungshöhe des jeweiligen Merkmalskomplexes.

## 2.3 Besprechung der Ergebnisse

### 2.3.1 Validität

Weder Durchführung noch Resultate der vorliegenden Untersuchungen ergaben Anlass zum Zweifel an einer grundsätzlichen Gültigkeit der Ergebnisse. Eine grundlegende Diskussion zur Validität von CV-Untersuchungen kann an dieser Stelle nicht geführt werden. Es sei in diesem Zusammenhang auf die Arbeiten von Mitchell und Carson [1993] und die umfassenden Diskussionen um den "Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation" [Arrow u. a., 1993] verwiesen. Kein in den Bewertungsfragen geäußertes Betrag und kein Ergebnis der Allokationsaufgaben gab Anlass zur Vermutung, hier wären, durch den hypothetischen Charakter einer solchen Studie verursacht, willkürliche und nicht nachvollziehbare Meinungen geäußert worden.

Ein ganze Reihe von Einflussgrößen und ihre Effekte decken sich mit theoretischen Erwartungen. Eine höhere Zahlungsbereitschaft bei höherem züchterischen Engagement oder bei einer positiveren Einschätzung der Einkommenseffekte der Züchtung kann hier angeführt werden. Bereits während der Durchführung war der Eindruck entstanden, dass die Population der Haflingerzüchter in ihrem Meinungsbild weniger homogen ist als es die Züchter des Süddeutschen Kaltbluts waren. Dieser Effekt schlägt sich in tendenziell größe-

ren Streuungen in den Grundbeträgen nieder. Die abschließenden Modellierungen decken anschaulich und mit großer Erklärungskraft die Hintergründe für einen großen Teil dieser Variabilität in den Grundbeträgen auf. Auch bei den nachgewiesenen Einflüssen auf die Ergebnisse der Zuteilungsaufgaben entsprechen die Effekte theoretischen Erwartungen, etwa wenn Züchter, die sich selbst als Reiter bezeichnen ein Merkmal wie die Qualität des Galopps leicht höher bewerten.

Die Standardfehler aller Elemente der Bewertungsaufgaben sind in einem akzeptablen Bereich. Es wird die Meinung vertreten, dass sowohl der Umfang der Stichprobe als auch der Umfang der Informationsmenge je Einzelinterview ausreichend waren, um zu einem repräsentativen Ergebnis zu gelangen.

Die Ergebnisse der Zuteilungsaufgaben sind stabil, die Standardfehler in einem niedrigen Bereich. Weder die Schätzwerte aus robusten Schätzverfahren noch die Verwendung verschiedener im Vorfeld entwickelter Gewichtungen führten zu grundsätzlich anderen Ergebnissen. Es kann daraus geschlossen werden, dass die relative Nutzeinschätzung sich als weitgehend unabhängig von den Effekten darstellt, die noch auf die Höhe der Grundbeträge einen Einfluss hatten. Der Grad dieser Stabilität ist mit Sicherheit ein bemerkenswerter Aspekt der Auswertungen und ein Hinweis auf eine klar und differenziert artikulierte Nutzenvorstellung, die von weiten Teilen der Züchterschaft geteilt wird.

### 2.3.2 Eignung des Befragungsinstrumentes

Im gesamten Verlauf der Untersuchung erwiesen sich die anfangs gemachten grundsätzlichen Erwägungen, die zum Aufbau des Befragungsinstrumentes beitrugen, als wirkungsvoll. Die Struktur und der inhaltliche Aufbau, insbesondere der gewählte Dekompositionsansatz machten es *allen* Befragten möglich, die geforderte Aufgabenstellung zu erfassen und ohne größere Schwierigkeiten zu lösen. Es sei betont, dass es sich dabei um drei explizite Bewertungsfragen und einen klaren trade-off zwischen 15 (20) Einzelmerkmalen handelte, die nur den Kern der Befragungen darstellten. Als außerordentlich hilfreich erwiesen sich in diesem Zusammenhang die verwendeten Hilfsmittel in Form des vorgestellten Spielbrettes und des eingesetzten Spielgeldes, die gut angenommen wurden. Beim Erfolg der Befragung der Haflingerzüchter waren ein modifizierter Dekompositionsansatz und im Vorfeld vorgenommene Vereinfachungen und Verbesserungen in der Strukturierung wichtig, auch wenn sie eine einfache Übertragung der Ergebnisse in die Praxis erschweren.

Die im Vorfeld angenommenen möglichen Verzerrungsursachen konnten durch die entwickelten Formulierungen kontrolliert werden. Strategisches Verhalten kann als ernst zu nehmende Verzerrungsursache ausgeschlossen werden. Die Befragten zeigten sich in hohem Maße in der Lage, von den Merkmalen aus Zuchtveranstaltungen und der gemachten Noteneinteilung auf eine tatsächliche, qualitative Merkmalsverbesserung zu abstrahieren. Eine gewisse Verzerrung, ausgelöst durch den Aufbau des Instrumentes, kann allerdings angenommen werden. Waren Befragte unsicher oder unter Zeitdruck, so war in einigen Fällen zu erkennen, dass sie bei den Allokationen zu einer Gleichverteilung tendierten. Dieses Verhalten kann einer Gruppe von Verzerrungsursachen, den so genannten "implied value cues" zugerechnet werden. Sie trägt in der Fachliteratur den Namen "anchoring". Derselbe Effekt trägt zu einer Verringerung der Varianzen in den Allokationsaufgaben bei. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die dargestellten Ergebnisse der Allokation bereits etwas hin zu einer Gleichverteilung (die man hier in gewisser Weise als konservative Annahme zugrunde legen könnte) stabilisiert sind.

### 2.3.3 Ergebnisse der Zuteilungsaufgaben

Die generelle Merkmalsauswahl wurde in beiden Befragungen von keinem Züchter als unvollständig empfunden. Beim Merkmal Gesamteindruck haben sich die bereits im Ergebnisteil des Bewertungsabschnitts dargestellten Probleme ergeben. Weiten Teilen der Züchterschaft beim Süddeutschen Kaltblut ist dieses Merkmal nicht vertraut, sie wissen damit nichts anzufangen. Entsprechend niedrig bis nicht vorhanden ist der einschätzbare Nutzenszuwachs. Auch bei der Befragung der Haflingerzüchter herrschte eine gewisse Unsicherheit über den eigentlichen Gegenstand dieses Merkmals. Die Interpretationen der Züchter reichten von Vorstellungen der erneuten Bewertung von Aspekten des Gebäudes, über Begriffe wie 'Harmonie' bis hin zur Vorstellung, dass damit überwiegend charakterliche Merkmale des Tieres bewertet würden. Ein führendes Mitglied des Rassebeirates vertrat die Auffassung, dass bei einer traditionell verankerten Gleichgewichtung der Exterieurmerkmale durch dieses Merkmal Aspekte der 'Schönheit' des Tieres stärker zur Geltung gebracht werden können. Bei der Möglichkeit zur Abweichung von der Gleichverteilung, wie sie in dieser Befragung durch die Bewertung möglich war, würde demnach das Merkmal überflüssig.

Die von den Züchtern in beiden Befragungen zum Ausdruck gebrachte Nutzeinschätzung ist weitgehend nachvollziehbar. Im Bereich Exterieur erhalten beim Süddeutschen Kaltblut die Merkmale Gliedmaßen/Hufe und Schritt die höchsten Gewichte, die niedrigsten Typ und Trab. Beim Merkmal Typ kann geschlossen werden, dass diesem Merkmal in dieser Züchterschaft unabhängig von den Merkmalen Farbe und Größe sowie den anderen Exterieurmerkmalen keine große Bedeutung mehr zukommt. Bei der Befragung der Haflingerzüchter scheint für die meisten Merkmale des Bereichs Exterieur eine annähernde Gleichverteilung der Zuteilungen zu gelten. Im Detail ergeben sich zusätzliche Aspekte. Das Merkmal Sprunganlage hat auf der Ebene der Exterieurbewertung keinen züchterischen Stellenwert. Bei den Bewertungen zu Gliedmaßen/Hufe und zur Gangkorrektheit war in allen Fällen auf die damit verbundenen Problematik<sup>7</sup> hingewiesen worden. Es war dem Befragten freigestellt, entweder das zusammengesetzte Merkmal oder die Einzelmerkmale zu bewerten. Für das zusammengesetzte Merkmal 'Korrektheit' ergäbe sich aus den vorliegenden Ergebnissen die bei weitem höchste Präferenz in diesem Merkmalskomplex. Sowohl das Merkmal Galopp als auch der Gesamteindruck sind in der Höhe ihrer Bewertung gegenüber dem Rest der Merkmale deutlich herabgesetzt.

Im Merkmalskomplex Leistungsprüfung beim Süddeutschen Kaltblut hatten die Charaktermerkmale Umgänglichkeit, Nervenstärke und die Arbeitswilligkeit die höchste Bedeutung in den Augen der Züchter. Der niedrigste zusätzliche Nutzen wurde für die in der Einspannerprüfung erhobenen Gangarten Trab und Schritt ermittelt. Der Wert der erstgenannten drei Merkmale machte etwa die Hälfte des Wertes aller in der Stutleistungsprüfung erhobenen Merkmale aus. Die hohe Wertschätzung für typische Charaktermerkmale wird durch die Ergebnisse der Frage nach den Auswahlkriterien bei der Wahl des Deckhengstes in beiden Befragungen zusätzlich unterstrichen. Es kann die Frage gestellt werden, ob die Leistungsprüfungen in ihrem momentanen Aufbau diesen Präferenzen gerecht werden. Bei der Befragung der Haflingerzüchter erhielt das Merkmal Umgänglichkeit das bei weitem höchste relative Gewicht, in deutlichem Abstand gefolgt von den Merkmalen Lern- und Leistungsbereitschaft und Rittigkeit. Sprunganlage war auch im Rahmen der

---

<sup>7</sup>Beide Merkmale werden in aktuellen Stutbuchaufnahmen und Körungen im Gegensatz zu früher als ein zusammengesetztes Merkmal bewertet (siehe auch Kapitel 4, Abschnitt 4.1.2).

Merkmale der Leistungsprüfung von untergeordneter Bedeutung. Die relativ niedrigen Einzelgewichte für die Merkmale der Bereiche Fahren/Ziehen sind durch den Dekompositionsaufbau und die hier größere Anzahl von Einzelmerkmalen mit verursacht. Die Hoffnung, dass die Züchter sich auf wenige, ihrer Meinung wesentliche Merkmale beschränken würden, wurde nicht oder nur teilweise erfüllt. Fahrtauglichkeit, Zugwilligkeit und Ruhe im Zug können hier als Merkmale mit den höchsten relativen Gewichten identifiziert werden. Diese Merkmale werden aber aktuell nicht an allen Tieren erhoben<sup>8</sup>. Wie und ob die entsprechenden Leistungsprüfungen angepasst werden sollten, kann an dieser Stelle nicht abschließend beantwortet werden.

### 2.3.4 Zusätzliche Ergebnisse

Die vorliegenden Ergebnisse aus der Befragung der Züchter des Süddeutschen Kaltbluts unterstreichen in anschaulicher Weise die starke Bedeutung der regionalen privaten oder genossenschaftlich organisierten Hengsthaltung. Ortsnähe und das persönliche Verhältnis zum Hengsthalter sind vor allen anderen Erwägungen für einen großen Teil der Züchterschaft die entscheidenden Kriterien bei der Hengstauswahl. Der kontinuierlichen Versorgung der Hengsthalter mit geeignetem genetischen Material kommt somit eine zentrale Bedeutung zu. Dazu ist es notwendig, zu jedem Zeitpunkt farblich einwandfreie Tiere zur Verfügung zu stellen in einer zahlenmäßigen Zusammensetzung, die den Farbpräferenzen in der Züchterschaft nahe kommt. Vor diesem Hintergrund ist anzunehmen, dass ein Hengsthalter lieber einen Althengst mit guter Farbe und entsprechend hoher Nachfrage seitens der Züchter länger einsetzt, bevor er sich einen gekörten, aber in der Farbe wenig ansprechenden Junghengst zukaufte. In Folge klaffen die Bedeckungszahlen unter gekörten Hengsten auseinander. Beide Effekte lassen ungünstige Auswirkungen auf Zuchtfortschritt und effektive Populationsgröße erwarten. Es bleibt abzuwarten, ob zukünftig die künstliche Besamung einen großen Stellenwert in der Zucht des Süddeutschen Kaltbluts einnehmen kann.

Die anhaltende Debatte über "Blutanteile" (Genanteile) und die Bedingungen zur Eintragung eines 'original' Haflingers haben die Züchterschaft des Haflingers in Bayern auf ihrem in den letzten Jahrzehnten eingeschlagenen Weg verunsichert. Die hier ermittelten Ergebnisse machen klar, dass die überwältigende Mehrheit der Befragten mit der genetischen Zusammensetzung der jetzigen Population zufrieden ist oder zumindest nicht bereit ist, explizit Tiere mit zu hohem "Blutanteil" aus der Zucht auszuschließen. Was unter dem Druck der Anpassungen an die aktuelle Rechtslage von dieser Haltung bewahrt werden kann, bleibt abzuwarten. Die Ergebnisse der Frage nach den Entscheidungskriterien bei der Deckhengstauswahl stellen mit weitem Abstand charakterliche Eigenschaften eines Hengstes in den Vordergrund. Erst in gewissem Abstand folgen Aspekte der Schönheit und Bewegung. Hier ist explizit unterstellt worden, dass Informationen über charakterliche Eigenschaften vorliegen, was bei nur gekörten Hengsten nicht oder nur in geringem Umfang der Fall ist. In dieser Hinsicht wäre es sicherlich wünschenswert, wenn Züchtern bereits unmittelbar nach der Körung zusätzliche verlässliche Informationen über die charakterlichen Eigenschaften eines Hengstes zur Verfügung gestellt werden könnten.

---

<sup>8</sup>Fahrtauglichkeit und Zugwilligkeit sind Merkmale der Stationsleistungsprüfung der Hengste. Ruhe im Zug ein Merkmal der Feldeleistungsprüfung der Stuten

### 2.3.5 Schlussfolgerungen

In beiden Befragungen war versucht worden, den Wert einer Änderungen des genetischen Niveaus eines Merkmals um eine Einheit (*ceteris paribus*, das Niveau der jeweils anderen Merkmale unverändert) eines durchschnittlichen Tieres der Population durch einen entsprechenden Aufbau des Szenarios *direkt* zu ermitteln. Die im Aufbau eingeschlagene Strategie, zunächst den Gesamtwert aller Änderungen um ein Notenstufe zu bestimmen und diesen anschließend aufzuteilen, verfolgte dabei ausschließlich den Zweck, die Effekte strategischen Verhaltens als Verzerrungsursache auszuschließen. Es konnten darüber hinaus keine belastbaren Hinweise auf einen nichtlinearen Verlauf der Nutzeinschätzung gefunden werden. Die ermittelten und in den Tabellen 2.8 und 2.9 dargestellten Werte werden als hinreichend gültige ökonomische Gewichte angesehen und deshalb als Grundlage der Aggregation von Zuchtwerten zu einem Gesamtzuchtwert in beiden Rassen im Weiteren eingesetzt.



# Kapitel 3

## Untersuchungen zur Populations- und Zuchtstruktur

In diesem Abschnitt werden demographische Daten der beiden Zuchtpopulationen analysiert und Kenngrößen zur Charakterisierung der Populationen und des Zuchtgeschehens abgeleitet. Analysen erfolgten zu folgenden Punkten:

- Populationsentwicklung
- Selektion und Familiengrößen
- Generationsintervall
- Genanteile eingekreuzter Rassen bzw. bedeutender Vererber
- Effektive Populationsgröße

Diese Kenngrößen tragen nicht nur zu einer verbesserten Einschätzungen der beiden Populationen bei, sondern sie sind eine notwendige Ausgangsbasis zur Modellierung und Optimierung des Züchtungsprozesses.

### 3.1 Material

Grundlage der Untersuchungen waren die folgenden von der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) zur Verfügung gestellten Informationsquellen zu beiden Rassen:

- Pedigreedatensätze
- Leistungsinformationen zu Exterieurmerkmalen (Stutbuchaufnahme/Körung) und Merkmalen der Leistungsprüfungen (Stations- und Felddleistungsprüfung der Stuten und Hengste)
- Aufstellungen mit den Tieridentifikationen aktuell aktiver Zuchttiere in Bayern

Zu den Datenquellen im Einzelnen:

#### 3.1.1 Pedigreedaten

Von der Landesanstalt für Landwirtschaft wurden umfangreiche Abstammungsinformationen beider Populationen zur Verfügung gestellt. Beim Süddeutschen Kaltblut lagen Aufzeichnungen über einen Zeitraum von 1899 bis 2003 ( $N=26698$ ) vor. Sie waren zusammengesetzt aus Informationen zu:

- allen in Bayern geborenen Tieren (Code '81' in der Tieridentifikation) der Rasse Süddeutsches Kaltblut (Rassecode '53'),
- allen Tieren dieser Rasse, die in Bayern einen Leistungsnachweis in Form einer Körvorstellung/Stutbuchaufnahme und/oder Leistungsprüfung erbracht haben und
- Tieren anderer Rassen (z.B. diversen Kaltblutrassen, Warmblut, Englisches Vollblut) mit Einfluss oder vermutetem Einfluss auf die Population des Süddeutschen Kaltbluts, zurückreichend soweit Informationen vorlagen.

Für Aussagen über die Entwicklung der Population wurde der Datensatz auf Tiere der Rasse Süddeutsches Kaltblut beschränkt (N=19169). Beim Haflinger enthielt das übernommene Pedigree 49736 Abstammungsinformationen (Zeitraum 1883-2003). Damit lagen Informationen zu folgenden Tiergruppen vor:

- allen in Bayern geborenen Tieren (Subcode '81' in der Tieridentifikation),
- allen Tieren, die in Bayern einen Leistungsnachweis in Form einer Körvorstellung oder einer Stutbuchaufnahme erbracht haben,
- Tieren, die zeitgleich mit bayerischen Tieren eine Leistungsprüfung in einer der dafür vorgesehenen deutschen Stationen abgelegt haben und
- Tieren anderer Rassen (z.B. Arabern) und nicht bayerischen Haflingern, die an die bayerische Population angepaart bzw. importiert wurden, zurückreichend soweit Informationen vorlagen.

Für weitere Analysen wurden die Betrachtung auf in Bayern geborene Tiere der Rasse Haflinger eingeschränkt (N=37859)<sup>1</sup>.

### 3.1.2 Leistungsinformationen

Für allgemeine Informationen zu Umfang und Zusammensetzung der vorliegenden Leistungsinformationen, sowie zu möglichen Ausschlusskriterien siehe Kapitel 4. Bei der Analyse von Selektionsintensitäten wurden insbesondere auf der Stufe der Leistungsprüfungen nur Tiere berücksichtigt, von denen zugleich auch Informationen zu Stutbuchaufnahme bzw. Körung vorlagen.

## 3.2 Methode

Alle Auswertungen erfolgten mit eigenen Programmen (R/SAS-IML). Zur Berechnung von Familiengrößen und Selektionsintensitäten wurde der Betrachtungszeitraum z.T. auf wenige aktuelle Jahrgänge reduziert, um Effekte zu starker Schwankungen in der Populationsentwicklung abzuschwächen und zugleich aktuell relevante Größen abzuleiten.

### 3.2.1 Generationsintervall

Das Generationsintervall wurde auf der Basis der zur Selektion vorgestellten Tiere berechnet ('considered to be selected'). Den Tieren mit Informationen aus Stutbuchaufnahme

---

<sup>1</sup>Durch diese Maßnahme befanden sich keine reinrassigen Araber im Pedigree sondern lediglich deren unmittelbare, als Haflinger eingetragene Nachkommen. Für die entsprechenden Analysen zu Genanteilen wurden der Betrachtungsrahmen dann auf die reinrassigen arabischen Vorfahren der bayerischen Population ausgedehnt.

oder Körnung wurden die Geburtsdaten der Eltern zugeordnet. Anschließend wurde das durchschnittliche Alter der Elterntiere bei Geburt dieser Nachkommen berechnet.

### 3.2.2 Theoretische Genanteile

Zur Abschätzung des Einflusses der wichtigsten identifizierten Fremdrassen auf die momentane Zusammensetzung der jeweiligen Population, wurden durchschnittliche theoretische Genanteile berechnet. Die symmetrische Verwandtschaftsmatrix (NRM,  $\mathbf{A}$ ) kann berechnet werden über [Henderson, 1976]

$$\mathbf{A} = \mathbf{M}\mathbf{D}\mathbf{M}'.$$

$\mathbf{M}$  ist eine Dreiecksmatrix die den Genfluss von einzelnen Tieren zu ihren Nachkommen beschreibt. Das Element  $j$  der Zeile  $i$  dieser Matrix gibt die theoretischen Anteile der eigenen Gene ("proportion of genes") an, die jeder einzelne Vorfahr  $j$  ( $j < i$ ) des Tieres  $i$  an das Tier  $i$  weitergegeben hat<sup>2</sup> [Caballero und Toro, 2000]. Zur Berechnung durchschnittlicher Genanteile wurde ein Pedigree ausgehend von der aktuellen Zuchtpopulation rekursiv aufgestellt. Die Tiere fremder Rassen wurden als Basistiere betrachtet und das Pedigree an dieser Stelle abgebrochen. Die Matrix  $\mathbf{M}$  wurde auf der Grundlage dieses Pedigrees berechnet und die entsprechende Submatrix isoliert. Der durchschnittliche Genanteil für eine Gruppe von  $n$  Basistieren ( $j=1, \dots, n$ ) an der aktuellen Zuchtpopulation  $i$  ( $i=k, \dots, l$ ; für  $k > n$ ) wurde berechnet als

$$\frac{1}{l - k + 1} \sum_{i=k}^l \sum_{j=1}^n m_{ij}$$

wobei  $m_{ij}$  die entsprechenden Elemente der Matrix  $\mathbf{M}$  darstellt. Beim Süddeutschen Kaltblut wurde bei der Berechnung der Norikergenanteile unterstellt, dass alle angepaarten ausländischen Tiere mit Ausnahme der bekannten Zuchtversuche im Betrachtungszeitraum österreichische Tiere der Rasse Noriker waren.

### 3.2.3 Effektive Populationsgröße

Die effektive Populationsgröße ist definiert als die Größe einer "idealisierten Population", in der dieselbe Varianz in den Änderungen der Genfrequenz bzw. derselbe Inzuchtzuwachs zu beobachten wäre wie in der betrachteten Population. Sie ist ein Maß für den Grad an genetischer Drift und Inzucht in einer Population. Aussagen über die Entwicklung der effektiven Populationsgröße unter verschiedenen Formen des Managements von Populationen ist ein geeignetes Maß für die Beurteilung der Eignung dieser Maßnahmen im Hinblick auf die Bewahrung neutraler genetischer Varianz. In züchterischer Hinsicht ist sie relevant, gibt sie doch Aufschluss über die nicht durch Selektion verursachte und damit in gewissem Umfang vermeidbare Reduktion additiver genetischer Varianz. Unter der Annahme einer unendlich großen Anzahl additiver wirkender Gene steht dieses Maß unmittelbar

---

<sup>2</sup>Diese Darstellung ist grundsätzlich richtig, wenn gleichwohl etwas missverständlich. Tatsächlich könnte angenommen werden, dass sich die Genanteile aller Vorfahren des Tieres  $i$  zu eins addieren lassen. Da Genanteile aber unter Umständen über mehrere Generationen an das Tier  $i$  weitergegeben wurden, führt die Summierung nur dann zu eins, wenn sie über die Vorfahren in der unverwandten Basis, bzw. bei diskreten Generationen über die Vorfahren innerhalb jeder diskreten Generation durchgeführt wird.

mit dem theoretisch maximal zu realisierenden Zuchtfortschritt in Zusammenhang. Unter diesen Annahmen ist [Falconer und Mackay, 1996; Robertson, 1960]

$$\begin{aligned} R_{(max)} &= 2 N_e i \rho_{A,\hat{A}} \sigma_A \\ &= N_e \Delta G_0. \end{aligned}$$

Dabei ist  $N_e$  die effektive Populationsgröße und  $\Delta G_0$  der Zuchtfortschritt in der ersten Generation nach Beginn der Selektion.

Für beide Populationen wurde ausgehend von der aktuellen Zuchtpopulation das Pedigree aufgestellt, soweit Informationen vorlagen. Die Verwandtschaftsmatrix wurde berechnet und auf der Basis der individuell berechneten Inzuchtkoeffizienten wurden Durchschnittswerte pro Jahr oder Generation abgeleitet. Eine Abschätzung der jahres<sup>-3</sup> bzw. generationseffektiven Populationsgröße ist dann auf der Basis des Inzuchtzuwaches über nachfolgende Zusammenhänge möglich [Falconer und Mackay, 1996]:

Der Inzuchtkoeffizient einer Generation  $t$  ( $t=0$  ist die Basispopulation) ist

$$F_t = 1 - (1 - \Delta F)^t$$

und

$$1 - F_t = \left(1 - \frac{1}{2N_e}\right)^t.$$

Ein Schätzwert für die effektive Populationsgröße kann dann über folgendes Modell ermittelt werden:

$$y_i = \ln(1 - F_t) = t \ln \left(1 - \frac{1}{2N_e}\right) = t\beta + e_i$$

$\beta$  kann direkt aus den beobachteten Inzuchtkoeffizienten in der Generation  $t$  in Form einer linearen Regression von  $\ln(1 - F_t)$  auf die Anzahl Generationen  $t$  berechnet werden und ergibt eine asymptotische Lösung [PEREZ-ENCISO, M. 1994]. Der berechneten Regressionskoeffizienten  $\beta$  ist

$$\beta = \ln \left(1 - \frac{1}{2N_e}\right)$$

und somit

$$\hat{N}_e = \frac{1}{2(1 - e^{\hat{\beta}})}.$$

Die Coancestry zweier Individuen ist die Wahrscheinlichkeit, dass zwei zufällig entnommene Gameten, eine von jedem Individuum, abstammungsidentische Allele tragen. In der

---

<sup>3</sup>Eine von Hill [1972] vorgeschlagene Größe, um Vergleiche zwischen verschiedenen Populationen mit unterschiedlichen Generationsintervallen möglich zu machen. Sie ist als Größe einer idealisierten Population mit einem Generationsintervall von einem Jahr zu verstehen, in der dieselbe Inzuchtzunahme zu beobachten wäre, wie in der betrachteten Population in einem Jahr beobachtet wird. Es gilt folgender Zusammenhang ( $T$  gleich Länge des Generationsintervalls in Jahren):  $(1 - \frac{1}{2N_{e\text{year}}})^T = (1 - \frac{1}{2N_e})$ . Für ein hinreichend großes  $N_e$  gilt unter Vernachlässigung der höheren Potenzen approximativ  $\frac{T}{2N_{e\text{year}}} = \frac{1}{2N_e}$  und  $N_{e\text{year}} = N_e * T$ .

idealisierten Population entspricht die durchschnittliche Coancestry einer Generation dem durchschnittlichen Inzuchtkoeffizienten dieser Generation. In einer finiten, zweigeschlechtlichen Population unter Zufallspaarung entspricht die durchschnittliche Coancestry (unter den Paarungspartnern) einer Generation dem durchschnittlichen Inzuchtkoeffizienten der nächsten Generation. Diese Größe kann auf der Ebene durchschnittlicher Werte einer Generation oder eines Jahrgangs über die oben dargestellten Zusammenhänge ebenfalls zur Abschätzung der effektiven Populationsgröße herangezogen werden.

In beiden Populationen fand in den letzten 50 Jahren ein substantieller Zufluss von Genanteilen anderer Rassen und Zuchtgebiete statt. Es war im Einzelnen nicht möglich, die genetische Verknüpfung zu jeder dieser Fremdpopulationen zu untersuchen. Für offene Populationen in dieser Form ist die effektive Populationsgröße eine nicht genau definierbare Größe. Durchschnittliche Inzuchtkoeffizienten in der beschriebene Form können jedoch nach wie vor ermittelt werden und erlauben eine Abschätzung inzuchtwirksamer Tendenzen auch in diesem Fall [PEREZ-ENCISO, 1995].

- Ausgehend von der Population aktiv gemeldeter Zuchttiere wurde rückwirkend das Pedigree aufgestellt. Tiere vor 1950 wurden als Basis angesehen und das Pedigree abgebrochen<sup>4</sup>.
- Die Numerator-Relationship-Matrix (NRM) wurde aufgestellt und die effektive Populationsgröße über die oben dargestellte Methode berechnet. Die Berechnungen erfolgten jeweils für die durchschnittlichen Inzuchtkoeffizienten und die durchschnittliche Coancestry. Anpaarungen fremder Rassen oder von Tieren aus anderen Zuchtgebieten wurden als *sukzessiver* Genfluss aus der Basis betrachtet [Perez-Enciso, 1995]. Damit wird unterstellt, dass die unbekannt Väter oder Mütter prinzipiell unverwandt zur Zielpopulation sind. Die so berechnete effektive Populationsgröße kann als oberer Grenzwert angesehen werden (Methode I).
- Für die entsprechenden Pedigrees wurde die sog. 'Uncertain Parentage Matrix' (UPM) [Dempfle, 1990; Perez-Enciso, 1995; Perez-Enciso und Fernando, 1992] berechnet (siehe Abschnitt 3.2.4). In diesem Fall wird für unbekannte Abstammungen eine wahrscheinliche Abstammung von Tieren der eigenen Population berechnet. Diese Vorgehensweise kompensiert weitgehend die Effekte unterschiedlicher Tiefe der Pedigrees. Alle Tiere unbekannter Abstammung sind jetzt verwandt zur Zielpopulation. Der so berechnete Schätzwert kann als unterer Grenzwert für die effektive Populationsgröße angesehen werden (Methode II). Auch hier wurden die Berechnungen aus den durchschnittlichen Inzuchtkoeffizienten denen aus der durchschnittlichen Coancestry gegenüber gestellt.
- Zusätzlich wurde die varianzeffektive Populationsgröße nach folgendem Zusammenhang berechnet [Hill, 1979]:

$$\frac{1}{N_e} = \frac{1}{16ML} \left[ 2 + \sigma_{mm}^2 + 2 \frac{M}{F} \sigma_{mm,mf} + \left( \frac{M}{F} \right)^2 \sigma_{mf}^2 \right] + \frac{1}{16FL} \left[ 2 + \sigma_{ff}^2 + 2 \frac{F}{M} \sigma_{ff,fm} + \left( \frac{F}{M} \right)^2 \sigma_{fm}^2 \right]$$

Die Kalkulation wurde auf den Fall überlappender Generationen durch Berechnung der Tierzahlen auf Jahresebene, bei gleichzeitiger Verwendung von Lebenszeitvarianzen der Familiengröße angepasst [Hill, 1979]. Die Schätzwerte für die Jahre 1970-1990 wurden zu einem harmonischen Mittelwert zusammengefasst. Dieser Ansatz

---

<sup>4</sup>Diese Vorgehensweise hat Einfluss insbesondere auf die nachfolgend dargestellten Entwicklungen der Coancestry. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die so definierte Ausgangspopulation in hohem Umfang Tiere ohne nennenswerten Einfluss auf die Kernpopulation enthält.

stellt im wesentlichen eine Analyse des Zuchtschemas und eine Funktion der im Züchtungsprozess auftretenden Varianz der Familiengröße dar (Methode III).

- Methode IV: Die effektive Populationsgröße kann unter einer Reihe von Annahmen direkt aus demographischen Daten und der Kenntnis der Altersverteilung der Elterntiere ermittelt werden. Diese Vorgehensweise stellt ein günstiges Mittel für planungsorientierte Aussagen dar. In Populationen mit überlappenden Generationen steht die Varianz der Familiengröße in unmittelbarem Zusammenhang mit der Gesamteinsatzdauer eines Tieres als Zuchttier. Folgende Annahmen werden dabei getroffen (die nachfolgenden Ableitungen folgen im wesentlichen Ansätzen von James [1982], Nunney [1993], Nomura [2002] und Ollivier und James [2003]):

- Hat  $X$  und  $Y$  eine bivariate Verteilung, so lässt sich der Erwartungswert und die Varianz (Parameter der marginalen Verteilung) wie folgt darstellen:

$$\begin{aligned} E(Y) &= E_X E(Y|X) \\ \text{Var}(Y) &= E_X[\text{Var}(Y|X)] + \text{Var}_X[E(Y|X)]. \end{aligned}$$

Als Beispiel wird die marginale Varianz im Pfad male-female hergeleitet.  $k_{mf_i}$  sind alle weiblichen Nachkommen des männlichen Tieres  $i$ . Es wird vorausgesetzt, dass die Population konstante Größe und Altersstruktur hat. In jedem Reproduktionszyklus (jedem Jahr) kommen  $M$  männliche und  $F$  weibliche Zuchttiere neu in die Zuchtpopulation. In jedem Zyklus hat jedes vorhandene Zuchttier die gleiche Wahrscheinlichkeit Nachkommen zu haben. Diese Wahrscheinlichkeit ist in jedem Einsatzjahr gleich hoch und zwischen Reproduktionszyklen unabhängig. Gegeben  $d_{mf_i}$  ist die Einsatzdauer in Reproduktionszyklen des männlichen Tieres  $i$  im Pfad male-female, dann gilt in der Population:

$$E(d_{mf_i}) = \bar{d}_{mf} \quad \text{und} \quad \text{Var}(d_{mf_i}) = \sigma_{d_{mf}}^2.$$

Für die Anzahl weiblicher Nachkommen pro Zyklus  $k_{mf_i}|Zyklus$  gilt dann:

$$k_{mf_i}|Zyklus \sim B\left(F, \frac{1}{\bar{d}_{mf}M}\right) \quad \text{mit}$$

$$E(k_{mf_i}|Zyklus) = \frac{1}{\bar{d}_{mf}} \frac{F}{M} \quad \text{und} \quad \text{Var}(k_{mf_i}|Zyklus) = \frac{1}{\bar{d}_{mf}} \frac{F}{M} \left(1 - \frac{1}{\bar{d}_{mf}M}\right).$$

Damit ergibt sich für  $d_{mf_i}$  Reproduktionszyklen

$$\begin{aligned} k_{mf_i}|d_{mf_i} \text{Zyklen} &= \sum_{j=1}^{d_{mf_i}} k_{mf_i}|Zyklus_j \quad \text{mit} \\ E(k_{mf_i}|d_{mf_i} \text{Zyklen}) &= d_{mf_i} \frac{1}{\bar{d}_{mf}} \frac{F}{M} \quad \text{und} \\ \text{Var}(k_{mf_i}|d_{mf_i} \text{Zyklen}) &= d_{mf_i} \frac{1}{\bar{d}_{mf}} \frac{F}{M} \left(1 - \frac{1}{\bar{d}_{mf}M}\right). \end{aligned}$$

Verwendet man die Varianz der Poissonverteilung

$$\text{Var}(k_{mf_i}|d_{mf_i} \text{Zyklen}) = d_{mf_i} \frac{1}{\bar{d}_{mf}} \frac{F}{M} \quad \text{in der allgemeinen Gleichung}$$

$$\text{Var}(Y) = E_X[\text{Var}(Y|X)] + \text{Var}_X[E(Y|X)]$$

so erhält man

$$\begin{aligned} \text{Var}(k_{mf_i}) &= E_d[d_{mf_i} \frac{1}{d_{mf}} \frac{F}{M}] + \text{Var}_d[d_{mf_i} \frac{1}{d_{mf}} \frac{F}{M}] \\ &= \frac{F}{M} + \frac{\sigma_{d_{mf}}^2}{d_{mf}^2} \frac{F^2}{M^2} = \frac{F}{M} \left(1 + \frac{\sigma_{d_{mf}}^2}{d_{mf}^2} \frac{F}{M}\right) \\ &= \left(\frac{F}{M}\right) \left[\frac{F}{M} C_{d_{mf}}^2 + 1\right] \end{aligned}$$

mit  $C_{d_{mf}}^2 = \frac{\sigma_{d_{mf}}^2}{d_{mf}^2}$  dem quadrierten Variationskoeffizienten von  $d_{mf}$ . Bei gleicher Vorgehensweise resultieren folgende Lebenszeit-Pfadvarianzen:

$$\begin{aligned} \sigma_{mm}^2 &= [C_{d_{mm}}^2 + 1] \\ \sigma_{mf}^2 &= \left(\frac{F}{M}\right) \left[\frac{F}{M} C_{d_{mf}}^2 + 1\right] \\ \sigma_{fm}^2 &= \left(\frac{M}{F}\right) \left[\frac{M}{F} C_{d_{fm}}^2 + 1\right] \\ \sigma_{ff}^2 &= [C_{d_{ff}}^2 + 1]. \end{aligned}$$

Die Kovarianzterme können unter einer Reihe weiterer vereinfachender Annahmen dargestellt werden als

$$\begin{aligned} \sigma_{mm,mf} &= \frac{F}{M} C_{d_m}^2 \\ \text{und} \\ \sigma_{ff,fm} &= \frac{M}{F} C_{d_f}^2. \end{aligned}$$

Einsetzen in die Hill Formulierung ergibt schließlich

$$\begin{aligned} \frac{1}{N_e} &= \frac{1}{16ML} \left[4 + C_{d_{mm}}^2 + 2 C_{d_m}^2 + C_{d_{mf}}^2\right] \\ &+ \frac{1}{16FL} \left[4 + C_{d_{fm}}^2 + 2 C_{d_f}^2 + C_{d_{ff}}^2\right] \end{aligned}$$

Unter der Annahme gleicher Variationskoeffizienten (und somit identischer Verteilungen der Einsatzlängen) in den Pfaden  $mm$  und  $mf$  bzw.  $fm$  und  $ff$  ergibt sich

$$N_e = \frac{4MFL}{M(1 + C_{d_f}^2) + F(1 + C_{d_m}^2)} \quad (3.1)$$

entsprechend der Formulierung von James [1982] und Ollivier und James [2003]. Die dargestellte Formulierung kann weiter durch die Annahme einer ‘idealen’

Altersverteilung vereinfacht werden [Nunney, 1993; Ollivier und James, 2003]. Dabei wird angenommen, dass jedes Jahr ein konstanter Prozentsatz der noch vorhandenen Tiere überlebt. In diesem Fall ist die Wahrscheinlichkeit für ein Zuchttier entsprechend  $1, 2, \dots, d_s$  Jahre alt zu werden bei gegebener Sterbewahrscheinlichkeit von  $p$  je Reproduktionsjahr geometrisch verteilt mit

$$P(d_s ; p) = p (1 - p)^{d_s - 1}$$

mit Erwartungswert und Varianz

$$E(d_s) = \frac{1}{p} \quad \text{und} \quad V(d_s) = \frac{1}{p^2}(1 - p).$$

Der quadrierte Variationskoeffizient ist dann

$$\begin{aligned} C_{d_s}^2 &= \frac{\frac{1}{p^2}(1 - p)}{\left(\frac{1}{p}\right)^2} \\ &= (1 - p) \end{aligned}$$

und entspricht somit der durchschnittlichen Überlebensrate der Elterntiere pro Jahr. Nur unter Annahme einer geometrischen Altersverteilung gilt, dass das Generationsintervall die Summe aus Reifungszeit und durchschnittlicher Einsatzdauer ist ( $L_s = a_s - 1 + \bar{d}_s$ , mit  $a_s$  Alter beim ersten Nachkommen). Die Unterstellung einer idealen Überlebensrate deckt sich in vielen Fällen nicht mit der Realität, obwohl darüber diskutiert werden kann, ob Abweichungen nicht in einer verzögerte Reife (also in einer Variation in  $a_s$ ) gesucht werden müssen.

Diese Formulierung ist bestechend in ihrer Einfachheit. Es ist jedoch selbstverständlich, dass sie bei nicht trivialen Abweichungen von den bisher gemachten Annahmen zu ungenauen Ergebnissen führen muss.

Alle Ableitungen beziehen sich auf neutrale genetische Varianz. In den beiden letztgenannten Ansätzen wird zusätzlich angenommen, dass die Varianz der Familiengröße ausschließlich durch nicht vererbare Ursachen bestimmt ist. Eine mögliche Korrelation in der Familiengröße zwischen Eltern und Nachkommen [Robertson, 1961] wird nicht berücksichtigt.

### 3.2.4 Korrektur bei unbekannter Abstammung

Eine Methode zur Korrektur des Effektes unbekannter Abstammungen ist die Berechnung der Uncertain Parentage Matrix (UPM) [Dempfle, 1990; Perez-Enciso, 1995; Perez-Enciso und Fernando, 1992]. Bei dieser Vorgehensweise wird unterstellt, dass einem Tier unbekannter Abstammung mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit im Pedigree enthaltene Tiere als potentielle Elterntiere zugeordnet werden können. Für die potentiellen Väter bzw. Mütter eines Tieres gilt also

$$[p_m, \dots, p_s] \text{ mit } \sum_{m=1}^s p_m = 1 \quad \text{und} \quad [q_f, \dots, q_d] \text{ mit } \sum_{f=1}^d q_f = 1.$$

Bei der Bestimmung der Wahrscheinlichkeiten können a priori Informationen verwendet werden. Im vorliegenden Fall wurden alle im Pedigree befindlichen Väter oder Mütter innerhalb eines Zeitraumes von 3 bis 7 Jahren vor der Geburt des Tieres unbekannter Abstammung als potentielle Väter und Mütter mit gleicher Wahrscheinlichkeit berücksichtigt. Das Aufstellen der "Uncertain Parentage Matrix" (UPM) kann dann in Anlehnung an die bekannte "Tabular Method" skizziert werden. Die Verwandtschaftsmatrix (NRM) wird bis zum ersten Tier mit unbekannter Abstammung aufgestellt. Definiert man nun den Zeilenvektor  $p$  mit den Wahrscheinlichkeiten für die Vaterschaft an den entsprechenden Positionen und Null sonst und den entsprechenden Vektor  $q$  für die möglichen Mütter also

$$\mathbf{p}' = [0 \quad p_m \quad 0] \quad \mathbf{q}' = [0 \quad q_f \quad 0]$$

und

$$\mathbf{e}' = 0.5 * [\mathbf{p}' + \mathbf{q}']$$

dann berechnet sich die um die Zeilen- und Spaltenelemente des Tieres unbekannter Abstammung erweiterte NRM über

$$\mathbf{VA}^* = \begin{bmatrix} \mathbf{VA} & \mathbf{VAe} \\ \mathbf{e}'\mathbf{VA} & \mathbf{e}'\mathbf{VAe} + \delta_i \end{bmatrix}$$

mit

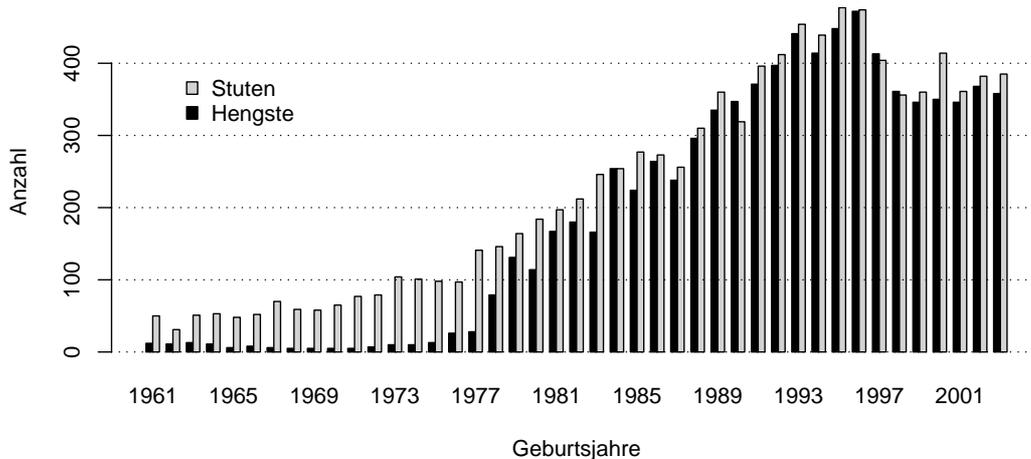
$$\begin{aligned} \mathbf{e}'\mathbf{VAe} + \delta_i &= 1 + 0.5 \left[ \sum_{m=1}^s \sum_{f=1}^d p_m q_f \mathbf{VA}_{p_m q_f} \right] \\ &= 1 + 0.5 \mathbf{p}'\mathbf{VAq} \end{aligned}$$

## 3.3 Ergebnisse Süddeutsches Kaltblut

### 3.3.1 Populationsentwicklung

Einen Überblick über die Eintragungen ins Hauptpedigree gibt Abbildung 3.1. Die Eintragungen der Jahrgänge vor 1980 sind insbesondere bei den Hengsten sehr niedrig und dürften wohl kaum die tatsächlichen Zahlen widerspiegeln. Mit Beginn der EDV-Aufzeichnungen wurden offensichtlich nur Tiere mit Einfluss auf die zu diesem Zeitpunkt bestehende Population nachgetragen. Nach 1985 kann von einem Anwachsen der Population ausgegangen werden. Ab 1995 wird ein Rückgang auf eine relativ stabile Größe von rund 350 Meldungen je Geschlecht und Jahrgang beobachtet.

**Abbildung 3.1:** Aufgezeichnete Eintragungen ins Geburtsregister beim Süddeutschen Kaltblut.



### 3.3.2 Anzahl Nachkommen im Geburtsregister

#### Vaterpfade

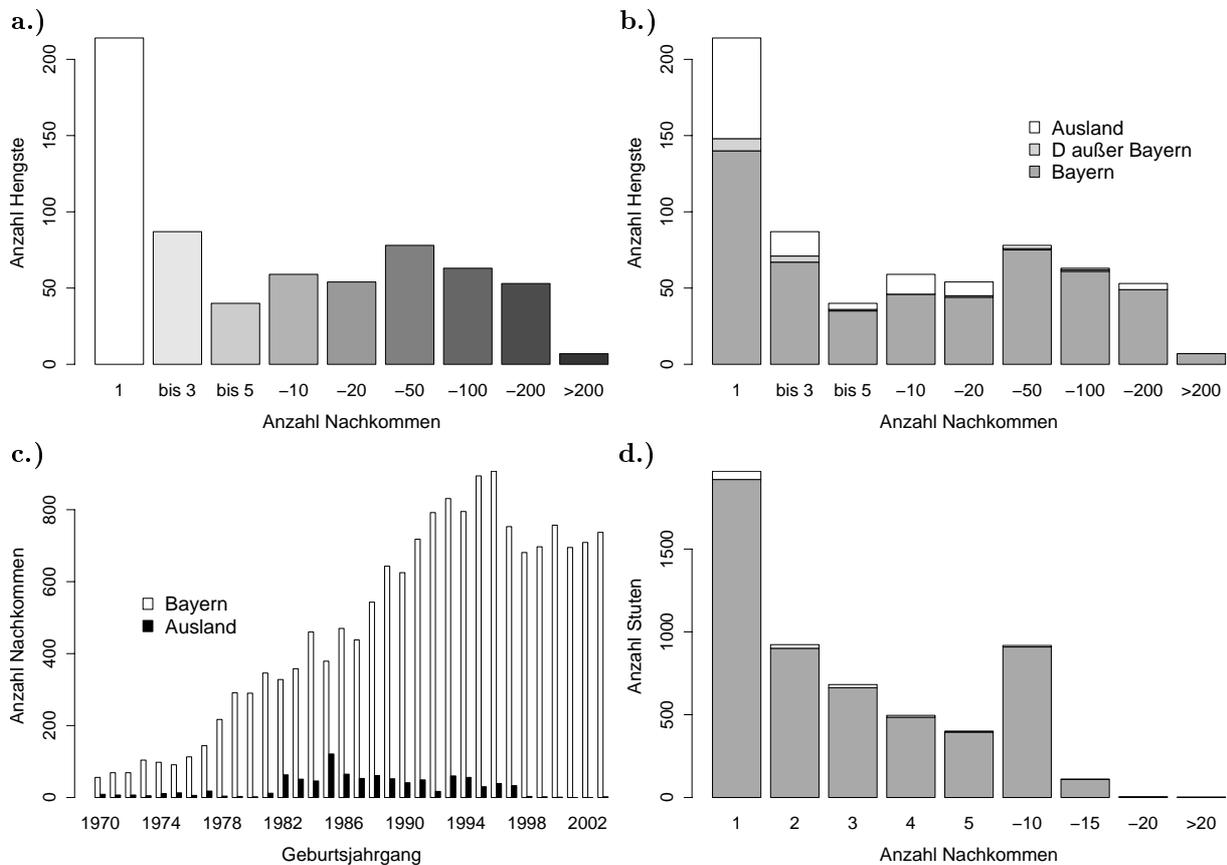
Ein Drittel aller Hengste sind im Geburtsregister mit nur einem Nachkommen vertreten (Abbildung 3.2a). Der Anteil ausländischer Hengste an dieser Gruppe ist überproportional (Abbildung 3.2b), es fanden somit im Verhältnis nur wenige direkte Nachkommen dieser Tiere Eingang in die bayerische Population. Der Einsatz ausländischer Hengste hält bis etwa Ende der 90er Jahre an (Abbildung 3.2c). Das Zuchtbuch beim Süddeutschen Kaltblut gilt nach neueren Zuchtbuchverordnungen als geschlossen.

Für den Betrachtungszeitraum (1955-1999) konnten sieben fremde Hengste mit einem bedeutenden Anteil an Nachkommen in der aktuellen Zuchtpopulation eindeutig identifiziert werden (ein Englisches Vollblut, ein Bretone, ein Suffolk Punch, vier Noriker). In weiteren Fällen des Einsatzes ausländischer Tiere kann mit einer hoher Wahrscheinlichkeit von Einkreuzungen österreichischer Noriker ausgegangen werden. Das Süddeutsche Kaltblut stand somit bis in die 90er Jahre hinein in einem nicht unerheblichen Genaustausch mit dieser benachbarten Rasse.

#### Mutterpfade

Über 50% der im Geburtsregister registrierten Mütter sind dort lediglich mit bis zu zwei Nachkommen vertreten (Abbildung 3.2d). Ein Einfluss ausländischer Stuten kann in ge-

**Abbildung 3.2:** Süddeutsches Kaltblut **a.)** Anzahl Hengste nach Anzahl Nachkommen im Geburtsregister. **b.)** Unterschieden nach Herkunftszuchtgebiet der Hengste. **c.)** Anteile an den Geburtsjahrgänge nach Herkunftszuchtgebiet der Väter. **d.)** Anzahl Stuten nach Anzahl Nachkommen im Geburtsregister



ringem Umfang festgestellt werden, ist aber von untergeordneter Bedeutung.

### 3.3.3 Selektion

Zur Analyse der aus dem Datenmaterial abschätzbaren Selektionsintensitäten wurde der Betrachtungszeitraum für Stuten und Hengste auf die Aufnahmejahre 1997-2003 beschränkt. Bei den Hengsten wurden die im Winter (Januar) stattfindenden Nachkörungen dem vorherigen Aufnahmejahr zugerechnet. Die Anzahl der in diesen Jahren geborenen Tiere wurden der Anzahl der vorgestellten und selektierten Tiere gegenüber gestellt (Tabelle 3.1). Die zusätzlich angegebene Anzahl Elterntiere bezieht sich auf Eltern vorgestellter Tiere.

#### Hengste

Die am vorliegenden Datenmaterial abschätzbare Vorselektion vor der Körung kann grob mit etwa 10% angegeben werden, wenn alle männlichen Hengste eines Geburtsjahrgangs als mögliche Kandidaten angesehen werden. In der Körung werden schwankende Intensitäten von etwa 26% festgestellt. Es deutet sich in den letzten zwei Aufnahmejahren eine Abschwächung der Selektionsintensität auf etwa 30% an.

**Tabelle 3.1:** Demographische Daten zur Selektion, Jahrgänge 1997-2003, Süddeutsches Kaltblut. Die Angaben zur Anzahl Väter und Mütter beziehen sich auf die vorgestellten Tiere.

Jahrgang	geboren		vorgestellt		selektiert		Anzahl Väter	Anzahl Mütter**
	männl.	weibl.	männl.	weibl.	männl.	weibl.*		
1997	413	404	39	252	12	251/178	75	275
1998	361	356	47	261	11	258/192	77	290
1999	346	360	43	218	8	214/161	74	246
2000	350	414	32	222	8	222/193	66	239
2001	346	361	38	185	8	185/179	71	211
2002	368	382	51	213	16	212/201	80	240
2003	358	385	37	261	11	261/250	78	284

\*Die vorangestellte Zahl gibt die Anzahl weiblicher Tiere an, die ins Hauptstutbuch aufgenommen wurden. Die nachgestellte Zahl gibt die Anzahl weiblicher Tiere an, die durch ihr Abschneiden in der Stutbuchaufnahme ebenso die Voraussetzung zur Aufnahme in Leistungsstutbuch erfüllten.

\*\*Die etwas zu geringe Anzahl Mütter ist nicht etwa auf Zwillingsgeburten zurückzuführen sondern auf beträchtliche Schwankungen im Vorstellungsalter der Töchter. Es können also mehrere Töchter einer Mutter im Vorstellungsjahrgang sein.

**Tabelle 3.2:** Demographische Daten zur Feldleistungsprüfung beim Süddeutschen Kaltblut, Jahrgänge 1997-2002

Jahr	Hengste		Stuten	
	vorgest.	bestanden	vorgest.	bestanden
1997	7	7	94	80
1998	12	11	99	86
1999	10	10	94	91
2000	9	9	100	98
2001	9	8	82	74
2002	12	10	100	93
2002	12	10	102	93

In Tabelle 3.2 sind die Leistungsprüfungsjahrgänge 1997-2003 für Hengste und Stuten aufgeführt. Nahezu alle gekörten Hengste traten zur Leistungsprüfung an. Die wenigen Ausfälle werden auf Krankheit oder Verkauf des Tieres zurückgeführt. Die Selektionsintensität bei der Leistungsprüfung kann aus diesen Daten mit rund 92% angegeben werden. Mit der praktizierten eintägigen Feldprüfung ist ein vergleichsweise geringer Aufwand verbunden. Hengste können zudem bei Nichtbestehen wiederholt antreten. Es wird davon ausgegangen, dass der dauerhafte Verlust der Deckerlaubnis durch Nichtbestehen der Leistungsprüfung ein sehr seltenes Ereignis ist.

### Stuten

Die bei den Stuten feststellbare Vorselektion beträgt etwa 60%, ebenfalls unter der Annahme, dass alle weiblichen Tiere eines Geburtsjahrgangs als potentielle Zuchttiere zu betrachten sind. In der Stutbuchaufnahme kann von einer 100%igen Aufnahme ausgegangen werden. Die notwendige Notenhöhe als Voraussetzung für eine Aufnahme ins Leistungsstutbuch erfüllte ein über die Jahre ansteigender Prozentsatz der Stuten. Über alle dargestellten Jahrgänge waren dies rund 84%, in den letzten 3 Aufnahmejahren etwa 96% aller vorgestellten Stuten.

Die Prüfdichte bei den Stuten (Leistungsprüfung) kann aus Tabelle 3.2 mit ungefähr 40% angegeben werden. Werden nur Tiere berücksichtigt, die bereits in der Stutbuchaufnahme die notwendige Notenhöhe zur Eintragung in Leistungsstutbuch erbracht haben, liegt sie mit 47% nur wenig höher<sup>5</sup>. Die Selektionsschärfe bei der Leistungsprüfung liegt wie bei den Hengsten bei etwa 92%. Es gilt hier im Bezug auf die Möglichkeit zur Wiederholung dasselbe wie bei den Hengsten. Auch hier wird von einer sehr geringen Selektionsintensität ausgegangen.

### 3.3.4 Durchschnittliches Generationsintervall

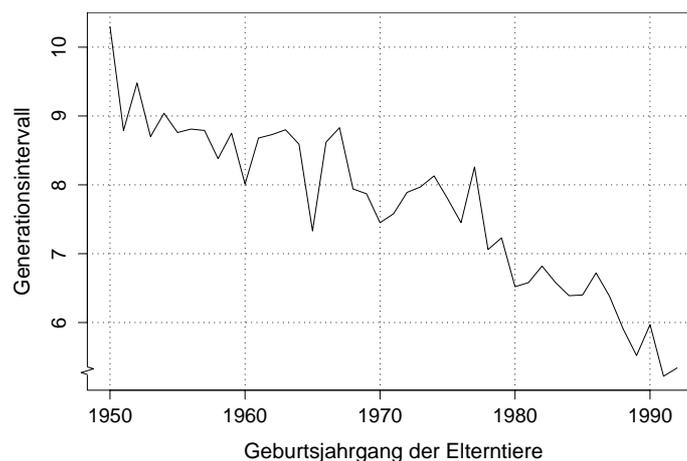
Aus den beschriebenen Daten lässt sich das durchschnittliche Generationsintervall über die Altersverteilung der Eltern aller vorgestellten Tiere berechnen. Die Berechnung erfolgte mit den Daten der Aufnahmejahrgänge 1980 bis 2003. Als Schätzwert ergibt sich ein unerwartet niedriges durchschnittliches Generationsintervall von 7.3 (Tabelle 3.3). Es lässt

**Tabelle 3.3:** Durchschnittliche Generationsintervalle in den vier Pfaden, Süddeutsches Kaltblut, berechnet aus den Nachkommengeburtstagen (vorgestellte Nachkommen seit 1980).

		Nachkommen		
		male	female	
Eltern	male	6.66±0.12	6.87±0.05	
	female	7.75±0.14	7.93±0.05	
				7.3

sich beim Süddeutschen Kaltblut ein klarer Abwärtstrend im Generationsintervall nachweisen wie Abbildung 3.3 veranschaulicht<sup>6</sup>. Der Trend zur einer Reduzierung spiegelt sich in allen vier Pfaden wider, wird aber wesentlich durch eine Verkürzung der Hengstpfade verursacht.

**Abbildung 3.3:** Süddeutsches Kaltblut; Entwicklung des durchschnittlichen Generationsintervalls, aufgetragen nach Geburtsjahrgängen der Elterntiere.



<sup>5</sup>Die Leistungsprüfung ist für Zuchtstuten beim Süddeutschen Kaltblut keine vorgeschriebene Leistungsform. Allerdings werden nach Zuchtbuchordnung nur Söhne leistungsgeprüfter Mütter gekört.

<sup>6</sup>Die Berechnung erfolgte hier über das durchschnittliche Alter der Elterntiere bei Geburt ihrer Nachkommen. Die Darstellung erfolgt somit nach Geburtsjahrgängen der Elterntiere.

### 3.3.5 Theoretische Genanteile

Tabelle 3.4 veranschaulicht die Bedeutung norischer Genanteile am Süddeutschen Kaltblut. Selbst wenn nur Tiere berücksichtigt würden, die nach 1970 an die Population angepaart wurden, lässt sich ein durchschnittlicher Genanteil von etwa 16% ermitteln. 92% der Tiere der aktuell letzten Zuchttiergeneration tragen Genanteile dieser benachbarten Rasse.

Der Anfang der 70er Jahre eingesetzt Englische Vollbluthengst hat einen nachhaltigen Einfluss auf die Population gehabt. 125 Tiere der aktuellen Generation tragen niedrige bis moderate Genanteile dieses Vererbers. Dies ist erstaunlich, geht dieser Einfluss doch nur von einer unmittelbaren Tochter dieses Hengstes aus.

**Tabelle 3.4:** Süddeutsches Kaltblut; Übersicht über theoretische Genanteile eingekreuzter Fremdrassen an der aktuellen Generation aktiver Zuchttiere. Alle Angaben zu Genanteilen in %.

Rasse	∅ Genanteil	Anzahl Nachfahren	∅ Genanteil in Nachfahren	min.	max.
Engl. Vollbl.(1971)	0.74	125	6.8	1.56	12.5
Suffolk P. (1990)	0.9	34	30.1	12.5	50.0
Bretone (1983)	0.07	5	15	12.5	25.0
Noriker (incl. Basis)	25.0	1137	25.1	1.56	84.4
Noriker (seit 1970)	15.5	1048	16.9	1.56	75.0

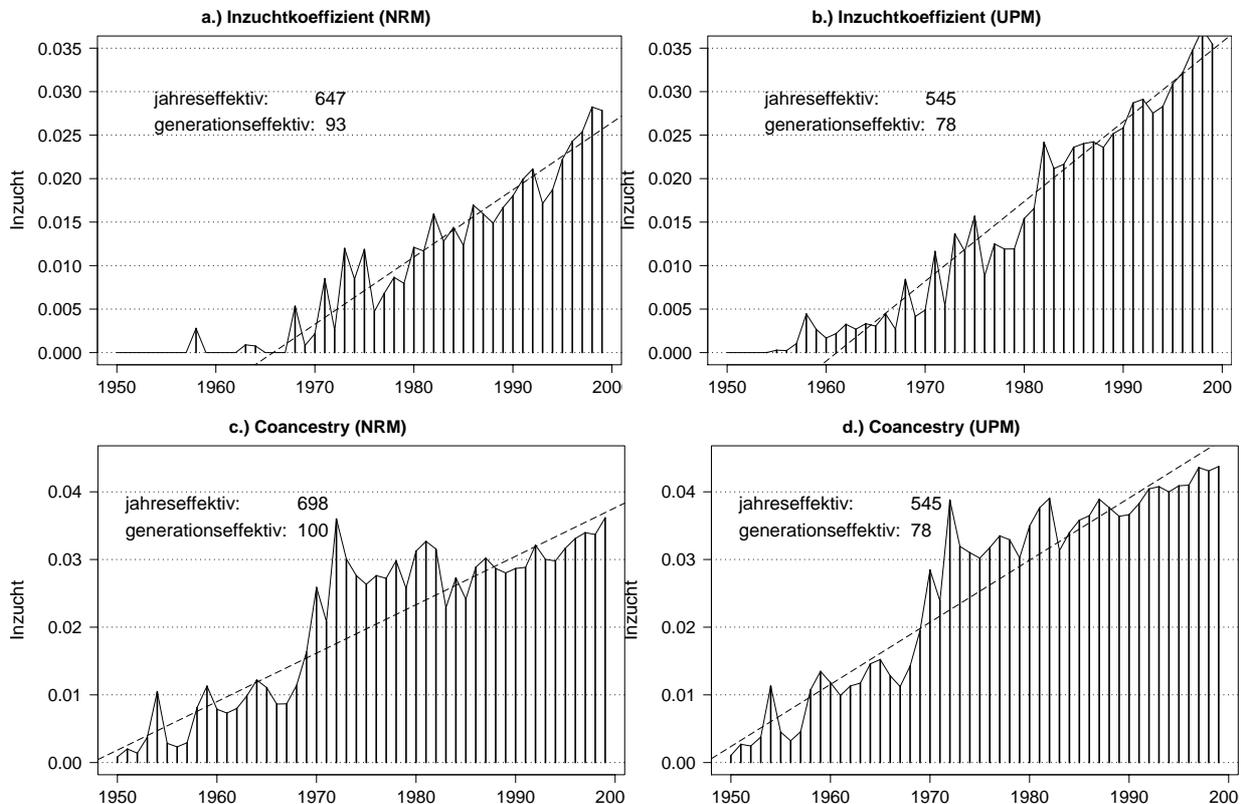
### 3.3.6 Effektive Populationsgröße

Abbildung 3.4 fasst die Ergebnisse der Berechnungen über die NRM (Methode I) bzw. die UPM (Methode II) zusammen. Die Zuwächse im Inzuchtkoeffizienten zeigen im Vergleich zur Coancestry in beiden Fällen die harmonischeren Verläufe, was ungewöhnlich ist. Bei der Berechnung des Inzuchtzuwachses über die Coancestry mag die Anpassung einer linearen Regression über den Gesamtzeitraum nicht angemessen sein. Die Berechnung einer "honey-stick"-Regression mit einem "Knick" im Jahr 1973 ergäbe hier einen Schätzwert von 120 für die generationseffektive Populationsgröße im oberen Bereich der Darstellung (Abbildung 3.4d.).

Die Herangehensweise unterstellt eine Population, die sich im Gleichgewicht eines konstanten Zuchtschemas befindet oder sich diesem zumindest nähert. Dass diese Annahme verletzt ist, zeigt Abbildung 3.5.

Bei männlichen Zuchttieren ist eine mehr oder weniger kontinuierliche Abnahme über den Betrachtungszeitraum festzustellen. Die Anzahl Elterntiere unterscheidet sich nicht wesentlich von der Anzahl Elterntiere mit erfolgreichen Nachkommen. Auf der weiblichen Seite ist bis 1970 kein einheitlicher Trend sichtbar. Ab diesem Zeitpunkt beginnt die Anzahl weiblicher Elterntiere kontinuierlich anzusteigen während die Anzahl Elterntiere mit erfolgreichen Nachkommen etwa konstant bleibt. Obwohl dieser Effekt teilweise durch eine nur unvollständige Nachtragung von Tieren mit Beginn der EDV-Aufzeichnungen verursacht sein kann, wird zusätzlich vom Versuch einer gezielten Ausweitung der Zuchtpopulation in diesem Zeitraum ausgegangen. Dieser ist demnach ohne durchschlagenden

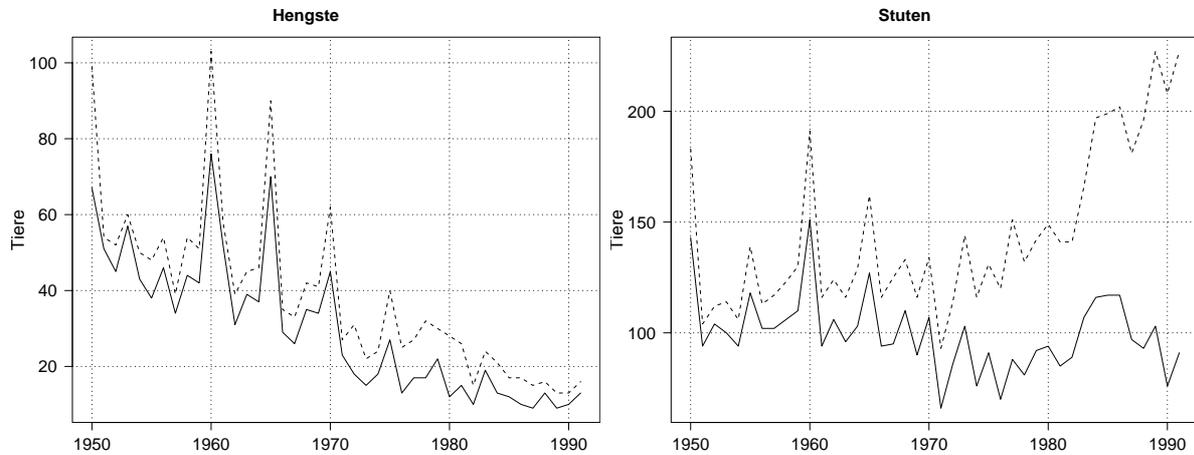
**Abbildung 3.4:** Ergebnisse der Berechnung der jahreseffektiven und generationseffektiven Populationsgröße (Generationslänge: 7 Jahre), Süddeutsches Kaltblut. **a.)** Steigerung im durchschnittlichen Inzuchtkoeffizienten (Methode I, 1965-2000), **b.)** Steigerung im durchschnittlichen Inzuchtkoeffizienten (Methode II, 1960-2000), **c.)** Steigerung in der durchschnittlichen Coancestry (Methode I, 1950-2000), **d.)** Steigerung in der durchschnittlichen Coancestry (Methode II, 1950-2000)



Effekt auf die Größe einer nachhaltig und substantiell beitragenden Kernpopulation geblieben. Im harmonischen Mittel der über die Formulierung von Hill [1979] (Methode III) berechneten Schätzwerte der effektiven Populationsgröße der Jahre 1970 bis 1992 ergibt sich ein Wert von 80 (jahreseffektiv: 558) idealen Tieren. Dieser Wert stimmt sehr gut mit dem über die UPM berechneten Wert überein. Als Referenzwert für weitere Vergleiche wird eine effektive Populationsgröße von 78 idealen Tieren angenommen.

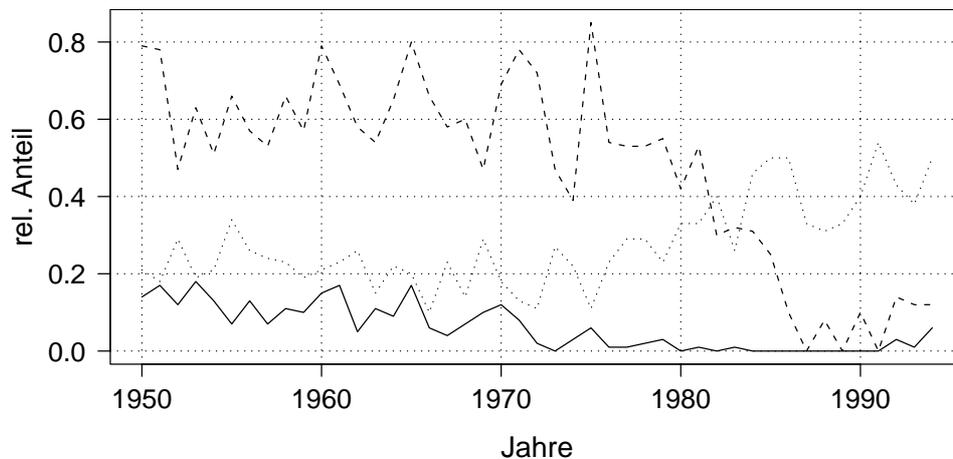
Zusätzlich wurden über Gleichung 4.1 Schätzwerte für die effektive Populationsgröße berechnet (Methode IV). Die jährlichen Kohorten wurden dabei so betrachtet, als repräsentierten sie Kohorten einer Population mit stabiler Größe und fixem Generationsintervall. Die Berechnungen wurden zusätzlich durch die Annahme einer "idealen" Überlebenskurve vereinfacht (siehe Abschnitt 3.2.4, Seite 48). Die über diese vereinfachende Formulierung berechneten Werte für jeden Geburtsjahrgang wurden über den oben erwähnten Zeitraum (1970-1992) harmonisch gemittelt. Es resultiert ein Schätzwert von 198 idealen Tieren und somit eine deutliche Abweichung zu den bisher ermittelten Werten. Die bedeutendste Ursache dieser Abweichung dürften im Fall des Süddeutschen Kaltbluts in der Annahme einer Poisson-Verteilung der Familiengröße pro Einsatzjahr liegen. Diese führt zu einer deutlichen Unterschätzung der Varianz insbesondere in den Hengst-Pfaden. Abbildung 3.6 versucht die wichtigsten Ergebnisse zusammenzufassen.

**Abbildung 3.5:** Entwicklung in der Anzahl jährlich hinzukommender Zuchttiere beim Süddeutschen Kaltblut (nach Geburtsjahren), die gestrichelte Linie gibt die Anzahl Elterntiere, die durchgezogene Linie die Anzahl Elterntiere von deren Nachkommen zumindest einer selbst wieder Nachkommen hatte (erfolgreiche Nachkommen).



Die Problematik der Abweichung von Poissonerwartungen ist kein neues Problem und tritt vor allem in Wildtierpopulationen und wenig intensiv gemanagten Haustierpopulationen auf. In allen Fällen ist die Ursache darin zu suchen, dass die reproduzierenden Tiere innerhalb desselben Geschlechts in zwei oder mehrere Gruppen mit deutlich unterschiedlichen Reproduktionswahrscheinlichkeiten zerfallen. Zusätzliche Analysen zeigen, dass die

**Abbildung 3.6:** Gegenüberstellung von Modellannahmen (Methode 4) und beobachteten Werten beim Süddeutschen Kaltblut: **a.)** durchgezogene Linie: Erwarteter Prozentsatz von männlichen Elterntieren mit nur einem Nachkommen unter Annahme einer Poissonverteilung der Familiengröße **b.)** gestrichelte Linie: tatsächlicher Prozentsatz von männlichen Elterntieren mit nur einem Nachkommen **c.)** gepunktete Linie: Anteil dominanter männlicher Elterntiere, definiert als Prozentsatz von Hengsten, die zumindest die durchschnittliche Anzahl Nachkommen erreichen.



reproduktive Dominanz dieser Tiere über Zuchtjahre hinweg erhalten bleibt. Um diesen Effekt zu modellieren wurde auf eine von Dempfle [mündl. Mitteilung] vorgeschlagene

Formulierung zurückgegriffen. Die Pfadvarianz wird hier aufgeteilt in

$$\sigma_{mNK}^2 = r_a (\mu_a - \mu_{NK})^2 + r_b (\mu_b - \mu_{NK})^2 + r_a \text{Var}(\epsilon_a) + r_b \text{Var}(\epsilon_b). \quad (3.2)$$

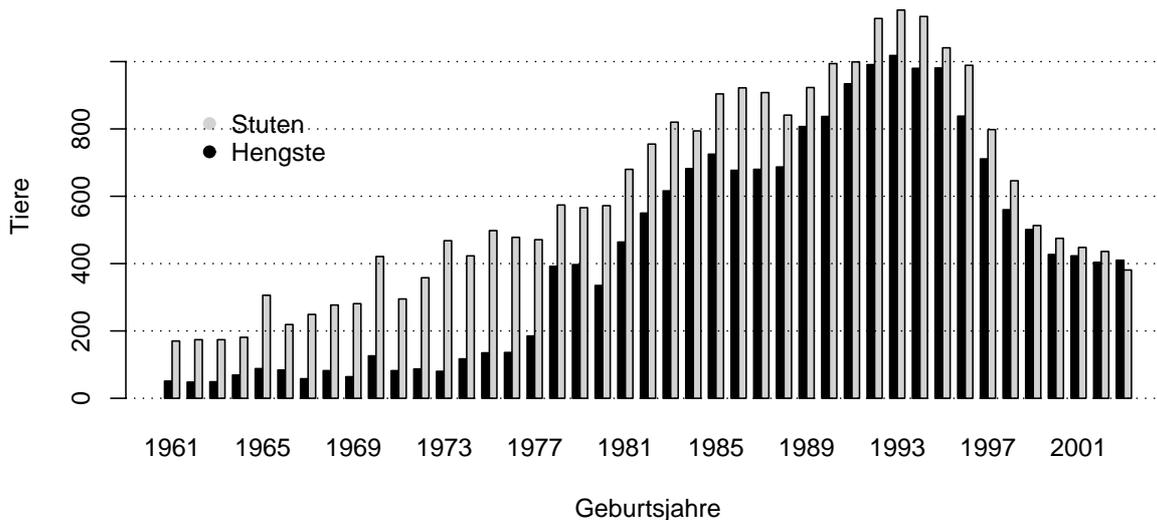
Sie setzt sich demnach aus der Varianz der Mittelwerte zweier unterschiedlicher Gruppen (mit  $r_a + r_b = 1$ ) mit dauerhaft unterschiedlichem Reproduktionserfolg sowie der jeweiligen Variation um diese Mittelwerte (durch unterschiedlich lange Einsatzdauer) zusammen. Unter Verwendung dieser Aufteilung wurden unter der Annahme einer gleichen durchschnittlichen Einsatzdauer in beiden Gruppen alle Parameter der Varianz der männlichen Familiengröße erneut berechnet. Ein Schätzwert der generationseffektiven Populationsgröße von 78 wird demnach dann erreicht, wenn die so definierte dominante Gruppe männlicher Tiere (im arithmetischen Mittel 1970-1992 etwa 30%) rund 85% Beitrag zur nächsten Generation von Zuchttieren leistet.

## 3.4 Ergebnisse Haflinger

### 3.4.1 Populationsentwicklung

Ein Blick auf die Eintragungszahlen (Abbildung 3.7) zeigt einen prägnanten Verlauf der Geburtsmeldungen im Hauptpedigree, der sich weitgehend mit den bereits beim Süddeutschen Kaltblut gemachten Beobachtungen deckt. Ab Mitte der 1980er Jahre kann von einem züchterischen Boom gesprochen werden. Günstige Marktbedingungen führten in großem Umfang zum Einstieg neuer Züchter, in Folge stiegen Bedeckungszahlen und Geburtsmeldungen an. Seit Mitte der 90er Jahre ist ein deutlicher Rückgang in den Ge-

Abbildung 3.7: Verlauf der Geburtsmeldungen im Hauptpedigree beim Haflinger (ab 1961)



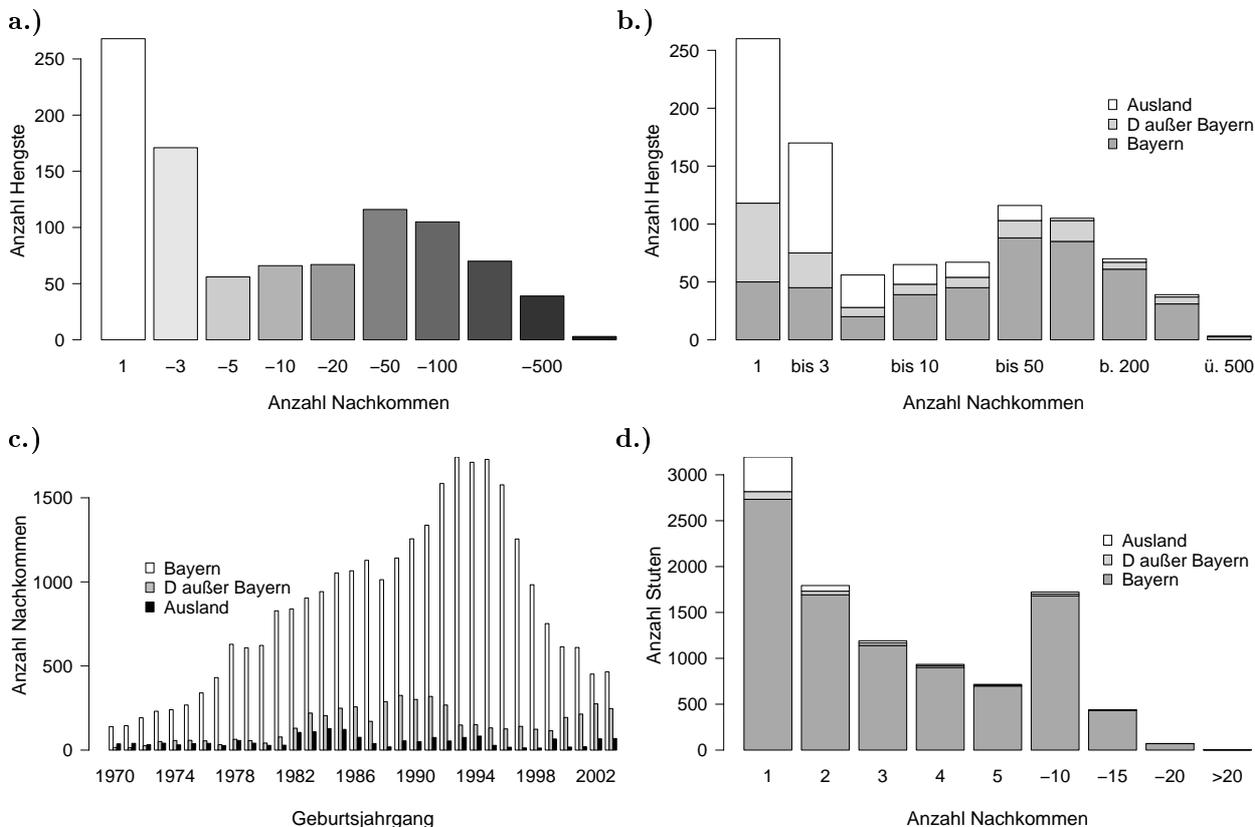
burtsmeldungen zu verzeichnen, der sich mit der Entwicklung einer allgemein schwierigen Absatzsituation deckt.

### 3.4.2 Anzahl Nachkommen im Geburtsregister

#### Vaterpfade

Rund die Hälfte aller Hengste sind im Geburtsregister nur mit bis zu 3 Nachkommen vertreten (Abbildung 3.8a). Wird zusätzlich nach dem Zuchtgebiet des Hengstes unterschieden (alle deutschen aber nicht bayerischen Tiere wurden zusammengefasst) zeigen sich die nichtbayerischen bzw. ausländischen Hengste überproportional in den unteren Nachkommenklassen vertreten (Abbildung 3.8b). Die Anteile ausländischer, nichtbayerischer und bayerischer Hengste an den Geburtsjahrgängen der Nachkommen zeigt Abbildung 3.8c. Die Entwicklungen setzen zeitlich versetzt ein. Während die Anteile von Nachkommen ausländischer Hengste bereits seit etwa Mitte der 80er Jahre rückläufig sind, nehmen die Nachkommenzahlen von deutschen aber nicht bayerischen Hengsten erst Anfang der 90er, die von bayerischen Hengsten erst seit Mitte der 90er Jahre ab. Bemerkenswerterweise nehmen die Nachkommenzahlen bayerischer Hengste auch nach 2000 weiter ab, während die Nachkommenzahlen fremder Hengste wieder ansteigen.

**Abbildung 3.8:** Haflinger **a.)** Anzahl Hengste nach Anzahl Nachkommen im Geburtsregister. **b.)** Unterschieden nach Herkunftszuchtgebiet der Hengste. **c.)** Anteile an den Geburtsjahrgänge nach Herkunftszuchtgebiet der Väter. **d.)** Anzahl Stuten nach Anzahl Nachkommen im Geburtsregister



## Mutterpfade

Wie aus Abbildung 3.8d zu ersehen haben 32% der im Geburtsregister genannten Zuchtstuten nur einen, 50% der Zuchtstuten nur bis zwei Nachkommen im Geburtsregister. Bei Unterscheidung nach dem Zuchtgebiet der Stuten zeigt sich der Anteil nicht bayerischer Stuten an der Gruppe mit nur einem bayerischen Nachkommen im Geburtsregister überproportional. Der Effekt ist erwartungsgemäß deutlich geringer als bei den Hengsten.

### 3.4.3 Selektion

Um zu einer realistischen Einschätzung des aktuellen Geschehens zu gelangen, wurde der Betrachtungszeitraum deutlich eingengt. Als Bezugszeitraum zur Berechnung der Selektionsintensität bei der Körung und der Stutbuchaufnahme wurden die letzten drei Eintragungsjahrgänge (2001-2003 bei Stuten, 2000-2002 bei Hengsten) zugrunde gelegt. Ein Eintragungsjahrgang bei Hengsten besteht aus Herbstkörung und Nachkörung im darauf folgenden Winter. Tabelle 3.5 stellt die Anzahl geborene Tiere den vorgestellten und selektierten Tieren dieser Jahrgänge gegenüber. Zusätzlich wird die Anzahl Elterntiere der vorgestellten Tiere angegeben.

**Tabelle 3.5:** Demographische Daten der Population, Jahrgänge 2000-2003, Haflinger. Die Anzahl Väter und Mütter bezieht sich auf die vorgestellten Tiere.

Jahrgang	geboren		vorgestellt		selektiert		Anzahl Väter	Anzahl Mütter**
	männl.	weibl.	männl.	weibl.	männl.	weibl.*		
2000	402	423	42	–	14	–	108	316
2001	401	443	35	253	9	253/237	95	269
2002	381	410	45	202	15	201/184	103	240
2003	399	379	–	209	–	209/199	103	238

\*Die vorangestellte Zahl gibt die Anzahl weiblicher Tiere an, die ins Hauptstutbuch aufgenommen wurden. Die nachgestellte Zahl gibt die Anzahl weiblicher Tiere an, die durch ihr Abschneiden in der Stutbuchaufnahme ebenso die Voraussetzung zur Aufnahme in Leistungsstutbuch erfüllten.

\*\*Die etwas zu geringe Anzahl Mütter ist nicht etwa auf Zwillingsgeburten zurückzuführen sondern auf beträchtliche Schwankungen im Vorstellungsalter der Töchter. Es können also mehrere Töchter einer Mutter im Vorstellungsjahrgang sein.

**Tabelle 3.6:** Selektionsstufen beim Haflinger (Hengste), in Klammern die Anzahl vermutlich abgekörter Hengste mit Leistungsprüfungsteilnahme

Jahr	Körung		Leistungsprüfung	
	vorgestellt	gekört	vorgestellt	bestanden
1999	35	8	10 (3)	7
2000	42	14	4 (1)	4
2001	35	9	12 (-)	12
2002	45	15	12 (3)	9

## Hengste

Die aus Tabelle 3.5 abschätzbare Vorselektion kann mit etwa 10% angegeben werden, wenn wiederum unterstellt wird, dass alle geborenen Tiere eines Jahrgangs als potentielle Kandidaten anzusehen sind. Die aus dieser Darstellung abschätzbare Selektionsschärfe bei der Körung liegt für die dargestellten Jahrgänge bei etwa 30%.

Die Überprüfung der Selektionsschärfe in der Leistungsprüfung ist nicht ohne Einschränkungen möglich. Leistungsprüfungen werden auf Bundesebene durchgeführt. Von den 213 vorliegenden Leistungsprüfungsdatensätzen liegen in etwa einem Drittel der Fälle keine Informationen zu Körung dieser Hengste vor. Es handelt sich vermutlich um zeitgleich geprüfte, nicht bayerische Hengste<sup>7</sup>. Es treten Fälle auf, in denen bayerische Hengste zur Leistungsprüfung vorgestellt wurden, die mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht gekört waren<sup>8</sup>. Tabelle 3.6 verdeutlicht die gemachten Aussagen. Die durchgefallenen Tiere sind in aller Regel die abgekörten Hengste. Betrachtet man den Zeitraum 1998-2002 und nur die in Bayern gekörten Hengste, so kann von einer Durchfallrate von annähernd Null bei der Stationsprüfung der Hengste ausgegangen werden. Es wird im weiteren davon ausgegangen, dass 80-90% aller gekörten Hengste auch zu Leistungsprüfung vorgestellt

<sup>7</sup>Bayerische Hengste können beispielsweise in Moritzburg (Sachsen), Münster-Handorf (Nordrhein Westfalen) oder München-Riem zur Leistungsprüfung vorgestellt werden.

<sup>8</sup>Dies stellt ein letztes Mittel dar, um eine unbeschränkte Deckerlaubnis für einen nicht gekörten Hengst zu bekommen. Legt ein solcher Hengst eine ansprechende Leistungsprüfung ab, erhält er in der Regel die Deckerlaubnis.

werden und dass dieser Schwund im wesentlichen auf Verkäufe oder Krankheit der Tiere zurückzuführen ist.

### Stuten

Die Vorselektion vor der Stutbuchaufnahme kann unter der bekannten Annahme aus den angegebenen Daten mit etwa 50% angegeben werden. Für die betrachteten Vorstellungsjahrgänge kann von einer 100%igen Aufnahme in Hauptstutbuch ausgegangen werden. Die Voraussetzung zu einer späteren Eintragung in Leistungsstutbuch erfüllten etwa 97% aller Stuten. Auswertungen über die Jahrgänge 1995-1998 ergaben eine ähnliche niedrige Selektionsschärfe bei der Eintragung ins Hauptstutbuch. Die Voraussetzung zur Eintragung ins Leistungsstutbuch erfüllten in diesen Jahrgängen allerdings nur knapp 60% aller Stuten.

Die Leistungsprüfung ist für Stuten in Bayern grundsätzlich keine vorgeschriebene Prüfungsform. Für die Körung eines Sohnes ist eine erfolgreiche Leistungsprüfung der Mutter seit einigen Jahren Pflicht. Allgemein dient sie als Leistungsnachweis für die Eintragung ins Leistungsstutbuch, also in eine höhere Abteilung des Stutbuchs. Auch bei den Stuten liegen für einen hohen Prozentsatz der vorliegenden Leistungsprüfungsinformationen keine entsprechenden Datensätze über die Stutbuchaufnahme dieser Tiere vor. Es wird auch hier davon ausgegangen, dass dies lediglich die Aufzeichnungen zeitgleich geprüfter Tiere ohne direkten Bezug zur bayerischen Population sind. Stationsprüfungen für Stuten werden außerhalb Bayerns beispielsweise in Meura (Thüringen) und Urspring (Baden Württemberg) durchgeführt. Es kann wie zuvor bei den Hengsten festgestellt werden, dass nahezu alle

**Tabelle 3.7:** Selektionsstufen beim Haflinger (Stuten, Station und Feld)

Jahr	Stutbuchaufnahme		Stations-LP		Feld-LP	
	vorgestellt	aufgenommen <sup>9</sup>	vorgestellt	bestanden	vorgestellt	bestanden
1998	358	357 (251)	48	48	18	18
1999	323	321 (218)	75	74	26	25
2000	289	288 (243)	57	56	22	17
2001	253	253 (237)	55	55	18	18
2002	201	201 (184)	35	35	23	20

teilnehmenden Stuten die Stationsleistungsprüfung bestehen (siehe Tabelle 3.7). Bis auf wenige Ausnahmen treten zur Stationsprüfung nur Stuten an, die bereits in der Stutbuchaufnahme die für die Eintragung ins Leistungsstutbuch erforderliche Notenhöhe erhalten haben. Selbst wenn nur diese berücksichtigt würden, so ist die Prüfichte (Station) mit knapp einem Viertel aller Tiere immer noch relativ gering.

Die Feldeleistungsprüfung der Stuten wird regional in Bayern durchgeführt, weshalb Datensätze nicht bayerischer Tiere nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die Durchfallrate liegt etwas höher als bei der Stationsleistungsprüfung. Eine Feldprüfung kann allerdings mit geringem Aufwand mehrmals wiederholt werden.

Werden die Feldprüfungen mit berücksichtigt, wächst die allgemeine Prüfichte bei Stuten mit Eignung für das Leistungsstutbuch von etwa ein Viertel (Station) auf etwa ein Drittel (Station und Feld) an.

### 3.4.4 Das durchschnittliche Generationsintervall

Als durchschnittliches Alter der Elterntiere bei Geburt ihrer Nachkommen in den vier Pfaden wurden die in Tabelle 3.8 dargestellten Werte berechnet. Es ergibt sich ein durchschnittliches Generationsintervall von 8.24 Jahren. Auch beim Haflinger lässt sich ähnlich

**Tabelle 3.8:** Durchschnittliche Generationsintervalle in den vier Pfaden, Haflinger, berechnet aus den Nachkommenegeburtstagesjahren (vorgestellte Nachkommen) seit 1980.

		Nachkommen		
		male	female	
Eltern	male	7.79±0.15	8.17±0.04	
	female	8.34±0.14	8.67±0.04	
				8.24

wie beim Süddeutschen Kaltblut ein Absinken in der Länge des durchschnittlichen Generationsintervalls in allen vier Pfaden beobachten. Aktuelle Werte dürften demnach etwas niedriger liegen als die dargestellten.

### 3.4.5 Araber und Haflinger: Theoretische Genanteile

*“Nachkommen von Hengsten und Stuten, die ins Zuchtbuch der Haflingerpferde eingetragen sind, mit mindestens 5 bekannten und kontrollierten aufsteigenden Generationen von Vorfahren. Zulässig ist ein Fremdblutanteil von nicht mehr als 1.56%.”*

Zuchtbuchordnung der Ursprungszuchtgebietes Südtirol (Artikel 11, Absatz 2a)

Die im Zitat geforderte Vollständigkeit der Einzelpedigrees wurde nicht überprüft. Auch wurde nicht untersucht, ob sich durch eine Beschränkung auf fünf Generationen die berechneten theoretischen Genanteile verändern würden.

Bei dieser Analyse konnten 17 Araberhengste und drei Araberstuten mit genetischen Anteilen an der aktuellen Zuchtpopulation identifiziert werden. Die Hengste wurden ab Mitte der 50er Jahre des vorherigen Jahrhunderts bis in die 90er Jahre hinein eingesetzt. Der für Bayern wichtigste Vererber in dieser Hinsicht war Araberhengst “Gihan Shah“ mit 997 von ihm beeinflussten Nachkommen in der momentanen Zuchtpopulation. Zusätzliche Auswertungen ergaben, dass bedeutende Arabergenanteile nicht direkt in die bayerische Population einfließen, sondern über angepaarte Haflinger anderer deutscher Zuchtgebiete.

Der durchschnittliche Genanteil aller eingesetzten Araber an der aktuellen Zuchtpopulation liegt bei 8.6%. Bezogen auf alle Tiere der aktuellen Zuchtpopulation, die auch tatsächlich Arabergenanteile haben, liegt der durchschnittliche Genanteil bei 10.5%.

Von den 2678 Tieren der aktuellen Zuchtpopulation tragen 2203 Arabergenanteile, entsprechend bleibt eine Subpopulation von 475 Tieren ohne Einkreuzung im Betrachtungszeitraum. Wird die Betrachtung auf Tiere mit Genanteilen von 1.56% bzw. 3.125% (letzteres wären Zuchttiere die zwar nicht selbst, deren unmittelbare Nachkommen aber bei Verpaarung mit einem ‘reinen’ Haflinger eingetragen werden könnten) ausgeweitet, ergibt

sich eine "Reinzuchtpopulation" von 514 bzw. 710 Tieren. Alle Ergebnisse sind in der Übersicht in Tabelle 3.9 mit zusätzlicher Aufteilung nach Geschlechtern aufgeführt.

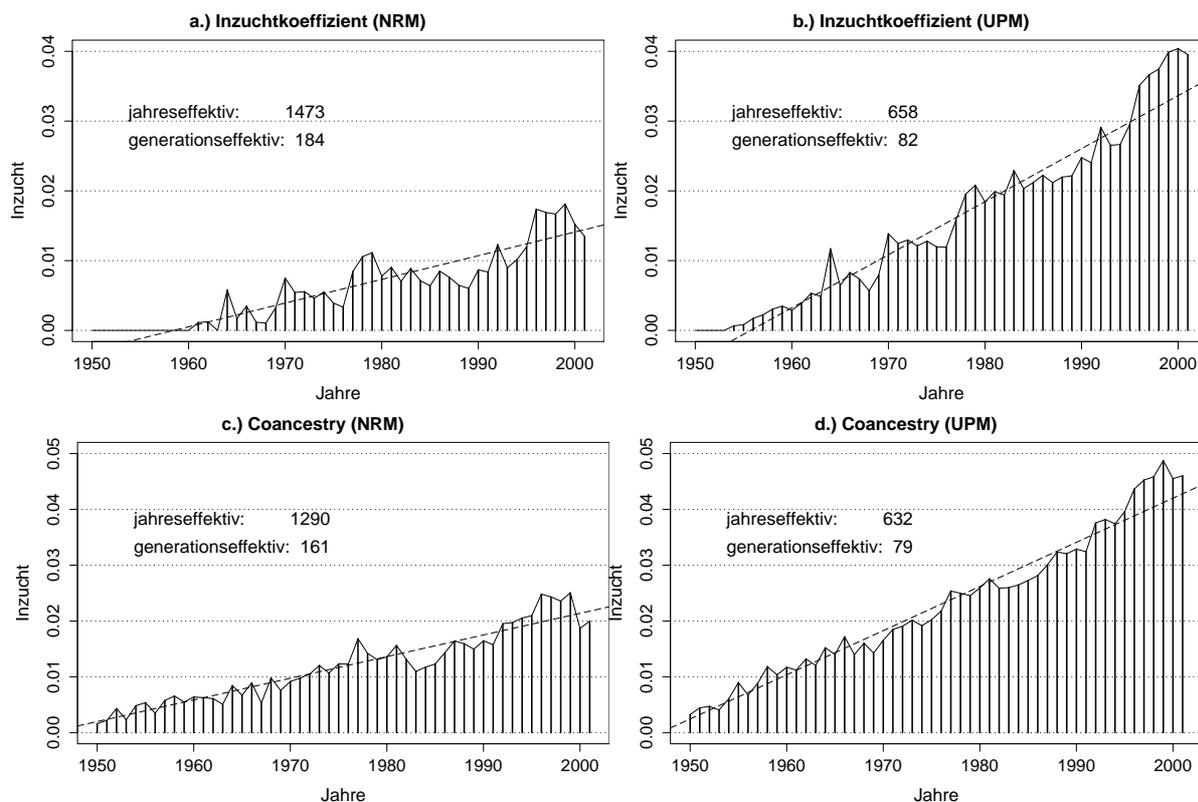
**Tabelle 3.9:** Ergebnisse der Untersuchung zu Arabergenanteilen in der aktuellen Zuchtpopulation des Haflingers in Bayern

	<b>Hengste</b> (N=89)	<b>Stuten</b> (N=2589)
ØGenanteil Gesamtpop. (%)	7.71	8.64
Anzahl o. Genanteil	16	459
Anzahl bis 1.56%	17	497
Anzahl bis 3.125%	25	695

### 3.4.6 Effektive Populationsgröße

Für die Population des bayerischen Haflingers ergibt sich bei gleicher Herangehensweise eine grundsätzlich ähnliche Situation wie beim Süddeutschen Kaltblut. Abbildung 3.9 fasst die Ergebnisse der Berechnung der effektiven Populationsgröße über die NRM (Methode I) bzw. UPM (Methode II) zusammen. Die deutlichen Unterschiede zwischen den Schätz-

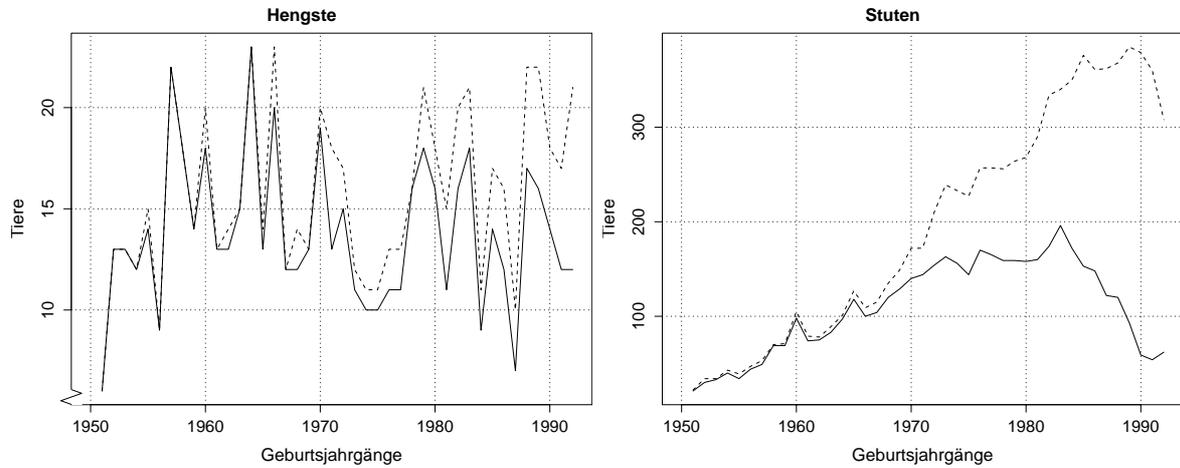
**Abbildung 3.9:** Ergebnisse der Berechnung der jahreseffektiven und generationseffektiven Populationsgröße (Generationslänge: 8 Jahre), Haflinger. **a.)** Steigerung im durchschnittlichen Inzuchtkoeffizienten (Methode I, 1961-2000), **b.)** Steigerung in der durchschnittlichen Inzuchtkoeffizienten (Methode II, 1956-2000), **c.)** Steigerung in der durchschnittlichen Coancestry (Methode II, 1950-2000), **d.)** Steigerung in der durchschnittlichen Coancestry (Methode II, 1950-2000).



werten aus Methode I und Methode II weisen auf die große Bedeutung nichtbayerischer Tiere in der Zucht des Haflingers in den letzten 50 Jahren hin. Methode II, als eine erste Analyse des Zuchtschemas und der im Züchtungsprozess auftretenden Varianz der Familiengröße interpretiert, ergibt mit etwa 80 idealen Tieren deutlich niedrigere Schätzungen. Zudem deutet sich im Zeitraum ab 1980 eine weitere Verschärfung der Inzuchtentwicklung an.

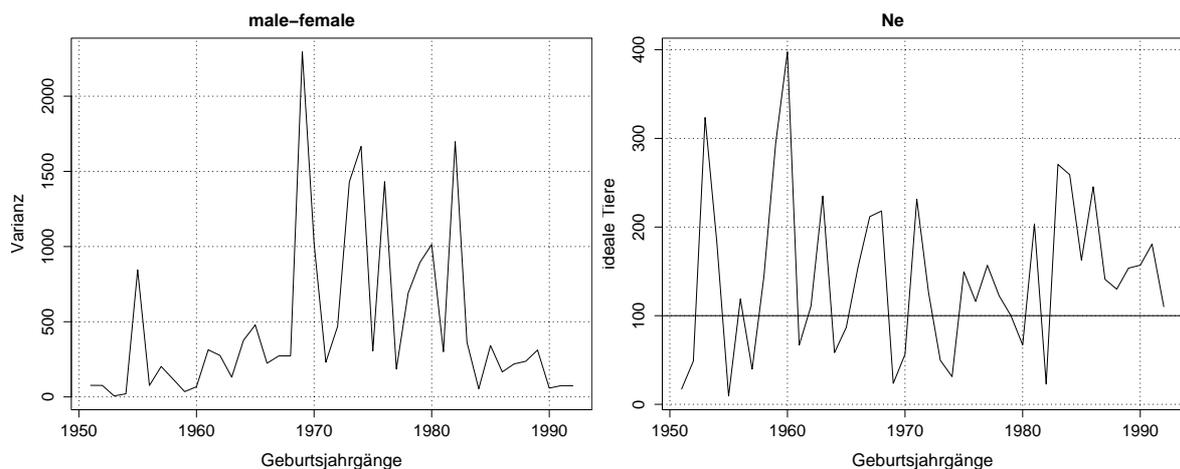
Eine Analyse der Zugangszahlen, unterschieden nach Elterntieren und nach Elterntieren erfolgreicher Nachkommen, ergibt für die weiblichen Tiere eine ähnliche Entwicklung wie sie bereits beim Süddeutschen Kaltblut zu erkennen war (Abbildung 3.10). Auch hier kann der Effekt teilweise durch eine unvollständige Nachtragung von Tieren mit Beginn der EDV-Aufzeichnungen verursacht sein. Es wird allerdings auch hier vom Versuch einer gezielten Ausweitung der Stutpopulation ausgegangen, die nicht oder nicht im selben

**Abbildung 3.10:** Entwicklung in der Anzahl jährlich hinzukommender Zuchttiere beim bayerischen Haflinger (nach Geburtsjahren), die gestrichelte Linie gibt die Anzahl Elterntiere, die durchgezogene Linie die Anzahl Elterntiere von deren Nachkommen zumindest einer selbst wieder Nachkommen hatte (erfolgreiche Nachkommen).



Umfang zu einer Ausweitung der züchterisch erfolgreichen Kernpopulation beigetragen hat. Bei männliche Zuchttieren zeigt sich eine schwankende, aber doch relativ stabile Anzahl von Zugängen pro Zuchtjahr. Erst ab Ende der 1980er Jahre ergibt sich ein Hinweis auf zunehmende Abweichungen zwischen Eltern und Eltern erfolgreicher Nachkommen. Abbildung 3.11 gibt eine Übersicht über die Entwicklung der Varianz der Familiengröße

**Abbildung 3.11:** Haflinger: **a.)** Entwicklung in der Varianz der Familiengröße exemplarisch am Vater-Tochter Pfad und **b.)** Entwicklung in der effektiven Populationsgröße berechnet über die Formulierung von Hill [1979] unter Verwendung der jährlichen Kohortengrößen (Eltern erfolgreicher Nachkommen) und der aus den Daten berechneten Lebenszeit-Pfadvarianzen. Die Threshold-Linie markiert eine effektive Populationsgröße von 100 idealen Tieren.

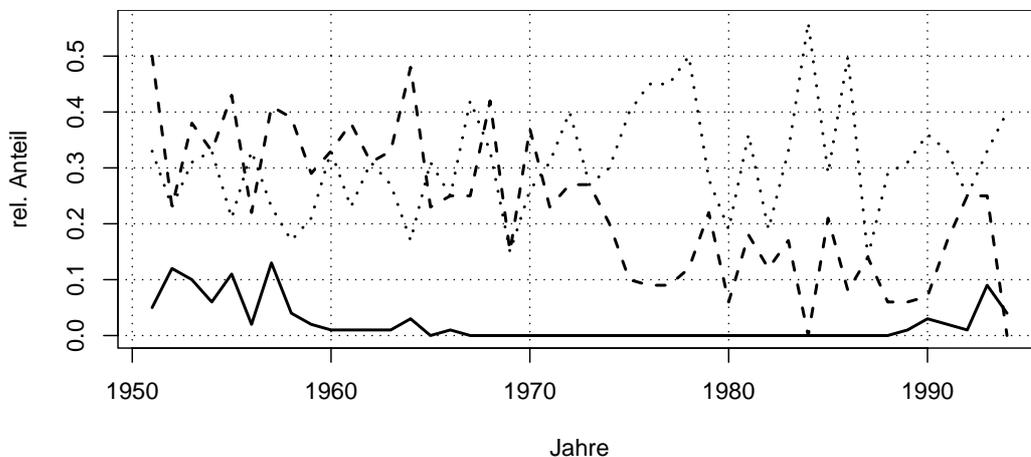


exemplarisch am Vater-Tochter Pfad und zeigt den unmittelbaren Einfluss auf die Schätzwerte der generationseffektiven Populationsgröße (Generationslänge: 8 Jahre) berechnet über die Formulierung von Hill [1979]. Die z.T. extremen Varianzen in diesem Pfad werden

durch Ausnahmevererber mit mehr als 100 erfolgreichen Töchtern verursacht (z.B. Nardus, Nadin, Apikal). Es ist nicht verwunderlich, dass der massive Einsatz dieser Hengste deutliche Auswirkungen auf die effektive Populationsgröße zeigt. Das harmonische Mittel der berechneten Werte über die Geburtsjahrgänge der Elterntiere 1965-1992 ergibt einen Schätzwert von 89 Tieren und somit einen vergleichbaren Wert zu den 79-82 idealen Tieren, die über die UPM berechnet wurden. Abweichungen können durch eine Kovarianz in der Familiengröße über Generationen hinweg verursacht sein. Im weiteren wird in guter Näherung von einem Referenzwert von 85 idealen Tieren ausgegangen.

Es ist sicher nicht verwunderlich, dass die Annahme einer Poissonverteilung der Familiengröße auch in diesem Zusammenhang nicht angemessen ist. So führt die einfache Berechnung der generationseffektiven Populationsgröße über Gleichung 1 zu einem Schätzwert von 188 idealen Tieren und liegt somit deutlich über dem definierten Referenzwert. Zur Berechnung wurde ein gleichbleibendes Generationsintervall von 8 Jahren angenommen (7.8 Jahre in den Vater-Pfaden und 8.2 Jahre in den Mutter-Pfaden). Ausgehend von der jährlichen Kohortengröße wurde eine konstante Populationsgröße und eine ideale Absterbekurve unterstellt und abschließend über die Jahrgänge 1965-1992 harmonisch gemittelt. Abbildungen 3.12 versucht darzustellen, wie sehr die Annahme einer Poissonverteilung

**Abbildung 3.12:** Gegenüberstellung von Modellannahmen (Methode 4) und beobachteten Werten beim Haflinger: **a.)** durchgezogene Linie: Erwarteter Prozentsatz von männlichen Elterntieren mit nur einem Nachkommen unter Annahme einer Poissonverteilung der Familiengröße **b.)** gestrichelte Linie: tatsächlicher Prozentsatz von männlichen Elterntieren mit nur einem Nachkommen **c.)** gepunktete Linie: Anteil dominanter männlicher Elterntiere definiert als Prozentsatz von Hengsten, die zumindest die durchschnittliche Anzahl Nachkommen erreicht.



verletzt ist. Wird ähnlich wie beim Süddeutschen Kaltblut ein Anteil dominanter Hengste definiert (aus Abbildung 3.12; im Durchschnitt 1970-1990 etwa ein Drittel der Hengste), der 90% zu den erfolgreichen Nachkommen der nächsten Generation beiträgt, ergibt sich ein Schätzwert von 100 für die generationseffektive Populationsgröße. Selbst unter dieser Annahme erreicht die Varianz der Familiengröße nicht das tatsächliche Niveau, was im wesentlichen auf die bereits erwähnten Hengste mit extrem hohen Nachkommenzahlen zurückgeführt wird. Der Referenzwert von etwa 85 idealen Tieren (Generation) kann erreicht werden, wenn unterstellt wird, dass ein Anteil von 25% dominanten Hengsten 90% der erfolgreichen Nachkommen oder, wenn ein Anteil von knapp 20% dominanten Hengste 80% der erfolgreichen Nachkommen beiträgt.

## 3.5 Zusammenfassung

Für beide Rassen ergaben sich durchaus ähnliche Verläufe in der Populationsentwicklung. Konnten sich die vergleichsweise geringen Abnahmen in den Geburtsmeldungen beim Süddeutschen Kaltblut auf einem für diese Rasse respektablen Niveau stabilisieren, sind die Abnahmen beim Haflinger drastisch und ein Ende nicht abzusehen. Beide Rassen haben heute vergleichbare jährliche Zugänge.

Bereits in der Analyse der Nachkommenzahlen im Geburtsregister wurde die immense Bedeutung von nicht bayerischen Tieren für das Zuchtgeschehen beim Haflinger deutlich. Eine bayerische Population, wie sie mit Abstrichen für das Süddeutsche Kaltblut postuliert werden kann, existiert in dieser Form beim Haflinger nicht. Wo beim Süddeutschen Kaltblut im wesentlichen nur österreichische Noriker als Genimporte auftreten, sind es beim Haflinger neben einigen Arabern auch Haflinger anderer deutscher Zuchtgebiete und nichtdeutsche Tiere, die beständig zur Population beitragen.

Die Selektionsintensitäten auf der Ebene der Stutbuchaufnahme/Körung und Leistungsprüfung sind in beiden Rassen ähnlich. Zur Feststellung einer Vorselektion muss folgendes angemerkt werden:

- Die Bezeichnung Vorselektion in diesem Zusammenhang bezeichnet einen durch die Züchter (und deren züchterisches Engagement) bestimmten Prozess, dessen Hintergründe sich weitgehend entziehen. Dies kann als Hinweis auf ein beträchtliches Optimierungspotential gesehen werden. Es erscheint grundsätzlich wenig sinnvoll, alle geborenen Tiere eines Jahrgangs als potentielle Zuchttiere anzusehen. Grenzt man eine nachhaltig und substantiell beitragenden Kernpopulation ab und unterstellt eine straffe Selektion insbesondere im Mutter-Sohn Pfad (Hengstmütter), die sich im wesentlichen am Bedarf an männlichen Zuchttieren und der Prüfkapazität der Körung orientiert, dürfte man dem momentanen Zuchtschema in seiner eigentlichen Absicht (siehe Zuchtbuchordnungen) gerechter werden. Auf diese Aspekte wird noch ausführlicher eingegangen werden.
- Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Teil dieser Vorselektion gesteuert über die im Vorfeld stattfindende Arbeit der Zuchtberater und durch die Vorauswahlen zur Körung stattfindet (LfL, mündliche Mitteilung). Über die ausscheidenden Tiere liegen keine Leistungsaufzeichnungen vor. Diese Selektionsinformation ist somit im Rahmen einer Parameter- bzw. Zuchtwertschätzung nicht nutzbar. Ihr informativer Wert wäre dann positiv zu bewerten, wenn die Beurteilungen im Rahmen geregelter Sammelveranstaltungen erhoben würden.

Aus den Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass die entscheidende Phase gesteuerter Selektion im Umfeld der Hengstkörung stattfindet. Auf der Ebene der Leistungsprüfung wird nicht oder nur sehr schwach selektiert. Auch hier wird beträchtliches Potential zu einer Optimierung des Züchtungsprozesses gesehen. Die Prüfdichte bei den Haflingerstuten ist mit knapp 30% deutlich geringer als beim Süddeutschen Kaltblut, was durch das Vorherrschen der aufwendigeren Stationsleistungsprüfung verursacht sein dürfte.

Die Generationsintervalle in beiden Rassen sind mit gut 7 bzw. 8 Jahren für die Pferdezucht relativ kurz. Dies wird mit der geringen Bedeutung von Nachkommenleistungen im Selektionsprozess in Verbindung gebracht.

Die Analysen zu theoretischen Genanteilen weisen auf die in der Vergangenheit große

Bedeutung österreichischer Noriker für die Population des Süddeutschen Kaltblut hin. Mit dieser Rasse teilt das Süddeutsche Kaltblut zudem die Begründer einiger bekannter Linien (Vulkan, 1887, Nero, 1933, Diamant, 1903). Das Stutbuch ist seit einigen Jahren geschlossen, so dass der tatsächliche genetische Einfluss in den kommenden Jahren auch aufgrund einer anderen Typvorstellung in beiden Rassen weiter abnehmen wird. Beim Haflinger standen bei dieser Analyse naturgemäß die theoretischen Arabergenanteil im Vordergrund. Ein Großteil der bayerischen Population erfüllt demnach nicht die Voraussetzungen zur Eintragung ins Stutbuch des Ursprungszuchtgebietes Südtirol, was hinreichend bekannt sein dürfte.

Die Population des Süddeutschen Kaltbluts hat im Verlauf der letzten 50 Jahre bedeutende strukturelle Veränderungen erlebt. War das Tier in den 1950er Jahren noch notwendiger Bestandteil des landwirtschaftlichen Produktionsprozesses, wurden in den folgenden 20 Jahren die Bestände drastisch abgebaut. Mit einer zunehmend durch die Verbände gesteuerter Zuchtarbeit und einer sich reduzierenden Zuchtpopulation sank der Bedarf an Hengsten, das Geschlechterverhältnis verschob sich deutlich zu Gunsten der Stuten. Zusätzlich wurde eine große Varianz der Familiengröße insbesondere in den Vater-Pfaden beobachtet. Die Ergebnisse lassen Rückschlüsse auf die Größe einer züchterisch deutlich aktiveren Kernpopulation auch bei den Stuten zu. Die grobe Abschätzung, dass rund 30% der männlichen Zuchttiere für 80-90% der erfolgreichen Nachkommen verantwortlich sind, deckt sich mit Beobachtungen bei aktuellen Körungen. So werden hier in der Regel auch heute nur etwa ein Drittel der gekörten Hengste von aktiv agierenden Hengsthältern und Hengsthältergenossenschaften ersteigert, was dieser Gruppe männlicher Zuchttiere einen überdurchschnittlichen Reproduktionserfolg sichert. Daraus können Rückschlüsse auf den tatsächlichen Bedarf an Zuchthengsten in dieser Population gezogen werden, auch wenn einschränkend davon ausgegangen werden muss, dass einige gekörte Hengste schlicht von der Züchterschaft nicht angenommen werden. Hier kann einiges an steuerbarer Selektionsintensität gewonnen werden, ohne die effektive Populationsgröße negativ zu beeinflussen. Die generationseffektive Populationsgröße beim Süddeutsche Kaltblut ist mit 78-100 idealen Tieren (je nach getroffener Annahme) in einem niedrigen, aber nicht kritischen Bereich. Verschärfungen könnten in gewissem Umfang durch das Schließen des Stutbuchs verursacht werden, auch wenn weiterhin die Möglichkeit zu gezielten Zuchtversuchen mit Hengsten anderer Populationen vorgesehen ist.

Obwohl die Zuchtpopulation beim Haflinger deutlich größer ist als beim Süddeutschen Kaltblut, ist eine moderate Inzuchtentwicklung letztlich nur Importen zu verdanken. Dabei wird allerdings davon ausgegangen, dass die importierten Tiere ohne genetischen Bezug zur bayerischen Population stehen, was nicht in allen Fällen zutreffen dürfte. Ohne den Effekt dieser Importe ist die Inzuchtentwicklung und somit die effektive Populationsgröße durchaus einer kritischen Betrachtung wert. Eine deutliche Abweichungen von Poissonerwartungen in der Varianz der Familiengröße der Hengste ist die bedeutendste Determinante dafür, dass einfache Kalkulationen der generationseffektiven Populationsgröße deutlich vom Referenzwert abweichen. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine züchterisch dominante Gruppe von durchschnittlich 25% der selektierten Hengste mit 90% den Großteil der erfolgreichen Nachkommen stellt. Dies lässt auch hier Rückschlüsse auf den wahren Bedarf an männlichen Zuchttieren zu. Es zeigt sich darüber hinaus, dass das vorherrschende Zuchtschema mit einem häufigen Auftreten von einzelnen, massiv beitragenden Hengsten trotz hoher Rekrutierungen in der Vergangenheit nicht geeignet war, die Inzuchtentwicklung in dieser Population zu kontrollieren.

# Kapitel 4

## Datenanalysen zu den Merkmalen

### 4.1 Material

#### 4.1.1 Süddeutsches Kaltblut

##### Exterieurmerkmale

Exterieurbewertungen finden beim Süddeutschen Kaltblut (und beim Haflinger) anlässlich von Stutbuchaufnahmen und Körungen, sowie bei Nachzuchtbewertungen, Fohlenschauen und anlässlich der Vergabe der Staatsprämie statt. Die Tiere werden dabei von einer aus Zuchtleitung und gewählten Verbandsmitgliedern zusammengesetzten Kommission in den Merkmalen bewertet. Die Bonitieringsskala reicht von 1 (sehr schlecht) bis 10 (ausgezeichnet). Die Note 0 bedeutet "nicht bewertet". Bei der Benotung ist es üblich, dass sich die Kommission auf eine Bewertung für jedes Merkmal einigt, die abschließend festgehalten wird. Es werden bisher nur ganze Noten vergeben und aufgezeichnet. Eine Bewertung ist in neueren Zuchtbuchordnungen im Rahmen von Sammelveranstaltung vorgeschrieben. In der Vergangenheit haben aber in nicht unbedeutendem Umfang auch Einzelaufnahmen anlässlich von Betriebsbesuchen stattgefunden.

Die Daten zum Merkmalskomplex "Exterieur" des Süddeutschen Kaltbluts wurden von Mitarbeitern der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierzucht, extrahiert und zur Auswertung zur Verfügung gestellt. Untersucht wurden nur Daten aus offiziellen Stutbuchaufnahmen und Körungen. Im Rohbestand lagen 5845 Datensätze aus beiden Geschlechtern über einen Zeitraum von knapp 40 Jahren, von 1963 bis zum Aufnahmejahr 2003 vor. Die Datensätze bestanden aus Angaben zur Identität des Tieres (Lebensnummer, Name, Geburtsdatum, Rasse, Geschlecht), zur Abstammung (Lebensnummer des Vaters und der Mutter), zu Datum und Ort der Exterieurbewertung (Stutbuchaufnahme, Körung), sowie zu den in Tabelle 4.1 aufgeführten gemessenen oder bonitierten Merkmalen. Informationen zur personellen Zusammensetzung der Bewertungskommission und zu Herkunfts- bzw. Aufzuchtbetrieb des Tieres lagen nicht vor.

Benotungen für die Merkmale Typ und Gebäude sowie Durchschnittsnoten lagen über den gesamten Erfassungszeitraum mehr oder weniger durchgehend vor. Fehlende Angaben traten unsystematisch auf. Andere Merkmale wurden nicht kontinuierlich oder nur über einen kurzen Zeitraum erfasst und aufgezeichnet (Gangschwung, Gesamteindruck) und/oder wurden nur für ein Geschlecht erhoben. Das Merkmal Schritt wird erst seit 1995 kontinuierlich bewertet. Temporäre Neudefinitionen von Merkmalen unter alten Bezeichnungen (Korrektheit wahlweise unter Gangkorrektheit oder Gliedmaßen/Hufe) erforderten

**Tabelle 4.1:** Deskriptive Statistiken zu den Exterieurmerkmalen, Süddeutsches Kaltblut

Merkmal	Stuten			Hengste			
	Kürzel	N	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	N	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$
Stockmaß	STO	5169	159.21	3.38	618	161.88	2.74
Bandmaß	BAN	4432	170.97	3.87	614	174.01	3.12
Brustumfang	BRU	4434	208.32	8.35	610	207.73	6.40
Röhrbeinumfang	ROE	5102	22.69	0.85	617	23.98	0.90
Typ	TYP	5073	6.25	0.83	552	6.45	1.19
Gebäude	GEB	5073	6.20	0.68	552	6.35	0.97
Gliedmaßen/Hufe	HUF	4877	5.87	0.65	552	5.76	1.08
Gangkorrektheit	GAN	4847	5.69	0.65	501	5.41	1.11
Gangschwung	GAS	210	6.10	0.70	-	-	-
Schritt	SRI	2122	6.29	0.66	298	6.18	0.84
Trab	TRA	5052	6.20	0.74	552	6.23	1.13
Gesamteindruck	GES	247	6.80	0.55	-	-	-
Gesamtnote	NOT	5073	6.10	0.52	557	6.10	0.89

eine erhöhte Aufmerksamkeit und wurden in allen bekannt gewordenen Fällen durch entsprechende Maßnahmen (z.B. die Definition eigenständiger Merkmale) berücksichtigt. In weiteren Auswertungen wurden Aufzeichnungen folgender Merkmale berücksichtigt:

- Stockmaß, Bandmaß, Brustumfang und Röhrbeinumfang,
- Typ, Gebäude, Gliedmaßen/Hufe, Gangkorrektheit, Schritt und Trab (bonitierte Merkmale).

### Merkmale der Leistungsprüfung

Die heutige Form der Leistungsprüfung findet beim Süddeutschen Kaltblut seit 1992 statt. Die seit diesem Zeitpunkt eingeführte eintägige kombinierte Feldleistungsprüfung besteht aus drei Prüfungsteilen (aus den Richtlinien zur Durchführung der kombinierten Feldleistungsprüfung der LfL):

- Einspannerprüfung  
Geprüft wird eine einfache Aufgabe. Bewertet wird der Schritt sowie der Gebrauchstrab mit Zulegen und die allgemeine Fahrtauglichkeit (Anlehnung/Durchlässigkeit).
- Schwachholzziehen  
Eine Schwachholzstange (ca. 7m lang, 0.3 fm entrindet) muss durch einen Parcours mit Toren im Arbeitsschritt ohne Zeitvorgaben gezogen werden. Das Anspannen ist Bestandteil der Prüfung. Hier finden Teilbewertungen in den Merkmalen Konzentration, Arbeitswilligkeit, Nervenstärke und Umgänglichkeit statt.
- Zugschlittenprüfung  
Ein Zugschlitten mit 25% des Körpergewichts muss über eine Distanz von 1000 Meter gezogen werden. Es muss dreimal angehalten und wieder angezogen werden. Zusätzlich ist eine Maximalzeit vorgegeben. Benotet werden die Merkmale Zugmanier, Arbeitswilligkeit, Konzentration bei Arbeit, Umgänglichkeit und Nervenstärke.

Die Pferde sollen in der Prüfung von mindestens 2 Sachverständigen in getrennten Richtverfahren bewertet werden, es können nur ganze Noten vergeben werden. Zur Benotung wird dieselbe Skala wie beim Exterieur verwendet. Die Note für das jeweilige Prüfungsmerkmal errechnet sich aus dem arithmetischen Mittel der Noten der Sachverständigen

**Tabelle 4.2:** Deskriptive Statistiken der Merkmale der Leistungsprüfung, Süddeutsches Kaltblut

Merkmal	Stuten			Hengste			
	Kürzel	N	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	N	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$
Schritt	SRI_L	1105	6.13	1.12	99	6.54	1.16
Trab	TRA_L	1105	6.71	1.01	99	6.95	1.22
Fahrtauglichkeit	FAH_L	1108	6.69	1.17	98	7.04	1.20
Zugmanier	ZUG_L	1088	6.89	1.04	98	7.24	1.09
Konzentration	KON_L	1099	7.07	1.11	98	7.17	1.09
Arbeitswilligkeit	ARB_L	1099	7.39	1.15	98	7.63	0.96
Umgänglichkeit	UMG_L	1097	7.82	1.02	98	7.75	1.11
Nervenstärke	NER_L	1098	7.30	1.17	98	7.36	1.08

(Einzelbenotungen lagen nicht vor). Insbesondere im Bereich des Prüfungsteils Ziehen werden Veränderungen angestrebt. Ein mechanisch bremsbarer Zugwagen zum Einsatz in der Zugschlittenprüfung stand zum Zeitpunkt dieser Auswertungen vor einer flächen-deckenden Einführung. Änderungen im zu ziehende Gewicht und den Distanzen wurden diskutiert. Ebenso wurde eine zusammengefasste Bewertung der Merkmale Umgänglichkeit und Nervenstärke angestrebt.

Mit dem Rohdatenbestand lagen 1923 Leistungsdaten beider Geschlechter über einen Zeitraum von 1965 bis Ende 2003 vor. Ein Datensatz beinhaltete die Tieridentifikation, Angaben zu Prüfort und Prüfdatum, der Anzahl Teilnehmer, sowie zu den Benotungen der in Tabelle 4.8 dargestellten Merkmale. Im Datensatz nicht vorhanden waren Angaben zur Zusammensetzung der Prüfkommision. Nach Überprüfungen zu Plausibilität und Vollständigkeit wurden nur Prüfungsergebnisse aus Feldprüfungen ab dem 1. Oktober 1992<sup>1</sup> berücksichtigt.

## 4.1.2 Haflinger

### Exterieurmerkmale

Der von der Landesanstalt für Landwirtschaft zur Verfügung gestellte Rohdatensatz bestand aus 10021 Datensätzen aus Stutbuchaufnahmen und 904 Datensätzen aus Körperveranstaltungen beim Haflinger. Die Aufzeichnungen reichten von 1904 bis zum Abschluss des Aufnahmejahres 2003 (bei Hengsten bis Nachkörung 01/2003). Ein Einzeldatensatz beinhaltete Angaben zur Identität des Tieres, seines Vaters und seiner Mutter, zu seinem Geburtsdatum und Geschlecht, sowie zu Aufnahmeort und Aufnahmezeitpunkt. Darüber hinaus waren Informationen zu den in Tabelle 4.3 aufgelisteten Merkmalen enthalten. Zur Darstellung in Tabelle 4.3 fand eine Beschränkung auf die Aufnahmejahre nach 1975 statt. Die Eintragungen erreichen erst ab diesem Zeitpunkt eine gewisse Kontinuität.

Die Merkmale Stockmaß, Röhrbeinumfang, Typ-, Gebäude- und Trabbenotung lagen über den gesamten Betrachtungszeitraum vor. Einzelne Ausfälle traten unsystematisch auf. Andere Merkmale wurden nur für einen gewissen Zeitraum oder nur an einem Geschlecht erhoben (Gangschwung, Freispringen). Ab dem Aufnahmejahr 2002 wurde die Einzelbewertung in den Merkmalen Gangkorrektheit und Gliedmaßen/Hufe im Rahmen einer von der FN angestrebten Vereinheitlichung der Exterieurbeurteilung aufgegeben. Beide Merkmale wurden und werden seither im neuen Merkmal "Korrektheit" bewertet. Hinzu

<sup>1</sup>Die kombinierte Leistungsprüfung in der jetzigen Form findet erst seit diesem Zeitpunkt statt.

**Tabelle 4.3:** Deskriptive Statistiken zu den Exterieurmerkmalen, Haflinger

Merkmal	Kürzel	Stuten			Hengste		
		N	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	N	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$
Stockmaß	STO	9393	141.84	3.10	774	143.94	2.23
Bandmaß	BAN	7278	151.22	3.39	701	153.65	2.76
Brustumfang	BRU	7267	176.93	7.07	712	173.42	4.75
Röhrbeinumfang	ROE	9302	18.21	0.67	746	18.96	0.67
Typ	TYP	9387	5.96	0.84	617	6.31	1.17
Gebäude	GEB	9387	5.96	0.71	617	6.25	0.98
Gangkorrektheit	GAN	9189	5.65	0.66	573	5.42	1.03
Gließmaßen/Hufe	HUF	9166	5.82	0.63	617	5.83	0.91
Schritt	SRI	3152	6.23	0.71	281	6.24	0.82
Trab	TRA	9343	6.01	0.81	617	6.07	1.14
Gangschwung	GAS	396	5.83	0.75	2	7.50	0.71
Galopp	GAL	728	6.56	0.70	81	6.70	0.75
Freispringen	FSP	12	5.50	1.09	50	6.70	0.74
Gesamteindruck	GES	511	6.79	0.66	45	6.67	0.64
Gesamtnote	NOT	9387	5.94	0.55	621	6.05	0.85

gekommen ist dafür das neue Merkmal ‘‘Gesamteindruck‘‘. Intern hat offensichtlich keine Anpassung der Datenerhebung an diese neue Situation stattgefunden. Entsprechende Bewertungen wurden uneinheitlich entweder unter dem Merkmal Gangkorrektheit oder Gliedmaßen/Hufe erfasst. Für eine möglichst klare Merkmalsabgrenzung wurde erst im Rahmen der Auswertungen ein neues Merkmal Korrektheit definiert (ab 2002 mit Ausnahme der Nachkörung) und die entsprechenden Datensätze diesem Merkmal zugeordnet. Für die abschließende Schätzung genetischer Parameter ergab sich damit aber die ungünstige Situation, dass für die beiden getrennten Merkmale hinreichend Daten zur Verfügung standen, nicht aber für das neue, zusammengesetzte Merkmal. Im Merkmal Schritt kann erst ab 1996 von einer durchgehenden Bewertung gesprochen werden. Im Merkmal Gesamteindruck findet, wie bereits angesprochen, eine kontinuierliche Erfassung erst seit dem Aufnahmejahr 2002 statt. Der Datenbestand zu diesem Merkmal war mit weniger als 50 Hengstdatensätzen und gut 500 Stutendatensätzen sehr gering.

Als Exterieurmerkmale beim Haflinger wurden in weiteren Analysen berücksichtigt:

- Die vier Maßmerkmale Stockmaß, Bandmaß, Brustumfang und Röhrbeinumfang
- die Typbenotung
- die Gebäudebenotung
- die Benotungen für Gangkorrektheit und Gliedmaßen/Hufe (obwohl diese in Zukunft in dieser Form wohl keine Bedeutung mehr haben werden)
- die Schrittnote
- die Trabnote
- die Galoppnote (geringer Datenumfang)
- die Note für den Gesamteindruck (sehr geringer Datenumfang)

Auf Grund von Erwägungen zum rechentechnischen Aufwand in den anschließenden Parameterschätzungen wurden in weiteren Auswertungen nur Aufzeichnungen zu Exterieurmerkmalen ab dem Aufnahmejahr 1988 berücksichtigt. Betroffen von dieser Maßnahme

waren nur Merkmale von denen ausreichend Aufzeichnungen vorlagen<sup>2</sup>.

### Merkmale der Leistungsprüfung an Station

Die Stationsprüfung ist für Hengste und für die überwiegende Anzahl der zur Prüfung antretenden Stuten die vorherrschende Prüfungsform beim Haflinger. Die Stationsprüfung der Hengste findet in der Regel im November, die für Stuten an mehreren Terminen zwischen April und November jedes Jahres statt. Die Dauer der Stationsprüfung beträgt 50 Tage bei Hengsten und 30-35 bei Stuten, wobei zum Zeitpunkt dieser Auswertungen Kürzungen dieser Dauer diskutiert und umgesetzt wurden. Die Bewertung findet in Form der bekannten zehnstufigen Skala statt. Aufgrund der Beobachtungen und Feststellungen während des Trainings beurteilt der Trainingsleiter in Absprache mit der Trainingscrew die Leistungsbereiche Reiten und Fahren. Zusätzlich bewertet er das Verhalten der Tiere im Stall und bei der Arbeit (Trainingsnoten). Bei der abschließenden Prüfung werden die Tiere von mindestens zwei Sachverständigen einer aus Zuchtleitung und gewählten Verbandsmitgliedern zusammengesetzten Kommission benotet (Prüfungsnoten).

Zum Zeitpunkt der Auswertungen lagen 1929 Datensätze zu angetretenen Stationsprüfungen vor (282 Hengste und 1647 Stuten). Die Daten wurden über den Zeitraum 1964 (nur vereinzelte Datensätze) bis 2003 erhoben (Leistungsinformationen aus dem Prüfjahr 2003 lagen nicht vollständig vor). Ein Datensatz bestand aus Angaben zum Tier (Identifikation), zu den Einzelleistungen in den in Tabelle 4.4 aufgeführten Merkmalen, der Gesamtnote, einer Platzierung sowie zu Prüfdatum und Prüfort. Angaben zum Prüfort lagen nahezu bei allen Datensätzen vor. Datensätze ohne Angaben zu Einzelleistungen wurden nicht weiter berücksichtigt. Wie aus der Übersicht (Tabelle 4.4) zu ersehen, wurden die Merkmale Leistungsfähigkeit im Fahren, Trab im Fahren, Schritt im Fahren, die Zugwilligkeit sowie alle Bewertungen im Gelände (außer Geländeverhalten) nicht, oder nur in sehr geringem Umfang an Stuten erhoben. Aufzeichnungen zu Bewertungen im Merkmal Geländeverhalten lagen wiederum nur bei sehr wenigen Hengsten vor. Der bei vielen Merkmalen auffallende eingeschränkte Datenumfang ist in der Regel auf eine spätere Einführung des Merkmals zurückzuführen (Erfassung der Trainingsnoten in den Merkmalen Schritt, Trab und Galopp bei Hengsten ab 1994, der Umgänglichkeit und Lern- und Leistungsbereitschaft im Fahren bei Stuten ab 1995, der Fahreignung bei Stuten ab 1994). Das Merkmal Leistungsfähigkeit wird aktuell nicht mehr bewertet. Vor weiteren Auswertungen fand eine Beschränkung auf folgende Merkmale statt:

#### Stuten

- Prüfungsteil Reiten: Schritt, Trab, Galopp und Sprunganlage, Charaktermerkmale Umgänglichkeit und Lern- und Leistungsbereitschaft
- Prüfungsteil Fahren: Umgänglichkeit, Lern- und Leistungsbereitschaft, Fahreignung
- Geländeprüfung: Geländeverhalten

#### Hengste

- Alle Merkmale mit Ausnahme des Galopps im Gelände und Verhaltens im Gelände, der Leistungsfähigkeit, sowie der mehr oder weniger ausschließlich an Hengsten erhobenen Merkmale Trab und Schritt (beides Prüfungsteil Fahren).

---

<sup>2</sup>Die Erfassung von Merkmalen mit geringem Datenbestand begann in allen Fällen erst nach diesem Zeitpunkt.

**Tabelle 4.4:** Deskriptive Statistiken der Merkmale der Stationsprüfung, Haflinger

Merkmal	bewertet im	Kürzel	Stuten			Hengste		
			N	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	N	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$
Umgänglichkeit	Reiten	UMGR	1616	7.23	0.88	213	7.86	1.39
Umgänglichkeit	Fahren	UMGF	899	7.25	1.00	201	7.61	1.63
Lern- u. Leistungsbereitschaft	Reiten	LELR	1613	6.97	0.79	212	7.45	1.35
Lern- u. Leistungsbereitschaft	Fahren	LELF	904	7.25	0.79	201	7.32	1.42
Leistungsfähigkeit	Reiten	LEIR	692	7.05	0.88	204	7.27	1.22
Leistungsfähigkeit	Fahren	LEIF	5	7.46	1.12	192	7.15	1.32
Rittigkeit	Training	RITT	1613	6.80	0.75	213	7.08	1.21
Rittigkeit	Prüfung	RITP	1602	6.54	0.80	210	6.75	0.89
Sprunganlage	Training	SPAT	1608	6.99	0.91	211	7.11	1.07
Sprunganlage	Prüfung	SPAP	1598	6.81	1.04	210	6.88	1.11
Trab (Reiten)	Training	TRAT	1616	6.82	0.76	156	6.87	1.02
Trab (Reiten)	Prüfung	TRAP	1602	6.65	0.92	210	6.64	0.96
Trab (Fahren)	Training	TRAF T	10	7.45	0.68	136	6.74	1.14
Trab (Fahren)	Prüfung	TRAF P	9	7.01	0.87	189	6.64	1.09
Galopp	Training	GALT	1615	6.93	0.77	156	7.11	0.97
Galopp	Prüfung	GALP	1601	6.72	0.85	210	6.82	0.86
Schritt (Reiten)	Training	SRIT	1613	6.76	0.82	156	6.99	0.88
Schritt (Reiten)	Prüfung	SRIP	1601	6.53	0.98	209	6.76	0.94
Schritt (Fahren)	Training	SRIFT	2	7.00	0.00	136	6.83	1.01
Schritt (Fahren)	Prüfung	SRIFP	2	6.15	0.21	189	6.35	1.18
Fahreignung	Training	FAHT	912	7.17	0.95	210	6.91	1.54
Fahreignung	Prüfung	FAHP	908	7.07	1.14	206	6.65	1.13
Springen (Gelände)	Training	GELST	12	7.08	0.79	144	7.33	1.08
Springen (Gelände)	Prüfung	GELSP	41	6.87	1.07	142	6.85	1.14
Galopp (Gelände)	Training	GELGT	–	–	–	136	7.26	1.06
Galopp (Gelände)	Prüfung	GELGP	1	8.00		144	7.14	1.00
Geländeverhalten		GELV	1496	6.80	0.89	37	6.75	1.44
Zugwilligkeit	Training	ZUGT	8	8.00	0.93	200	7.04	1.30
Zugwilligkeit	Prüfung	ZUGP	9	6.44	0.88	199	6.75	1.30

### Merkmale der Leistungsprüfung im Feld (nur Stuten)

Die Felddleistung beim Haflinger ist grundsätzlich nur für Stuten vorgesehen. Die Tiere werden anlässlich einer eintägigen Prüfung von der Kommission nach der zehnstufigen Benotungsskala bonitiert (Prüfungsnoten). Eine zusätzliche Bewertung findet im Merkmal Rittigkeit durch einen Fremdreiter statt.

Die am Jahresende 2003 von der LfL übernommenen Datensätze zur Leistungsprüfung im Feld beim Haflinger bestanden aus 512 Einzeldatensätze zu angetretenen oder abgelegten Felddleistungen. Die Aufzeichnungen gingen bis ins Jahr 1983 zurück. Eine kontinuierliche Erfassung wurde allerdings erst ab dem Prüffahr 1989 festgestellt. Es lagen Bewertungen zu den in Tabelle 4.5 dargestellten Merkmalen vor.

Aus allen Leistungsprüfungsergebnisse beim Haflinger wurden Aufzeichnungen ab dem Prüffahr 1989 berücksichtigt. Ergebnisse der Stationsleistungsprüfungen wurden auch dann aufgenommen, wenn keine entsprechenden Aufzeichnungen zur Aufnahme dieser Tiere in Bayern vorlagen. Es kann davon ausgegangen werden, dass damit in geringem Umfang auch Tiere in die Parameterschätzung einfließen, die nicht in direktem Zusammenhang zur bayerischen Population stehen. Der grundsätzlich geringe Datenbestand ließ diese Maßnahme notwendig und gerechtfertigt erscheinen.

**Tabelle 4.5:** Deskriptive Statistiken der Leistungsmerkmale der Feldprüfung, Haflinger (nur Stuten).

Merkmal	bewertet im	Kürzel	N	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$
Trab (Reiten)	Prüfung	TRAP	487	6.58	0.87
Schritt (Reiten)	Prüfung	SRIP	482	6.62	0.92
Galopp (Reiten)	Prüfung	GALP	462	6.65	0.84
Rittigkeit	Prüfung	RITP	474	6.45	1.01
Rittigkeit	Fremdreiter	RITF	303	6.54	1.24
Sprunganlage	Prüfung	SPAP	461	6.73	1.08
Ruhe im Anzug	Prüfung	RUZU	236	6.93	1.48
Gleichmäßigkeit (Zug)	Prüfung	GLEIS	236	6.61	1.22
Fähreigung	Prüfung	FAHP	237	6.95	1.35

## 4.2 Methode

Die Auswertungen erfolgten mit entsprechenden Prozeduren in R [R Development Core Team, 2004] und in einigen Fällen mit SAS. Zum Einsatz kamen unter anderem Prozeduren der Bibliotheken "MASS" [Venables und Ripley, 2002], "CAR" [Fox, 1997] unter R und die glm-Prozedur unter SAS.

### 4.2.1 Das Informationskriterium von Akaike (AIC), [1974]

Das AIC ist ein nützliches Werkzeug bei der Entwicklung von Modellen und wurde in diesem und in weiteren Abschnitten dieser Arbeit eingesetzt. Es ist definiert als

$$AIC = -2 * \max. (log)likelihood + 2 * \text{Anzahl geschätzter Parameter}$$

Zur Veranschaulichung kann eine einfache lineare Regression mit  $n$  Beobachtungen,  $p$  Parametern (Länge von  $\hat{b}$ ) und normalverteilten Resteffekten dienen [Venables und Ripley, 2002].

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{e}$$

Die Likelihood bei gegebenem Beobachtungsvektor ist dann

$$f(b, \sigma^2; \mathbf{y}) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2}(\sigma^2)^{n/2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(\mathbf{y}-\mathbf{Xb})'(\mathbf{y}-\mathbf{Xb})}$$

Die logarithmierte Likelihood entsprechend

$$\begin{aligned} L(b, \sigma^2; \mathbf{y}) &= -\frac{n}{2}\ln 2\pi - \frac{n}{2}\ln \sigma^2 - \frac{1}{2\sigma^2}[(\mathbf{y} - \mathbf{Xb})'(\mathbf{y} - \mathbf{Xb})] \\ &= \text{const}_1 - \frac{n}{2}\ln \sigma^2 - \frac{1}{2\sigma^2}RSS \end{aligned}$$

Mit  $RSS$  entsprechend den Summenquadraten der Residuen. Für  $\sigma^2$  bekannt ergibt sich für das AIC

$$AIC = \frac{RSS}{\sigma^2} + 2p + \text{const}_2$$

für  $\sigma^2$  unbekannt ( $\hat{\sigma}^2 = RSS/n$ , Maximum Likelihood Schätzer der Varianz)

$$\begin{aligned} L(b, \sigma^2; \mathbf{y}) &= \text{const}_1 - \frac{n}{2}\ln \hat{\sigma}^2 - \frac{1}{2RSS/n}RSS \\ &= \text{const}_1 - \frac{n}{2}\ln \hat{\sigma}^2 - \frac{n}{2} \end{aligned}$$

und

$$AIC = n \ln \frac{RSS}{n} + 2p + const_3$$

Bei einem stufenweise Vernachlässigen von erklärenden Modellvariablen (Typ II Anova) kennzeichnet das niedrigste AIC demnach das “beste“ Modell.

#### 4.2.2 Modellierungen

Bereits die ungleichen Merkmalsstreuungen im dargestellten Datenmaterial (Tabellen 4.1 und 4.3) gaben Hinweise auf eine nach Geschlechtern heterogene Varianzstruktur. Zur Untersuchung wurden die Residuen des Modells

$$y_{ijklm} = \mu_i + t_j + s_k + a_{kl} + e_{ijklm} \quad (4.1)$$

- $\mu_i$  : Mittelwert im iten Merkmal
- $t_j$  : Effekt des jten Aufnahmejahrs bzw. Prüfjahres
- $s_j$  : Effekt des Geschlechts k
- $a_{jk}$  : Effekt der Altersklasse l genestet im kten Geschlechtseffekt
- $e_{ijklm}$  : zufälliger Resteffekt

mit einem Levene's Test<sup>3</sup> auf heterogene Varianz getestet. Zur Einteilung und Besetzung der Altersklassen wird auf die entsprechenden Abschnitte im Ergebnisteil verwiesen. Geschlecht und Aufnahmedatum waren nicht kreuzklassifiziert, d.h. an einem Aufnahmedatum wurden entweder nur weibliche oder männliche Tiere bewertet. Die Modellierung des Saisoneffektes wurde deshalb in der etwas groben Form als Aufnahmejahr vorgenommen. Konnten auf diesem Weg schwerwiegende Unterschiede in den Streuungen der Resteffekte aufgedeckt werden<sup>4</sup>, wurden die Merkmale in ihrer männlichen Ausprägung als eigenständige Merkmale definiert. Zum üblichen Kürzel des Merkmals deutet die Endung \_M oder M in diesen Fällen auf ein Merkmal in der männlichen Ausprägung hin.

Beim Süddeutsche Kaltblut wurde im Betrachtungszeitraum ein substantieller Zufluss von ausländischen Genen festgestellt (siehe Kapitel 3, Abschnitt 3.3.5). Ausländische Tiere traten bis in die 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts als Elterntiere in Erscheinung. Es wurde im Rahmen dieser Untersuchung davon ausgegangen, dass es sich dabei überwiegend wenn nicht ausschließlich um Tiere der Rasse Noriker aus dem benachbarten Österreich handelt. Diese Gruppe hat substantiell und im Vergleich zu sonstigen “Zuchtversuchen“ kaum vernachlässigbar zur Population beigetragen. Zu Untersuchung des Effektes wurden die Genanteile aller als Noriker identifizierten Tiere (N= 122, 58 Hengste und 64 Stuten) an den Tieren im Beobachtungsvektor berechnet und als Kovariable (linear, quadratisch, kubisch) in die bisherige Modellierung aufgenommen. Dieselbe Vorgehensweise wurde zur Abschätzung des Einflusses von Arabergenanteilen beim Haflinger beschrritten. Alle weiteren Untersuchungen erfolgten mit dem Modell

$$y_{ijkl} = \mu_i + \beta_1 p + \beta_2 p^2 + \beta_3 p^3 + b_j + to_k + e_{ijkl} \quad (4.2)$$

<sup>3</sup>Die Absolutwerte der Residuen werden als abhängige Variable in einem Modell mit Geschlecht als Faktorvariable modelliert und mit einem F-Test getestet.

<sup>4</sup>Eine Irrtumswahrscheinlichkeit (P-Wert) von 0.01 wurde als Hinweis auf einen ernst zu nehmenden Unterschied gewertet.

- $p$  : Genanteil als Regressorvariable (linear, quadratisch, kubisch)  
 $b_j$  : Effekt der Altersklasse  $j$  (nur Leistungsprüfungsmerkmale)  
 $to_k$  : Effekt der Ort/Datum-Kombination (Aufnahme-bzw. Prüfereignis)  $k$   
 $e_{ijkl}$  : zufälliger Resteffekt

durchgeführt und mit dem AIC und konventionellen F-Tests auf bedeutende erklärende Effekte geprüft. In allen Fällen wurde eine minimale Besetzung des Aufnahmeereignisses mit drei Tieren gefordert. Beobachtungen von Tieren mit einem Alter unter 800 Tagen bei Aufnahme wurden nach Untersuchungen zur Altersverteilung ausgeschlossen.

Andere als die hier dargestellten Effekte, wie etwa der Einfluss des Herkunftsbetriebes, der Bewertungskommission oder der Trainingscrews konnten am vorliegenden Datenmaterial nicht untersucht werden. Es wurde davon ausgegangen, dass durch die Berücksichtigung des Prüfereignisses hinreichend auf regionale und saisonale Effekte und den Einfluss der Bewertungskommission korrigiert werden kann. Im ungünstigsten Fall könnte der Einfluss des Herkunftsbetriebes zu einer zusätzlichen Kovarianz zwischen Mutter- und Töchterleistungen führen. Unabhängig von diesen Erwägungen ließ ein in den Untersuchungen zur Zuchtzielbestimmung (Kapitel 2) zur Verfügung stehender Datensatz mit Besitzerangaben zum aktuellen Zuchttierbestand die Kleinstrukturiertheit der Betriebe erkennen. Etwa 30% aller Tiere stehen in Betrieben mit einem, über 60% aller Tiere in Betrieben mit bis zu 2 Zuchttieren.

## 4.3 Ergebnisse

### 4.3.1 Süddeutsches Kaltblut

#### Heterogene Varianzen

**Exterieurmerkmale** Die ungleiche Anzahl Aufzeichnungen nach Geschlecht im Datenmaterial ließ vermuten, dass es sich bei den Hengsten um eine vorselektierte Gruppe handeln muss. Tatsächlich sind die Merkmalsvarianzen der gemessenen Merkmale wie Stockmaß bei männlichen Tieren erwartungsgemäß reduziert. In den bonitierten Merkmalen sind sie hingegen deutlich größer, wie die Ergebnisse des Levene's Test in Tabelle 4.6 zeigen. Bis auf das Merkmal Rührbeinumfang sind die Unterschiede hoch signifikant und im Umfang teilweise drastisch. Spitzenreiter ist das Merkmal Gangkorrektheit mit einer 3.3fach höheren phänotypischen Varianz bei männlichen Tieren in dieser Form der Modellierung.

**Merkmale der Leistungsprüfung** Bei der analog durchgeführten Untersuchung der Restvarianzen aus Modell 4.1 ergaben sich keine bedeutsamen Hinweise auf eine heterogene Varianzstruktur nach Geschlechtern für die Merkmale der Leistungsprüfung beim Süddeutschen Kaltblut.

#### Einflussgrößen

Die über das AIC abgeleiteten Effekte mit Einfluss auf die jeweiligen Merkmale können Tabelle 4.7 entnommen werden. Bei den gemessenen Merkmalen (STO, BAN, BRU, ROE) wurden bei der Auswertung nur Stutenmerkmale berücksichtigt. Die bonitierten Exterieurmerkmale der Hengste wurden als eigenständige Merkmale definiert. Markierte Effekte (X) tragen zur Erklärung des Merkmals bei, müssen aber nicht signifikant im

**Tabelle 4.6:** Schätzwerte der phänotypischen Varianz und Signifikanzniveaus des Levene's Test, Merkmale der Stutbuchaufnahme/Körung (Exterieurmerkmale) beim Süddeutschen Kaltblut.

	$\sigma_p^2$ males	$\sigma_p^2$ females	P-Wert
STO	6.92	8.43	***
BAN	8.63	10.74	***
BRU	38.83	61.59	***
ROE	0.74	0.66	n.s.
TYP	1.34	0.53	***
GEB	0.89	0.36	***
HUF	1.10	0.35	***
GAN	1.17	0.35	***
SRI	0.68	0.39	***
TRA	1.22	0.49	***

+ :  $P < 0.10$ ,      \* :  $P < 0.05$ ,  
 \*\* :  $P < 0.01$ ,    \*\*\* :  $P < 0.001$

Rahmen eines konventionellen F-Tests sein. Bei ausschließlichem Einfluss höherer Terme der Regression (etwa nur kubisch) führt eine Reduzierung auf den linearen Term zu einer Reduzierung in der Modellanpassung aber in der Regel zu einem insgesamt leichter interpretierbaren und meist auch signifikanten Ergebnis.

**Alter bei Aufnahme** Durch die Saisonalität von Geburt und Aufnahmeereignis ergaben sich für diesen Effekt eher diskrete Altersklassen als eine kontinuierliche Verteilung. Die gewählte Einteilung in vier Altersklassen (Tabelle 4.8) folgt demnach der natürlichen Klasseneinteilung des Vorstellungsalters bei den Stuten. Bei den Hengsten befanden sich nahezu alle Beobachtungen in der ersten Altersklasse. Für das Alter bei Aufnahme konnte ein hoch signifikanter Effekt auf alle Exterieurmerkmale der Stuten (außer Brustumfang und Schrittbenotung) festgestellt werden. Bei Hengsten konnte kein Effekt nachgewiesen werden. Der Erwartung, dass jüngere und noch nicht vollständig entwickelte Tiere einen Nachteil in der körperlichen Entwicklung und in der Benotung wichtiger Merkmale haben sollten, widersprachen die Ergebnisse einer Analyse der Effekte. Die Tiere in der ersten Altersklasse waren sowohl in der Größe als auch in der Höhe ihrer Bewertungen den älteren Tieren überlegen. Ein zusätzlicher Alterseffekt innerhalb Altersklasse konnte ausschließlich für die erste Altersklasse und hier nur im Merkmal Gebäude signifikant abgesichert werden. Er war in seinem Umfang unbedeutend.

**Aufnahmeort und Aufnahmedatum** Stutbuchaufnahmen finden jährlich im Zeitraum April-Juli an einer ganzen Reihe unterschiedlicher Aufnahmeorte in Bayern statt. Zudem wurden, wie bereits angesprochen, in der Vergangenheit in nicht unbeträchtlichem Umfang auch Einzelaufnahmen auf Betriebsebene durchgeführt. Bei Hengsten finden die Körungen anlässlich zweier Sammelveranstaltungen im Herbst und im Winter statt. Obwohl nicht in allen Fällen Informationen zum Prüfort vorlagen, konnte bei Hengsten davon ausgegangen werden, dass alle Körungen in München-Riem durchgeführt wurden. Bei den Stuten lagen in den zur Analyse verbliebenen 4167 Aufzeichnungen zu Stutenleistungen in 1807 Fällen (43 %) keine Angaben zum Aufnahmeort vor, obwohl unter erheblichem Aufwand eine ganze Reihe von Aufnahmeorten im Rahmen dieser Arbeit rekonstruiert worden waren. Aus diesem Grund konnten nur 153 kombinierte Aufnahmeort/Aufnahmedatum-Klassen gebildet werden, wohingegen in 147 Fällen zur Klasseneinteilung nur das Auf-

**Tabelle 4.7:** Auf der Basis des AIC identifizierte Einflussfaktoren auf die im Text erläuterten Merkmale beim Süddeutschen Kaltblut. Endung *\_M* kennzeichnet Exterieurmerkmale in der männlichen Ausprägung. Endung *\_L* steht für Merkmale der Leistungsprüfung der Stuten und Hengste. *Nor* bezeichnet den Effekt des Norikeranteils.

Merkmal	Stuten	Hengste	Prüfung	Ort*Datum	Alter	<i>Nor</i>	<i>Nor</i> <sup>2</sup>	<i>Nor</i> <sup>3</sup>
STO	4389	–	StuBu	X	X	X	X	X
BAN	3815	–	StuBu	X	X	X	X	X
BRU	3815	–	StuBu	X	X			
ROE	4371	–	StuBu	X	X	X	X	
TYP	4378	–	StuBu	X	X	X	X	X
GEB	4378	–	StuBu	X	X	X	X	X
HUF	4193	–	StuBu	X	X		X	X
GAN	4359	–	StuBu	X	X		X	
SRI	1980	–	StuBu	X		X		
TRA	4344	–	StuBu	X	X	X	X	X
TYP_M	–	544	Kör	X		X	X	
GEB_M	–	544	Kör	X		X	X	
HUF_M	–	544	Kör	X		X		
GAN_M	–	493	Kör	X				
SRI_M	–	296	Kör					
TRA_M	–	544	Kör	X			X	X
UMG_L	1188	95	Feld	X		X		
NER_L	1093	95	Feld	X				
KON_L	1096	95	Feld	X	X			X
ARB_L	1093	95	Feld	X	X	X	X	
ZUG_L	1081	95	Feld	X			X	
FAH_L	1103	95	Feld	X	X		X	
SRI_L	1103	95	Feld	X	X	X		
TRA_L	1103	95	Feld	X	X		X	

nahmedatum herangezogen werden konnte. Bei Besetzungen mit mehr als 30 Tieren (15 Aufnahmetage) kann hier eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von Aufnahmen an verschiedenen Orten angenommen werden.

Der kombinierte Effekt aus Aufnahmetag und Aufnahmedatum ist bei Stuten auf alle Merkmale, bei Hengsten auf alle Merkmale außer Schritt ein hoch signifikanter Einfluss.

**Alter bei Prüfung** Auch beim Prüfalter ergaben sich durch die für das Zuchtgeschehen beim Süddeutschen Kaltblut typische Saisonalität mehr oder weniger diskrete Klassen. Die besondere Form der Verteilung bei den Stuten kann beim Süddeutschen Kaltblut auf die terminliche Lage der Feldleistungsprüfungen zurückgeführt werden (ein Termin im Frühsommer, weitere im Spätsommer/Herbst). Der Verteilung der Alterswerte bei den Stuten folgend, fand eine Einteilung in 7 diskrete Altersklassen statt. Die Einteilung und Besetzung dieser Altersklassen sind in Tabelle 4.9 aufgeführt. Der Alterseffekt, modelliert in dieser Form, ist ein hoch signifikanter Einfluss auf die Merkmale Fahrtauglichkeit und Schritt und Trab im Einspanner. Ein signifikanter Einfluss zeigt sich bei den Merkmalen Nervenstärke, Konzentration und Arbeitswilligkeit. Der Einfluss dieses Effektes ist uneinheitlich. Eine generelle Überlegenheit jüngerer Tiere lässt sich nicht im selben Ausmaß wie beim Exterieur feststellen. In einigen Merkmalen deuteten sich saisonale Schwankungen an, die als Hinweise auf den Einfluss von Trächtigkeiten oder des Führens eines Fohlen interpretiert werden können.

**Tabelle 4.8:** Einteilung und Besetzung der Altersklassen, Exterieurmerkmale beim Süddeutschen Kaltblut.

Altersklasse	Hengste	Stuten
1 (800 – 1350 Tage)	612	3491
2 (1350 – 1700 Tage)	8	1173
3 (1700 – 2100 Tage)	7	271
4 (> 2100 Tage)	2	256

**Tabelle 4.9:** Einteilung der Altersklassen, Merkmale der Leistungsprüfung beim Süddeutschen Kaltblut

Altersklasse	(in Tagen)	Stuten	Hengste
1	(–1200)	158	5
2	(1200 – 1400)	515	73
3	(1400 – 1600)	55	3
4	(1600 – 1800)	173	13
5	(1800 – 2150)	78	0
6	(2150 – 2500)	52	0
7	(> 2500)	72	1

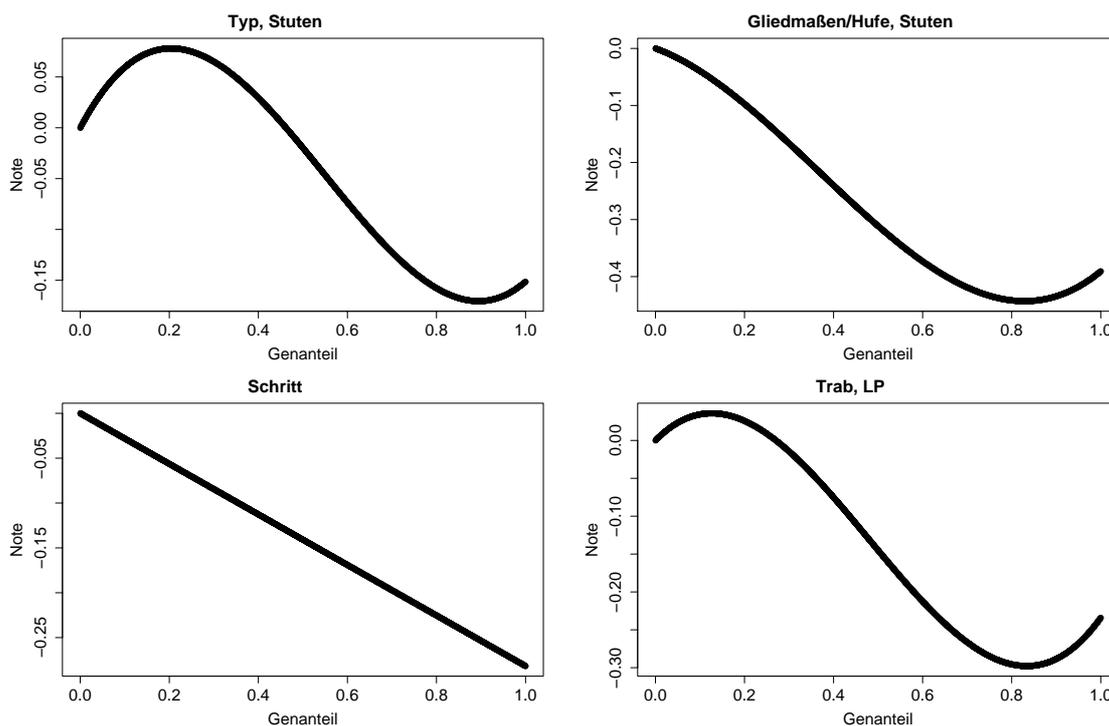
**Prüfort und Prüfdatum** Im Datenmaterial konnten 79 verschiedene Prüfereignisse mit Besetzungen von 1-45 Kandidaten festgestellt werden. Durchschnittlich wurden 17 (Stutleistungsprüfung) bzw. rund 8 Kandidaten (Hengstleistungsprüfung) vorgestellt. Der so definierte Effekt ist auf alle Merkmale der Leistungsprüfung ein hoch signifikanter Einfluss.

**Genanteile** In Abbildung 4.1 sind zur Illustration die Effekte norischer Genanteile auf einige ausgewählte Merkmale dargestellt. Es konnte festgestellt werden, dass in der Tendenz sich zunehmend höhere Norikergenanteile negativ auf die Notenhöhe in den meisten bonitierten Merkmalen der Exterieurbewertung und Leistungsprüfung auswirken. Bei aller Vorsicht in der Interpretation der Ergebnisse erscheint es angemessen, von Mittelwertsunterschieden zwischen der Stammpopulation und den importierten Tieren auszugehen.

### Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Als Konsequenz der zum Teil drastischen Unterschiede in den phänotypischen Varianzen zwischen Geschlechtern wurden die bonitierten Merkmale der Exterieurbewertung als nach Geschlechtern eigenständige Merkmale interpretiert. Die Endung `_M` wird im Folgenden anzeigen, um welche Merkmalsausprägung es sich handelt. Als Ursache für dieses Phänomen werden die in den Zuchtbuchordnungen festgeschriebenen Notengrenzen für die Selektion verantwortlich gemacht (für nähere Erläuterungen wird auf den allgemeinen Diskussionsteil verwiesen). In den Merkmalen der Feldleistungsprüfung konnten beim Süddeutschen Kaltblut keine heterogenen Varianzen zwischen Geschlechtern nachgewiesen werden. Alle Merkmale der Feldleistungsprüfung wurden deshalb über Geschlechter zusammengefasst.

Die Ergebnisse der Analysen zum Alterseffekt in den Exterieurmerkmalen haben Belege für die Richtigkeit einer im Vorfeld von Sachverständigen geäußerten Vermutung geliefert. Spät vorgestellte Tiere wären demnach bei früheren Terminen nach Ansicht der Züchter

**Abbildung 4.1:** Einfluss des Norikergenanteils auf exemplarische Merkmale, Süddeutsches Kaltblut

noch nicht entsprechend entwickelt und würden bewusst zurückgehalten. In aller Regel würden sich diese Tiere jedoch nicht im gewünschten Maße entwickeln. Christmann [1996] führt bei seinen Untersuchungen zu Merkmalen der Stutbuchaufnahme bei Hannoveraner Stuten ein zusätzliches Argument gegen die Berücksichtigung des Alterseffektes an. Er sieht als gegeben an, dass qualitativ höherwertige Stuten früher vorgestellt werden, weil diese Gruppe bei der Vergabe der Staatsprämienanwärterschaft besonders im Mittelpunkt steht. Eine derartige bewusste Selektion durch die Züchter kann auch im vorliegenden Fall unterstellt werden und spricht gegen eine Korrektur auf diesen Effekt. Der Alterseffekt auf die Merkmalen der Leistungsprüfung ist hingegen weniger eindeutig. Hier können zusätzlich Effekte eines unterschiedlichen Engagements der Züchter angenommen werden<sup>5</sup>. Später vorgestellte Tiere könnten schlechter ausgebildet und ggf. durch Trächtigkeit oder das Führen eines Fohlens zusätzlich beeinflusst sein. Ein Vergleich von Tieren innerhalb derselben Altersklasse wurde in Abwesenheit einer vollständig befriedigenden Erklärung des Effektes als die konservativste Vorgehensweise bei einer Parameterschätzung angesehen.

Bedingt durch das Fehlen einer beträchtlichen Anzahl von Angaben zum Aufnahmeort konnte nicht vollständig sichergestellt werden, dass durch die Effektkombination Ort\*Datum auch der Effekt der Bewertungskommission vollständig erfasst wird.

<sup>5</sup>Die Leistungsprüfung ist in Bayern für Zuchtstuten nicht vorgeschrieben. Seit einigen Jahren werden jedoch nur noch Söhne leistungsgeprüfter Mütter gekört

### 4.3.2 Haflinger

#### Heterogene Varianzen

**Merkmale der Exterieurbewertung** Auch hier konnte anhand der Merkmalsstreuungen auf heterogene Varianzen zwischen Geschlechtern geschlossen werden. In den Ergebnissen des Levene's Test (Tabelle 4.10) wiederholt sich das bereits bekannte Bild. Die phänotypische Varianz bei den Hengsten ist in den gemessenen Merkmalen (Stockmaß, Bandmaß, Brustumfang) mit Ausnahme des Röhrbeinumfanga hoch signifikant niedriger als bei den Stuten. Umgekehrt ist die phänotypische Varianz bei nahezu allen bonitierten Merkmalen (für Galopp und Gesamteindruck lagen nur sehr wenige Beobachtungen vor) bei Hengsten deutlich höher. Es ergab sich somit eine sehr ähnliche Situation wie beim Süddeutschen Kaltblut. Wie dort wurden die bonitierten Exterieurmerkmale der Hengste (mit Ausnahme von Galopp und Gesamteindruck) als eigenständige Merkmale definiert. In den gemessenen Merkmalen wurden im Folgenden nur Stutenleistungen berücksichtigt.

**Tabelle 4.10:** Schätzwerte der phänotypischen Varianz und Signifikanzniveaus des Levene's Test, Merkmale der Stutbuchaufnahme/Körung (Exterieurmerkmale) beim Haflinger.

	$\sigma_P^2$ males	$\sigma_P^2$ females	P-Wert
STO	4.70	7.44	***
BAN	6.49	8.96	***
BRU	21.49	47.23	***
ROE	0.43	0.40	+
TYP	1.31	0.55	***
GEB	0.93	0.40	***
HUF	0.82	0.30	***
GAN	1.07	0.36	***
SRI	0.63	0.42	***
GAL	0.52	0.45	n.s.
TRA	1.24	0.58	***
GES	0.35	0.39	n.s.

+ :  $P < 0.10$ ,      \* :  $P < 0.05$ ,  
 \*\* :  $P < 0.01$ ,    \*\*\* :  $P < 0.001$

**Merkmale der Stationsleistungsprüfung** Die Charaktermerkmale Umgänglichkeit und Lern- und Leistungsbereitschaft (Reiten und Fahren) sowie das Merkmal Leistungsfähigkeit wiesen hoch signifikante Unterschiede der phänotypischen Varianzen zwischen Geschlechtern auf (Tabelle 4.11). Bei den anderen Merkmalen war es in der Regel die Trainingsnote (Endung T), in der sich deutliche Unterschiede zwischen den Bewertungen von Hengsten und Stuten zeigten. In allen Fällen waren es die Benotungen der Hengste, die deutlich höhere phänotypische Varianzen aufwiesen.

#### Einflussgrößen

Die Ergebnisse des Modellentwicklungsprozesses unter Berücksichtigung des Informationskriteriums (AIC) sind in Tabelle 4.12 dargestellt. Wie bereits angesprochen wurden die Körmerkmale der Hengste als eigenständige Merkmale definiert (mit Ausnahme von Galopp und Gesamteindruck). Bei den gemessenen Merkmalen (Stockmaß, Bandmaß usw.)

**Tabelle 4.11:** Schätzwerte der phänotypischen Varianz und Signifikanzniveaus des Levene's Test, Merkmale der Stationsprüfung Haflinger

	$\sigma_p^2$ males	$\sigma_p^2$ females	P-Wert
UMGR	1.78	0.72	***
UMGF	2.55	0.95	***
LELR	1.73	0.58	***
LELF	1.95	0.62	***
LEIR	1.30	0.74	***
RITT	1.35	0.52	***
RITP	0.77	0.58	*
SPAT	1.07	0.80	***
SPAP	1.20	1.07	n.s.
TRAT	1.00	0.53	***
TRAP	0.96	0.77	*
GALT	0.88	0.53	n.s.
GALP	0.73	0.67	n.s.
SRIT	0.70	0.61	n.s.
SRIP	0.87	0.91	n.s.
FAHT	2.19	0.90	***
FAHP	1.22	1.28	n.s.
GELST	0.92	0.37	*
GELSP	1.22	0.97	n.s.
GELV	1.94	0.75	***

+ :  $P < 0.10$ ,      \* :  $P < 0.05$ ,  
 \*\* :  $P < 0.01$ ,    \*\*\* :  $P < 0.001$

wurden nur Stutenleistungen weiter berücksichtigt. Bei den Merkmalen der Leistungsprüfungen wurden Prüfnoten aus den Stations- und Feldleistungen der Stuten und die analogen Hengstmerkmale der Stationsleistungsprüfung gemeinsam ausgewertet. Im Anbetracht der nach Prüfungsform z.T. sehr geringen Datenmenge und zusätzlich motiviert aus der Notwendigkeit zu einer Reduzierung der Merkmalsauswahl, erschien dieser Schritt angemessen. Umgänglichkeit und Lern- und Leistungsbereitschaft wurden als nach Geschlechtern eigenständige Merkmale behandelt. Bei Trainingsnoten wurden nur weibliche Leistungen weiter berücksichtigt (die Angaben zu männlichen Leistungen waren im Umfang zu gering, um sie sinnvollerweise weiter zu bearbeiten, gegen eine Zusammenfassung sprachen aber unterschiedliche Streuungen zwischen Geschlechtern). Eine Zusammenfassung von männlichen Stationsleistungen und weiblichen Feldleistungen erfolgte beim Merkmal Zugwilligkeit. Hier wurden eine sehr ähnliche Merkmalsdefinition wie im Merkmal Ruhe im (An-)Zug der Stuten angenommen. Weder Mittelwerte noch Varianzen sprachen im Befund gegen diesen pragmatischen Schritt, mit dem die Hoffnung auf einen höheren Erfolg bei der anschließenden Schätzung genetischer Parameter verbunden wurde.

**Alter bei Aufnahme** Auch beim Haflinger führt die Saisonalität von Geburt und Aufnahme im Effekt zu unterscheidbaren Altersklassen. Einen Überblick über die Verteilung der Tierzahlen auf die in Anlehnung daran vorgenommene Klasseneinteilung gibt Tabelle 4.13. Die Altersklasse erwies sich als hoch signifikanter Einfluss auf alle Merkmale (außer Galopp). Die erste Altersklasse, also die jüngsten Tiere, wurden in allen bonitierten Merkmalen durchschnittlich besser bewertet. Mit zunehmendem Alter war ein weiteres Absinken der Bewertungen festzustellen. Der Verlauf beim Stockmaß widersprach der

**Tabelle 4.12:** Auf der Basis des AIC identifizierte Einflussfaktoren auf die im Text erläuterten Merkmale beim Haflinger. Arab bezeichnet den Effekt des Arabergeanteils.

Merkmal	Stuten	Hengste	Prüfung	Ort*Datum	Alter	Arab	Arab <sup>2</sup>	Arab <sup>3</sup>
STO	6032	–	StuBu	X	X	X	X	
BAN	4195	–	StuBu	X	X	X		
BRU	4160	–	StuBu	X	X		X	X
ROE	6016	–	StuBu	X	X	X		X
TYP	6024	–	StuBu	X	X	X	X	X
GEB	6025	–	StuBu	X	X	X	X	
HUF	5823	–	StuBu	X	X		X	X
GAN	5844	–	StuBu	X		X	X	
SRI	2978	–	StuBu	X	X			
TRA	5997	–	StuBu	X	X	X		X
GAL	711	80	StuBu/Kör	X				
GES	463	44	StuBu/Kör	X	X			
TYPM	–	566	Kör	X		X	X	
GEBM	–	566	Kör				X	X
HUFM	–	566	Kör	X	X		X	X
GANM	–	522	Kör	X				X
SRIM	–	276	Kör	X	X	X	X	
TRAM	–	566	Kör	X				X
UMGR	1584	–	Stat	X	X			X
UMGF	880	–	Stat	X				X
LELR	1583	–	Stat	X	X	X		
LELF	885	–	Stat	X				
GELV	1485	–	Stat	X	X	X		
UMGRM	–	195	Stat		X			X
UMGFM	–	187	Stat					
LELRM	–	194	Stat		X	X	X	X
LELFM	–	187	Stat				X	X
RITP	2027	192	Stat/Feld	X	X	X		
SPAP	2015	193	Stat/Feld	X	X	X	X	X
SRIP	2035	192	Stat/Feld	X	X	X		
TRAP	2039	192	Stat/Feld	X	X	X	X	
GALP	2020	192	Stat/Feld	X	X	X	X	
FAHP	1121	191	Stat/Feld	X	X	X		
RITT	1582	–	Stat	X	X		X	X
SPAT	1577	–	Stat	X		X		
TRAT	1584	–	Stat	X	X	X	X	X
FAHT	890	–	Stat	X		X		
SRIT	1582	139	Stat	X				
GALT	1584	139	Stat	X	X	X	X	X
RITF	301	–	Feld	X	X	X		
ZUGFM	235	189	Stat/Feld	X			X	
GLEIS	235	–	Feld	X			X	X

Erwartung, dass ältere Tiere tendenziell größer sein sollten. Auch hier war die Gruppe der jüngsten Tiere durchschnittlich am größten. Lediglich im Brustumfang konnte eine Zunahme mit zunehmendem Alter festgestellt werden.

**Aufnahmeort und Aufnahmedatum** In der Datenerhebung zur Stutbuchaufnahme und Körung beim Haflinger fehlten Angaben zur Besetzung der Bewertungskommission. Der kombinierte Effekt aus Aufnahmetag und Aufnahmeort wurde als Möglichkeit betrachtet, unter anderem auch diesen Effekt zu erfassen. Im Datensatz fehlten bei gut 80%

**Tabelle 4.13:** Einteilung und Besetzung der Altersklassen, Exterieurmerkmale beim Haflinger.

Altersklasse	Hengste	Stuten
1 (800-1350 Tage)	732	5954
2 (1350-1700 Tage)	19	2106
3 (1700-2100 Tage)	9	605
4 (> 2100 Tage)	22	759

**Tabelle 4.14:** Einteilung und Besetzung der Altersklassen, Merkmale der Stationsprüfung beim Haflinger

Altersklasse	Hengste	Stuten
1 (<1400 Tage)	145	1165
2 (1400-1800 Tage)	45	249
3 (>1800 Tage)	5	178

aller Datensätze Angaben zum Aufnahmeort. Unter erheblichem Aufwand konnte für eine ganze Reihe von Datensätzen der Aufnahmeort relativ sicher rekonstruiert werden. Zu Beginn der Auswertungen lagen somit bei 6200 Datensätzen Angaben zum Aufnahmeort vor, wohingegen sie bei 4208 Stutendatensätzen weiterhin fehlten. Es kann hier genau genommen nicht ausgeschlossen werden, dass am selben Tag Stutbuchaufnahmen an verschiedenen Orten durch verschiedene Bewertungskommissionen durchgeführt wurden. Die Wahrscheinlichkeit hierfür wird nach Untersuchung der Besetzung dieser Aufnahmetage abschließend als relativ gering eingeschätzt.

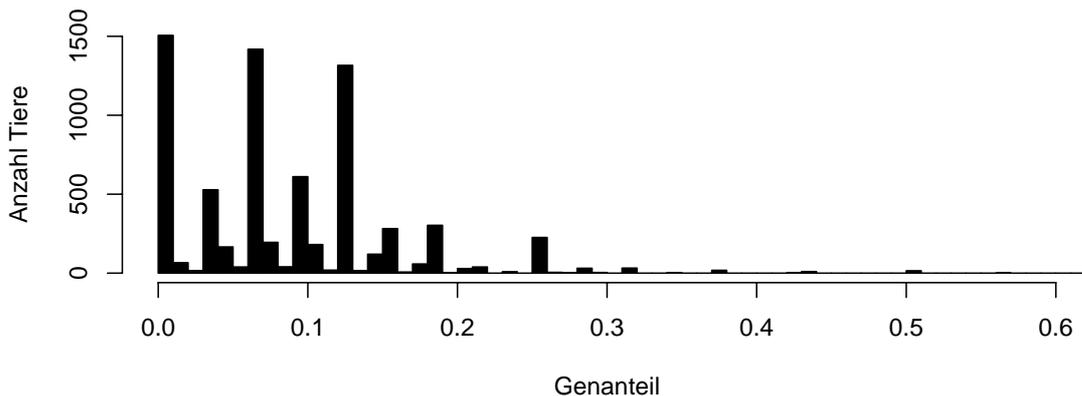
Der kombinierte Effekt aus Aufnahmeort und Aufnahmedatum war bei allen Exterieurmerkmalen (außer der Gebäudenote der Hengste) ein hoch signifikanter Einfluss auf die Merkmalsbenotung.

**Alter bei Prüfung** Das mittlere Alter bei Prüfung lag trotz starker Unterschiede in der Verteilung bei Stuten und Hengsten etwa gleich bei 1420 Tagen, also knapp 4 Jahren ("4-jährig"). Stuten wurden uneinheitlich, insbesondere auch im fortgeschrittenen Alter geprüft (vermutlich nach der Geburt potentiell körperlich besserer Söhne). Vor allem bei den Stuten lassen sich wiederum diskrete Altersklassen in Folge der Saisonalität von Geburt und Prüfung feststellen. Diese sind auf Grund der im Jahresverlauf zeitlich stärker verteilt liegenden Prüfungsereignisse nicht so deutlich ausgeprägt wie beim Süddeutschen Kaltblut. Für weitere Untersuchungen wurden eine Unterteilung in 3 Altersklassen vorgenommen (Tabelle 4.14). Das Alter bei Prüfung erwies sich als nachweisbarer Effekt auf die überwiegende Mehrzahl der Merkmale der Stationsleistungsprüfung, bei in der Regel einfachem Signifikanzniveau. Die Wirkung des Effektes war nicht einheitlich. Bei der Umgänglichkeit, der Lern- und Leistungsbereitschaft, dem Geländeverhalten und auch der Schrittbenotung (Prüfung) zeigten sich ältere Tiere überlegen. Umgekehrtes lies sich bei Merkmalen wie Galopp, Trab und Rittigkeit feststellen.

**Prüfort-Prüfdatum** Es wurden 122 Prüfort/datum- Kombinationen mit Besetzungen von 3 bis 34 Prüftieren untersucht. Die Kombination aus Prüfort und Prüfdatum ist bei den Stuten in allen Fällen, bei den Hengsten in der Mehrzahl der Merkmale ein signifikanter bis hoch signifikanter Einfluss auf die Merkmalsbewertung.

**Genanteile** Eine graphische Darstellung der Arabergenanteile für die Tiere im Beobachtungsvektor wird in Abbildung 4.2 gegeben. Auf die überwiegende Mehrzahl der hier analysierten Merkmale zeigte der berechnete Arabergenanteil einen spürbaren Einfluss, der in vielen Fällen signifikant bis hoch signifikant abgesichert werden konnte. Der Einfluss

**Abbildung 4.2:** Verteilung der theoretischen Arabergenanteile für die Tiere im Beobachtungsvektor beim Haflinger.



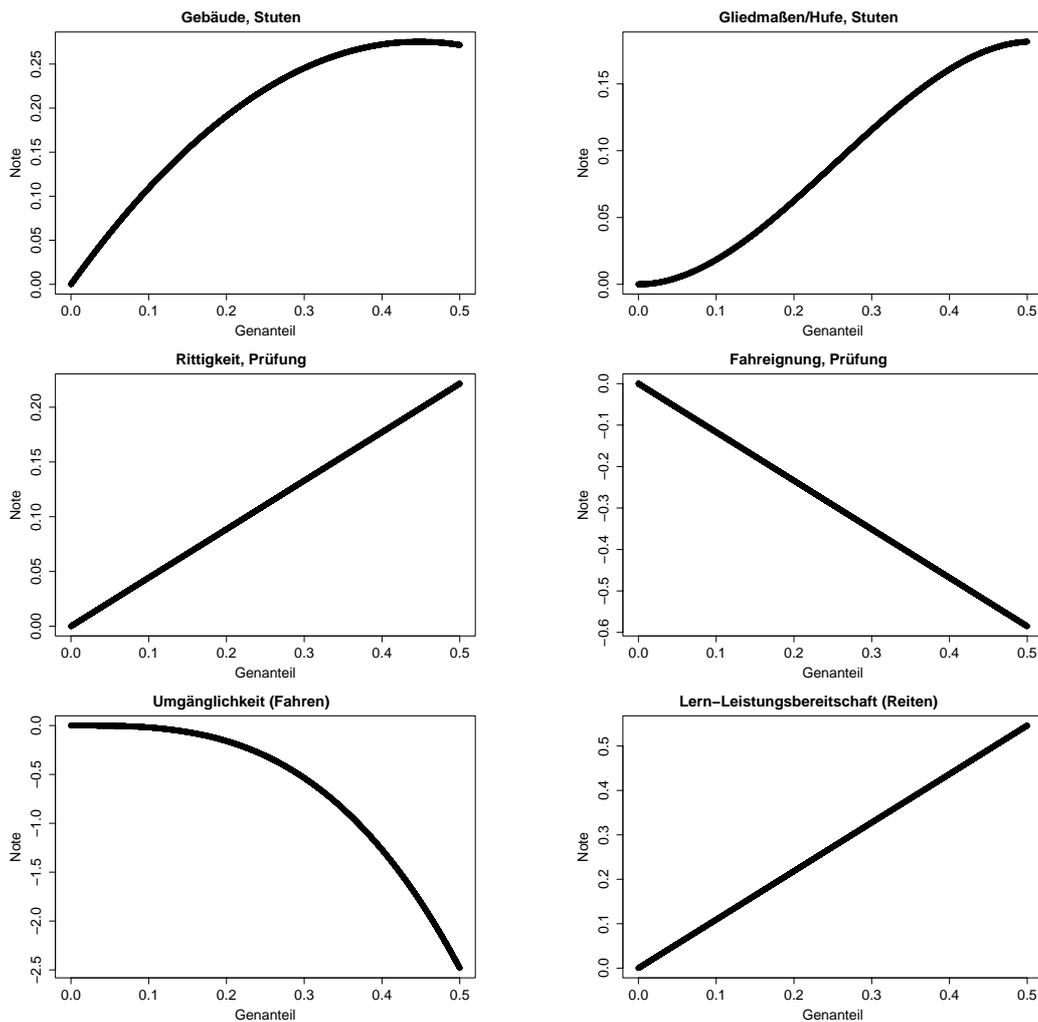
ist nicht einheitlich und soll an einigen ausgewählten Merkmalen illustriert werden (Abbildung 4.3). Als Trend kann beschrieben werden, dass sich mit zunehmendem Arabereinfluss die Gebäude- und Fundamentqualität sowie die allgemeine Reiteignung verbessert. In der Umgänglichkeit deutet sich schwach, bei der Fahreignung stärker ein gegenteiliger Trend ab, was nicht überraschen dürfte.

### Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die vorgestellten Auswertungen konnten wesentliche Einflüsse auf die Bewertungen der Tiere identifizieren. Im Effekt der Ort/Datum-Kombinationen summieren sich Einflüsse regionaler und saisonaler Effekte und Effekte einer sich wandelnden Bonitierungspraxis (Aufnahme-bzw. Prüfkommisionen). Es wird unterstellt, dass trotz der in großem Umfang fehlenden Angaben zum Aufnahmeort die Korrektur auf diesen Effekt mit hinreichender Genauigkeit stattfinden kann.

Eine Berücksichtigung des Alterseffektes bei Exterieurmerkmalen findet aus den bereits im Abschnitt zum Süddeutschen Kaltblut angesprochenen Gründen nicht statt. Auch wenn in abgeschwächter Form ähnliche Erwägungen für den Alterseffekt bei Prüfung angenommen werden können, dürften hier klassische Alterseffekte im Sinne einer Reifung der Tiere eine zunehmende Rolle spielen. Einflüsse bedingt durch Trächtigkeit oder das Führen eines Fohlen können nicht ausgeschlossen werden. Es wird derselbe Schluss wie bereits beim Süddeutschen Kaltblut gezogen und der Alterseffekt bei der Modellierung der Merkmale der Leistungsprüfungen beibehalten.

Der Befund einer stark unterschiedlichen phänotypischen Varianz in den Merkmalen der Exterieurbewertung bei Stuten und Hengsten veranlasste bei einer Vielzahl von Merkmalen des Exterieurs und der Leistungsprüfung zur Definition eigenständiger Hengstmerkmale. Hingegen konnten, bei den durch die Prüfkommisionen bewerteten Merkmalen der

**Abbildung 4.3:** Einfluss des Arabergeanteils auf ausgewählte Merkmale beim Haflinger.

Leistungsprüfungen der Stuten und Hengste auf Station sowie der Stuten im Feld keine Hinweise gefunden werden, die gegen eine zusammenfassende Betrachtung dieser Merkmale gesprochen hätten. Bei Trainingsnoten wurden nur Stutenleistungen weiter ausgewertet. Gegen eine Zusammenfassung von Trainings- und Prüfnoten sprachen unterschiedliche Skalenparameter und eine relativ geringe phänotypische Korrelation zwischen Trainings- und Prüfungsleistungen. Im Folgenden wird die Endung “M“ anzeigen, wenn es sich um ein spezifisch “männliches“ Merkmal handelt.



# Kapitel 5

## Schätzung von Populationsparametern

### 5.1 Material

Die im Kapitel 4 in Tabellen 4.7 und 4.12 dargestellten Datenbestände zu Merkmalen der Stutbuchaufnahme/Körungen und Leistungsprüfungen waren die Grundlage der folgenden Parameterschätzungen. Für Informationen über Datenumfang, Merkmalsauswahl und ggf. Neudefinitionen (Hengstmerkmale) wird auf die entsprechenden Abschnitte in Kapitel 4 verwiesen.

### 5.2 Methode

Die Parameterschätzungen wurden mit dem Programm VCE (Version 5.1.2) [Neumaier und Groeneveld, 1998] mit REML (Restricted Maximum-Likelihood) durchgeführt.

#### 5.2.1 Tiermodell mit genetischen Gruppen

Bei der Verwendung der Verwandtschaftsmatrix in sog. "Tiermodellen" sind die verwendeten (oder zu schätzenden) Parameter implizit die der sog. Basispopulation<sup>1</sup>. Für diese Tiere wird ein einheitliches genetisches Niveau unterstellt, sie werden als unselektiert betrachtet. In realen Populationen sind eine Reihe von Ausnahmen denkbar:

- Tiere der Basis stammen aus unterschiedlichen Populationen, für die unterschiedliche genetische Niveaus unterstellt werden können.
- Im Verlauf des Züchtungsprozesses findet ein Import von Tieren in die betrachtete Population statt. Wiederum kann für die Importtiere ein eigenes genetisches Niveau angenommen werden.
- In zeitlichem Abstand zu einer definierten Basis treten fehlende Abstammungsinformationen auf. Es muss davon ausgegangen werden, dass auf Grund von Selektion (über die nun aber keine Information vorliegt) das genetische Niveau dieser Tiere nicht das der Basis ist, zu der es im Rahmen der Methode gezählt würde.

In den dargestellten Fällen empfiehlt sich zur Vermeidung von Verzerrungen die Verwendung von genetischen Gruppen. Dabei findet eine Gruppierung der Basis (also aller Tiere ohne Abstammungsinformation) anhand unterschiedlicher genetischer Niveaus statt.

---

<sup>1</sup>Tiere ohne weitere Abstammungsinformation, die an der "Basis" des Pedigrees stehen.

Denkbar sind Einteilungen nach Geburtsjahr bzw. -generation und/oder Herkunftsland. Es kann zusätzlich (bei angenommenen Unterschieden im genetischen Niveau) nach Selektionspfaden (mm, mf, fm und ff) unterschieden werden.

Die Methode kann vereinfacht so dargestellt werden [Mrode, 1996; Westell u. a., 1988], dass für jedes unbekanntes Elterntier im Pedigree ein individueller Phantomelter eingeführt wird. Jeder Phantomelter hat nur einen Nachkommen. Ein Modell mit genetischen Gruppen ist:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}\mathbf{a} + \mathbf{Z}\mathbf{Q}\mathbf{g} + \mathbf{e}$$

mit Erwartungswert

$$E(\mathbf{y}) = \mathbf{X}\mathbf{b} + \mathbf{Z}\mathbf{Q}\mathbf{g}$$

und Varianz

$$Var(\mathbf{y}) = \mathbf{V} = \mathbf{Z}\mathbf{G}\mathbf{Z}' + \mathbf{R}$$

mit  $\mathbf{G} = \mathbf{A}\sigma_a^2$  und  $\mathbf{R} = \mathbf{R}^*\sigma_e^2$ . Die Inzidenzmatrix  $\mathbf{Z}$  ist mit entsprechenden Null-Spalten um die Phantomeltern erweitert. Die Matrix  $\mathbf{Q}$  kann berechnet werden über:

$$\mathbf{Q} = \mathbf{M}\mathbf{Q}^*$$

$\mathbf{Q}^*$  ist eine Designmatrix, die Phantomeltern der vorgesehenen Einteilung genetischer Gruppen zuweist und  $\mathbf{M}$  ist die untere Dreiecksmatrix theoretischer Genanteile für die gilt

$$\mathbf{A} = \mathbf{M}\mathbf{D}\mathbf{M}'$$

mit  $\mathbf{A}$  entsprechend der Verwandtschaftsmatrix (inklusive Phantomeltern). Die Koeffizienten in  $\mathbf{Q}$  sind damit theoretische Genanteile der unterschiedlichen Gruppen am jeweiligen Tier im (erweiterten) Pedigree. Die "Mixed-Model-Equations" (MME) sind dann

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{Z} & \mathbf{X}'\mathbf{Z}\mathbf{Q} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{X} & \mathbf{Z}'\mathbf{Z} + \mathbf{A}^{-1}\alpha & \mathbf{Z}'\mathbf{Z}\mathbf{Q} \\ \mathbf{Q}'\mathbf{Z}'\mathbf{X} & \mathbf{Q}'\mathbf{Z}'\mathbf{Z} & \mathbf{Q}'\mathbf{Z}'\mathbf{Z}\mathbf{Q} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}} \\ \hat{\mathbf{a}} \\ \hat{\mathbf{g}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{y} \\ \mathbf{Q}'\mathbf{X}'\mathbf{y} \end{bmatrix}$$

Der Gesamteffekt der verschiedenen Basen wirksam für das  $i$ -te Tier ist dann

$$\sum_{i=1}^n q_{ji} g_i,$$

also ein mit den Genanteilen ( $q$ ) gewichtetes Mittel der geschätzten Gruppeneffekte ( $g$ ). Das Modell unterstellt dabei grundsätzlich vollständige Additivität und vernachlässigt mögliche Effekte von Heterosis, die gegebenenfalls durchaus angenommen werden müssen. Der vollständige Schätzwert des Zuchtwertes für das Tier  $j$  ist dann

$$\hat{a}_j^* = \hat{a}_j + \sum_{i=1}^n q_{ji} \hat{g}_i$$

und somit der Zuchtwert aus der Berechnung des Modells mit Berücksichtigung genetischer Gruppen plus den gewichteten Gruppeneffekten. Im Rahmen einer Parameterschätzung mit REML werden die Gruppeneffekte ebenso wie die sonstigen fixen Effekte durch eine lineare Transformation aus dem Modell entfernt. Definiert man für das obige Modell

$$\mathbf{W} = \mathbf{X} \parallel \mathbf{ZQ}$$

führt eine entsprechende Transformation im einfachsten Fall zu

$$\mathbf{T}\mathbf{y} = \mathbf{TZ}\mathbf{a} + \mathbf{T}\mathbf{e}$$

mit

$$\mathbf{T} = \mathbf{I} - \mathbf{W}(\mathbf{W}'\mathbf{W})^{-1}\mathbf{W}'.$$

Die Matrix  $\mathbf{T}$  hat keinen vollständigen Rang, es gilt

$$\mathbf{TW} = [ \mathbf{I} - \mathbf{W}(\mathbf{W}'\mathbf{W})^{-1}\mathbf{W}' ] \mathbf{W} = \mathbf{0}$$

Durch die Eliminierung abhängiger Zeilen kann eine Transformationsmatrix  $\mathbf{T}^*$  mit vollem Spaltenrang gebildet werden. Die mit dieser Matrix transformierten Beobachtungswerte sind normalverteilt mit

$$\mathbf{T}^*\mathbf{y} \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{V}^*)$$

dabei ist

$$\mathbf{V}^* = \mathbf{T}^*\mathbf{Z}\mathbf{G}\mathbf{Z}'\mathbf{T}^{*'} + \mathbf{T}^*\mathbf{R}\mathbf{T}^{*'}.$$

Die Verteilungsfunktion der transformierten Beobachtungswerte ist

$$f(\mathbf{T}^*\mathbf{y}) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{r(\mathbf{T}^*)}{2}} |\mathbf{V}^*|^{\frac{1}{2}}} e^{-\frac{1}{2}\mathbf{y}'\mathbf{T}^{*'}\mathbf{V}^{*-1}\mathbf{T}^*\mathbf{y}}$$

und die zu maximierende log-likelihood ist somit

$$L(\mathbf{V}^*; \mathbf{T}^*\mathbf{y}) = 0.5 * (-r(\mathbf{T}^*) \ln(2\pi) - \ln(|\mathbf{V}^*|) - \mathbf{y}'\mathbf{T}^{*'}\mathbf{V}^{*-1}\mathbf{T}^*\mathbf{y})$$

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Modell mit genetischen Gruppen für die Schätzung der Populationsparameter beim Süddeutsche Kaltblut und beim Haflinger verwendet. Alle Tiere mit Geburtsjahr vor 1965 (Süddeutsches Kaltblut) bzw. 1980 (Haflinger) wurden als Basis betrachtet. Die Einteilung genetischer Gruppen fand ausschließlich auf der Grundlage der im Vorfeld berechneten Noriker- bzw. Arabergenteile statt. Dabei wurde beim Süddeutschen Kaltblut eine einfache Gruppeneinteilung gewählt, bei der Basistiere (also alle vor 1965 geborenen Elterntiere der Tiere im Beobachtungsvektor bzw. Tiere ohne Abstammungsinformation) in Noriker und sonstige Tiere unterteilt wurden. Beim Haflinger wurde zusätzlich nach Arabergenteilen innerhalb der Basis unterschieden. Für die Definition weiterer Gruppen, wie etwa für Importtiere beim Haflinger oder weiterer zeitlicher Unterteilungen beim Süddeutschen Kaltblut, lagen keine ausreichenden und verlässlichen Informationen vor.

### 5.2.2 'Bending'

Der Begriff "Bending" wurde erstmals von den Autoren [Hayes und Hill, 1981] verwendet. Nicht positiv definite bzw. nicht zumindest positiv semidefinite Matrizen (also Matrizen mit einem oder mehreren negativen Eigenwerten) stellen keine Varianz-Kovarianz Matrizen dar. Bendingprozeduren können hier eingesetzt werden, um positiv definite Schätzwerte von Parametern zu entwickeln. In der vorliegenden Arbeit wurden die Elemente der Varianz-Kovarianz-Strukturen in einzelnen bivariaten Schätzungen ermittelt und anschließend zur einer Gesamtmatrix kombiniert. Die so ermittelten Varianz-Kovarianz-Matrizen waren in allen Fällen hochgradig defekt und mussten mit Bendingprozeduren bearbeitet werden.

Die ursprüngliche Methode schlägt ausgehend von einer Varianzanalyse mit einem zufälligen sire-Effekt folgende Vorgehensweise vor:

$$\mathbf{B}^* = (1 - \gamma)\mathbf{B} + \gamma\bar{v}\mathbf{W}$$

mit:

- $\mathbf{B}$  die geschätzte Varianz-Kovarianz (zwischen)
- $\mathbf{W}$  die geschätzte Varianz-Kovarianz (innerhalb)
- $\gamma$  der sog. Bendingfaktor (0-1)
- $\bar{v}$  der Mittelwert der Diagonalelemente von  $\mathbf{B}$

Der Bendingfaktor wird dabei im Bereich von 0-1 solange variiert bis der niedrigste Eigenwert der Matrix  $\mathbf{B}^*$  einen definierten positiven Wert annimmt<sup>2</sup>. Wird wie hier gegen die Matrix der Resteffekte "gebendet" so unterstellt dies, dass diese positiv definit und weniger verzerrt ist (im einem Sire-Modell ist sie in der Regel mit wesentlich mehr Freiheitsgraden geschätzt). In "Tiermodellen" trifft dies nicht notwendigerweise zu. In der Praxis wird deshalb häufig gegen die Einheitsmatrix gebendet.

$$\mathbf{B}^* = (1 - \gamma)\mathbf{B} + \gamma\bar{v}\mathbf{I}.$$

Ein Nachteil dieser Bendingroutine und aller darauf aufbauenden Weiterentwicklungen [Essl, 1991] liegt darin, dass im Bendingprozess nicht nach der Verlässlichkeit der Einzelkomponenten der Matrix unterschieden wird. Moderne Verfahren sehen deshalb die Möglichkeit zur Gewichtung vor. Im Resultat werden hier schlechter geschätzte Elemente der Ausgangsmatrix stärker verändert werden als gut geschätzte. Nachfolgend sei eine von Jorjani u. a. [2003] vorgeschlagene und in dieser Arbeit verwendete Methode kurz erläutert.

Für eine nicht positiv definite Matrix  $\mathbf{V}$  und eine Matrix  $\mathbf{W}$  mit Gewichtungsfaktoren<sup>3</sup> werden iterativ die folgenden Schritte durchgeführt:

- Die Eigenwerte von  $\mathbf{V}_n$  werden berechnet. Alle Eigenwerte kleiner einer definierten Größe werden durch diese Größe (etwa 0.001) ersetzt. Mit einer so veränderten

<sup>2</sup>Für einen Bendingfaktor 0 ändert sich nichts. Für  $\gamma = 1$  resultiert im Rahmen der Indexmethodik für  $\mathbf{P}^{-1}\mathbf{G}$  eine Diagonalmatrix mit einem konstanten Diagonalelement. In der Folge ist  $\hat{\mathbf{b}}^* \propto \mathbf{a}$ , der sog. "Base"-Index [Williams, 1962]

<sup>3</sup>Im vorliegenden Fall wurden in einem pragmatischen Ansatz als Gewichtungsfaktoren die reziproken Werte der Anzahl Beobachtungen verwendet, wie im Übrigen auch von den Autoren vorgeschlagen. Ein Gewichtung mit dem reziproken Wert der Varianz der Schätzwerte wäre sicherlich die wünschenswertere Vorgehensweise gewesen. Verlässliche Schätzwerte für die Fehlervarianz lagen aber nicht vor und die gewählte Vorgehensweise wurde als robuste Alternative angesehen.

Diagonalmatrix der Eigenwerte  $\mathbf{\Lambda}_n$  und den unveränderten Eigenvektoren ( $\mathbf{U}_n$  wird  $\mathbf{V}^*_n = \mathbf{U}_n \mathbf{\Lambda}_n \mathbf{U}'_n$  berechnet).

- Es ist dann

$$\mathbf{V}_{n+1} = \mathbf{V}_n - [\mathbf{V}_n - \mathbf{V}^*_n] \odot \mathbf{W}$$

( $\odot$  kennzeichnet das Hadamard Produkt).

Diese Schritte werden wiederholt bis  $\mathbf{V}_{n+1}$  positiv definit ist. Die Methode erwies sich in den vorliegenden Untersuchungen als ideal, um einen maximalen Nutzen aus den durchgeführten Schätzungen zu ziehen. Für die Matrix der Gewichtungen wurde, wie von den Autoren vorgeschlagen, eine Matrix reziproker Werte der Anzahl Beobachtungen, die für die Kovarianzschätzungen zur Verfügung standen verwendet (für entsprechend nur über Verwandteninformationen geschätzte Kovarianzen wurde ein entsprechend niedriger Wert für die Anzahl Beobachtungen gewählt). Die meist gut geschätzten Diagonalelemente wurden, ebenso wie auf Grund von Annahmen eingeführten Größen, durch entsprechende Gewichtungen vor zu starken Änderungen geschützt.

### 5.2.3 Modell

Resultierend aus den Analysen in Kapitel 4 erfolgten die Schätzungen genetischer Parameter mit dem folgenden Modell:

$$y_{ijklmn} = \mu_i + b_j + to_k + a_l + \sum_{m=1}^n q_{lm} g_m + e_{ijklmn}$$

$\mu_i$	:	Mittelwert im iten Merkmal
$b_j$	:	Effekt der Altersklasse j (nur Leistungsprüfungsmerkmale)
$to_k$	:	Effekt der Ort/Datum-Kombination (Aufnahme-bzw. Prüfereignis) k
$a_l$	:	zufälliger additiv genetischer Effekt des Tieres l
$g_m$	:	fixer Effekt der mten genetischen Gruppe m=(1,...,n) summiert über alle n Gruppen
$q_{lm}$	:	theoretischer Genanteil der mten genetischen Gruppe am lten Tier
$e_{ijklmn}$	:	zufälliger Resteffekt

### 5.2.4 Durchführung

Die genetische Parameter wurden in paarweisen bivariaten Schätzgängen berechnet. Versuche einer multivariaten Schätzung unter Berücksichtigung aller Merkmale scheiterten an der Größe und dem Konvergenzverhalten der Gleichungssysteme. Auch bei bivariaten Schätzungen konvergierten in einer Reihe von Fällen die Schätzungen nicht, was auf eine unzureichende Datenmenge und -struktur zurückgeführt wird. Nach der Schätzung wurden die Schätzwerte der einzelnen Varianzen gewichtet zusammengefasst und die Korrelationen an Hand der ursprünglich geschätzten Kovarianzen erneut berechnet. Schätzwerte aus nicht konvergierten Läufen wurden bei der Zusammenfassung der Schätzwerte nicht berücksichtigt. Die nachfolgenden Besprechungen der Schätzwerte beziehen sich auf die ursprünglich geschätzten, also "ungebendeten" Werte.

## 5.3 Besprechung der Schätzwerte

Vollständige Darstellungen der geschätzten Parameter und ihrer Standardfehler für beide Rassen befinden sich in Anhang B. Auf eine erneute Darstellung im Rahmen dieser Besprechung wird verzichtet.

### 5.3.1 Süddeutsches Kaltblut

#### Merkmale der Stutbuchaufnahme/Körung

**Gemessene Merkmale** Die Maßmerkmale geben unabhängig von einem züchterischen Stellenwert Aufschluss über die genetischen Zusammenhänge zwischen der Größe, Schwere und Feingliedrigkeit eines Tieres und seinen Leistungsmerkmalen.

Zwischen den gemessenen Merkmalen wurden moderate bis hohe genetische Beziehungen gefunden. Stockmaß und Bandmaß erfassen bei einer genetische Korrelation von eins dasselbe Merkmal. Brustumfang und Größe (Stockmaß/Bandmaß) zeigen sich bei genetischen Korrelationen von 0.5-0.6 genetisch eng verknüpft. Der genetische Zusammenhang zwischen Brustumfang und Röhrbeinumfang scheint bei einer genetischen Korrelation von 0.37 schwach zu sein.

Größe zeigt sich bei mittleren bis hohen genetischen Korrelationen (0.75 bzw. 0.6) relativ eng mit der Typbewertung und der Gebäudebewertung verknüpft. Alle anderen sinnvollerweise zu interpretierenden genetischen Korrelationen zu den Leistungsmerkmalen liegen in einem mittleren positiven Bereich.

Der Brustumfang als Indikator für die Schwere im Typ eines Tieres zeigt einen deutlich positiven genetischen Zusammenhang zur Zugleistung (auf Grund der schlechten Datenstruktur in diesem Merkmal nur bedingt interpretierbar), zur Konzentration (0.9), sowie zur Umgänglichkeit und Nervenstärke (0.71 bzw. 0.66). Bei den Stuten deutet sich bei einer genetischen Korrelation von 0.6 zudem ein gewisser Bezug zur Gebäudebeurteilung an.

Röhrbeinumfang ist bei genetischen Korrelationen von 0.4 und 0.7 ebenfalls positiv mit der Einschätzung der Konzentration, Umgänglichkeit und Nervenstärke verbunden. Schwach negative Zusammenhänge deuten sich zur Hufqualität, sowie zur Benotung von Trab und Fahrtauglichkeit (beides Leistungsprüfung) an.

**Bonitierte Merkmale** Zwischen den Merkmalen der Stutbuchaufnahme wurden mittlere bis hohe genetische Korrelationen bei Standardfehlern zwischen 0.01 und 0.12 gefunden. Die engsten genetischen Zusammenhänge zeigen sich zwischen der Typ- und der Gebäudebewertung (0.96) und zwischen dem Merkmal Gliedmaßen/Hufe und diesen beiden Merkmalen (0.87 bzw. 0.89). Die Heritabilitäten in diesem Merkmalskomplex bewegen sich zwischen 0.15 (Gliedmaßen/Hufe) und 0.44 (Typ), bei Standardfehlern um 0.02.

Die Schätzwerte für die definierten Hengstmerkmale (Körpermerkmale) sind auf Grund von z. T. hohen Standardfehlern nur bedingt aussagekräftig. Die Heritabilitäten sind, mit Ausnahme des Merkmals Schritt, deutlich niedriger als bei den Stutmerkmalen. Der deutlichste Unterschied in den Heritabilitätsschätzwerten zeigt sich im Merkmal Gangkorrektheit (Stuten  $0.20 \pm 0.02$ , Hengste  $0.03 \pm 0.06$ ). Die Korrelationsstrukturen innerhalb dieser Merkmalsblocks sind in beiden Geschlechtern vergleichbar.

Bei den Schätzwerten zwischen den paarweise analogen Merkmalen (Stuten-Hengste), kann im Rahmen der Schätzgenauigkeit von genetischen Korrelationen um eins ausgegangen werden (Ausnahme: TypF zu TypM mit etwa 0.75). Auch bei den gegenläufigen Paaren (etwa TypF zu GebM und GebM zu TypF) ergeben sich in der Regel keine gravierenden Abweichungen im Rahmen der vorliegenden Genauigkeiten.

### Leistungsprüfungsmerkmale

Die geschätzten Heritabilitäten in diesem Merkmalskomplex bewegen sich zwischen 0.01 (Zugmanier) und 0.3 (Trab im Einspänner) bei Standardfehlern um 0.05. Insbesondere im Zusammenhang mit der Zugmanier ergaben sich eine ganze Reihe nicht konvergierter Schätzungen. In nahezu allen konvergierten Schätzungen wurden genetische Korrelationen von eins bei sehr niedrigen Standardfehlern<sup>4</sup> gefunden. Die Schätzungen zu diesem Merkmal werden als unzureichend angesehen und nicht weiter kommentiert. Ein sehr enger genetischer Zusammenhang kann bei einer genetischen Korrelation von  $0.98 \pm 0.05$  zwischen den Merkmalen Umgänglichkeit und Nervenstärke unterstellt werden. Ähnlich enge Zusammenhänge deuten sich auch zwischen diesen beiden Merkmalen und dem Merkmal Konzentration an. Der Trab (Einspänner) und die Fahrtauglichkeit sind ebenfalls genetisch hoch korreliert ( $\rho_g = 0.87 \pm 0.05$ ). Annähernd neutrale genetische Beziehungen liegen zwischen dem Merkmal Nervenstärke und den Merkmalen Fahrtauglichkeit und Arbeitswilligkeit vor. Zu erwähnen bleibt noch ein relativ enger genetischer Zusammenhang zwischen dem Merkmal Konzentration und den Merkmalen Schritt und Trab im Einspänner ( $0.8 \pm 0.16$  bzw.  $0.78 \pm 0.12$ ).

### Korrelationen zwischen Exterieur- und Leistungsprüfungsmerkmalen

Es werden hier nur die Schätzwerte für genetische Korrelationen zwischen weiblichen Exterieurmerkmalen und den Merkmalen der Leistungsprüfung angesprochen. Die Schätzwerte deuten auf eine relativ günstige Korrelationsstruktur mit niedrigen bis mittleren positiven Beziehungen zwischen den Merkmalen hin. Die Standardfehler der Schätzwerte sind z.T. drastisch und bewegen sich zwischen 0.06 und 0.32. Hinweise auf eine neutrale bis schwach negative Beziehung ergaben sich zwischen dem Exterieurmerkmal Schritt und dem Leistungsprüfungsmerkmal Fahrtauglichkeit ( $-0.09 \pm 0.16$ ) und zwischen dem Merkmal Gliedmaßen/Hufe und der Umgänglichkeit ( $-0.15 \pm 0.20$ ).

## 5.3.2 Haflinger

### Merkmale der Stutbuchaufnahme/Körung

**Maßmerkmale** Die genetischen Korrelationen zwischen den Maßmerkmalen sind moderat (0.4 bei Stockmaß und Brustumfang) bis hoch (1 bei Stockmaß-Bandmaß). Es kann geschlossen werden, dass Größe genetisch nicht sehr eng mit der Schwere korreliert ist. Die Heritabilitäten in diesem Merkmalsbereich liegen zwischen 0.34 (Brustumfang) und 0.70 (Stockmaß). Der erbliche Anteil der Variation bei der Größe liegt deutlich über dem entsprechenden Wert beim Süddeutschen Kaltblut. Die Standardfehler der Heritabilitäten bewegen sich hier zwischen 0.02-0.04, die der Korrelationen liegen unter 0.07.

---

<sup>4</sup>Diese niedrigen Schätzwerte wurden als nicht aussagekräftig angesehen. Sie dürften überwiegend Artefakte der verwendeten Schätzmethode bei Schätzwerten am Rand des Parameterraums sein.

Die Korrelationen der Größe zu den Exterieurmerkmalen der Stuten (bzw. den über beide Geschlechter zusammengefassten Merkmalen Galopp und Gesamteindruck) sind durchweg positiv und bewegen sich in einem Bereich zwischen 0.23 und etwa 0.9. Typ- und Gebäudenote sind hier bei genetischen Korrelationen um 0.45 nicht in dem Maß an die Größe gebunden wie dies beim Süddeutschen Kaltblut zu beobachten war.

Die genetischen Korrelationen zwischen der Größe und den Merkmalen der Leistungsprüfung (je nach Merkmal als weibliche, männliche bzw. gemeinschaftliche Merkmalsausprägung ausgewertet) ergaben in allen Fällen niedrige bis moderate positive oder schwach negative Zusammenhänge. Leicht negative genetische Korrelationen der Größe wurden zur Fahrtauglichkeit und zur Umgänglichkeit und Lern- und Leistungsbereitschaft (im Fahren bewertet) festgestellt. Bei hohen Schätzfehlern ist allerdings ein wirklich negativer Zusammenhang nicht zwingend anzunehmen.

Die Schwere im Typ eines Tieres vertreten durch Merkmalen wie Brustumfang und Röhrebeinumfang zeigt zu den Merkmalen Typ, Gebäude, Hufqualität und Gangkorrektheit niedrige negative Korrelationen mit Standardfehlern um 0.05. In der Tendenz kann also ein leicht negativer Einfluss der Schwere im Typ auf die Einschätzung der typischen Exterieurqualitäten angenommen werden.

**Bonitierte Merkmale** Zwischen den Exterieurmerkmalen bei den Stuten (einschließlich der gemeinsam ausgewerteten Merkmale Galopp und Gesamteindruck) ergaben sich in allen Fällen mittlere bis hohe genetische Korrelationen, bei Standardfehlern zwischen 0.01 und 0.17. Die Heritabilitätsschätzwerte bewegen sich zwischen 0.14 (Gangkorrektheit) und 0.54 (Typ und Gesamteindruck), bei Standardfehlern zwischen 0.02 (Typ) und etwa 0.1 (Gesamteindruck). Höchste genetische Korrelationen bei niedrigen Standardfehlern wurden zwischen der Typ- und der Gebäudenote (0.96) und zwischen der Gangkorrektheit und diesen beiden Merkmalen (0.9 bzw. 0.94) gefunden. Bei recht ungenauer Schätzung (Standardfehler der Heritabilität um 0.1, der Korrelationen 0.1-0.2) und weitgehend unklaren Merkmalsdefinition wurde bereits an dieser Stelle der Beschluss gefasst, auf eine weitere Berücksichtigung des Merkmals Gesamteindruck zu verzichten.

Zwischen den Exterieurmerkmalen in der männlichen Ausprägung ergaben sich ähnliche Beziehungen wie bei ihren weiblichen Gegenstücken, bei deutlich höheren Standardfehlern und einigen nicht konvergierten Schätzungen. Die Heritabilitäten zeigen die gleiche Abstufung, sind aber in der Tendenz niedriger bei Standardfehlern um 0.06. Das Merkmal Schritt (Hengste) macht bei einem Heritabilitätsschätzwert von 0.4 eine Ausnahme, die bei einem Schätzfehler um 0.11 wohl der geringen Datenbasis geschuldet sein dürfte.

Die genetischen Korrelationen zwischen den analogen Stuten- und Hengstmerkmalen bewegen sich zwischen 0.75 (Typ) und 0.88 (Trab). Wiederum macht der Schritt hier eine Ausnahme mit einer genetischen Korrelation von 0.4 zwischen männlich/weiblich, was auf die geringe Datenbasis zurückgeführt wird. Die Standardfehler dieser paarweise analogen Merkmale liegen zwischen 0.08 und 0.22 (Schritt!). Beim Merkmal Typ, wird im Folgenden von einem schwachen Geschlechtsdimorphismus ausgegangen. In allen anderen Merkmalen kann eine genetische Korrelation von 1 im Rahmen der Schätzgenauigkeit angenommen werden. Die off-Diagonalen dieses Blocks, also die paarweisen Korrelationen (etwa Typ männlich-weiblich und weiblich-männlich), zeigen eine relativ befriedigende Übereinstimmung (der Paare) und bleiben etwas unter der Höhe der entsprechenden Korrelationen innerhalb der Merkmale des Stutenexterieurs.

## Leistungsprüfungsmerkmale

Die Heritabilitätenschätzwerte bei den Leistungsprüfungsmerkmalen liegen zwischen 0.02 (Umgänglichkeit, Fahren, Stuten) und 0.31 (Trab, Training, Prüfung). Die Standardfehler der Heritabilitäten bewegen sich zwischen 0.03 und 0.2, je nach Merkmal und Datenbasis. Die ungewöhnlich hohe Heritabilität im Merkmal Umgänglichkeit (Fahren, Hengste) dürfte in diesem Zusammenhang, bei einem Standardfehler von 0.15, kein allzu verlässlicher Schätzwert sein (geschätzte Heritabilität des analogen Merkmals bei Stuten 0.02).

Für die meisten Merkmale dieses Merkmalskomplexes liegen mehrere Leistungsinformationen vor (Bewertungen im Reiten und Fahren, Training und Prüfung). Bei den Schätzungen konnte im Merkmal Lern- und Leistungsbereitschaft (Stuten, Fahren) in einer Vielzahl von bivariaten Schätzgängen (18 von 41) keine Konvergenz erreicht werden. Es deutet sich zudem nur eine sehr niedrige Erblichkeit von 0.02 für dieses Merkmal an. Eine mit 0.03 ähnlich niedrige Heritabilität ergab sich für das Merkmal Umgänglichkeit (Stuten, ebenfalls Fahren). Es muss davon ausgegangen werden, dass die Merkmalerfassung in diesen beiden Merkmalen nicht hinreichend war, oder, dass sich für die so definierten und erfassten Merkmale keine substantielle erbliche Variation zeigt. Bei dem in diesem Zusammenhang bestehenden Zwang zu einer Merkmalsreduzierung wurde eine weitere Berücksichtigung dieser beiden Merkmale als nicht sinnvoll angesehen. Die Merkmalsauswahl reduziert sich auf die beiden im Reiten erfassten Merkmale.

Für Merkmale mit Trainings- und Prüfnote hatten sich in Vorauswertungen auffallend niedrige phänotypische Korrelationen ergeben. Im Zusammenhang mit heterogenen Varianzen zwischen Geschlechtern in den Trainingsnoten hatten diese dazu geführt, dass im einen Fall nur weibliche Stationsleistungen (Training), im anderen Fall die zusammengefassten weiblichen und männlichen Leistungen aus Feld und Station (Prüfnote) als Merkmale definiert wurden. Untersucht werden sollte, ob die Trainingsnote, die ja als eine zusammenfassende Benotung über einen längeren Ausbildungszeitraum im Gegensatz zur Momentaufnahme der Prüfnote steht, Vorteile bieten kann.

Die Ergebnisse sprechen für einen sehr engen genetischen Zusammenhang zwischen Trainings- und Prüfmerkmal, mit genetischen Korrelationen um 1 in allen Fällen. In der Regel haben die Trainingsnoten die höhere Heritabilität. Diese Überlegenheit ist allerdings nur bei den Merkmalen Trab und Schritt substantiell.

Die hier berechneten Heritabilitäten zeigen eine gute Übereinstimmung mit Werten, die im Auftrag der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) bereits 1998 geschätzt wurden. Ein deutliche Ausnahme hiervon macht das Merkmal Fahrtauglichkeit (Prüfung). Der hier berechnete Wert weicht mit 0.07 bei einem Standardfehler von 0.04 deutlich von dem 1998 berechneten Wert von 0.28 (Standardfehler 0.08) ab. Eine Wiederholung in Form einer univariate Schätzung am selben Datensatz, der 1998 zur Verfügung gestanden hatte, bestätigt mit einem Schätzwert von  $0.07 \pm 0.11$  das vorliegende Ergebnis. Eine Erklärung für diese abweichenden Ergebnisse konnte nicht gefunden werden.

In einem anderen Forschungsprojekt der LfL wurden 2001 genetische Parameter für die Leistungsprüfungsmerkmale beim Haflinger ebenfalls an einem Unterdatensatz des vorliegenden Materials geschätzt. Dabei wurden Mittelwerte aus Trainings- und Prüfnote als Merkmal definiert und in Kombination mit Merkmalen, die jeweils nur als Einzelwert vorlagen, ausgewertet. Diese Vorgehensweise wurde in der vorliegenden Untersuchung nicht eingeschlagen. Die gemittelten Merkmale zeigen auf Grund von hohen genetischen Korrela-

tionen und moderaten bis niedrigen Korrelationen der Resteffekte höhere Heritabilitäten. Werden in der Praxis die so ermittelten Parameter ebenso auf Merkmalsinformationen aus der Feldprüfung (hier liegt nur eine Einzelbeobachtung im Prüfmerkmal vor) oder auf Hengste (hier zeigen sich zwischen Training und Prüfung deutlich unterschiedliche Varianzen) im Rahmen einer Zuchtwertschätzung angewendet, kann geschlossen werden, dass dieses Vorgehen zu einer nicht korrekten Gewichtung phänotypischer Information und zu Verzerrungen führen muss. Eine Nichtberücksichtigung von Feldprüfungsdaten widerspräche jedoch der erklärten Absicht des Zuchtverbands, mit der Feldprüfung eine gleichwertige Form der Leistungserbringung zur Auswahl zu stellen. Für eine aufwendigere Form der Modellierung, unter Berücksichtigung beider Informationsquellen als wiederholte Leistungen im selben Merkmal und gleichzeitiger Korrektur auf heterogene Varianzen, wurde im vorliegenden Fall und zum momentanen Zeitpunkt keine hinreichende Begründung gesehen.

Trotz einer tendenziell höheren Heritabilität der Trainingsnoten und eines gewissen Informationsverlustes wurde im Rahmen dieser Untersuchung beschlossen, ausschließlich die jeweilige Prüfnote, als Schnittmenge aller Leistungsformen (Hengste und Stuten, Station und Feld) zu berücksichtigen.

Der Zwang zu einer Merkmalsreduzierung führte ebenfalls zu der Entscheidung, Merkmale, die ausschließlich in der Feldprüfung der Stuten erhoben werden wie etwa Rittigkeit unter dem Fremdreiter und Gleichmäßigkeit des Schritts im Zug, nicht weiter zu berücksichtigen. Für das letztgenannte Merkmal wurde zudem in 30 von 41 bivariaten Schätzungen keine Konvergenz erreicht. Der bisherigen Argumentation folgend wurden als Leistungsprüfungsmerkmale somit weiter bearbeitet:

- Umgänglichkeit, Reiten (Stuten, Station)
- Lern- und Leistungsbereitschaft, Reiten (Stuten, Station)
- Umgänglichkeit, Reiten (Hengste, Station)
- Lern- und Leistungsbereitschaft, Reiten (Hengste, Station)
- Rittigkeit, Prüfnote (Hengste und Stuten, Station und Feld)
- Sprunganlage, Prüfnote (Hengste und Stuten, Station und Feld)
- Schritt, Prüfnote (Hengste und Stuten, Station und Feld)
- Trab, Prüfnote (Hengste und Stuten, Station und Feld)
- Galopp, Prüfnote (Hengste und Stuten, Station und Feld)
- Fahreignung, Prüfnote (Hengste und Stuten, Station und Feld)
- Geländeverhalten (Stuten, Station)
- Zug (Hengste an Station und Stuten im Feld)

Die anschließende Besprechung bezieht sich auf diese reduzierte Merkmalsauswahl. Je nach Datenumfang und Lage des Schätzwertes im Parameterraum wiesen die Schätzwerte in diesem Merkmalskomplex stark schwankende Schätzfehler auf. Es zeichnete sich ein Block genetisch hoch korrelierter Merkmale, bestehend aus den Merkmalen Rittigkeit, der Lern- und Leistungsbereitschaft, dem Trab und Galopp im Reiten und dem Geländeverhalten ab. Zwischen der Rittigkeit und der Fahreignung deutet sich zusätzlich ein relativ enger Zusammenhang an ( $\rho_g = 0.86 \pm 0.26$ ). Die Umgänglichkeit im Reiten ist offenbar eng mit der Zugleistung korreliert, der Schätzwert ist allerdings kaum aussagekräftig ( $1 \pm 0.003!$ ). Eine mittlere genetische Korrelation von 0.59 wird auch zur Lern- und

Leistungsbereitschaft (Reiten) gefunden. Der hier geschätzte, leicht negative genetische Zusammenhang zwischen Umgänglichkeit im Reiten und der Fahreignung (Prüfung) bei hohem Standardfehler ( $-0.04 \pm 0.31$ ) ist schwer nachvollziehbar. Sprunganlage und Schritt (Prüfung) zeigen mittlere positive Korrelationen zu nahezu allen anderen Leistungsprüfungsmerkmalen.

### Korrelationen zwischen Exterieur und Leistungsprüfung

Zwischen den Merkmalen der Stutbuchaufnahme und den Merkmalen der Leistungsprüfung ergaben sich überwiegend mittlere bis hohe positive Korrelationen. Dabei deutet sich bei klassischen Exterieurmerkmalen wie Typ, Gebäude und bei der Beurteilung des Fundaments ein enger genetischer Zusammenhang zu Leistungsprüfungsmerkmalen wie Rittigkeit sowie Trab und Galopp unter dem Reiter an. Für diese drei Exterieurmerkmale wurden jeweils leicht negative genetische Korrelationen zur Fahreignung geschätzt. Letztes gilt auch für das Merkmal Gangkorrektheit, welches sich im übrigen zu allen Merkmalen der Leistungsprüfung moderat positiv korreliert zeigt.

Die Gangarten, die anlässlich der Stutbuchaufnahmen und Körungen ja bereits im Freilaufen bewertet wurden, zeigen in allen Fällen enge genetische Beziehungen zu ihren analogen Merkmalen wie Bewertungen in der Leistungsprüfung unter dem Reiter und zur Rittigkeit. Die einzigen nennenswerten positiven genetischen Korrelationen zwischen der Fahreignung und Merkmalen der Stutbuchaufnahme wurde beim Merkmal Schritt ( $\rho_g = 0.53 \pm 0.19$ ) und beim Röhrbeinumfang ( $0.55 \pm 0.17$ ) gefunden.

Die genetischen Korrelationen zwischen den Exterieurmerkmalen in ihrer männlichen Ausprägung und den Merkmalen der Leistungsprüfung sind aus einem sehr geringen Datenumfang geschätzt und werden nicht im einzelnen besprochen. Zwischen dem weiblichen Merkmal Umgänglichkeit (Reiten) und *allen* männlichen Exterieurmerkmalen wurden schwach negative genetische Korrelationen berechnet. Auf Grund hoher Schätzfehler sollte dieser Befund allerdings nicht überbewertet werden.

## 5.4 Parameter zum operationellen Einsatz

### 5.4.1 Methode

Selbst bei Verzicht auf die Parameter der gemessenen Merkmale (Stockmaß, Bandmaß, usw.), waren die aus den bivariaten Schätzungen aufgestellten Varianz-Kovarianz-Strukturen (additiv-genetisch und Rest) hochgradig defekt. Zielsetzung der nun folgenden Schritte war es, positiv definite Parametersätze für den Einsatz in Zuchtwertschätzungen zu entwickeln. Mindestens ebenso wichtig war eine weitere Reduzierung der Merkmalsauswahl auf ein im Rahmen einer Zuchtwertschätzung vertretbares Maß, das in diesem Zusammenhang bei etwa 15 bis 20 Merkmalen gesehen wurde.

Das “benden“ zunehmend großer Matrizen führt im allgemeinen zu zunehmenden und häufig unspezifischen Veränderungen der ursprünglich geschätzten Werte (dieser Effekt wird allerdings bei gewichtetem “benden“ minimiert). Aus diesem Grund wurde ein schrittweises Verfahren gewählt, das nachfolgend in den wichtigsten Aspekten skizziert werden soll.

- Eine Merkmalsauswahl bestehend aus den bonitierten Merkmalen der Stutbuchauf-

nahme und Merkmalen der Leistungsprüfungen (Stuten) wurde zusammengestellt. Merkmale in männlicher Ausprägung wurden zunächst nicht berücksichtigt. Grund für diese Beschränkung war die in der Regel höhere Präzision der Schätzwerte bei Stutenmerkmalen (Datenumfang). Die Parameter dieser Merkmalsauswahl wurden "gebendet".

- Mit Hilfe der in Kapitel 2 entwickelten "ökonomischen" Gewichtungsfaktoren wurde ein Gesamtzuchtwert (H) definiert. Beim Süddeutschen Kaltblut konnten die dort beschriebenen Gewichtungsfaktoren unverändert übernommen werden. Beim Haflinger mussten die Gewichtungsfaktoren für zu diesem Zeitpunkt bereits ausgeschiedenen Merkmale (etwa Gesamteindruck, Ruhe im Zug, usw.) angepasst werden. Dabei wurden folgende Zwischenergebnisse (relative Beziehungen zwischen Merkmalen/Merkmalenkomplexen) aus der Analyse der Befragung der Haflingerzüchter als Grundlage genommen:
  - Exterieur zu Leistungsprüfung: 0.43 : 0.57
  - Charakter zu Reiten zu Fahren/Zug: 0.48 : 0.26 : 0.26
  - Schritt zu Trab zu Galopp immer 0.41 : 0.41 : 0.18
  - Rittigkeit, Schritt, Trab, Galopp, Sprunganlage (alle Leistungsprüfung) im ursprünglichen Verhältnis, anteilig am Gewicht für den Merkmalskomplex Reiten.
  - Fahreignung und Zug mit jeweils 0.5 des Gewichts für den Merkmalskomplex Fahren/Zug (ohne besondere Anpassung).

Diese Gesamtzuchtwerte (H) wurden im Folgenden als Referenzgrößen verwendet. Indices (I) wurden formuliert, die alle Merkmale<sup>5</sup> dieser Gesamtzuchtwerte enthielten.

- Der informative Wert jedes Merkmals wurde ermittelt (d.h. die prozentuale Reduktion in der ursprünglichen Korrelation zwischen H und I bei Vernachlässigung des jeweiligen Merkmals im Index), entsprechend

$$IV_i = 1 - \frac{\rho_{HI_i}^*}{\rho_{HI}}$$

Mit

$\rho_{HI}$ : Korrelation zwischen Gesamtzuchtwert und vollständigem Index

$\rho_{HI_i}^*$ : Korrelation bei Nichtberücksichtigung des entsprechenden Merkmals im Index.

Dabei wurde iterativ vorgegangen. Das Merkmal mit dem höchsten Informationsbeitrag bei alleiniger Berücksichtigung wurde identifiziert und in den Index aufgenommen. Schrittweise wurde der Index um Merkmale mit dem zusätzlich maximalen Beitrag, gegeben die bereits aufgenommenen Merkmale erweitert, bis zum vollständigen Index.

- Merkmale mit einem auf diese Weise identifizierten geringen Informationsbeitrag wurden aus dem Index *und* aus dem Gesamtzuchtwert genommen<sup>6</sup>.
- Die Gewichtungsfaktoren im Gesamtzuchtwert wurden an diese Vernachlässigung von Merkmalen angepasst. Dazu wurde ein Ansatz von Dempfle und Ponzoni [1986]

<sup>5</sup>Der dargestellten Vorgehensweise folgend, wurden phänotypische Informationen in Form von Eigenleistungen von Stuten aus Stutbuchaufnahme und Leistungsprüfung berücksichtigt.

<sup>6</sup>Motivation war, wie bereits auf Seite 99 angesprochen, die Reduzierung der Merkmalsauswahl auf ein im Rahmen einer Routinezuchtwertschätzung vertretbares und sinnvolles Maß.

verwendet. Der aktualisierte Vektor der ökonomischen Gewichte ( $\mathbf{a}^*$ ) ist demnach

$$\mathbf{a}^* = \mathbf{a}_u + \mathbf{V}_{guu}^{-1} \mathbf{V}_{guv} \mathbf{a}_v$$

Mit:

- $\mathbf{a}_u$ : Vektor der ökonomischen Gewichte der im Index verbliebenen Merkmale
- $\mathbf{V}_{guu}$ : genetische Varianz-Kovarianz-Matrix der im Index verbliebenen Merkmale
- $\mathbf{V}_{guv}$ : genetische Varianz-Kovarianz zwischen den im Index verbliebenen und den nicht berücksichtigten Merkmalen, und
- $\mathbf{a}_v$ : Vektor der ökonomischen Gewichte der nicht mehr berücksichtigten Merkmale.

Diese Vorgehensweise maximiert die Korrelation zum ursprünglichen, vollständigen Gesamtzuchtwert. Anpassungen fanden in der Regel nur innerhalb der jeweiligen Merkmalsblocks (Exterieur oder Leistungsprüfung) statt.

- Diese reduzierten Gesamtzuchtwerte wurden nun um die Hengstmerkmale (Exterieur und Leistungsprüfung) erweitert. Berücksichtigt wurden nur Merkmale, deren weibliche Ausprägung noch im Gesamtzuchtwert verblieben war. Mit Hereinnahme der Merkmale männlicher Ausprägung wurden einige Annahmen bezüglich der Parameterstruktur getroffen. Diese waren:
  - Genetische Korrelation Typ zwischen männlicher und weiblicher Ausprägung: 0.75
  - Genetische Korrelationen bei den übrigen Exterieurmerkmalen zwischen männlich und weiblich: 1
  - Genetische Korrelation Umgänglichkeit im Reiten zwischen männlicher und weiblicher Ausprägung (nur Hafinger): 1

Die nun vollständigen Parameterstrukturen wurden erneut "gebendet". In einem letzten Schritt wurden die Gewichtungsfaktoren auf die zusätzliche Berücksichtigung der Merkmale in männlicher Ausprägung angepasst. Bei Verwendung eines solchen Gesamtzuchtwertes hat jedes Tier unabhängig vom Geschlecht Zuchtwerte im männlichen wie im weiblichen Merkmal. Beide Zuchtwerte können nun nicht das ursprünglich angesetzte Gewicht erhalten, ohne dass dies im Resultat zu einer deutlichen Überbewertung des Gesamtmerkmals führen würde. Dem entsprechend, wurde eine Aufteilung des ursprünglichen Gewichts im reziproken Verhältnis der additiv genetischen Standardabweichungen der Merkmalspaare vorgenommen, entsprechend:

$$a_f = a \frac{\sigma_{A_m}}{\sigma_{A_m} + \sigma_{A_f}} \quad \text{und} \quad a_m = a \frac{\sigma_{A_f}}{\sigma_{A_m} + \sigma_{A_f}}.$$

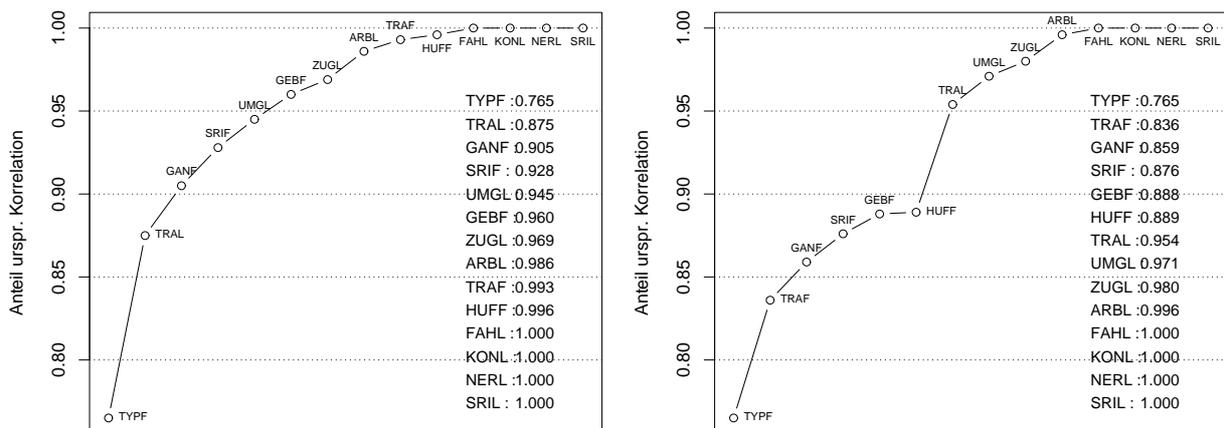
## 5.4.2 Ergebnisse und Diskussion

### Süddeutsches Kaltblut

Beide Darstellungen in Abbildung 5.1 stimmen in der Reihenfolge der Merkmale mit dem niedrigsten Informationsbeitrag überein. Der informative Beitrag der Merkmale Konzentration, Nervenstärke und Schritt im Einspänner ist so gering, dass er im Rundungsbereich nicht mehr darstellbar ist. Im Bereich Exterieur zeigte das Merkmal Gliedmaßen/Hufe den geringsten Informationsbeitrag. Es wurde weiter so verfahren:

- Die Merkmale Schritt (Einspänner), Nervenstärke und Konzentration wurden als Merkmale mit geringstem informativen Wert aus dem Gesamtzuchtwert genommen. Zugmanier wurde auf Grund der unzureichenden Schätzungen ebenso nicht weiter berücksichtigt. Der damit verbundene, hier berechnete Informationsverlust, wurde als überwiegend virtuell betrachtet.
- Die Hufqualität wurde trotz geringen Informationsbeitrages im Gesamtzuchtwert belassen. Dieses Merkmal stellt in den Augen der Züchter das Einzelmerkmal mit der höchsten Bedeutung dar (siehe Kapitel 2). Ein Ausschluss hätte die Akzeptanz eines so formulierten Zuchtziels negativ beeinträchtigen können.
- Die Merkmale Trab (Einspänner), Arbeitswilligkeit und Umgänglichkeit als Merkmale mit hohem informativen Wert, wurden als Repräsentanten der jeweiligen Merkmalsbereiche Fahren, Ziehen und Charakter beibehalten.
- Die relativen Gewichtungsfaktoren innerhalb des Merkmalsbereichs Leistungsprüfung wurden auf die Nichtberücksichtigung der ausgeschiedenen Merkmale in der oben beschriebenen Weise angepasst.

**Abbildung 5.1:** Süddeutsches Kaltblut **a.)** Informativer Beitrag der einzelnen Merkmale zum Gesamtzuchtwert (Referenz), schrittweises Verfahren und **b.)** wie a.) jedoch zunächst nur Berücksichtigung von Merkmalen der Stutbuchaufnahme. Endung "F" steht für Merkmale der Stutbuchaufnahme. Endung "L" kennzeichnet Merkmale der (Stut-) Leistungsprüfung.



Mit dieser Merkmalsauswahl im Index werden 97.5 % der ursprünglichen Korrelation  $\rho_{HI}$  erreicht. Die Korrelation zwischen vollständigem und reduziertem Gesamtzuchtwert erreicht 0.98. Nach Erweiterung um die Hengstmerkmale (Exterieur) und den anschließenden Arbeitsschritten resultieren die in Tabelle 5.1 dargestellten endgültigen Gewichtungsfaktoren.

Eine Darstellung der so entwickelten operationellen Parameter befindet sich in Abbildung 5.2. Wie daraus zu ersehen ist, konnte die Charakteristik der ursprünglichen Strukturen weitgehend erhalten werden. Darstellung der entsprechenden Varianz-Kovarianz-Matrizen zum Einsatz in Zuchtwertschätzungen befinden sich in Anhang B.

## Haflinger

Alle Darstellungen in Abbildung 5.3 ergeben in Bezug auf die am wenigsten beitragenden Merkmale übereinstimmende Ergebnisse. Im Interesse einer überschaubaren Merkmals-

	TYPE	GEBF	HUFF	GANF	SRIF	TRAF	TYPM	GEBM	HUFM	GANM	SRIM	TRAM	TRAL	ARBL	UMGL
TYPE	<b>0.45</b>	0.93	0.86	0.78	0.48	0.64	0.95	0.92	0.86	0.45	0.51	0.48	0.39	0.31	0.42
GEBF	0.61	<b>0.36</b>	0.86	0.66	0.47	0.63	0.89	0.99	0.88	0.32	0.53	0.47	0.49	0.50	0.35
HUFF	0.38	0.36	<b>0.18</b>	0.70	0.33	0.70	0.83	0.84	0.99	0.31	0.35	0.56	0.46	0.20	-0.03
GANF	0.29	0.26	0.26	<b>0.21</b>	0.50	0.73	0.62	0.62	0.66	0.87	0.51	0.65	0.41	0.28	0.33
SRIF	0.21	0.16	0.19	0.16	<b>0.25</b>	0.69	0.26	0.43	0.29	0.51	0.99	0.66	0.54	0.17	0.43
TRAF	0.35	0.35	0.29	0.25	0.28	<b>0.32</b>	0.42	0.55	0.66	0.57	0.67	0.98	0.81	0.18	0.18
TYPM	0.34	0.28	0.19	0.15	0.07	0.13	<b>0.28</b>	0.91	0.84	0.23	0.31	0.24	0.21	0.25	0.34
GEBM	0.33	0.32	0.19	0.15	0.11	0.17	0.79	<b>0.28</b>	0.86	0.27	0.50	0.38	0.41	0.49	0.35
HUFM	0.23	0.21	0.17	0.12	0.06	0.15	0.64	0.65	<b>0.16</b>	0.27	0.32	0.51	0.45	0.24	-0.03
GANM	0.07	0.05	0.03	0.10	0.06	0.08	0.56	0.60	0.67	<b>0.06</b>	0.52	0.56	0.32	0.26	0.36
SRIM	0.21	0.19	0.09	0.14	0.30	0.23	0.40	0.41	0.40	0.54	<b>0.36</b>	0.63	0.54	0.27	0.47
TRAM	0.14	0.12	0.11	0.13	0.15	0.24	0.50	0.55	0.53	0.58	0.50	<b>0.19</b>	0.82	0.12	0.13
TRAL	0.14	0.13	0.20	0.08	0.10	0.33	0.15	0.24	0.22	0.11	0.28	0.24	<b>0.30</b>	0.33	0.21
ARBL	0.11	0.14	0.10	0.05	0.05	0.11	0.28	0.40	0.17	0.48	0.04	0.16	0.22	<b>0.19</b>	0.53
UMGL	0.15	0.09	0.05	0.07	0.13	0.06	0.01	0.14	0.03	0.24	0.20	0.31	0.10	0.25	<b>0.15</b>

Abbildung 5.2: Süddeutsches Kaltblut: Darstellung der vorgeschlagenen Parameterstruktur zum operationellen Einsatz: Heritabilitäten auf der Diagonale, genetische Korrelationen oberhalb, phänotypische Korrelationen unterhalb

**Tabelle 5.1:** Darstellung der abgeleiteten Gewichtungsfaktoren für den operationellen Einsatz, Süddeutsches Kaltblut

TYPF	GEBF	HUFF	GANF	SRIF	TRAF
23.7	35.9	56.6	34.1	46.2	27.8
TYPM	GEBM	HUFM	GANM	SRIM	TRAM
20.3	27.1	34.4	36.9	28.8	23.2
TRAL	ARBL	UMGL			
144.8	45.4	256.8			

auswahl bei einer durchzuführenden Zuchtwertschätzung, wurden deshalb fünf der sechs am wenigsten beitragenden Merkmale (Geländeverhalten, Schritt in der Prüfung, Sprunganlage, Lern- und Leistungsbereitschaft und Rittigkeit) aus dem Gesamtzuchtwert genommen. Für die Nichtberücksichtigung erfolgte eine Anpassung der ökonomischen Gewichte. Beim Merkmal Fahreignung bestanden Bedenken, dieses letzte verbliebene Merkmal der Fahrprüfung aus dem Gesamtzuchtwert zu nehmen. Eine solche Maßnahme hätte die Akzeptanz eines so formulierten Zuchtziels durch die Züchter negativ beeinflussen können. Bei den Exterieurmerkmalen zeigte das Merkmal Gangkorrektheit den geringsten informativen Wert und wurde ebenfalls unter Anpassung der ökonomischen Gewichtungen aus dem Gesamtzuchtwert genommen.

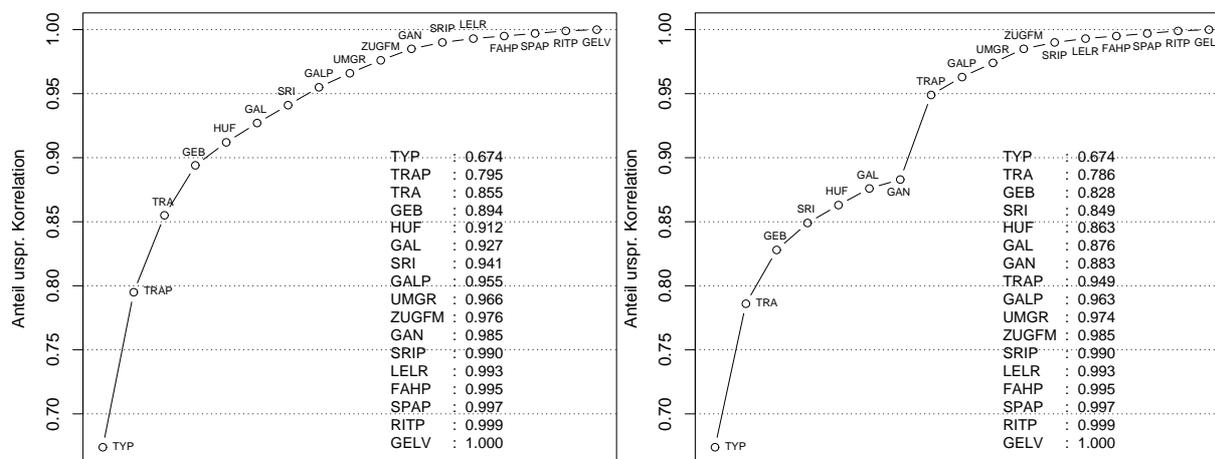
Der Ausschluss von fünf Merkmalen der Leistungsprüfung mag auf einen gewissen Widerspruch stoßen. Auf der Basis der Schätzwerte und der bisherigen Kalkulationen können folgende Argumente angeführt werden:

- Der informative Wert dieser Merkmale bezogen auf den hier formulierten Gesamtzuchtwert (Referenz) ist von untergeordneter Bedeutung. Dabei ist noch völlig unberücksichtigt, dass Informationen zu diesen Leistungsmerkmalen zeitlich später und bei weitem nicht bei allen Tieren anfallen.
- Die Umgänglichkeit hat den höchsten informativen Wert aller so genannten Charaktermerkmale. Der Beitrag der Merkmale Geländeverhalten und Lern- und Leistungsbereitschaft (Reiten) zum Gesamtzuchtwert ist hingegen klein genug, um die Merkmale ohne großen Informationsverlust zu vernachlässigen. Die geschätzten Parameter geben zudem Hinweise darauf, dass letztgenannte Merkmale genetisch dem Merkmalskomplex Reiten näher stehen als der Umgänglichkeit als klassischem Charaktermerkmal.
- Der Informationsbeitrag der Rittigkeit ist ebenfalls sehr niedrig. Auch wenn dieses Merkmal in gewisser Weise als Zielmerkmal definiert sein mag, erwiesen sich die zueinander und zur Rittigkeit hoch korrelierten Merkmale Trab und Galopp unter dem Reiter als die deutlich überlegenen Informationsquellen. Selbst bei Berücksichtigung des Merkmals Rittigkeit, ändert sich am hohen informativen Wert des Trabs und des Galopps wenig (Rittigkeit kann somit diese Merkmale nicht ersetzen).
- Das Merkmal Gliedmaßen/Hufe wurde im Gesamtzuchtwert belassen, obwohl dieses Merkmal aktuell nur in Kombination mit der Gangkorrektheit in einem neu definierten Merkmal Korrektheit bewertet wird. Für den weiteren Züchtungsprozess erscheint es jedoch sinnvoll, über Informationen der weiteren Entwicklung in diesem Merkmal zu verfügen. Wird unter dem neuen Merkmal Korrektheit eine Bewertung

der Hufqualität in der bisherigen Form vorgenommen, kann der so formulierte Gesamtzuchtwert auch in der praktischen Zuchtwertschätzung Anwendung finden.

Es kann entsprechend der Darstellungen in Abbildung 5.3 bei Ausschluss der angesprochenen Merkmale weiterhin mit 99% der ursprünglichen Korrelation ( $\rho_{HI}$ ) gerechnet werden. Die Korrelation zwischen dem vollständigen und dem reduzierten Gesamtzuchtwert liegt bei 0.99 und spricht für die vorgenommene Merkmalsauswahl.

**Abbildung 5.3:** Haflinger; **a.)** Informativer Beitrag der einzelnen Merkmale zum Gesamtzuchtwert (Referenz), schrittweises Verfahren und **b.)** wie a.) jedoch zunächst nur Berücksichtigung von Merkmalen der Stutbuchaufnahme. In der Darstellung befinden sich nur noch Merkmale der Stutbuchaufnahme (3stellige Abkürzungen), der Prüfnoten der Leistungsprüfungen (Endung "P"), der im Reiten erfassten Merkmale Umgänglichkeit (UMGR) und Lern- und Leistungsbereitschaft (LELR) sowie die Merkmale Geländeverhalten (GELV) und Zugleistung (ZUGFM).



Folgende Schritte schlossen sich an:

- Hereinnahme der Merkmale in der männlichen Ausprägung. Die endgültige vorgeschlagene Merkmalsauswahl ist demnach:
  - Typ, jeweils als weibliches und männliches Merkmal
  - Gebäude, jeweils als weibliches und männliches Merkmal
  - Gliedmaßen/Hufe, jeweils als weibliches und männliches Merkmal
  - Schritt (Exterieur), jeweils als weibliches und männliches Merkmal
  - Trab (Exterieur), jeweils als weibliches und männliches Merkmal
  - Galopp (Exterieur),
  - Umgänglichkeit im Reiten, jeweils als weibliches und männliches Merkmal
  - Trab und Galopp
  - Fahreignung
  - Zug
- “Benden“ der vollständigen Struktur.
- Abschließende Anpassungen in den ökonomischen Gewichtungsfaktoren.

Die Parameter und die ökonomischen Gewichtungsfaktoren des entwickelten Gesamtzucht- werts zum operationellen Einsatz sind in Abbildung 5.4 bzw. Tabelle 5.2 dargestellt. Ein Vergleich mit den ursprünglich geschätzten Werten zeigt auch hier, dass alle prägnanten Charakteristiken der ursprünglich geschätzten Strukturen weitgehend erhalten werden konnten. Die Varianz-Kovarianz-Matrizen zum operationellen Einsatz befinden sich in Anhang B.

	TYPE	GEBF	HUFF	SRIF	GALF	TRAF	TYPM	GEBM	HUFM	SRIM	TRAM	UMGRF	TRAPF	GALPF	FAHPF	UMGRM	ZUGFM
<b>TYPE</b>	<b>0.54</b>	0.95	0.83	0.71	0.51	0.69	0.75	0.94	0.83	0.60	0.71	0.28	0.54	0.50	-0.19	0.22	0.07
<b>GEBF</b>	0.58	<b>0.42</b>	0.81	0.67	0.50	0.72	0.82	0.99	0.82	0.54	0.73	0.30	0.61	0.57	-0.12	0.24	0.15
<b>HUFF</b>	0.38	0.34	<b>0.27</b>	0.51	0.44	0.63	0.78	0.81	0.99	0.37	0.61	0.23	0.60	0.65	-0.05	0.26	0.31
<b>SRIF</b>	0.23	0.21	0.15	<b>0.22</b>	0.33	0.57	0.44	0.60	0.49	0.98	0.55	0.35	0.63	0.50	0.39	0.36	0.20
<b>GALF</b>	0.29	0.30	0.23	0.24	<b>0.18</b>	0.76	0.58	0.51	0.47	0.27	0.77	0.16	0.38	0.69	-0.42	0.14	0.11
<b>TRAF</b>	0.33	0.34	0.23	0.33	0.41	<b>0.37</b>	0.71	0.71	0.65	0.48	0.98	0.14	0.79	0.71	-0.05	0.15	0.25
<b>TYPM</b>	0.32	0.31	0.24	0.12	0.37	0.25	<b>0.34</b>	0.83	0.78	0.30	0.70	-0.07	0.63	0.71	-0.17	-0.06	0.20
<b>GEBM</b>	0.39	0.36	0.24	0.16	0.40	0.24	0.77	<b>0.32</b>	0.81	0.45	0.73	0.26	0.56	0.54	-0.20	0.19	0.11
<b>HUFM</b>	0.29	0.25	0.24	0.11	0.26	0.19	0.60	0.61	<b>0.22</b>	0.35	0.63	0.25	0.61	0.67	-0.08	0.27	0.33
<b>SRIM</b>	0.26	0.21	0.11	0.27	0.36	0.17	0.27	0.32	0.33	<b>0.35</b>	0.46	0.30	0.54	0.40	0.43	0.33	0.13
<b>TRAM</b>	0.26	0.24	0.16	0.13	0.62	0.30	0.52	0.58	0.54	0.46	<b>0.25</b>	0.07	0.70	0.61	-0.16	0.06	0.09
<b>UMGRF</b>	0.04	0.04	0.02	0.12	0.19	0.01	-0.02	0.06	0.05	0.07	0.01	<b>0.15</b>	0.21	0.33	0.18	0.97	0.53
<b>TRAPF</b>	0.16	0.13	0.04	0.18	0.20	0.27	0.01	0.07	0.05	-0.10	0.25	0.06	<b>0.21</b>	0.78	0.45	0.31	0.65
<b>GALPF</b>	0.15	0.12	0.06	0.13	0.24	0.19	0.03	0.08	0.13	0.00	0.25	0.06	0.62	<b>0.21</b>	0.18	0.43	0.69
<b>FAHPF</b>	0.03	0.04	0.07	0.12	0.05	0.09	0.13	0.10	0.17	0.06	0.21	0.22	0.09	0.07	<b>0.10</b>	0.33	0.51
<b>UMGRM</b>	0.06	0.06	0.05	0.07	-0.36	0.04	0.03	-0.10	-0.10	-0.11	0.00	0.15	0.35	0.25	0.26	<b>0.16</b>	0.67
<b>ZUGFM</b>	0.21	0.16	0.23	0.21	0.14	0.14	0.02	0.02	-0.01	0.14	0.13	0.10	0.11	0.10	0.51	0.29	<b>0.22</b>

Abbildung 5.4: Haffinger: Darstellung der vorgeschlagenen Parameterstruktur zum operativen Einsatz (Haffinger). Heritabilitäten auf der Diagonale, genetische Korrelationen oberhalb, phänotypische Korrelationen unterhalb

**Tabelle 5.2:** Haflinger; Entwickelte ökonomische Gewichtungsfaktoren der Merkmale im Gesamtzuchtwert.

	<b><i>a</i></b>
TYPF_	40.04
GEBF_	69.75
HUFF_	50.98
SRIF_	52.45
GALF_	18.13
TRAF_	40.14
TYPM_	33.62
GEBM_	52.05
HUFM_	32.36
SRIM_	33.89
TRAM_	33.73
UMGRF	150.64
TRAPF	56.58
GALPF	15.87
FAHPF	143.06
UMGRM	77.05
ZUGFM	163.88

### 5.4.3 Zusammenfassung

Die hier dargestellten Parametersätze und Gewichtungsfaktoren sind das Resultat eines langwierigen Entwicklungsprozesses. Im Spannungsfeld zwischen dem Wunsch möglichst alle verfügbaren Informationen zu nutzen und der Notwendigkeit, eine kompakte und verlässliche Parameterstruktur zum Einsatz in der Zuchtwertschätzung zu entwickeln, mussten einige pragmatische Entscheidungen getroffen werden. Es wird die Auffassung vertreten, dass die abgeleiteten Gesamtzuchtwerte die beste Wahl unter Berücksichtigung der Präferenzen der Züchter, der Möglichkeiten bei gegebener Datenqualität und der genetischen und phänotypischen Parameter darstellen. Dies wird deshalb betont, weil bei einer bloßen Betrachtung der hier dargestellten Gewichtungen der Eindruck entstehen könnte, diese hätten wenig mit den ursprünglich geäußerten Präferenzen zu tun. Das Gegenteil ist der Fall.

Der informative Beitrag eines Merkmals zu dem als Referenz definierten Gesamtzuchtwert kann als Kriterium in der Diskussion über sinnvollerweise zu erfassende Merkmale verwendet werden. In beiden Populationen konnten die Merkmale Typ und Trab (hier v.a. das Leistungsprüfungsmerkmal Trab) als die bedeutendsten Informationsquellen identifiziert werden. Hingegen kann beim Süddeutschen Kaltblut von den anderen Merkmalen desselben Prüfungsabschnittes (Schritt und Fahrtauglichkeit im Einspanner), kein nennenswerter Informationsbeitrag erwartet werden. Beim Haflinger tragen die anderen in der Reitprüfung bewerteten Gangarten Galopp und Schritt zwar noch zusätzliche Informationen bei, die Rittigkeit und das (genetisch diesem Merkmalsblock nahestehende) Merkmal Geländeverhalten jedoch kaum. Im Hinblick auf die Charaktermerkmale wird eine Einschätzung des Nutzens der verschiedenen Merkmalerhebungen ebenfalls möglich. In beiden Populationen konnte das Merkmal Umgänglichkeit als das Merkmal mit dem höchsten informativen Wert aller so genannten Charaktermerkmale identifiziert werden.

Merkmale wie Nervenstärke und Konzentration (Süddeutsches Kaltblut) oder Lern- und Leistungsbereitschaft (Haflinger) tragen bei weitem nicht im selben Umfang bei und sind auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse weitgehend verzichtbar. Dies gilt ebenfalls für das Merkmal Sprunganlage beim Haflinger. Bemerkenswert ist, dass beim Haflinger das letzte berücksichtigte Merkmal des Prüfungsteils Fahren, die Fahreignung (andere Merkmale dieses Bereichs waren entweder auf Grund einer nur bei den Hengsten vorgenommenen Erfassung oder unbefriedigender Parameterschätzungen ausgeschieden), kaum nennenswert Information beiträgt. Die pragmatische Zusammenfassung des Merkmals Zug (ZUGFM), aus der Zugwilligkeit der Hengste an Station und der Ruhe im Zug der Stuten im Feld, schränkt die Aussagemöglichkeiten an dieser Stelle ein. Es muss dennoch davon ausgegangen werden, dass dieses Merkmal durchaus einen bedeutenden Informationsgehalt hat. Hieraus kann die Empfehlung abgeleitet werden, dieses Merkmal in einer einheitlichen Definition in allen Leistungsprüfungen beim Haflinger zu prüfen (Hengste und Stuten, Station und Feld). Dies könnte zu einer verbesserten Situation in einem Bereich beitragen, in dem trotz einer Vielzahl erfasster Merkmale eine über Geschlechter und Prüfungsformen hinweg sinnvoll organisierte Leistungserfassung im Moment nicht festgestellt werden kann.

Der Entschluss Hengstmerkmale in vielen Fällen als eigenständige Merkmale zu behandeln ist, wie wiederholt erwähnt, die Folge von heterogenen Varianzen nach Geschlechtern. Es wird hier die Auffassung vertreten, dass die unterschiedlichen Streuungsmaße in den Merkmalen im wesentlichen ein Folge der in den Zuchtbuchordnungen explizit in Notenform vorgegebenen Selektionsgrenzen sind. Welche Implikationen sich hieraus für die Merkmalserfassung und die geschätzten Parameter ergeben, wird Gegenstand einer ausführlicheren Darstellung im allgemeinen Diskussionsteil sein.

# Kapitel 6

## Modellkalkulationen zur Optimierung der Zuchtstrategie

### 6.1 Methode

Alle Kalkulationen erfolgten mit Hilfe eigener Programmierungen, entwickelt und umgesetzt mit dem Programmpaket R [R Development Core Team, 2004]. Grundlage der Analysen waren die in Kapitel 4 entwickelten Gesamtzuchtwerte für beide Rassen.

Zur Veranschaulichung der Vorgehensweise soll ein von Elsen und Mocquot [1974] und in ähnlicher Form von Hill [1974] vorgeschlagener Ansatz kurz dargestellt werden. Ausgangspunkt der Betrachtung ist dabei das durchschnittliche genetische Niveau eines Nachkommenjahrgangs einer Population. Unterstellt wird eine stabile Altersstruktur der Elterntiere im Zuchtschema. Dann kann für jeden Pfad (male-male, male-female, female-male, female-female) eine Reproduktionszeile, also die Altersverteilung der Elterntiere in diskreten Zeiteinheiten definiert werden. In Form von Vektoren dargestellt ergibt sich:

$$\begin{array}{l} \text{Alter in Reproduktionszyklen } (\mathbf{t}') \\ \text{Häufigkeit } (\mathbf{p}') \end{array} \begin{array}{l} [1 \quad 2 \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad n] \\ [p_1 \quad p_2 \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad n] \end{array} \quad \text{mit: } \sum_{i=1}^n p_i = 1$$

Als Generationsintervalle (in Reproduktionszyklen) in den entsprechenden Pfaden resultieren daraus:

$$\mathbf{p}'_x \mathbf{t} = \Delta t_x \quad \text{für: } x = (mm, mf, fm, ff)$$

Für die Länge eines Reproduktionszyklus wird im vorliegenden Fall ein Jahr angenommen, was die Situation in der Pferdezeitung recht gut abbildet. Ist die Altersverteilung der Elterntiere konstant und in dieser Form beschreibbar, kann das durchschnittliche genetische Niveau jedes Nachkommenjahrgangs durch das genetische Niveau der beitragenden Elterntierjahrgänge ausgedrückt werden. Das genetische Niveau einer beliebigen Elterntierkohorte kann wiederum aufgegliedert dargestellt werden, als das genetische Niveau ihres unselektierten Geburtsjahrgangs ( $\mu$ ), plus der durchschnittlichen Überlegenheit der als Elterntiere aus dieser Kohorte selektierten Tiere ( $\Delta G$ ). Im Rahmen einer Population stabiler Größe und eines einheitlichen Selektionsschemas ist diese Überlegenheit eine pfadspezifische Konstante. So ergibt sich beispielsweise für die männlichen Nachkommen

eines aktuellen Geburtsjahrgangs ( $t$ ):

$$\begin{aligned} \mu_{m(t)} = & 0.5 * [ p_{1_m} * (\mu_{m(t-1)} + \Delta G_{mm}) + \dots + p_{n_m} * (\mu_{m(t-n)} + \Delta G_{mm}) ] + \\ & + 0.5 * [ p_{1_f} * (\mu_{f(t-1)} + \Delta G_{fm}) + \dots + p_{n_f} * (\mu_{f(t-n)} + \Delta G_{fm}) ] \end{aligned}$$

Die Darstellung erfolgt hier in einer allgemeinen Form, die andeutet dass bereits alle beitragenden Elterntierkohorten selektiert sind. Die zugrunde liegenden Zusammenhänge lassen sich auch in einer spezifischen Matrixformulierung darstellen als:

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\mu}_t = & \quad \mathbf{M} \quad \boldsymbol{\mu}_{t-1} + \quad \Delta \mathbf{g} \\ \begin{bmatrix} \boldsymbol{\mu}_m \\ \boldsymbol{\mu}_f \end{bmatrix}_t = & \begin{bmatrix} \mathbf{r}'_{mm} & \mathbf{r}'_{fm} \\ \mathbf{I} & \mathbf{O} \\ \mathbf{r}'_{mf} & \mathbf{r}'_{ff} \\ \mathbf{O} & \mathbf{I} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \boldsymbol{\mu}_m \\ \boldsymbol{\mu}_f \end{bmatrix}_{t-1} + \begin{bmatrix} p_{mm}\Delta G_{mm} + p_{fm}\Delta G_{fm} \\ \mathbf{O} \\ p_{mf}\Delta G_{mf} + p_{ff}\Delta G_{ff} \\ \mathbf{O} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$\boldsymbol{\mu}_t$  ist dabei der Vektor des genetischen Grundniveaus der Geburtsjahrgänge aller zu einem Zeitpunkt  $t$  im Zuchtsystem befindlichen Zuchttiere ohne den jeweils ältesten beitragenden Elternjahrgang.  $\boldsymbol{\mu}_{t-1}$  ist ein vergleichbarer Vektor ohne den aktuellen Geburtsjahrgang aber mit dem letzten Elterntierjahrgang.  $\mathbf{M}$  ist eine stochastische Matrix mit

$$\mathbf{r}_x = 0.5 * \mathbf{p}_x \quad \text{für: } x = (mm, mf, fm, ff),$$

$\mathbf{I}$  und  $\mathbf{O}$  sind Einheits- bzw. Null-Matrizen entsprechender Dimension und  $\mathbf{O}$  sind Nullvektoren. Die Gewichtungsfaktoren ( $p_{mm}, p_{mf}, p_{fm}, p_{ff}$ ) haben den Wert 0.5 wenn alle beitragenden Elternjahrgänge bereits selektiert sind (was zu Beginn eines Zuchtprogramms meist nicht gegeben ist). Ist dies nicht der Fall nehmen die Gewichtungen individuell niedrigere Werte ein. Zur Veranschaulichung wird ein einfaches Beispiel gegeben. Die Zuchtpopulation besteht aus jeweils drei gleich beitragenden Elterntierjahrgängen. Alle Elterntierjahrgänge sind bereits selektiert. Dauer eines Reproduktionszyklus ist ein Jahr. Alter beim ersten Nachkommen ist ein Jahr. Für diese Situation ergibt sich:

$$\begin{bmatrix} \mu_{m(t-0)} \\ \mu_{m(t-1)} \\ \mu_{m(t-2)} \\ \mu_{f(t-0)} \\ \mu_{f(t-1)} \\ \mu_{f(t-2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/6 & 1/6 & 1/6 & 1/6 & 1/6 & 1/6 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/6 & 1/6 & 1/6 & 1/6 & 1/6 & 1/6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_{m(t-1)} \\ \mu_{m(t-2)} \\ \mu_{m(t-3)} \\ \mu_{f(t-1)} \\ \mu_{f(t-2)} \\ \mu_{f(t-3)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.5\Delta G_{mm} + 0.5\Delta G_{fm} \\ 0 \\ 0 \\ 0.5\Delta G_{mf} + 0.5\Delta G_{ff} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Somit ist:

$$\begin{aligned} \mu_{m(t-0)} = & 1/6 * [(\mu_{m(t-1)} + \Delta G_{mm}) + (\mu_{m(t-2)} + \Delta G_{mm}) + (\mu_{m(t-3)} + \Delta G_{mm})] \\ & + 1/6 * [(\mu_{f(t-1)} + \Delta G_{fm}) + (\mu_{f(t-2)} + \Delta G_{fm}) + (\mu_{f(t-3)} + \Delta G_{fm})] \\ = & 1/6 * (\mu_{m(t-1)} + \mu_{m(t-2)} + \mu_{m(t-3)} + \mu_{f(t-1)} + \mu_{f(t-2)} + \mu_{f(t-3)}) \\ & + 0.5 (\Delta G_{mm} + \Delta G_{fm}) \end{aligned}$$

Das genetische Niveau eines beliebigen Geburtsjahrgangs kann daraus durch das Auflösen einer Folge rekursiver Gleichungen berechnet werden. In vielen Fällen wird die genetische

Überlegenheit eines beliebigen Geburtsjahrgangs  $\mu_t$  im Vergleich zum vorherigen Geburtsjahrgang  $\mu_{t-1}$  oder eben der Zuchtfortschritt pro Zeiteinheit zum Zeitpunkt  $t$  von Interesse sein. Es gilt

$$\mathbf{g}_t - \mathbf{g}_{t-1} = (\mathbf{M}^t - \mathbf{M}^{t-1})\mathbf{g}_0 + \mathbf{M}^{t-1}\Delta\mathbf{g}.$$

Im Gleichgewicht eines konstanten Zuchtschemas ( $\lim_{t \rightarrow \infty}$ ) nimmt  $\mathbf{M}^t$  eine spezifische konstante Form an. Es gilt

$$\mathbf{M}^t = \mathbf{M}^{t-1}$$

und

$$\mathbf{g}_t - \mathbf{g}_{t-1} = \mathbf{M}^t\Delta\mathbf{g}.$$

Der auf diese Weise für den Gleichgewichtszustand berechnete Zuchtfortschritt je Zeiteinheit ist identisch mit:

$$\frac{\Delta G}{\Delta t} = \frac{\Delta G_{mm} + \Delta G_{mf} + \Delta G_{fm} + \Delta G_{ff}}{\Delta t_{mm} + \Delta t_{mf} + \Delta t_{fm} + \Delta t_{ff}}$$

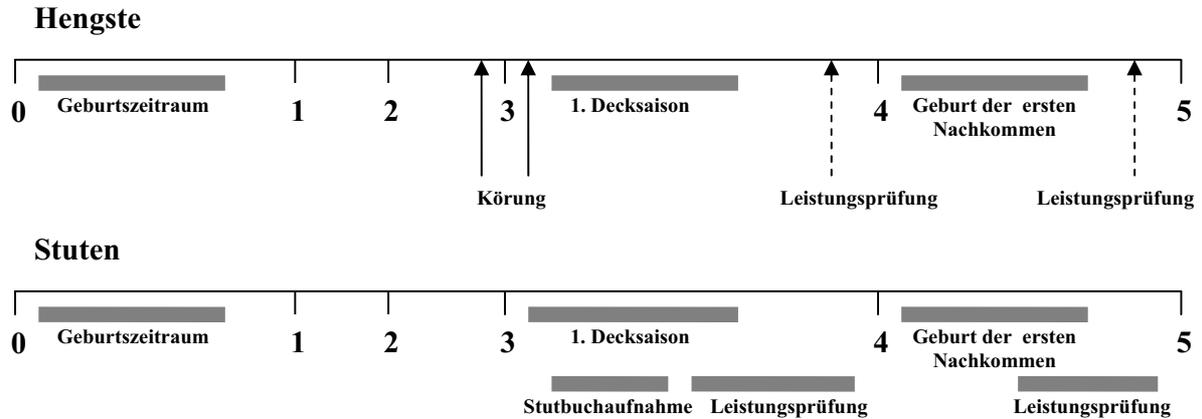
[Rendel und Robertson, 1950]. Die Formulierung über die M-Matrix besitzt eine große Anschaulichkeit und bietet die zusätzliche Möglichkeiten, die Entwicklungen bis zum Erreichen des Gleichgewichtszustandes abzubilden. Zu Gunsten einer insgesamt allgemeineren Vergleichbarkeit der Ergebnisse wurde in den Auswertungen allerdings auf die Analyse und Besprechung der Entwicklung bis zum Gleichgewichtszustand verzichtet. Alle Vergleiche gelten somit für den Gleichgewichtszustand und sind deshalb als Ergebnisse langfristiger Entwicklungen zu sehen.

### 6.1.1 Vorgehensweise

Alle Berechnungen erfolgten mit Hilfe der Selektionsindextheorie. Es wurde unterstellt, dass alle fixen Effekte bekannt sind und danach korrigiert wurde. Die Berechnungen unterstellen eine stabile Populationsgröße, ein festgesetztes Geschlechterverhältnis (Paarungsverhältnis) innerhalb der Zuchtstufe, feste Annahmen bezüglich der zufälligen Sterblichkeit bis zur Zuchtreife und zwischen den Reproduktionszyklen und zunächst fixierte Annahmen bezüglich der vorhandenen Testkapazitäten. Die Parameter der Ausgangsdesigns befinden sich in Tabelle 6.1. Die Selektionsindices berücksichtigen in allen Fällen Eigenleistungen des Kandidaten und Informationen verwandter Tiere aus Stutbuchaufnahmen/Körungen und Leistungsprüfungen. Berücksichtigt wurden Elterninformationen, Informationen paternaler Halbgeschwister (auf Grund der geringen zusätzlichen Information wurde auf die Berücksichtigung der Leistungen maternaler Halbgeschwister verzichtet) und in den entsprechenden Designs auch Nachkommeninformationen. Zur Berechnung des Umfangs an Information über Halbgeschwister wurde eine Informationsdichte unterstellt, als würde jeder Kandidat aus dem "durchschnittlichen" Einsatzjahr ( $\bar{b}_s$ ) eines Hengstes stammen. Dieses wurde berechnet aus dem Generationsintervall im entsprechenden Pfad ( $\Delta t_{mx}$ ) und dem durchschnittlichen Alter bei Geburt des ersten Nachkommen ( $a_{mx}$ ).

$$\bar{b}_{s_{mx}} = \Delta t_{mx} - (a_{mx} - 1)$$

**Abbildung 6.1:** Schematische Darstellung der wichtigsten Ereignisse in den ersten fünf Lebensjahren eines Selektionskandidaten (männlich und weiblich), Einteilung nach Kalenderjahren. Auf beide Rassen anwendbar.



Zusätzlich wurde berücksichtigt, ob zum Zeitpunkt der Selektionsentscheidung bereits Informationen weiblicher oder männlicher Halbgeschwister desselben Geburtsjahrgangs aus der einen oder anderen Leistungsform vorliegen können. Dabei wurden in allen Fällen folgende schematische Annahmen bezüglich der Abfolge an Informationen innerhalb eines Prüffjahres zugrunde gelegt (siehe auch Abbildung 6.1):

- Winter (Januar): Abschluss der Körungen der männlichen Kandidaten eines Geburtsjahrgangs.
- Frühsommer: Abschluss der Stutbuchaufnahmen der weiblichen Kandidaten des Geburtsjahrgangs (die Selektierten werden in der selben Saison noch eingesetzt).
- Spätsommer/Herbst: Abschluss der Leistungsprüfungen der männlichen Kandidaten des Geburtsjahrgangs (Haffinger: November).
- Spätherbst: Abschluss der Leistungsprüfungen der weiblichen Kandidaten des Geburtsjahrgangs.

Unter diesen Annahmen können beispielsweise bei der Körung eines Kandidaten keine Informationen zu Stutbuchaufnahmen der weiblichen Kohortenmitglieder vorliegen.

Bei einer einstufigen Selektion erfolgten die Berechnungen der Selektionsintensität (i) über “Order“-Statistiken unter Verwendung der Approximation von Burrows [1972]. Dabei bleibt eine gegebenenfalls bestehende Korrelation zwischen den Zuchtwerten der Selektionskandidaten unberücksichtigt. Bei der Untersuchung zweistufiger Selektionsschemata erfolgte die Bestimmung des Zuchtfortschritts im Gesamtzuchtwert ( $\Delta H$ ) in den verschiedenen Pfaden direkt unter Verwendung einer Monte-Carlo-Simulation. Dabei wurde unterstellt, dass die wahren Zuchtwerte ( $\mathbf{g}$ ) und die Leistungsinformationen aus beiden Prüfungsformen ( $\mathbf{y}_1$  und  $\mathbf{y}_2$ ) multivariat normalverteilt sind mit

$$\begin{bmatrix} \mathbf{g} \\ \mathbf{y}_1 \\ \mathbf{y}_2 \end{bmatrix} \sim N \left( \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \boldsymbol{\mu}_1 \\ \boldsymbol{\mu}_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \mathbf{V}_g & \mathbf{V}_{gy_1} & \mathbf{V}_{gy_2} \\ \mathbf{V}_{y_1g} & \mathbf{V}_{y_1} & \mathbf{V}_{y_12} \\ \mathbf{V}_{y_2g} & \mathbf{V}_{y_21} & \mathbf{V}_{y_2} \end{bmatrix} \right)$$

Sowohl die verwendeten ökonomischen Gewichte als auch die Populationsparameter können innerhalb mittelfristiger Überlegungen als Konstanten angesehen werden. Die Vekto-

ren der Gesamtzuchtwerte und der Indices für die Selektionskandidaten können im Rahmen der Indexmethode daher dargestellt werden als:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{H} \\ \mathbf{I}_1 \\ \mathbf{I}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{a}' & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{a}'\mathbf{V}_{gy_1}\mathbf{V}_{y_1}^{-1} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{a}'\mathbf{V}_{gy_{12}}\mathbf{V}_{y_{12}}^{-1} & \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{g} \\ \mathbf{y}_1 - \boldsymbol{\mu}_1 \\ \mathbf{y}_2 - \boldsymbol{\mu}_2 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{h} = \mathbf{A}' \mathbf{u}$$

In den Vektoren  $\mathbf{a}'$  wiederholen sich die ökonomischen Gewichtungsfaktoren entsprechend der Anzahl Selektionskandidaten.  $\mathbf{0}$  sind Nullvektoren entsprechender Dimension. Der Index  $\mathbf{I}_2$  kombiniert die Leistungen aus beiden Prüfungsbereichen. Die resultierende multivariate Normalverteilung hat den Erwartungswert

$$E(\mathbf{h}) = \mathbf{A}'\mathbf{u} = \begin{bmatrix} \mathbf{a}'\mathbf{g} \\ \mathbf{a}'\mathbf{V}_{gy_1}\mathbf{V}_{y_1}^{-1}(\mathbf{y}_1 - \boldsymbol{\mu}_1) \\ \mathbf{a}'\mathbf{V}_{gy_{12}}\mathbf{V}_{y_{12}}^{-1}(\mathbf{y}_{12} - \boldsymbol{\mu}_{12}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}$$

und die Varianz

$$\begin{aligned} \text{Var}(\mathbf{h}) &= \text{Var}\left(\begin{bmatrix} \mathbf{H} \\ \mathbf{I}_1 \\ \mathbf{I}_2 \end{bmatrix}\right) = \mathbf{A}' \mathbf{V}_u \mathbf{A} = \\ &= \begin{bmatrix} \mathbf{a}'\mathbf{V}_g\mathbf{a} & \mathbf{a}'\mathbf{V}_{gy_1}\mathbf{V}_{y_1}^{-1}\mathbf{V}_{y_1g}\mathbf{a} & \mathbf{a}'\mathbf{V}_{gy_{12}}\mathbf{V}_{y_{12}}^{-1}\mathbf{V}_{y_{12}g}\mathbf{a} \\ \mathbf{a}'\mathbf{V}_{gy_1}\mathbf{V}_{y_1}^{-1}\mathbf{V}_{y_1g}\mathbf{a} & \mathbf{a}'\mathbf{V}_{gy_1}\mathbf{V}_{y_1}^{-1}\mathbf{V}_{y_1y_{12}}\mathbf{V}_{y_{12}}^{-1}\mathbf{V}_{y_{12}g}\mathbf{a} \\ \mathbf{a}'\mathbf{V}_{gy_{12}}\mathbf{V}_{y_{12}}^{-1}\mathbf{V}_{y_{12}g}\mathbf{a} & \mathbf{a}'\mathbf{V}_{gy_{12}}\mathbf{V}_{y_{12}}^{-1}\mathbf{V}_{y_{12}y_1}\mathbf{V}_{y_1}^{-1}\mathbf{V}_{y_1g}\mathbf{a} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Für Designs mit zwei Selektionsstufen wurde diese Varianz-Kovarianz-Matrix berechnet. Für die Anzahl Selektionskandidaten wurden Zufallszahlen aus einer multivariaten Normalverteilung mit den entsprechenden Parametern generiert. Für jeden Kandidaten lag nun je ein Wert für den Gesamtzuchtwert  $H$  und die beiden Indices vor. Die Selektion wurde dann entsprechend den Vorgaben des Designs an beiden Indices vorgenommen und abschließend die Überlegenheit ( $\Delta H$ ) der selektierten Tiere bestimmt. Aus 30000 (Hengste) bzw. 15000 (Stuten) Wiederholungen wurde schließlich eine durchschnittliche Überlegenheit berechnet. Diese Vorgehensweise trägt implizit dem Problem einer finiten Grundgesamtheit von Selektionskandidaten Rechnung, das in diesem Fall von einer relativ großen Bedeutung ist. Das so bestimmte  $\Delta H$  hat allerdings einen Standardfehler, der bei geringen Unterschieden in  $\Delta H$  die eindeutige Bestimmung des überlegenen Designs erschwert.

In einigen berechneten Designs ist das genetische Niveau der Nachkommen nicht die Folge einer einzigen Gruppe selektierter Tiere innerhalb eines Pfades. Es kann hier auf ein Beispiel aus der Rinderzucht zurückgegriffen werden. Durch den Einsatz von Testbullen stammt ein gewisser Prozentsatz  $p$  von Nachkommen von diesen unselektierten Jungbullen ab ( $\Delta G_{mf_1} = 0$ ), ein Anteil  $(1-p)$  von selektierten Altbullen ( $\Delta G_{mf_2} > 0$ ). Die Überlegenheit durch Selektion im Vater-Töchter Pfad kann dann dargestellt werden als

$$\begin{aligned} \Delta G_{mf} &= p \Delta G_{mf_1} + (1-p) \Delta G_{mf_2} \\ &= p * 0 + (1-p) \Delta G_{mf_2} \end{aligned}$$

Im Beispiel besteht bei Berechnung des Zuchtfortschritts pro Zeiteinheit zusätzlich die Notwendigkeit einer gewichteten Anpassung des entsprechenden Pfadintervalls mit Auswirkung auf das durchschnittliche Generationsintervall.

Vergleichbare Fälle treten bei Anwendungen von zweistufigen Selektionsschemas und dem zwischenzeitlichen Einsatz der noch nicht auf der letzten Stufe selektierten Kandidaten auf. Hier ist der genetische Fortschritt in jedem Pfad abhängig von der relativen Anteilen der auf den verschiedenen Stufen und somit mit unterschiedlichen Genauigkeiten selektierten Elterntiere an der Gesamtpopulation von Zuchttieren im jeweiligen Pfad (bei einheitlicher Einsatzhäufigkeit pro Reproduktionszyklus über beide Selektionsgruppen).

## Effektive Populationsgröße

Als zusätzliches Kriterium zur Beurteilung der Vorzüglichkeit der einzelnen Designs wurde die resultierende jahreseffektive Populationsgröße berechnet. Relevant hierfür waren die Anzahl der jährlich zufließenden Zuchttiere (selektiert) und die Altersverteilungen in den verschiedenen Pfaden. Die Kalkulationen erfolgten mit Hilfe der auf Hill [1979] zurückgehenden Formulierung auf Seite 45 für überlappende Generationen. Zur Berechnung der Pfadvarianzen und Kovarianzen in der Familiengröße wurde überwiegend auf vereinfachende Formulierungen (Seite 47) zurückgegriffen. Bei Annahme einer konstanten Sterblichkeit zwischen Reproduktionszyklen, resultieren in der Regel trunke geometrische Altersverteilungen. Werden auf der ersten Stufe selektierte Zuchttiere eingesetzt und verbleiben deren Nachkommen im System, können allerdings deutliche Abweichungen hiervon die Folge sein. Die Berechnung der Variationskoeffizienten erfolgten deshalb in allen Fällen über die Berechnung der tatsächlich Varianzen und Mittelwerte der resultierenden Altersverteilungen (und nicht unter der vereinfachenden Annahme einer unendlichen geometrischen Verteilung). Ebenso wurde berücksichtigt, dass durch die Designs innerhalb eines Geschlechts Gruppen mit dauerhaft unterschiedlichem Reproduktionserfolg entstehen können<sup>1</sup>. Für eine ausführliche Darstellung der Zusammenhänge wird auf Kapitel 3 und den dortigen Methodenteil verwiesen.

## 6.2 Designs

### 6.2.1 Ausgangsparameter

Die verwendeten Ausgangsparameter für beide Populationen sind in der Übersicht in Tabelle 6.1 zusammenfassend dargestellt.

**Anzahl aktive Zuchtstuten** In der Pferdezucht ist die Abgrenzung einer aktiven Zuchtstutenpopulation nicht ohne weiteres möglich. Die Analysen in Kapitel 3 (siehe Abbildungen 3.5 und 3.10) haben recht eindeutig ergeben, dass trotz deutlich höherer Eintragungszahlen pro Jahr, nur rund 100 Stuten in das Zuchtsystem zufließen, deren Beitrag als substantiell und nachhaltig einzustufen ist. Bei einem ungefähren Generati-

---

<sup>1</sup>Der einfachste denkbare Fall entsteht bei der Unterscheidung zweier klar getrennter Pfade innerhalb der weiblichen Zuchttiere. Die Gruppe der nur als Stutmütter zugelassenen Tiere hat demnach keine männliche Nachkommen im System was zusätzlich zur Varianz der Familiengröße beiträgt. Dies wurde unter Verwendung der auf Seite 57 dargestellte Formulierung (3.2) ebenfalls berücksichtigt.

**Tabelle 6.1:** Übersicht über die verwendeten Ausgangsparameter (fixe Designparameter) für Süddeutsches Kaltblut und Haflinger

<b>Parameter</b>	<b>Süddeutsches Kaltblut</b>	<b>Haflinger</b>
Anzahl aktive Zuchtstuten	700	800
Geschlechterverhältnis i.d. Zuchstufe (Stuten:Hengste)	1:20	1:20
Reproduktionserfolg (pro Stute und Jahr)	2/3	2/3
Geschlechterverhältnis b. Geburt	50:50	50:50
Sterblichkeiten:		
Geburt bis Aufnahme	15%	15%
zw. Reproduktionszyklen (Stuten)	10%	10%
zw. Reproduktionszyklen (Hengste)	5%	5%
Länge Reproduktionszyklus	1 Jahr	1 Jahr
Alter beim ersten Nachkommen:		
Stuten	4 Jahre	4 Jahre
Hengste	4 Jahre	4 Jahre
Prüfkapazitäten:		
Stutbuchaufnahme	200	227
Körung	50	50
Stationsleistungsprüfung (Stuten)	–	50
Feldleistungsprüfung (Stuten)	100	25
Stationsleistungsprüfung (Hengste)	–	15
Feldleistungsprüfung (Hengste)	15	–
Einsatzdauer im Pfad ff	10 Jahre	10 Jahre

onsintervall von etwa 7 Jahren (Haflinger: 8 Jahre) ergibt dies eine ungefähre Größe von 700 (800) kontinuierlich beitragenden Zuchtstuten.

**Geschlechterverhältnis i.d. Zuchstufe** Bei den hier angeführten Geschlechterverhältnissen resultiert etwa für das Süddeutsche Kaltblut eine konstante Anzahl von 35, beim Haflinger von 40 Zuchthengsten, die auf den ersten Blick als zu niedrig erscheinen mag. Auch hier haben die Untersuchungen in Kapitel 3 (siehe insbesondere die Zusammenfassung auf Seite 68) Hinweise darauf ergeben, dass die momentane Höhe der jährlichen Neuzulassungen von Hengsten den tatsächlichen Bedarf übersteigt, was zu einer Nachselektion durch die Züchter führt. Eine Reduzierung kann und sollte durchgeführt werden, ohne dass daraus notwendigerweise negative Einflüsse für die effektive Populationsgröße erwartet werden müssen. Es soll betont werden, dass diese Grundannahme demnach selbst bereits ein Vorschlag für eine Optimierung darstellt.

**Alter beim ersten Nachkommen** In den hier verwendeten Designs wird unterstellt, dass die Tiere mit durchschnittlich 4 Jahren ihre ersten Nachkommen haben und zu diesem Zeitpunkt bereits ins Zuchtbuch aufgenommen und ggf. leistungsgeprüft sind. Dies trifft in der Realität nur eingeschränkt zu, wie die Ergebnisse in Kapitel 4 (siehe Tabellen 4.8, 4.9, 4.13 und 4.14) zeigen. Auch hier wird also bereits ein optimiertes System unterstellt. Umgekehrt wird nur selten ein Erreichen der Zuchtreife vor dem dritten Lebensjahr zu beobachten sein.

**Prüfkapazitäten** Die hier angegebenen Prüfkapazitäten orientieren sich grob an aktuellen Beobachtungen bei Prüfereignissen. Es wurde in den Optimierungsansätzen zunächst unterstellt, dass diese Kapazitäten fixiert sind und, wenn nicht anders aufgeführt, dass diese Kapazitäten auszunutzen sind.

**Weitere Aspekte** Durch die Wahl der Ausgangsparameter sind indirekt eine ganze Reihe von Größen bereits festgelegt. Die Optimierung entwickelt sich im Spannungsfeld zwischen der fixen Populationsgröße, fixen Annahmen bezüglich der Prüfkapazitäten und variablen Einsatzlängen in den Pfaden. Aus diesen Eckpunkten resultieren die notwendigen Austauschraten. Zu klären bleibt die Frage, wann und mit welchem Informationshintergrund die Selektion stattfinden sollte.

- Im Rahmen der Untersuchungen wurde eine einmalige (wenn auch möglicherweise zweistufige) Selektion unterstellt, was bedeutet, dass der Verbleib eines endgültig in die Zuchtpopulation aufgenommenen Tieres nicht wiederholt an der Überlegenheit seines aktuellsten Zuchtwertes entschieden wird. Die Limitierung auf eine bestimmte Anzahl von Einsatzjahren gilt somit für alle Zuchttiere unabhängig von ihrem aktuellen Zuchtwert. Diese Annahme mag in gewissem Umfang praxisfern sein, eine verbesserte Modellierung (kontinuierliche Überprüfung und Entscheidung über Verbleib oder Ausscheiden eines Zuchttiers an den jeweils aktuellsten Zuchtwerten) lässt sich im Rahmen einer Modellkalkulation jedoch kaum befriedigend umsetzen.
- Die Selektionsintensitäten ergeben sich aus den fixen Prüfkapazitäten und den benötigten Austauschraten, die wiederum von der Einsatzdauer abhängen. Ist beispielsweise die Prüfkapazität in der Körung begrenzt (hier: 50 Hengste) folgt daraus, dass nur eine spezifische Anzahl von Hengstmüttern benötigt wird, um diese Anzahl männlicher Nachkommen zu produzieren. Bei gegebenem Reproduktionserfolg, gegebenem Geschlechterverhältnis bei Geburt und gegebener zufälliger Sterblichkeit bis zur Aufnahme, resultiert eine notwendige Hengstmütterpopulation von 176 Stuten in beiden Populationen. Die Länge der Einsatzdauer in diesem Pfad bestimmt dann die notwendige Austauschrate und die sich daraus ableitenden Selektionsintensität. Die aktuelle Zuchtbuchordnung schreibt eine vollgeprüfte Mutter (Stutbuchaufnahme und Leistungsprüfung) bei einem männlichen Selektionskandidaten vor. Die jährlich benötigte Austauschrate bei Hengstmüttern sollte also die Prüfkapazität in der Feldeleistungsprüfung der Stuten nicht überschreiten.
- Die Selektion einer spezifischen Gruppe von Hengsten als Hengstväter wurde in den vorliegenden Untersuchungen nicht vorgenommen. Grund hierfür waren Überlegungen zum strukturellen Aufbau der Zuchtpopulation. Allerdings wurde es als prinzipiell möglich angesehen, unterschiedliche maximale Einsatzlängen in den beiden Hengstpfaden zu definieren. Dies bedeutet konkret, dass nur männliche Nachkommen aus einer definierten Anzahl erster Einsatzjahre eines Zuchthengstes als Kan-

didaten anerkannt würden. In seinen verbliebenen Einsatzjahren würde der Hengst ausschließlich zur Produktion weiblicher Zuchttiere eingesetzt. Diese Annahme führt dazu, dass die Anzahl Hengstväter im System zu einer variablen Größe wird, die vom Verhältnis der beiden maximalen Einsatzjahre in den Hengstpfeiden beeinflusst ist. Es wurden nur solche Designvarianten berücksichtigt, bei denen die Anzahl Hengstväter bei gegebenem Paarungsverhältnis ausreichend hoch war, um die Hengstmütter zu decken.

## 6.2.2 Selektionsschemas

Für alle Stuten im Mutter-Tochter Pfad wurde grundsätzlich eine einstufige Selektion nach Vorliegen der Ergebnisse der Stutbuchaufnahme unterstellt. Die Einsatzlänge wurde auf maximal 10 Jahren fixiert und nicht variiert. Jährlich müssen somit im Rahmen der Designannahmen 107 (Haflinger: 123) Stuten nachgestellt werden.

Die maximale Einsatzdauer der Hengstmütter wurde im Rahmen der Optimierungen zwischen 3 und 10 Jahren variiert, um eine optimale Einsatzdauer zu ermitteln. Unterstellt wurde in allen Untersuchungen ein zweistufiges Selektionsschema<sup>2</sup>. Dazu folgende Erläuterungen: Unter der Annahme eines zweistufigen Verfahrens sind die Hengstmütter in der ersten möglichen Einsatzsaison nach der Stutbuchaufnahme noch nicht eindeutig identifiziert. Eine grundsätzliche Überlegenheit dieses Selektionsschemas gegenüber einem einstufigen Verfahren ergibt sich aber nur bei einem gegenüber dem einstufigen Verfahren unveränderten Generationsintervall in diesem Pfad. Dies kann dadurch sichergestellt werden, dass alle auf der ersten Stufe selektierten weiblichen Tiere (in der an diese Selektionsstufe anschließenden ersten Zuchtsaison), ebenso wie die als Hengstmütter identifizierten Altstuten ausschließlich mit Hengstvätern verpaart werden. Alle männlichen Nachkommen nachträglich selektierter Hengstmütter aus dieser Saison können dann als Kandidaten betrachtet werden. Es muss aber sichergestellt sein, dass zu jedem Zeitpunkt (bei gegebenem Paarungsverhältnis 1:20) die Gruppe der Hengstväter groß genug ist um diese Vorgehensweise auch zu ermöglichen. In beiden Populationen sind unter dieser Annahme rund 220-260 Stuten (je nach Einsatzdauer im Hengstmutterpfad) mit Hengstvätern zu belegen. Bei allen nachfolgenden Optimierungen der Selektionsstrategie in den Hengstpfeiden wurde diese Anforderung als Nebenbedingung berücksichtigt.

### Design 1: Selektion ausschließlich auf Stufe 1 (Körung)

Alle männlichen Kandidaten werden nach Vorliegen der ersten relevanten Eigenleistung, der Information der Körung, vollständig bis zum Erreichen des tatsächlichen Austauschbedarfs selektiert. Nicht selektierte Hengste sind somit genetisch als gemerzt zu betrachten und gehen auch nicht in die Leistungsprüfung, was dort zu wechselnden Auslastungen der Prüfkapazität führt<sup>3</sup>. Die Information aus der Leistungsprüfung trägt nicht mehr zur Selektionsinformation des Kandidaten bei, sondern wird erst für dessen Nachkommen

---

<sup>2</sup>Hier wurden nach Vorliegen der Ergebnisse der Stutbuchaufnahme Anwärterinnen für den Hengstmutterpfad in der Größenordnung der Kapazitätsgrenze der Stutleistungsprüfung (100 Tiere beim Süddeutschen Kaltblut, 50 plus 25 Tiere beim Haflinger) selektiert und nach Vorliegen der Ergebnisse der Leistungsprüfung bis zum tatsächlichen Austauschbedarf (im Hengstmutterpfad). Auf der zweiten Stufe ausscheidende Stuten sind nur als Stutmütter anzusehen.

<sup>3</sup>Die Nebenbedingung einer vollständigen Ausnutzung der Prüfkapazitäten der Leistungsprüfung wurde aufgehoben.

wirksam. Zur Ermittlung eines Optimums wurden die maximalen Einsatzlängen in den Pfaden mm und mf zwischen einem und zehn Jahren variiert. Durch die vollständige Selektion auf der ersten Stufe kann der Kandidat an der ersten Zuchtsaison nach Erreichen der Zuchtreife teilnehmen (Alter von 4 Jahren beim ersten Nachkommen). Der Vorteil ist also in einem relativ niedrigen durchschnittlichen Generationsintervall zu suchen.

**Stichpunkte:** Vollständig Selektion der Hengste bei der Körung (mit Merzung).

### Design 2a: Selektion auf zwei Stufen (Eigenleistung, mit Warten)

In diesem Design wird eine zweistufige Selektion männlicher Kandidaten unterstellt. Die Selektionskandidaten werden bei der Körung bis zur Kapazitätsgrenze der Feldleistungsprüfung selektiert und dann, nach Vorliegen der Ergebnisse der Leistungsprüfungen, bis zum tatsächlichen Austauschbedarf. Auf der ersten Stufe ausscheidende Hengste sind genetisch als gemerzt zu betrachten. Die auf der ersten Stufe selektierten Hengste werden nicht eingesetzt, bevor Eigenleistungen aus beiden Leistungsbereichen vorliegen. Dadurch erhöht sich das Ersteinsatzalter um ein Jahr und entsprechend das durchschnittliche Generationsintervall in den Hengstpfeiden.

**Stichpunkte:** Selektion mit Merzung bei Körung bis Kapazitätsgrenze der Hengstleistungsprüfung. Zweite Selektionsstufe bei Hengstleistungsprüfung. Kein Zuchteinsatz vor Hengstleistungsprüfung.

### Design 2b: Selektion auf zwei Stufen (Eigenleistung, ohne Warten)

Ziel dieser Designvariante war es zu überprüfen, ob sich die Vorteile einer höheren Genauigkeit einer Selektion auf der zweiten Stufe mit den Vorteilen eines kurzen Generationsintervalls verbinden lassen. Die auf der Basis der Körleistung bis zur Kapazitätsgrenze der Leistungsprüfung selektierte Hengste werden sofort für eine Saison eingesetzt. Am Ende dieser Saison wird, auf der Basis der dann vorliegenden vollständigen Leistungsinformationen (Körung und Leistungsprüfung), bis zum tatsächlichen Austauschbedarf selektiert. Noch nicht vollständig selektierte Junghengste werden ohne Unterscheidung in beiden Hengstpfeiden eingesetzt. Nachkommen von auf der zweiten Stufe ausscheidenden Hengste (also die Nachkommen aus der einzigen Einsatzsaison dieser Hengste) verbleiben im Zuchtschema<sup>4</sup>. Zur Illustration sei erwähnt, dass nun in allen Varianten jährlich exakt 15 Zuchthengste (entspricht der angesetzten Kapazitätsgrenze der Hengstleistungsprüfung) ins Zuchtschema zufließen. Erst im zweiten Einsatzjahr sind nur noch auf beiden Stufen selektierte Hengste im System. Dadurch ergibt sich im Rahmen der Designannahmen für den Pfad mf, dass sich zu jedem Zeitpunkt ein konstantes Verhältnis von  $p = 15/35$  (Süddeutsches Kaltblut) bzw.  $p = 15/40$  (Haflinger) nur auf der ersten Stufe selektierte, zu  $1-p$  auf beiden Stufen selektierte Zuchthengste im System befindet (das Verhältnis im Pfad mm wird zusätzlich von der maximalen Einsatzdauer der Hengste als Hengstväter beeinflusst).

**Stichpunkte:** Selektion mit Merzung bei Körung bis Kapazitätsgrenze der Hengstlei-

<sup>4</sup>Ein nachträgliches Aussortieren aller ihrer Nachkommen wäre zwar theoretische möglich (und bis zu einem gewissen Grad auch zu erwarten) wurde als pauschale Vorgehensweise im Zuchtschema weder als sinnvoll noch als konsensfähig eingestuft.

stungsprüfung. Zweite Selektionsstufe bei Hengstleistungsprüfung mit Merzung. Einsatz der gekörnten Hengste vor Leistungsprüfung für eine Saison in beiden Pfaden. Nachkommen von auf der zweiten Stufe gemerzten Hengsten sind vollwertige Kandidaten.

### Design 2b, Ergänzung

Durch eine Variation der Testkapazität der Hengstleistungsprüfung (2. Selektionsstufe) kann zusätzlich der Effekt einer veränderten Selektionsschärfe nach Vorliegen der Ergebnisse der Körung modelliert werden (die sich damit ebenso verringernde Informationsmenge über vollgeprüfte männlich Halbgeschwister ist im Gesamtkontext von untergeordneter Bedeutung). Zu einer Abschätzung des Effektes wurde die Testkapazität variiert. Die daraus resultierenden Ergebnisse werden gesondert aufgeführt.

### Design 2c: Selektion auf zwei Stufen (Eigenleistung, Nachkommenleistung)

Dieses Selektionsschema kann dann einen Vorteil haben, wenn der zusätzliche Gewinn an Information (durch das zusätzliche Vorliegen von Nachkommeninformation) und somit an höherer Genauigkeit bei der Selektion größer ist, als die Einbußen durch ein verlängertes Generationsintervall (bezogen auf den Zuchtfortschritt pro Zeiteinheit). Ein solches Selektionsschema erfordert in der praktischen Umsetzung ein hohes Maß an Planung und Übersicht und sollte bereits deshalb nur bei deutlicher Überlegenheit im Zuchtfortschritt erwogen werden<sup>5</sup>. Untersucht wurde eine Variante eines solchen Selektionsschemas ausgehend von Design 2b. Das Schema kann wie folgt skizziert werden:

- Die Hengste werden unverändert auf der ersten Stufe bis zur angenommenen Testkapazität der Hengstleistungsprüfung selektiert (auf der Basis der Eigenleistung der Körung und den Leistungen der Eltern und Halbgeschwister aus Stutbuchaufnahmen/Körungen und Leistungsprüfungen).
- Die selektierten Hengste gehen für eine Saison in den Zuchteinsatz und legen am Ende dieser Saison unverändert ihre Leistungsprüfung ab. Für diese "Testhengste" wird ein unverändertes Geschlechterverhältnis in der Paarung angenommen. Jeder Hengst wird also an 20 Stuten angepaart (ohne weitere Einschränkung).
- Mit der Selektion auf der zweiten Stufe wird gewartet, bis Informationen der Nachkommen aus dieser "Testsaison" vorliegen. Die Wartezeit beträgt 4 Jahre (ein Jahr bis zur Geburt der Nachkommen, deren Prüfung erfolgt dann dreijährig) wenn auf die Ergebnisse der Stutbuchaufnahmen/Körungen der Nachkommen gewartet wird bzw. 5 Jahre wenn zusätzlich bis zum Vorliegen der Ergebnisse der Leistungsprüfungen der Nachkommen gewartet wird.
- Die Nachkommen aus dem Testeinsatz verbleiben im System. Das Ersteinsatzalter ist demnach unverändert. Es ergibt sich wie in Design 2b ein spezifisches Verhältnis von halbgeprüften (Körung) zu vollgeprüften Hengsten (Körung + Hengstleistungsprüfung + Nachkommenleistungen) im System. Die Vorteile einer höheren

---

<sup>5</sup>Männliche Kandidaten gehen in einen Testeinsatz, für den eine hinreichend große Anzahl von weiblichen Paarungspartnern zur Verfügung stehen müssen. Sie warten, bis ihre weiblichen und männlichen Nachkommen aus dem Testeinsatz selbst geprüft sind. Es muss entschieden werden, was mit Nachkommen aus diesem Testeinsatz geschehen soll, wenn der Hengst auf der zweiten Stufe nicht selektiert wird. Zuletzt muss sichergestellt sein, dass sich die mit hohem zeitlichen Aufwand geprüften Althengste in ausreichendem Umfang in die Population einbringen können. Der letzte Punkt dürfte in kleinen und überwiegend auf Natursprung ausgerichteten Populationen das entscheidende Problem darstellen.

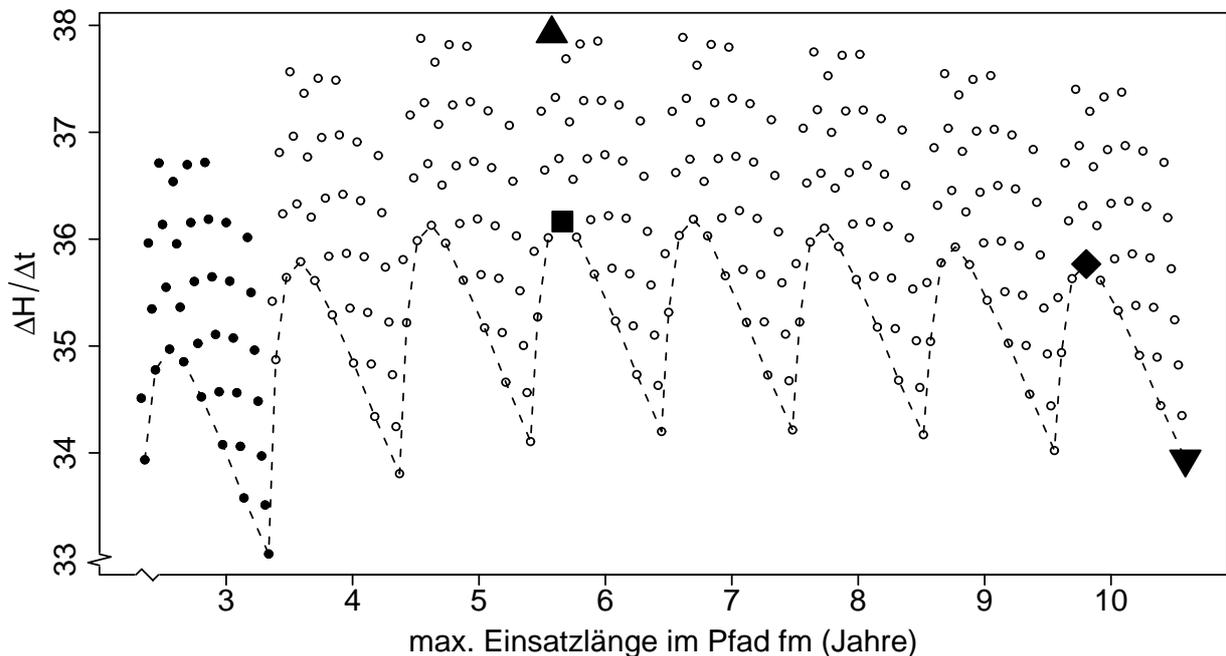
Genauigkeit der Selektion werden nur für einen Teil eines Nachkommenjahrgangs wirksam.

**Stichpunkte:** Selektion mit Merzung bei Körung bis Kapazitätsgrenze der Hengstleistungsprüfung. Testeinsatz der Hengste für eine Saison ohne weitere Beschränkungen. Nach Testesaison Hengstleistungsprüfung. Vollständige Selektion erst nach Vorliegen der Nachkommenleistungen aus dem Testeinsatz. Nachkommen aus dem Testeinsatz sind vollwertige Kandidaten.

## 6.3 Ergebnisse

Die optimale Strategie hängt wesentlich vom Willen und der Möglichkeit zur Durchsetzung zunehmend restriktiver Maßnahmen ab. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt deshalb unter verschiedenen Gesichtspunkten, die kurz erläutert werden sollen (siehe auch Abbildung 6.2).

**Abbildung 6.2:** Exemplarische Übersicht über die Ergebnisse eines Optimierungslaufs (hier Design 1, Süddeutsches Kaltblut). Die Punktwolken korrespondieren mit der max. Einsatzdauer im Pfad  $f_m$  (die Form der mit einer max. Einsatzdauer von 3 Jahren ( $f_m$ ) korrespondierenden Punktwolke ist angedeutet). Nach oben gerichtetes Dreieck: Ergebnis im globalen Optimum. Nach unten gerichtetes Dreieck: Ergebnis der Nullvariante ( $m_f = m_m = f_m = f_f = 10$  Jahre). Raute: Ergebnis der als Lokal 1 bezeichnet Variante. Quadrat: Ergebnis der als Lokal 2 bezeichnet Variante. Gestrichelte Linie: Ergebnisse für Einsatzlänge  $m_m = m_f$ .



- Absoluter Bezugspunkt sind die Ergebnisse der sog. **Nullvarianten**. Die Einsatzlängen sind dabei in allen Pfaden gemäß den Grundannahmen maximal und uneinflusst (Pfadlängen  $m_m = m_f = f_m = f_f = 10$  Jahre). Ein Vergleich der Ergebnisse der Nullvarianten über alle Designs erlaubt somit eine Abschätzung des Effektes der Selektion auf verschiedenen Stufen und mit unterschiedlichem Informationshintergrund, unabhängig vom Effekt einer zusätzlichen Optimierung der Einsatzlängen.

- Bleibt die Einsatzlänge in den Mutter-Pfaden unbeeinflusst ( $f_m = f_f = 10$  Jahre) und wird eine Verkürzung der Einsatzlänge in den male-Pfaden ohne weitere Differenzierung zwischen  $m_m$  und  $m_f$  vorgenommen, führt dies zu den als **Lokal 1** bezeichneten Optimas. Es soll gezeigt werden, wie sich durch diesen ersten Schritt einer Einflussnahme auf die Pfadlängen, die Ergebnisse der Nullvarianten verbessern lassen.
- Für das als **Lokal 2** bezeichnete Optimum wird zusätzlich die Möglichkeit einer Verkürzung der Pfadlänge im Mutter-Sohn Pfad angenommen. Die Hengstpfade sind weiter undifferenziert.
- **Global** bezeichnet das globale Optimum des Optimierungsdurchgangs in jedem Design. In der Regel sind nun alle Pfadlängen differenziert ( $f_f$  fix bei 10 Jahren). Es wurde allerdings grundsätzlich unter der Randbedingung  $m_m \leq m_f$  und natürlich  $f_m \leq f_f$  optimiert.

Für die als Nullvariante, Lokal 1 und Lokal 2 bezeichneten Ergebnisse gilt grundsätzlich, dass alle Hengste im System auch als Hengstväter zu betrachten sind. Dies gilt nicht mehr im globalen Optimum, wenn sich dort die Hengstpfade differenzieren. Das als Global bezeichnete Optimum wird nur in dem Maße gültig sein, wie sichergestellt werden kann, dass alle für die Leistungsprüfung vorselektierten Jungstuten und alle bereits als solche deklarierten Hengstmütter im System sicher an Hengstväter angepaart werden. Dies dürfte zwar grundsätzlich durch entsprechende Maßnahmen auch in diesen auf Natursprung ausgerichteten Populationen sichergestellt werden können, stellt aber eine weitreichende und mit einigem logistischen Aufwand verbundene Einflussnahme dar.

### 6.3.1 Süddeutsches Kaltblut

Einige Aspekte gelten mit kleineren Abweichungen für alle berechneten Designs oder stellen allgemeine Tendenzen dar. Sie werden nachfolgend zusammengefasst besprochen (siehe Darstellung der Ergebnisse in Tabelle 6.2).

- Trotz Schwankungen der Menge an korrelierter Information über verwandte Tiere, können ungefähre Größenordnungen für die Genauigkeit der Selektion ( $\rho_{HI}$ ) über alle Designs angegeben werden. Bei Vorliegen einer Eigenleistung aus der Stutbuchaufnahme/Körung (erste Selektionsstufe) werden für einen männlichen Selektionskandidaten Werte um 0.68, für einen weiblichen Kandidaten Werte um 0.72 erreicht. Bei zusätzlichem Vorliegen der Eigenleistung aus der Leistungsprüfung erreichen männliche Kandidaten Werte um 0.76, weibliche Kandidaten um 0.77. Die Korrelation zwischen den Indices auf beiden Stufen ( $\rho_{I_1 I_2}$ ) liegt dann bei Werten um 0.91 für männliche Kandidaten und etwa 0.94 für weiblichen Kandidaten. Wird auf zusätzlich auf Nachkommeninformation gewartet (Design 2c), steigt die Genauigkeit der Selektion für einen vollgeprüften männlichen Kandidaten durch die Nachkommeninformation auf Werte um 0.82, wenn nur auf die Nachkommenleistung aus Stutbuchaufnahmen oder Körungen und auf 0.84, wenn zusätzlich auf Nachkommeninformationen aus Leistungsprüfungen gewartet wird. Die Korrelation zwischen den Indices auf beiden Stufen erreicht hier Werte von 0.83-0.84.
- Im einstufigen Selektionsschema wird auf der ersten Stufe bis zum vollständigen Austauschbedarf selektiert. Dadurch wird auf dieser einzigen Selektionsstufe eine relativ hohe Selektionsschärfe erreicht. Diese wird für alle Zuchthengste und somit für alle

**Tabelle 6.2:** Süddeutsches Kaltblut; Übersicht über die im Text beschriebenen Varianten je Design. Kriterium zur Bestimmung der Vorzüglichkeit ist der Zuchtfortschritt im Gesamtzuchtwert pro Jahr ( $\Delta H/\Delta t$ ) in Euro. Die erste Spalte bezeichnet das Design die zweite den Optimumtyp (siehe Text). **mLP** gibt die unterstellte Maximalkapazität der Hengstleistungsprüfung. Spalten mm, mf, fm, ff geben die maximale Einsatzdauer in den Pfaden. **L** ist das durchschnittlichen Generationsintervall.  $N_a$  bezeichnet die resultierende jahreseffektive Populationsgröße.

Design	Optimum	mLP	mm	mf	fm	ff	L	$N_a$	$\Delta H/\Delta t$
1 (einstufig, Körung)	Null	15	10	10	10	10	7.86	863	33.94
	Lokal 1		5	5	10	10	6.77	1135	35.77
	Lokal 2		5	5	6	10	6.41	1053	36.19
	Global		2	5	6	10	6.06	949	37.92
2a (zweistufig, Körung/Leistungspr., mit Warten)	Null	15	10	10	10	10	8.36	976	34.13
	Lokal 1		4	4	10	10	7.04	1467	35.07
	Lokal 2		4	4	6	10	6.68	1376	35.35
	Global		3	8	6	10	7.01	860	37.56
2b (zweistufig, Körung/Leistungspr., ohne Warten)	Null	15	10	10	10	10	7.15	1729	36.26
	Lokal 1		7	7	10	10	6.78	1641	37.17
	Lokal 2		7	7	6	10	6.42	1546	37.73
	Global		4	7	6	10	6.14	1419	38.35
2b, Ergänz. (wie 2b, Selektions- schärfe auf der 1. Stufe erhöht)	Null	10	10	10	10	10	7.49	1559	35.92
	Lokal 1		7	7	10	10	7.02	1430	37.21
	Lokal 2		7	7	6	10	6.67	1339	37.70
	Global		3	7	6	10	6.24	1175	39.17
2c (zweistufig, Eigenleistung/ Nachkommenleistung)	Null	15	10	10	10	10	8.30	2030	31.82
	Lokal 1		7	7	10	10	7.92	1903	32.41
	Lokal 2		7	7	6	10	7.56	1808	32.64
	Global		2	7	6	10	6.76	1351	34.13

Nachkommen wirksam. Hingegen ist in allen zweistufigen Verfahren die Selektionsschärfe auf der ersten Stufe durch die Testkapazität der Leistungsprüfung fixiert. Es wird konstant mit einer Selektionsintensität von  $i(15/50)$  (Designs 2a, 2b, 2c), bzw.  $i(10/50)$  (Design 2b, Ergänzung) selektiert. Unabhängig davon, wie scharf und mit welcher Genauigkeit auf der verbliebenen zweiten Stufe selektiert werden kann, wird diese niedrige Selektionsintensität für einen Anteil Nachkommen wirksam. Dieser entspricht dem Anteil zwischen halbgeprüfter Hengste an allen Zuchthengsten im jeweiligen Pfad. Dies ist ein wesentlicher Grund dafür, dass die Ergebnisse des einstufigen Selektionsschemas gegenüber zweistufigen nicht deutlicher abfallen.

- Unter den Annahmen der Nullvariante ist der Austauschbedarf in allen Pfaden im Minimum, es wird die nach Design höchst mögliche Selektionsschärfe erreicht (im einstufigen Fall auf der ersten, in zweistufigen Schemas auf der zweiten Stufe). Im selben Zug erreicht das Generationsintervall ein Maximum, was den Zuchtfortschritt pro Zeiteinheit wieder relativiert.
- Für die Nullvariante und die als Lokal 1 und Lokal 2 bezeichneten Varianten gilt, dass alle Zuchthengste im System auch Hengstväter sind. Die Anzahl von Hengstväter im System ist deshalb im Vergleich zu der als Global bezeichneten Variante (mit einer Differenzierung der Einsatzdauer zwischen den Hengstpfaden) maximal.

Für Designs die einen vorläufigen Einsatz der nur auf der ersten Stufe selektierten Hengste vorsehen (Designs 2b, 2b Ergänzung und 2c), gilt hier ein stabiles Verhältnis von  $p$  ( $= 15/35$ ) "halb", zu  $1 - p$  "voll" getesteten Hengsten in beiden Hengstpfaden.

- Wird eine Differenzierung der Einsatzlängen zwischen den Hengstpfaden vorgenommen, resultieren drei Effekte
  1. Bei einer gleichbleibenden Selektionsintensität kann durch die Verkürzung der Einsatzlänge im Pfad mm eine Verkürzung des durchschnittlichen Generationsintervalls erreicht werden.
  2. Bei einem gleichbleibenden Generationsintervall kann durch eine Verlängerung der maximalen Einsatzdauer im Pfad mf (bei gleichzeitiger Verkürzung im Pfad mm) die Selektionsintensität auf der Hengstseite angehoben werden.
  3. Mit einer zunehmenden Differenzierung zwischen den Hengstpfaden reduziert sich die Anzahl Hengstväter im System. Gleichzeitig wird das Verhältnis "halb" zu "voll" getesteten Hengstvätern im System zunehmend ungünstiger.
- Wird eine Verkürzung der Einsatzlänge im Pfad fm als eine mögliche Option angenommen (Lokal 2), strebt das System einem neuen Optimum mit einer spezifischen und über alle Designs optimalen Einsatzlänge von hier 6 Zuchtjahren in diesem Pfad zu. Dieses Optimum ergibt sich in der Balance zwischen den positiven Effekten einer steigenden Selektionsschärfe in diesem Pfad und den negativen Effekten eines sich verlängernden Generationsintervalls.

In Design 2c fallen alle Ergebnisse mit einer angenommenen Wartezeit von 5 Jahren (bis zum zusätzlichen Vorliegen von Leistungsprüfungsergebnisse der Nachkommen) noch einmal deutlich unter die Ergebnisse bei Annahme einer vier jährigen Wartezeit (nur bis zum Vorliegen von Nachkommeninformation aus Stutbuchaufnahme und Körung). In der Übersicht in Tabelle 6.2 sind deshalb nur die Ergebnisse für eine vierjährige Wartezeit aufgeführt.

### Optimale Strategien

**Nullvarianten** Die Nullvariante ohne Einflussnahme auf die Pfadlängen wurde als absoluter Bezugspunkt gewählt. Es kann hier eindeutig eine Überlegenheit (im Kriterium Zuchtfortschritt pro Zeiteinheit) für die als Design 2b (zweistufig, Körung/Leistungsprüfung, ohne Warten) bezeichnete Selektionsstrategie festgestellt werden. Gegenüber diesem Optimum fallen die Ergebnisse eines einstufigen Selektionsschemas (auf der Basis der Körinformation, Design 1) ebenso deutlich ab, wie die eines Schemas mit Berücksichtigung von Nachkommenleistungen (Design 2c). Ist es im ersten Fall die vergleichsweise niedrige Genauigkeit der Selektion auf der ersten Stufe, die zu einer Unterlegenheit dieses Schemas führt, ist es im zweiten Fall der ungünstige Effekt einer langen Wartezeit bis zum Vorliegen der Nachkommenleistung. Zusätzlich wird der Vorteil einer höheren Selektionsgenauigkeit nicht für einen hinreichend großen Teil eines Nachkommenjahrgangs wirksam. Die Unterlegenheit des berechneten "Progeny"-Testdesigns ist dabei so substantiell, dass es, auch im Anbetracht der im Verlauf der Arbeit sichtbar gewordenen Probleme in Bezug auf Merkmalerhebungen und allgemeine Datenqualität, nicht sinnvoll erschien, über andere Varianten eines solchen Designs zu spekulieren (wie etwa die Verwertung früher anfallender Nachkommeninformation, aus Fohlenbewertungen und Nachzuchtschauen). Das zweistufige, auf Eigenleistung basierende System mit Wartezeit (Design 2a) bringt in der

Nullvariante gegenüber Design 1 zwar einen leichten Vorteil, bleibt auf Grund des langen Generationsintervalls aber unter den Möglichkeiten. Ganz abgesehen davon, ist ein um ein Jahr verzögerter Ersteinsatz durch diese minimale Überlegenheit wohl kaum zu rechtfertigen. Im Zweifelsfall würde man hier wohl auf ein einstufiges Verfahren zurückgreifen, das zudem die Möglichkeit zur Einsparung an Testkapazität in der Hengstleistungsprüfung bietet (diese wird in den berechneten Varianten für Design 1 in der Regel nur zu etwa 50% ausgenutzt). In Design 2b wird der Vorteil eines kurzen Generationsintervalls (durch den Einsatz der auf der Basis der Körinformation vorselektierten Hengste) mit der höheren Genauigkeit der Selektion auf der zweiten Stufe vorteilhaft kombiniert. Dies führt zu einer Überlegenheit, die selbst durch den bereits angesprochenen negativen Effekt der geringeren Selektionsschärfe auf der ersten Stufe (die für einen Teil jeder Nachkommengeneration wirksam wird) nicht nivelliert wird.

**Varianten Lokal 1 und 2** Die Überlegenheit von Design 2b zeigt sich grundsätzlich auch dann, wenn eine Verkürzung der Einsatzdauer der Hengste als durchsetzbar angesehen wird (Varianten Lokal 1 und Lokal 2). Die höhere Selektionsschärfe durch niedrigen Austauschbedarf führt bei gegenüber Design 1 vergleichbaren Generationenintervallen zur Vorzüglichkeit einer mit sieben Jahren relativ langen Einsatzdauer in den Hengstpfaden. Dies ist im Anbetracht unveränderter Aufzuchtkosten als zusätzlicher Vorteil anzusehen.

**Globale Optimas** Wenn eine Reduzierung der Einsatzdauer eines Hengstes als Hengstvater gegenüber der Einsatzdauer als Stutvater als realisierbarer Ansatz angesehen wird (globales Optimum), kann eine moderate Erhöhung der Selektionsschärfe auf der ersten Stufe einen zusätzlichen Vorteil bringen (Design 2b, Ergänzung). Im direkten Vergleich der globalen Optimas zwischen Design 2b und 2b-Ergänzung wird dadurch eine höhere Selektionsintensität für den konstanten Anteil halbgeprüfter Hengste im System wirksam. Dieser Anteil ist durch die schärfere Selektion noch dazu kleiner. Der dadurch entstehende Vorteil wird auch durch den Nachteil einer nun niedrigeren Selektionsintensität auf der zweiten Stufe nicht ausgeglichen.

### 6.3.2 Ergebnisse Haflinger

Für die Situation beim Haflinger kennzeichnend ist eine zusätzliche Differenzierung durch die Möglichkeit einer Feld- oder Stationsprüfung für Stuten. Die Prüfkapazitäten sind in Anlehnung an die beobachtete Situation etwas geringer angesetzt als beim Süddeutschen Kaltblut (Kapazität insgesamt für 75 Stuten, 50 an Station, 25 im Feld). Für weibliche Kandidaten ergibt sich somit die Situation, dass sie "halb" (nur Stutbuchaufnahme) oder "voll" (Stutbuchaufnahme und Feldleistungsprüfung bzw. Stutbuchaufnahme und Stationsleistungsprüfung) getestet sein können. Dies trifft ebenso für Mütter von Kandidaten/innen zu. Um die, durch die Verwendung einer Monte-Carlo-Simulation zur Berechnung des Selektionserfolges im zweistufigen Fall vergleichsweise hohen Rechenzeiten, in einem vertretbaren Rahmen zu halten, wurde eine Vereinfachung eingeführt. Bei einem männlichen Kandidaten wird immer eine an Station geprüfte Mutter, bei einem weiblicher Kandidaten immer eine nur in der Stutbuchaufnahme getestete Mutter angenommen.

In diesem Zusammenhang war ein Vergleich des Informationsgehaltes zwischen Stations- und Feldleistung bei Stuten natürlicher Weise von Interesse. Dieser kann allerdings nur auf der Basis der verwendeten operationellen Parameter und der abgeleiteten Gesamtzucht-

werte geschehen, bei deren Entwicklung eine möglichst hohe Ausnutzung und Integration von Feldleistungsergebnissen ein wichtiges Kriterium gewesen war. Dieser Umstand setzt sinnvollen Vergleichen zum tatsächlichen informativen Gehalt Grenzen.

Einige allgemeine Aspekte können zusammenfassend besprochen werden. Im Gesamter-

**Tabelle 6.3:** Haflinger; Übersicht über die im Text beschriebenen Varianten je Design. Kriterium zur Bestimmung der Vorzüglichkeit ist der Zuchtfortschritt im Gesamtzuchtwert pro Jahr ( $\Delta H/\Delta t$ ) in Euro. Die erste Spalte bezeichnet das Design die zweite den Optimumtyp (siehe Text). **mLP** gibt die unterstellte Maximalkapazität der Hengstleistungsprüfung. Spalten mm, mf, fm, ff geben die maximale Einsatzdauer in den Pfaden. **L** ist das durchschnittlichen Generationsintervall.  $N_a$  bezeichnet die resultierende jahreseffektive Populationsgröße.

Design	Optimum	mLP	mm	mf	fm	ff	L	$N_a$	$\Delta H/\Delta t$
1	Null	15	10	10	10	10	7.86	978	42.11
	Lokal 1		5	5	10	10	6.77	1278	44.47
	Lokal 2		5	5	5	10	6.31	1167	45.14
	Global		2	6	5	10	6.07	938	47.71
2a	Null	15	10	10	10	10	8.36	1106	43.67
	Lokal 1		9	9	10	10	8.15	1147	44.68
	Lokal 2		9	9	5	10	7.69	1053	45.35
	Global		3	9	5	10	7.02	894	49.35
2b	Null	15	10	10	10	10	7.28	1901	47.50
	Lokal 1		6	6	10	10	6.73	1746	48.85
	Lokal 2		6	6	5	10	6.26	1626	49.85
	Global		3	6	5	10	5.97	1480	50.52
2b, Ergänz.	Null	10	10	10	10	10	7.57	1655	46.66
	Lokal 1		7	7	10	10	7.08	1506	48.24
	Lokal 2		7	7	5	10	6.62	1390	49.24
	Global		3	7	5	10	6.18	1211	51.18
2c	Null	15	10	10	10	10	8.53	2284	40.02
	Lokal 1		7	7	10	10	8.12	2118	41.03
	Lokal 2		7	7	5	10	7.66	1998	41.39
	Global		2	7	5	10	6.81	1429	43.56

gebnis liegt eine ähnliche Situation wie beim Süddeutschen Kaltblut vor. Abweichungen erklären sich sowohl aus der anderen Struktur der Populationsparameter, der unterschiedlichen Merkmalsauswahl und Gewichtung im Gesamtzuchtwert, als auch durch etwas andere Annahmen im Ausgangsdesign. Die Besprechung wird sich deshalb auf die Konsequenzen dieser Unterschiede beschränken (siehe auch Zusammenfassung der Ergebnisse in Tabelle 6.3).

- Auch beim Haflinger ergeben sich innerhalb Design für die verschiedenen berechneten Varianten nur relativ kleine Unterschiede im Umfang an korrelierter Information. Die Ergebnisse zur Genauigkeit der Selektion ( $\rho_{HI}$ ) können deshalb in ihrer Größenordnung zusammenfassend besprochen werden. Auf der ersten Selektionsstufe (nach Vorliegen der Eigenleistung aus der Körung und inklusive korrelierter Information über Eltern und paternale Halbgeschwister) erreicht ein männlicher Kandidat eine Genauigkeit um 0.62 ein weiblicher Kandidat um 0.68. Liegen zusätzlich Eigenleistungen aus der Stationsleistungsprüfung vor, erreicht ein männlicher Kandidat

eine Genauigkeit von 0.77. Beide Indices sind dann mit Werten um 0.81 korreliert. Weibliche Kandidaten erreichen nach zusätzlichem Vorliegen einer Eigenleistung aus der Stationsprüfung eine Genauigkeit von 0.76, bei Vorliegen einer Eigenleistung im Feld von 0.75. Beide Indices (erste und zweite Selektionsstufe) sind hier mit etwa 0.9 (Feld) bzw. 0.91 (Station) korreliert. Wird auf Nachkommeninformation aus Stutbuchaufnahmen und Körungen gewartet (4 Jahre Wartezeit) erreicht ein männlicher Kandidat unter den Designannahmen in 2c eine Genauigkeit von etwa 0.81. Wird zusätzlich auf die Ergebnisse der Stutleistungsprüfung der Töchter gewartet (5 Jahre Wartezeit) erhöht sich die durchschnittliche Genauigkeit auf 0.82. Beide Indices (erste Stufe: Eigenleistung Körung, zweite Stufe: Eigenleistung Körung und Leistungsprüfung und Nachkommenleistungen) sind dann nur noch mit etwa 0.77 korreliert.

- Die Ergebnisse sprechen für eine tendenziell größere Bedeutung von Leistungsprüfungsmerkmalen im Gesamtzuchtwert beim Haflinger im Vergleich zur Situation beim Süddeutschen Kaltblut. Auf der Basis des hier formulierten Gesamtzuchtwerts lassen sich darüber hinaus keine relevanten Unterschiede im Informationsgehalt zwischen der Feld- und Stationsleistungsprüfung der Stuten beim Haflinger feststellen.
- Durch die im Vergleich niedrigere Genauigkeit der Selektion auf der ersten Stufe fallen die Ergebnisse aus Design 1 im Vergleich etwa zu Design 2a deutlicher ab als beim Süddeutschen Kaltblut. Trotz des um ein Jahr verzögerten Ersteinsatzes der Hengste in Design 2a, ist der Zuchtfortschritt in allen dargestellten Varianten dem einstufigen Verfahren überlegen (substantiell in der Nullvariante und im globalen Optimum).
- Durch veränderte Annahmen zur Größe der Zuchtstutenpopulation (800) und der Maximalkapazität der Stutbuchaufnahme ergibt sich eine etwas geringere Selektionsintensität im Pfad ff als beim Süddeutschen Kaltblut. Da der Bedarf an Hengstmüttern im System unverändert bei 176 liegt (im wesentlichen nur von der unveränderten Kapazität der Körung abhängig), ist der Anteil der Hengstmütter an der Gesamtstutenpopulation geringer (176 aus 800 gegenüber 176 aus 700).
- Durch die angenommene geringere Kapazität der Stutleistungsprüfungen ist die Selektionsschärfe auf der ersten Stufe im Pfad fm etwas höher als beim Süddeutschen Kaltblut (und damit die maximal mögliche Selektionsschärfe auf der zweiten Stufe niedriger). In Kombination mit der tendenziell ebenfalls niedrigeren Genauigkeit auf der ersten Stufe dürfte dies zu einem im Vergleich niedrigeren relativen Zuchtfortschritt in diesem Pfad führen.
- Für alle Designs wird bei Verkürzung der maximalen Einsatzdauer im Pfad fm eine mit fünf Jahren im Vergleich zum Süddeutschen Kaltblut etwas niedrigere maximale Einsatzdauer als optimal festgestellt.
- Bei Designs mit einem zwischenzeitlichen Einsatz der zunächst nur auf der ersten Stufe selektierten Hengste ist das Verhältnis von halb- zu vollgetesteten Hengsten durch die höhere Anzahl Hengste im System (40) bei gleicher Annahme zur Maximalkapazität der Körung (15 in beiden Fällen) günstiger als beim Süddeutschen Kaltblut. Lag dort ein Verhältnis von etwa 0.43 : 0.57 vor, so ist es hier 0.375:0.625 (wird uneingeschränkt im Pfad mf gültig und bei allen Varianten ohne Unterscheidung der Maximaleinsatzdauer in den Hengstpfaden auch im Pfad mm). Die Ergebnisse für Design 2b sind vermutlich nicht zuletzt aus diesem Grund denen aus Design 2a in einem Maß überlegen wie dies beim Süddeutschen Kaltblut nicht zu

beobachten war.

- Für alle Varianten, die eine Verkürzung der maximalen Einsatzdauer annehmen, ergeben sich vergleichbare Ergebnisse für beide Populationen bei kleinen Abweichungen. Der augenscheinlichste Unterschied wird in den Ergebnissen für die als Lokal 1 und Lokal 2 bezeichneten Varianten in Design 2a festgestellt. Hier ist es beim Hafflinger offensichtlich von Vorteil, die Hengste möglichst lange einzusetzen, um eine möglichst hohe Selektionsschärfe auf der zweiten Stufe zu erreichen. Beim Süddeutschen Kaltblut führt eine relativ kurze Einsatzdauer und in Folge ein vergleichsweise niedriges Generationsintervall offensichtlich zu einem besseren Ergebnis.

## Optimale Strategien

**Nullvarianten** Unter den Nullvarianten ergibt sich für Design 2b (also für ein zweistufiges auf Eigenleistung basierendes Selektionsschema mit zwischenzeitlichem Einsatz der auf der ersten Stufe selektierten Hengste) das mit deutlichem Abstand beste Ergebnis im Kriterium Zuchtfortschritt im Gesamtzuchtwert pro Zeiteinheit. Tatsächlich ist es so, dass die Nullvariante aus Design 2b, selbst im Vergleich zu den Ergebnissen der als Lokal 1 und 2 bezeichneten Varianten aller anderen Designs (mit Ausnahme von Design 2b Ergänzung), noch das deutlich bessere Ergebnis zeigt. Das Ergebnisse des einstufigen Verfahrens (Design 1) sowie des Verfahrens mit einer zusätzliche Berücksichtigung von Nachkommeninformation (Design 2c, alle Ergebnisse mit 4 Jahren Wartezeit) fallen dagegen so deutlich ab, dass sie als sinnvolle Ansätze ausgeschlossen werden können. Im direkten Vergleich zwischen den Ergebnissen der Nullvarianten aus Design 1 und Design 2a, ist trotz des um ein Jahr verzögerten Ersteinsatzes in Design 2a, diese Strategie immer noch deutlich überlegen (im Gegensatz zur Situation beim Süddeutschen Kaltblut).

**Lokal 1 und Lokal 2** Auch für diese Varianten, die eine gleichmäßige Reduzierung der maximalen Einsatzdauer der Zuchthengste (Lokal 1), bzw. eine zusätzliche Verkürzung im Hengstmutterpfad bis zum jeweiligen Optimum vorsehen, ergibt sich eine deutliche Vorzüglichkeit für Design 2b. Im Optimum für diese beiden Varianten unter Design 2b führt dies zu einer maximalen Einsatzdauer von 6 Jahren in den Hengstpfaden, bzw. 5 Jahren im Mutter-Sohn Pfad und damit zu einer jeweils um ein Jahr kürzeren optimalen Einsatzdauer als dies beim Süddeutschen Kaltblut im selben Fall zu beobachten war. Allerdings ist wie bereits angesprochen selbst die Nullvariante dieses Designs allen anderen als Lokal 1 oder 2 bezeichneten Optimas anderer Designs überlegen.

**Global** Werden die globalen Optimas (die in der Regel nur durch eine Differenzierung der maximalen Einsatzlängen zwischen den Hengstpfaden erreicht werden) aller Designs verglichen, zeigt sich wie bereits beim Süddeutschen Kaltblut, dass in diesem Optimum (und nur hier) noch zusätzlicher Zuchtfortschritt durch eine etwas höhere Selektionsschärfe auf der ersten Stufe gewonnen werden kann. Diese höhere Selektionsschärfe wurde hier durch die Annahme einer geringeren Maximalkapazität der Hengstleistungsprüfung modelliert. Der Vorteil kann allerdings nur unter Einhaltung der im globalen Optimum vorgesehen maximalen Einsatzlängen wirksam werden und ist deshalb als ein Spezialfall anzusehen.

## 6.4 Zusammenfassung

Als Ergebnis der hier durchgeführten Optimierungsansätze, konnte in beiden Rassen das als Design 2b bezeichnete Selektionsschema als die vorzüglichste Vorgehensweise identifiziert werden. Als Kriterium zur Rangierung der unterschiedlichen Ansätze diene in allen Fällen der Zuchtfortschritt im für die jeweilige Rasse formulierten Gesamtzuchtwert pro Zeiteinheit ( $\Delta H/\Delta t$ ). Diese Vorzüglichkeit gilt grundsätzlich auch dann, wenn von der Möglichkeit zur Einflussnahme auf die Pfadlängen kein Gebrauch gemacht wird. Wie die Darstellungen in den Tabellen 6.2 und 6.3 zeigen, wird unter diesem Selektionsschema zusätzlich eine vergleichsweise hohe jahreseffektive Populationsgröße resultieren. Dieser Effekt ist die Konsequenz der im Vergleich zu anderen Designs (1, 2a) höheren Anzahl jährlich ins Zuchtschema eintretender und zur Population beitragender Junghengste. Der positive Effekt wird unter den gemachten Annahmen nicht durch die natürlicherweise ebenfalls steigende Varianz der Familiengröße der Hengste nivelliert. Von diesem Selektionsschema können also auch im Hinblick auf die Vermeidung von Inzucht, im Rahmen der hier gemachten Annahmen, günstige Effekte erwartet werden.

# Kapitel 7

## Diskussion

### 7.1 Die Befragungen

Als allgemeine Grundlage der Beurteilung der Vorzüglichkeit unterschiedlicher Zuchtverfahren wird in der Regel der Fortschritt im Gesamtzuchtwert pro Zeiteinheit ( $\Delta H/\Delta t$ ) ein angemessenes Kriterium sein. Natürlicher Weise ist dies auch das bevorzugte Kriterium bei der Selektion von Zuchttieren. Die Formulierung eines Gesamtzuchtwerts setzt voraus, dass vernünftige und in ihrer Herkunft nachvollziehbare Gewichtungen zur Aggregation von Zuchtwerten vorliegen oder gefunden werden können. Gerade dieser Punkt stellt in der Pferdezucht im allgemeinen und im Bezug auf die beiden bearbeiteten Populationen im Besonderen ein Problem dar. Im einleitenden Literaturteil sind die Überlegungen, die zu der hier gewählten Lösung geführt haben, ausführlich dargestellt worden. Der Versuch, in einem standardisierten Verfahren über direkte Befragungen in Form einer Contingent Valuation die Präferenzstrukturen der definierten Zielgruppen zu ermitteln und die ermittelten Geldbeträge zur Aggregation der Einzelzuchtwerte einzusetzen, dürfte in dieser Form und in diesem Umfang ein Novum darstellen. Die dabei gemachten Annahmen, die häufig wesentlich zu einer Umsetzbarkeit des Projektes beigetragen haben, können selbstverständlich kritisch hinterfragt werden. Es wird jedoch die Auffassung vertreten, dass die ermittelten Gewichtungsfaktoren in korrekter und hinreichend präziser Weise die Präferenzen der Züchter abbilden und deshalb ein Einsatz dieser Gewichtungen zur Aggregation von Zuchtwerten dann sinnvoll und wünschenswert ist, wenn eine Nutzenmaximierung durch Zucht das angestrebte Ziel ist.

Die Ergebnisse der Befragungen sind bereits in der zusammenfassenden Besprechung in Kapitel 1 ausführlich dargestellt worden. Es sollen deshalb hier nur einige wichtig erscheinende oder bisher noch nicht angesprochenen Aspekte herausgegriffen werden. Die Züchter des Süddeutschen Kaltbluts weisen in ihren grundsätzlichen Einstellungen und Charakteristiken viele Übereinstimmungen auf. Typisch ist eine nach wie vor starke soziale und emotionale Bindung an die bäuerliche Landwirtschaft und an das Leben in ländlichen Gemeinden. Züchter rekrutieren sich sowohl aus der älteren Generation im Altenteil, die selbst noch Zeugen eines durch die Arbeitsleistung der Pferde geprägten landwirtschaftlichen Produktionsprozesses waren, als auch aus jüngeren Leuten, häufig nur noch Landwirte im Nebenerwerb, die mit der Kaltblutzucht einer gewissen Traditionsverbundenheit Ausdruck verleihen wollen. Bedeutende Züchter, so scheint es, sind dabei in der Regel vermögendere Landwirte mit der richtigen Kombination von (finanziellen und haltungstechnischen) Möglichkeiten und entsprechender Interessenlage. Diese Gruppe trägt und

prägt wesentlich das Zuchtgeschehen, einerseits durch den Besitz großer aktiver Zuchtherden, andererseits durch ihr Engagement in den Zuchtverbänden. Ohne diesen Punkt zu stark bewerten zu wollen, kann festgestellt werden, dass die Zucht beim Süddeutschen Kaltblut sich trotz aller Übereinstimmungen unter den Züchtern in einem gewissen grundsätzlichen Konflikt befindet. Auf der einen Seite sind Strömungen erkennbar, die das Tier deutlicher in Richtung eines universell einsetzbaren, tendenziell etwas sportlicheren Fahrpferdes hin bewegen möchten. Jüngere "Zuchtversuche" mit schweren Warmbluthengsten können als deutlicher Hinweis auf solche Strömungen interpretiert werden. Diese sind aber nur teilweise auf Einverständnis gestoßen. Obwohl niemand bestreiten wird, dass sich beim Süddeutschen Kaltblut eine deutliche und von der Mehrzahl der Züchter wohl begrüßte Typänderung in den letzten Jahren vollzogen hat<sup>1</sup>, widerstreben allzu deutliche Tendenzen in diese Richtung wohl der Mehrzahl der Züchter. Dies konnte die Befragung recht eindeutig belegen. Die Qualität des Fundaments, einwandfreie charakterliche Eigenschaften und ein energischer, kraftvoller Schritt zeigen sich deshalb als Merkmale mit höchster Präferenz und nicht etwa ein möglichst schwungvoller, sportlicher und raumgreifender Trab oder eine hervorragende Fahreignung. Allerdings belegen die Ergebnisse auch, dass die letztgenannten Qualitäten durchaus von Bedeutung in den Augen der Züchter sind.

In den ländlichen Bereichen Oberbayerns hat der Tourismus eine große Bedeutung, ebenso die Nutzung als Naherholungsgebiet mit den damit verbundenen Wirtschaftszweigen. Gerade von den schweren Rössern vor dem Hintergrund traditioneller Veranstaltungen geht dabei eine große attraktive Ausstrahlung aus. Dies zeigt sich an gut besuchten Körungen und Zuchtveranstaltungen, die auch beim städtischem Publikum und interessierten Laien auf großes Interesse stoßen. Gerade wegen dieser Attraktivität erscheint es wenig sinnvoll, den Nimbus des bayerischen "Urpferdes" zu opfern, für eine letztlich ungewisse Zukunft als ein weiteres schweres Fahrpferd. So ist gerade in der fruchtbaren Auseinandersetzung zwischen Traditionalisten und Modernisierern die große Stärke dieser Züchterschaft zu sehen. In der Tendenz führt sie zu einer Bewahrung und züchterischen Verbesserung typischer Eigenschaften, bei einer gleichzeitig verhaltenen und angemessenen Modernisierung des Typs.

Der bereits beim Süddeutschen Kaltblut festgestellte Konflikt zwischen Traditionalisten und Modernisierern tritt bei den Züchtern des Haflingers weitaus deutlicher zu Tage und prägt bereits seit Jahrzehnten das Zuchtgeschehen. Die Erkenntnis, dass der Haflinger einiges Potential als ein insbesondere für Jugendliche geeignetes Reitpferd hat, wird grundsätzlich von weiten Teilen der Züchterschaft geteilt. Allerdings fehlt der insbesondere aus dem ländlichen und landwirtschaftlichen Bereich stammenden Züchterschaft häufig der direkte und individuelle Bezug zu dieser Art der Freizeitbeschäftigung. Die zur Verbesserung der allgemeinen Reiteigenschaften lange Jahre konsequent verfolgte Einkreuzung von Arabern ist auch deshalb immer umstritten geblieben. Dürfte die Mehrheit der Züchter wohl zufrieden mit den dadurch erreichten Verbesserungen sein, hat eine kleinere Gruppe von Züchtern konsequent die Anbindung an Nordtirol (Landesgestüt Epps) und an die von dort vertretene Reinzuchtideologie gesucht. Mit der Anerkennung Südtirols als Ursprungszuchtgebiet und der damit verbundenen verbindlichen, nur minimal erlaubten Fremdgenanteile sieht sich diese Gruppe heute als Gewinner. Es ist bedauerlich, aber zu erwarten, dass sich die Mehrheit der Züchter, auch ohne davon vollständig überzeugt zu

---

<sup>1</sup>Der Trend ging eindeutig hin zu einem rahmigeren, größeren Kaltblut mit verbesserten Fundamenteigenschaften und raumgreifenderen Gängen. Von vielen Züchtern wird heute in dieser Hinsicht eine deutliche Differenzierung zum österreichischen Noriker gesehen und begrüßt.

sein, diesem Diktat beugen wird. Wie sich die Situation nach einer durchgeführten Teilung der Zuchtbücher in "reine" Haflinger und Edelbluthaflinger in einigen Jahren darstellen wird, ist nicht abzusehen. In der Bewertung der beiden Nutzungsarten fand eine Mehrzahl der Züchter (in der Mehrzahl Fahrer) zu einer Gleichgewichtung beider Bereiche. Nur wenige trafen hier eine extreme Bewertung auf die eine oder andere Weise. Eine Aufteilung der Gewichte des Bereichs Leistungsprüfung auf die Teilaspekte Charakter, Reiten und Fahren mit grob 2:1:1 wie sie als Ergebnis ermittelt wurde, stellt deshalb ein konsensfähiges Zuchtziel dar, das wohl von weiten Teilen der Züchterschaft aktiv unterstützt werden wird. Es stimmt dabei insbesondere mit dem bereits in der Zuchtbuchordnung formulierten Ziel überein, ein charakterlich einwandfreies, gleichermaßen zum Reiten und Fahren geeignetes Kleinpferd zu züchten.

## 7.2 Populations- und Zuchtstruktur

Eine korrekte Bestimmung der effektiven Populationsgröße ist grundsätzlich schwierig und kann, insbesondere in offenen Populationen, nur approximativ durchgeführt werden. Die im Rahmen dieser Untersuchung eingeschlagene Vorgehensweise, über die so genannte Verwandtschaftsmatrix, wird im Rahmen der zur Verfügung stehenden statistisch-genetischen Möglichkeiten als die verlässlichste Methode angesehen. Den Effekt der bei beiden Populationen auftretenden Importe kann sie in Form von Grenzfallbetrachtungen hinreichend gut eingrenzen. Eine andere Methode, die direkte Analyse über realisierte Zugangszahlen und tatsächlich realisierte Familienvarianzen, erwies sich ebenfalls als wichtiges Instrument der Analyse. Bei entsprechend verlässlicher Datenstruktur können dabei Effekte schwankender Populationsgrößen und schwankender Generationsintervalle integriert werden, nicht aber der Effekt von Importen. Diese Methode ist somit als eine Analyse des Züchtungsschemas und des Zuchtmanagements zu verstehen und kann die Frage beantworten, zu welchem Inzuchtzuwachs die vorherrschende Art zu züchten in einer geschlossenen Population führen würde bzw. geführt hätte. Die Ergebnisse der ebenfalls verwendeten Methoden zur Schätzung der effektiven Populationsgröße aus Zensuszahlen führten, selbst bei Annahme einer durch unterschiedlich lange Einsatzzeiten verursachten zusätzlichen Varianz, in allen untersuchten Fällen zu einer deutlichen Überschätzung der als Referenz angesehenen Werte. Hauptgrund hierfür sind die in der Realität nicht zutreffenden, idealisierten Annahmen hinter diesen Konzepten. Deutliche Abweichungen von der unterstellten Poissonverteilung der Nachkommenzahlen (je Zuchtsaison) führten bei Anwendung dieser vereinfachten Berechnungen zu einer Unterschätzung der Varianz der Familiengrößen und zu einer Überschätzung der effektiven Populationsgröße. Die im Literaturteil aufgeführten, auf z.T. noch einfacheren Kalkulationen beruhenden Angaben für das Süddeutsche Kaltblut werden deshalb, auch als Approximation, der tatsächlichen Situation nicht gerecht. Auf dem Weg der Kontrastierung der Ergebnisse dieser verschiedenen Ansätze konnten nichts desto trotz zusätzliche Informationen gewonnen werden, die zu einer verbesserten Einschätzung der tatsächlichen Situation beitrugen. Als wichtigste Aspekte können genannt werden:

- Die Größe einer nachhaltig und substantiell beitragenden Zuchtpopulation (definiert als Eltern erfolgreicher Nachkommen) ist deutlich kleiner, als reine Bestandszahlen suggerieren. Die tatsächlichen Größenordnungen konnten auf diese Weise approximativ bestimmt und später in den Optimierungsansätzen zur Modellierung verwendet werden.

- Selbst unter erfolgreichen Eltern konnten Gruppen mit überdurchschnittlichem Reproduktionserfolg identifiziert werden. Es konnte gezeigt werden, dass nicht mehr als ein Drittel aller im Zuchtsystem befindlichen Hengste die große Mehrheit des erfolgreichen Nachwuchses produziert. Dies wird als deutlicher Hinweis auf eine Nachselektion durch die Züchter interpretiert. In der gezielten Nutzung dieses Aspektes kann ein großes Potential zur Steuerung und Optimierung des Zuchtgeschehens gesehen werden.

Die Inzuchtentwicklung in beiden Populationen wird im Ergebnis als beobachtenswert, aber nicht kritisch eingestuft. Kritisch bewertet werden allerdings die in der Vergangenheit extrem hohen Nachkommenzahlen einiger weniger Hengste beim Haflinger. Auch wenn mutmaßlich im Interesse einer schnellen genetischen Verbesserung der Population gehandelt wurde, kann eine solche Vorgehensweise nicht im Sinne einer nachhaltigen Zuchtpolitik sein. Hier ist in der Zukunft durchaus die Aufmerksamkeit der Verantwortlichen zu fordern. Dabei kann es notwendig werden, maximale Einsatzhäufigkeit bestimmter Hengste festzulegen. Dieser Aspekt sollte auch im Rahmen der Überlegungen zu einem forcierten Einsatz von künstlicher Besamung nicht außer Acht gelassen werden. Die Zweckdienlichkeit solcher Bestrebungen erscheint vor diesem Hintergrund fragwürdig.

### 7.3 Datenstruktur

Im Hinblick auf eine angestrebte Ausrichtung des Zuchtgeschehens auf die Nutzung von Zuchtwerten in der Selektionsentscheidung muss die vorgefundene Datenbasis als problematisch eingestuft werden. Darin ist kein Versagen der Zuchtverantwortlichen, sondern der Effekt einer grundsätzlich anderen Vorgehensweise bei der bisherigen Züchtung zu sehen. Es bestand in der Vergangenheit keine Veranlassung, eine Datenbasis zu schaffen, die als ausreichende Grundlage von Parameter- und Zuchtwertschätzungen hätte dienen können. Die Selektionsentscheidung wurde in derselben Zuchtveranstaltung getroffen, in der die Bewertung der Leistungen der vorgestellten Tiere unter einer Vielzahl von Aspekten stattfand. In diesem Rahmen bestand weder die Möglichkeit noch der Anlass zu einer klaren Trennung zwischen Bewertung und Selektionsentscheidung. Die *nach* den Selektionsentscheidungen aufgezeichneten Leistungsinformationen genügen in so fern hauptsächlich formal-juristischen Anforderungen. Die bei den Auswertungen als problematisch aufgefallenen Aspekte sollen nachfolgend kurz zusammengefasst werden:

- Es wurden Probleme im Hinblick auf Merkmalsdefinitionen festgestellt. Züchtung im Zusammenhang mit Zuchtwerten muss als Verfahren innerhalb mittel- bis langfristig konstanter Rahmenbedingungen gesehen werden (insbesondere, wenn zunächst verlässliche Populationsparameter geschätzt werden müssen). Gerade in kleinen Populationen mit geringem Datenanfall erfordert dies, im Gegensatz zur bisherigen Situation, ein Minimum an Kontinuität sowohl im Hinblick auf die Merkmalsauswahl als auch im Hinblick auf die zeitliche Kontinuität der Merkmalsdefinition. Kann beispielsweise bei Merkmalen wie der qualitativen Bewertung der Grundgangarten und Aspekten des Körperbaus (Gebäude, Fundament) von einer weitreichend klaren, über einen längeren Zeitraum konstanten Definition ausgegangen werden, so erscheint dies bei Merkmalen wie Typ oder Gesamteindruck fraglich. Häufig wurden für einen gewissen Zeitraum einzelne Aspekte eines Merkmals getrennt bewertet, davor und danach aber wieder in einem Merkmal zusammengefasst (Trab, Gang-

schwung). Es erfolgten Neueinführungen unklar definierter Merkmale (Gesamteindruck), bei gleichzeitiger Zusammenfassung anderer Merkmale in einer Benotung (Fundament, Gangkorrektheit). In dieser Hinsicht bemerkenswert ist eine wahre Flut von unterschiedlich bezeichneten Merkmalen in den Leistungsprüfungen beim Haflinger. Hier wurden insgesamt fünf Merkmale für Aspekte der Zugleistung definiert, ohne eine einzige Übereinstimmung in der Merkmalsbezeichnung zwischen Stationsleistungsprüfung Stuten/Hengste und Feldleistungsprüfung der Stuten. Naturgemäß wurden alle diese Maßnahmen durchgeführt, ohne sich der Konsequenzen für eine (nicht vorhandene) Zuchtwertschätzung bewußt zu sein. Bedauerliche Auswirkungen hatte dies in den Fällen, in denen für ein mutmaßlich klar definiertes Merkmal eine zur Schätzung ausreichende Datenmenge vorlag, das Merkmal aber in dieser Form im aktuellen Zuchtgeschehen keine Rolle mehr spielte.

- Es konnten problematische Aspekte beim Umgang mit der Bewertungsskala festgestellt werden. An mehreren Stellen dieser Untersuchung wurde der Verdacht geäußert, dass die explizit in Notenform in der Zuchtbuchordnung vorgegebenen Selektionsgrenzen einen Einfluss auf das Bewertungsverhalten hatten und haben. Als Indiz für diese Behauptung werden die insbesondere im Bereich der Exterieurbewertungen häufig anzutreffenden, heterogenen Varianzen nach Geschlechtern gewertet. Abbildung 7.1 versucht den Sachverhalt an einigen ausgewählten Merkmalen aus der Exterieurbewertung beim Süddeutschen Kaltblut zu illustrieren. Die entsprechenden Passagen aus der Zuchtbuchordnung lauten sinngemäß:

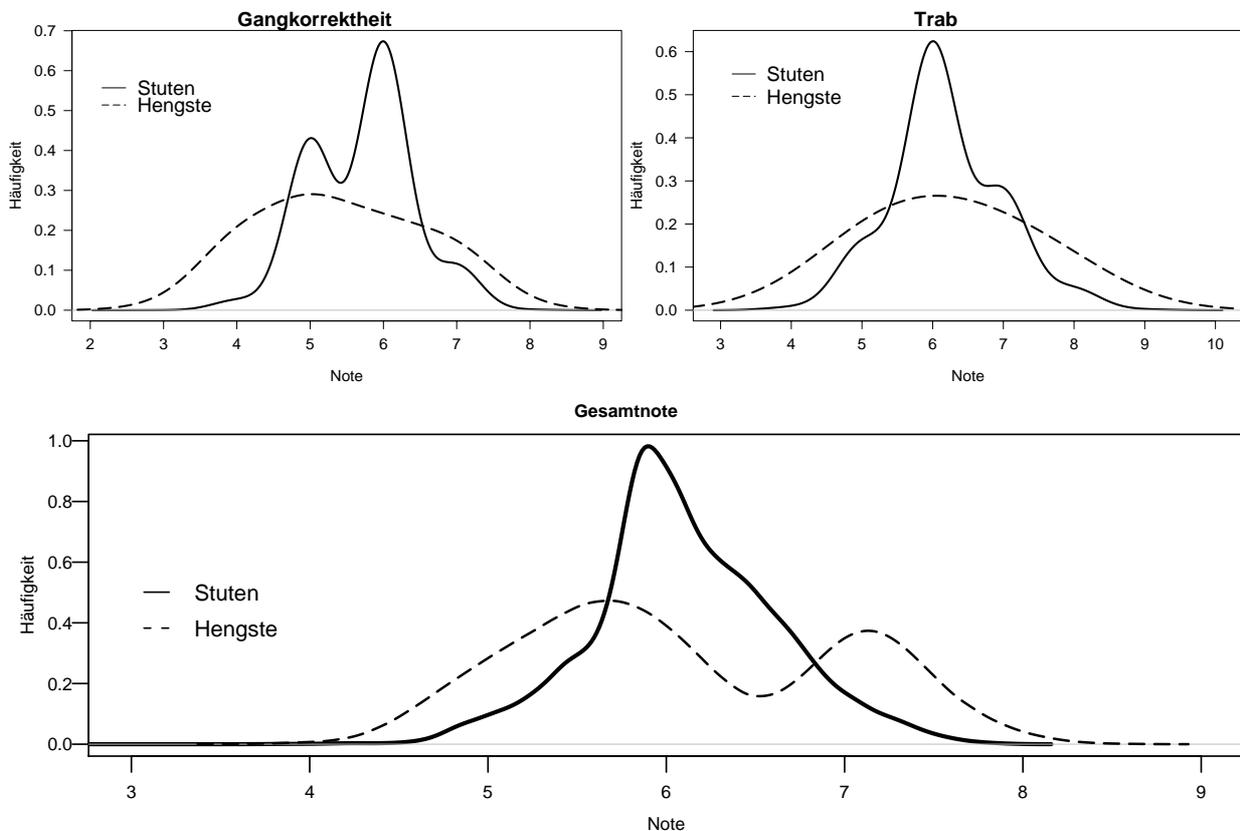
- Selektionsgrenzen Stuten (Hauptstutbuch): Gesamtnote 5.0, keine Einzelbewertung unter 4.0
- Selektionsgrenzen Hengste: Gesamtnote 7.0, keine Einzelbewertung unter 6.0

Wird zusätzlich berücksichtigt, dass bei Hengsten auf der Ebene der Körung traditionell recht scharf selektiert wird und bei Stuten grundsätzlich kaum Selektion stattfindet, liefern die dargestellten Verteilungen aussagekräftige Belege für die gemachte Behauptung. In der Gesamtnote kulminieren diese Effekte und können deshalb noch eindeutiger erkannt werden (Abbildung 7.1). Bemerkenswert in dieser Hinsicht ist der Ausfall in der Verteilung der Hengstnoten im Bereich um 6.5. Hier wurde, psychologisch nachvollziehbar und mehr oder weniger offensichtlich, eine zur Diskussion Anlass gebende Benotungshöhe vermieden.

Es ist sicherlich leicht nachvollziehbar, dass solche Einflüsse auf die Bewertungen nicht nur zu unterschiedlichen Varianzen in den Bewertungen zwischen Geschlechtern, sondern auch zu einem substantiellen Verlust an Präzision und teilweise pathologischen Verteilungsformen führen müssen. In diesem Zusammenhang ist der oft gehörte Vorwurf, die Gesamtskala würde bei der Bewertung nicht ausgenutzt, zwar prinzipiell richtig, übersieht aber die Ursache dieses Phänomens. Zusätzlich zu den bereits genannten Punkten muss davon ausgegangen werden, dass Benotungen, bewusst oder unbewusst, durch Kenntnis der Abstammung, des Alters und der Herkunft des Tieres weiter verzerrt sind. Hier im Einzelnen den Nachweis zu führen dürfte unmöglich sein, obwohl diese Vermutung auch von anderen Autoren [Koenen u. a., 1995] im selben Zusammenhang formuliert wurde.

Eine umfassende Analyse und Nutzung vorhandener Information war ein angestrebtes Ziel im Rahmen dieser Arbeit. Ein vollständiger Verzicht auf die Eigenleistung der Hengste im Rahmen einer Zuchtwertschätzung wurde als nicht akzeptabel eingestuft. Deshalb wurden in allen schwerwiegenden Fällen die Hengstmerkmale als eigenständige Merkmale

**Abbildung 7.1:** Exemplarische Darstellung der Notenverteilungen zweier Einzelmerkmale sowie der Gesamtnote aus der Exterieurbewertung beim Süddeutschen Kaltblut. Die Darstellung erfolgt in Form geglätteter Dichtefunktion der diskreten Notenverteilungen (Einzelmerkmale).



definiert und eigene Parameter für diese Merkmale geschätzt. Dies führte zu einem weiteren Anwachsen der zu berücksichtigenden Merkmale. Insbesondere die Parameter für Hengstmerkmale konnten in der Folge nur aus einem sehr kleinen Datenmaterial geschätzt werden und sind entsprechend kritisch zu beurteilen.

Eine sich aus diesen Beobachtungen ableitende Anregung für die Zukunft bezieht sich deshalb auf die strikte Trennung von Bewertung und Selektionsentscheidung. Gelingt es die Benotung zum unverzerrten Spiegel der Merkmalsausprägung werden zu lassen, kann gegen das grundsätzliche Prinzip einer qualitativen Bonitierung wenig eingewandt werden<sup>2</sup>. Diese relativ einfache Forderung steht für einen deutlichen Wandel in der bisherigen Zuchtpraxis. Sie kann nur durch Änderungen der bisherigen Zuchtbuchordnungen erreicht werden. Die dort formulierten expliziten Selektionsgrenzen in Notenform müssen aufgegeben werden. Die Entkopplung von Beurteilung und Selektionsentscheidung lässt sich dann durch eine auf dem Gesamtzuchtwert basierende Selektionsentscheidungen leicht erreichen. Erst findet eine qualitative Beschreibung statt, dann wird unter Berücksichtigung aller relevanten Informationen der Zuchtwert berechnet. Auf der Grundlage des Gesamt-

<sup>2</sup>Dies setzt voraus, dass die Bewertung durch die Kommission neutral stattfinden kann. Die Sachverständigen sollten nach Möglichkeit keine Vorkenntnisse über die Herkunft und Identität des Tieres haben. Die einzelnen Kommissionsmitglieder sollten unabhängige Benotungen abgeben können, aus denen erst im nachhinein ein durchschnittliche Bewertung berechnet wird. Trotz ihrer Trivialität ist bis heute die Durchsetzung solcher Forderungen gescheitert.

zuchtwertes werden dann flexible Prozentzahlen der besten Tiere unter Berücksichtigung von Populations- und Inzuchtentwicklung selektiert. Von der qualitativen Beschreibung wird dadurch zumindest teilweise der Rechtfertigungsdruck genommen. Sie kann weitgehend frei und objektiv erfolgen, ohne gleichzeitig eine Selektionsentscheidung bereits bei der Notenvergabe absichern zu müssen. In einem zusätzlichen Schritt kann eine Umstellung auf die Prinzipien der linearen Bewertung erwogen werden. Diese Form der Bewertung, die in anderen Ländern und bei anderen Nutztierpopulationen teilweise erfolgreich eingesetzt wird, trennt noch einmal deutlich zwischen der Ebene der Feststellung von Merkmalsaspekten und deren Bewertung und kann in dieser Hinsicht zusätzliche Vorteile bieten.

Die gewonnenen Informationen sollten in einer einfachen und überschaubaren Form in einer in dieser Hinsicht vernünftig konzipierten Datenbank abgelegt werden. Den Informationen sollten sich problemlos und vollständig wichtige zusätzliche Aspekte wie Ort- und Datum der Bewertung, Zusammensetzung der Bewertungskommission und gegebenenfalls Herkunfts- und Aufzuchtbetrieb zuordnen lassen. Informationen über Neu- bzw. Umdefinitionen von Merkmalen sollten genau nachvollziehbar und jederzeit abrufbar mit dem Datum der Einführung aufgezeichnet werden. Bereits im Kapitel zu den Merkmalsanalysen ist mehrfach angesprochen worden, dass diese Punkte im Moment nicht oder nur eingeschränkt erfüllt sind.

Es bleibt anzumerken, dass ein solcher Umstellungsprozess einer ständigen Überprüfung und Nachjustierung bedarf. Es ist davon auszugehen, dass sich strukturelle Änderungen wie die Entkopplung von Bewertung und Selektion deutlich auf das Bewertungsverhalten, die Merkmalsstreuungen und in Folge die Populationsparameter auswirken werden.

## 7.4 Parameterschätzung und operationelle Parameter

Es ist nach den im vorangegangenen Abschnitt angesprochenen Problempunkten sicherlich nicht verwunderlich, dass im Zusammenhang mit der Parameterschätzung erhebliche Probleme zu bewältigen waren. Diese waren zunächst einmal rein quantitativer Natur. Selbst aus der jetzigen Perspektive gesehen ist die Vielzahl an Einzelmerkmalen kaum überschaubar. Verschärft wurde diese Situation zusätzlich durch die notwendigen Definitionen eigenständiger Hengstmerkmale. Für viele Merkmale stand nur eine vergleichsweise geringe Datenmenge zur Verfügung. In einigen Fällen wurden deshalb Merkmale bereits auf Grund einer zu geringen Datenbasis oder einer geringen Bedeutung im jetzigen Züchtungsprozess von der Auswertung ausgeschlossen. Multivariate Schätzungen unter gleichzeitiger Berücksichtigung aller verbliebenen Merkmale, konnten nicht durchgeführt werden. Einzelne Versuche hierzu hatten zu dem Ergebnis geführt, dass bereits bei Beteiligung von mehr als 5 oder 6 Merkmalen keine Konvergenz der Schätzungen mehr erreicht werden konnte. Alle Schätzungen wurden deshalb paarweise bivariat durchgeführt.

Im Rahmen der Untersuchung wurden Populationsparameter für 24 Merkmale beim Süddeutschen Kaltblut und 42 Merkmale beim Haflinger geschätzt. Insgesamt mussten hierfür 1137 bivariate Schätzläufe durchgeführt werden. Selbst im bivariaten Fall wurde in einer ganzen Reihe von Fällen keine Konvergenz erreicht. Dies bedeutet, dass die verwendete Methode (Restricted Maximum Likelihood, REML) aus den Daten kein gültiges Maximum ermitteln konnte (randständiges Maximum, 2. Ableitung nicht vollständig definiert), was als weiterer Hinweis auf eine schlechte Datenstruktur und/oder einen zu geringen Da-

tenumfang gewertet werden kann. Auf dieser Ebene der Auswertungen wurden Merkmale verworfen, wenn in der Mehrzahl der Fälle unter Beteiligung dieser Merkmale keine Konvergenz erreicht werden konnte. Die Schätzwerte der verbliebenen Merkmale wurden zu Varianz-Kovarianz-Matrizen kombiniert und numerisch modifiziert, um für den operationellen Einsatz einsetzbare Korrelationsstrukturen abzuleiten. Bei diesem Prozess, dem so genannten "benden", wurde weniger auf eine Ersetzung schlechter Schätzwerte durch plausible Annahmen (z.B. Literaturwerte) vertraut, als auf die innere Logik der verwendeten Routine. Diese modifizierte die Schätzwerte nach einem nachvollziehbaren und objektivierbaren Kriterium: Schätzwerte, die aus einer geringen Anzahl von Beobachtungen geschätzt wurden, wurden stärker verändert als solche, für die eine große Datenmenge zur Verfügung stand. Auch bei der anschließenden Reduzierung der Merkmalsauswahl auf ein im Rahmen einer Zuchtwertschätzung vertretbares Maß wurde versucht, Entscheidungen auf Basis eines objektivierbaren Kriteriums zu fällen. Es wurde ein Gesamtzuchtwert als Referenz mit Hilfe der in den Befragungen ermittelten Gewichtungsfaktoren gebildet und der Informationsbeitrag jedes einzelnen der verbliebenen Merkmale zu dieser Referenz beurteilt. Trugen Merkmale keine relevante Information zu dieser Referenz bei, war dies in der Regel ein Argument gegen eine weitere Berücksichtigung.

Die Schätzungen können in ihrem Umfang und der daraus resultierenden relativ geringen Aufmerksamkeit für Einzelschätzwerte im Wesentlichen als ein "screening" der Situation bezeichnet werden. Es ist nicht ohne Weiteres möglich, aus der Berücksichtigung bzw. der Nichtberücksichtigung eines Merkmals in den so entwickelten Gesamtzuchtwerten, Vorschläge oder Forderungen nach einem veränderten Durchführungsmodus der Leistungsprüfungen abzuleiten. Merkmale wie Umgänglichkeit und Arbeitswilligkeit im Gesamtzuchtwert des Süddeutschen Kaltbluts werden im Rahmen einer Zugleistungsprüfung (Schwachholzziehen und Zugschlittenprüfung, siehe auch Kapitel 4 auf Seite 70) erfasst. Dass kein explizit auf die Zugleistung bezogenes Merkmal mehr im Gesamtzuchtwert ist, bedeutet also nicht, dass auf eine Zugprüfung im momentanen Durchführungsmodus verzichtet werden kann. Ähnliches trifft für die Fahrprüfung zu. Die Tatsache, dass außer der Qualität des Trabs im Fahren kein anderes Merkmal dieses Prüfungsteils mehr berücksichtigt wird, heißt nicht, dass auf eine Fahrprüfung in der bisherigen Form der Durchführung verzichtet werden kann. Vor dem Hintergrund des bereits in der Zuchtzielkonkretisierung eingeschlagenen konzeptionellen Weges ist ein Merkmal und sein genetischer Hintergrund nicht eindeutig von der Art der Merkmalerfassung und deren Rahmenbedingungen zu trennen. Gerade deshalb muss angenommen werden, dass kleinste Änderungen im Durchführungsmodus zu einer zumindest partiellen Neudefinition der darin bewerteten Merkmale führen. Es kann aber eine ganz grundlegenden Schlussfolgerung gezogen werden. Die im Gesamtzuchtwert verbliebenen Merkmale geben Hinweise darauf, welche Merkmale als informativ und deshalb als eigentliche Zielmerkmale anzusehen sind. In einigen Fällen kann deshalb die Erfassung eines Merkmals schlicht eingestellt werden (z. B. die Erfassung der Sprunganlage beim Haflinger), falls nicht bindende Vorgaben (beispielsweise der FN) gegen eine solche Vernachlässigung sprechen. In allen Fällen sollte sich die Aufmerksamkeit vermehrt auf die Beurteilung der relevanten Merkmale richten. Als Beispiel in diesem Zusammenhang mag wiederum die Zugleistungsprüfung beim Süddeutschen Kaltblut dienen. Es wäre demnach nicht wesentlich, welche Leistung unmittelbar im Zug erbracht wird, sondern welche charakterlichen Stärken und Schwächen ein Tier in einer solchen Belastungssituation zeigt (Umgänglichkeit) und ob ein Bemühen seinerseits festgestellt werden kann (Arbeitswilligkeit). Es besteht durchaus die Erwartung, dass sich

die Qualität der Merkmalerfassung, gerade in den kritischen Charaktermerkmalen, durch diese Form der Konzentration auf wesentliche Aspekte weiter verbessern lässt.

Die Schilderung einiger der in diesem Zusammenhang notwendigen Arbeitsschritte soll illustrieren, dass nach bestem Wissen versucht wurde ein Selektionskriterium zu entwickeln, das den ermittelten Präferenzen der Züchter im Rahmen der Datenqualität soweit wie irgend möglich gerecht wird. Es wird deshalb dafür plädiert, trotz aller angesprochenen Problempunkte diese Parameterstrukturen zur Grundlage einer flächendeckenden Einführung einer Zuchtwertschätzung und der Berechnung eines Gesamtzuchtwertes zur Selektion in beiden Rassen zu machen. Bei Verwendung dieser Gesamtzuchtwerte als Selektionskriterien sollte es möglich sein, maximalen Gewinn aus der momentanen Struktur des Leistungsprüfungswesens und der vorhandenen Datengrundlage zu machen. Mit dieser Empfehlung ist gleichzeitig die Hoffnung verbunden, dass hierdurch Impulse für notwendigen Änderungen gesetzt werden, die zu günstigeren Bedingungen für eine erneute Überprüfung des Sachverhaltes in einigen Jahren führen sollten.

## 7.5 Optimierung des Zuchtgeschehens

Als Ergebnis der Auswertungen in Kapitel 6 konnten für beide Rassen die gleichen grundsätzlichen Selektionsstrategien als vorzüglich identifiziert werden. Diese können auf der Hengstseite als zweistufiges, auf der Eigenleistung der Körung und den etwas später anfallenden Leistungsprüfungsergebnissen basierendes Verfahren charakterisiert werden. Nach der Selektion auf der ersten Stufe gehen die Hengste für eine Saison in den Einsatz. Nachkommen von auf der zweiten Stufe (Leistungsprüfung) ausscheidenden Hengsten bleiben im System und werden als vollwertige Kandidaten betrachtet. Einstufige, auf der Eigenleistung basierende Selektionsverfahren, wie auch auf Nachkommenleistungen ausgerichtete Strategien zeigten sich demgegenüber im Bezug auf den Zuchtfortschritt pro Zeiteinheit in den hier formulierten Gesamtzuchtwerten deutlich unterlegen.

Dieser Abschnitt der allgemeinen Diskussion soll genutzt werden, um nochmals die optimale Selektionsstrategie (Design 2b, siehe Kapitel 6) sowie die in Verbindung mit ihr stehenden grundsätzlichen und spezifischen Annahmen zu skizzieren. Dabei wird insbesondere auf deutliche Unterschiede zur bisherigen Situation im Zucht- und Selektionsgeschehen eingegangen.

### Grundsätzliche Annahmen

1. Die Selektion wird wesentlich anhand des Gesamtzuchtwertes durchgeführt. Zuchtwertschätzungen finden zeitnah, nach Vorliegen aller Leistungsinformationen einer spezifischen Prüfungsform statt (etwa für Körungen nach Abschluss der Körungen im Winter, für Stutbuchaufnahmen nach Abschluss aller Stutbuchaufnahmen im Frühsommer). Dies trifft gegenwärtig in beiden Populationen nicht zu.
2. Die Größe einer substantiell beitragenden Zuchtpopulation ist deutlich kleiner als reine Zensuszahlen nahelegen würden. Es soll betont werden, dass dies in Anlehnungen an die Ergebnisse der Analysen der tatsächlichen Situation in den Populationen so festgestellt wird (siehe Kapitel 3). Folgende Punkte sind zu betonen:
  - Es erscheint wenig sinnvoll, von der Größenordnung her deutlich mehr als 35 (Süddeutsches Kaltblut) bzw. 40 (Haflinger) aktive Zuchthengste im Gesamt-

system zu haben (momentane Größenordnung 75-100). In der aktuellen Zuchtpraxis wird weitgehend auf eine zusätzliche gesteuerte Selektion nach Vorliegen der Leistungsprüfungsergebnisse verzichtet. Dies führt dazu, dass jährlich rund 15 Zuchthengste ins System aufgenommen werden und dort verbleiben. Diese Hengstzahl wird selbst unter logistischen Erwägungen als zu hoch eingestuft. In der Folge kommt es zur Nachselektion durch die Züchter. Im Effekt werden nur etwa ein Drittel der aufgenommenen Hengste von aktiv agierenden Hengsthältern gekauft und tragen in Folge substantiell zur Population bei. Im Hinblick auf die genannten Zahlen und eine letztlich unbefristete Einsatzdauer der Tiere, sollte eine spürbare und gesteuerte Selektion auf der zweiten Stufe, also mit Vorliegen der Eigenleistungen aus der Leistungsprüfung, vorgenommen werden. Sie ist für das vorgeschlagene Design kennzeichnend und notwendig. Eine Verknappung des Hengstangebotes sollte im Idealfall zu einer stärkeren Angleichung der Einsatzhäufigkeiten der Zuchthengste pro Saison im Rahmen der logistischen Möglichkeiten führen. Dies kann aber nur gewährleistet werden, wenn die selektierten Tiere über ihren Zuchtwert hinaus auf Akzeptanz durch die Züchter stoßen. Aspekte wie Farbe, Genanteile und ggf. nichterbliche Fehler sollten deshalb in angemessener Form bei der Selektionsentscheidung berücksichtigt werden. Zusätzlich kann und sollte der Verwandtschaftsgrad zwischen Selektionskandidaten kritisch beurteilt und berücksichtigt werden. Ein einfach zu realisierender Ansatz hierfür wird in Anhang C kurz skizziert.

- Die Größe einer substantiell beitragenden Stutpopulation wurde als Konsequenz der Auswertungen in Kapitel 3 auf etwa 700 bzw. 800 festgesetzt. Auch wenn eine Reduzierung der Zuchtstutenzahl in die vitalen Interessen der Verbände eingreift, sollte es doch möglich sein, auf der Basis der Zuchtbuchordnung zumindest intern eine bevorzugte Zuchtpopulation zu kennzeichnen (was ja letztlich durch die Vielzahl der Abteilungen der Stutbücher auch so vorgesehen ist).
  - Die Möglichkeit zu einer gesteuerten Selektion im Hengstmutterpfad wurde in den Modellberechnungen im Gegensatz zu aktueller Praxis konsequent genutzt. Die Größe der Hengstmütterpopulation ist dabei letztlich unabhängig von der Größe der Gesamtstutpopulation zu sehen und wird ausschließlich an der veranschlagten Kapazität der Körung (unter Berücksichtigung von Reproduktionserfolg, Geschlechterverhältnis bei Geburt und Sterblichkeiten bis zum Erreichen der Zuchtreife) orientiert. Im Ergebnis werden tatsächlich nur etwa 180 Hengstmütter im System benötigt. Auch hier könnte eine Kennzeichnung, durch die Eintragung in eine noch genauer zu definierende Abteilung des Stutbuchs in der Praxis vorgenommen werden. Das im Hinblick auf eine Zuchtwertschätzung kaum sinnvoll zu integrierende Agieren der Zuchtberater im Vorfeld der Körungen (Vorselektion von Körkandidaten anlässlich von Betriebsbesuchen), würde dadurch überflüssig werden. Die Definition eines Hengstmutterpfades würde demnach nur zu einer größeren Transparenz und einer klareren Strukturierung beitragen.
3. Im Bezug auf das Vorstellungsalter sollten alle zur Verfügung stehenden Mittel ausgeschöpft werden, um eine rechtzeitige Vorstellung der Tiere zu erreichen. Dies bedeutet eine Stutbuchaufnahme/Körung sollte dreijährig, die Vorstellung zur Leistungsprüfung ggf. vierjährig erfolgen. Auch hier lassen die Analysen (Kapitel 4) insbesondere auf der Stutenseite noch Optimierungspotential im aktuellen Zuchtge-

schehen erkennen.

### Spezifische Annahmen

Alle spezifischen Annahmen werden für eine bessere Anschaulichkeit mit aus Designs 2b resultierenden Zahlenwerten konkretisiert, die in der Übersicht in Tabelle 7.1 dargestellt sind. In Ergänzung noch einmal eine Beschreibung der Vorgehensweise.

- Alle Stutmütter werden nach Vorliegen der Ergebnisse aus der Stutbuchaufnahme selektiert. Bei einer kalkulatorischen Einsatzdauer von 10 Zuchtjahren (und einer Zuchtpopulation von 700 bzw. 800 Stuten) ist die angestrebte Selektionsschärfe etwa 107 aus 200 (Süddeutsches Kaltblut) bzw. 123 aus 227 (Haffinger). Die besten 100 (Haffinger etwa 75) Stuten gehen als potentielle Hengstmütter in die Feld- bzw. Stationsprüfung.
- Nach Vorliegen der Leistungsprüfungsergebnisse werden die Hengstmütter bis zum Austauschbedarf selektiert (aus der maximalen Einsatzdauer resultierend, siehe Tabelle 7.1). Auf der Grundlage des hier formulierten Gesamtzuchtwertes, können Stations- und Feldeleistungsprüfung bei den Haffingerstuten als mehr oder weniger gleichwertige Informationsquellen betrachtet werden. Dies gilt selbstverständlich nicht mehr, wenn Änderungen an der hier unterstellten Merkmalsauswahl in den Prüfungen vorgenommen werden. Die männlichen Nachkommen der aufgrund ihrer Leistungsprüfungsergebnisse nicht zu Hengstmüttern selektierten Stuten sind nicht als Kandidaten zu betrachten.
- Hengste werden nach Vorliegen der Ergebnisse aus der Körung bis zur Kapazitätsgrenze der Hengstleistungsprüfung selektiert. Sie gehen für eine Saison in den Zuchteinsatz, in der sie sowohl als Hengst- als auch als Stutväter eingesetzt werden (sie werden demnach auch durchschnittlich häufig an Hengstmütter angepaart). Am Ende dieser Saison legen sie die Leistungsprüfung ab und werden bis zum Austauschbedarf selektiert, der je nach angestrebter maximaler Einsatzdauer sehr niedrig sein kann.
- Die Nachkommen der nach der Leistungsprüfung ausscheidenden Hengste bleiben im System und werden als vollwertige Kandidaten betrachtet. Sie sind Nachkommen der jeweils jüngsten, allerdings nur einstufig selektierten Hengstgeneration. Dies bedeutet auch, dass sie im genetischen Niveau nicht grundsätzlich der Kohorte unterlegen sein müssen. Es macht daher keinen Sinn, sie im Selektionsprozess zu benachteiligen.
- Als weitere Maßnahme zur Steigerung des Zuchtfortschrittes kann erwogen werden, die Einsatzlänge in Zuchtjahren in den verschiedenen Pfaden (moderat) zu limitieren (siehe Tabelle 7.1 und Ergebnisteil Kapitel 6).

Dieses System mag insbesondere wegen der hohen Selektionsschärfe nach der zweiten Stufe bei den Hengsten zunächst gewöhnungsbedürftig erscheinen. Deshalb soll nochmals betont sein, dass sich dadurch im Effekt an der momentanen Situation nichts Wesentliches ändert. Auch jetzt ist es nur ein Bruchteil der erklärten Zuchthengste, der sich nennenswert in die Population einbringt. Ein Hinweis auf die ökonomischen Verluste der Hengsthaltung greift deshalb zu kurz. Tatsächlich sollte die Verknappung der Zuchthengste einen ökonomischen Erfolg für die voll selektierten Althengste sichern. Auch für die nach einer Zuchtsaison ausscheidenden Hengste, sollte die Verknappung zu respektablen durchschnittlichen Einsatzhäufigkeiten führen (in den Modellannahmen durchschnittlich

20 Einsätze in dieser einen Zuchtsaison, was über der Lebensleistung vieler Hengste der jetzigen Zuchtpopulation liegen dürfte). Eine Unterstützung der von dieser Maßnahme betroffenen Hengsthalter durch den Verband kann und sollte auf anderem Gebiet, etwa bei der Vorbereitung und Finanzierung der Hengstleistungsprüfung stattfinden, auch um ein möglichst gleiches Ausbildungsniveau sicherzustellen.

Dem Bestreben, die Selektionsentscheidungen zukünftig wesentlich auf der Grundlage der

**Tabelle 7.1:** Übersicht zur Veranschaulichung der Größenordnung der aus Design 2b (zweistufig, Körnung/Leistungsprüfung, ohne Warten) resultierenden Selektionsschärfen. Die Abkürzung “m“ bezieht sich allgemein auf die Selektionsschärfe bei Hengste, es gibt hier keine pfad-spezifischen Unterschiede.

Info	Optimumtyp	Pfadlängen				Stufe 1: Stutb./Kör. selekt./aus			Stufe 2: Leistungspr. selekt./aus	
		mm	mf	fm	ff	m	fm	ff	m	fm
Süddeutsches Kaltblut, Design 2b:  Zuchtstuten total: 700 Zuchthengste total: 35	Nullvariante	10	10	10	10	$\frac{15}{50}$	$\frac{100}{200}$	$\frac{107}{200}$	$\frac{3}{15}$	$\frac{27}{100}$
	Lokal 1	7	7	10	10	$\frac{15}{50}$	$\frac{100}{200}$	$\frac{107}{200}$	$\frac{4}{15}$	$\frac{27}{100}$
	Lokal 2	7	7	6	10	$\frac{15}{50}$	$\frac{100}{200}$	$\frac{107}{200}$	$\frac{4}{15}$	$\frac{38}{100}$
	Global	4	7	6	10	$\frac{15}{50}$	$\frac{100}{200}$	$\frac{107}{200}$	$\frac{4}{15}$	$\frac{38}{100}$
Haflinger, Design 2b:  Zuchtstuten total: 800 Zuchthengste total: 40	Nullvariante	10	10	10	10	$\frac{15}{50}$	$\frac{75}{227}$	$\frac{123}{227}$	$\frac{4}{15}$	$\frac{27}{75}$
	Lokal 1	6	6	10	10	$\frac{15}{50}$	$\frac{75}{227}$	$\frac{123}{227}$	$\frac{6}{15}$	$\frac{27}{75}$
	Lokal 2	6	6	5	10	$\frac{15}{50}$	$\frac{75}{227}$	$\frac{123}{227}$	$\frac{6}{15}$	$\frac{43}{75}$
	Global	3	6	5	10	$\frac{15}{50}$	$\frac{75}{227}$	$\frac{123}{227}$	$\frac{6}{15}$	$\frac{43}{75}$

Ergebnisse einer Zuchtwertschätzung zu treffen, wird auch von sachverständiger Seite eine deutliche Skepsis entgegen gebracht. Häufig gehörte Argumente beziehen sich dabei auf eine vermeintliche Unvereinbarkeit mit dem Durchführungsmodus traditioneller Zuchtveranstaltungen wie Körungen oder Stutbuchaufnahmen. So wird die traditionelle Rangierung der Zuchttiere im Rahmen der Zuchtveranstaltungen, die einen zugegebenermaßen hohen Unterhaltungswert besitzt, als notwendig und unverzichtbar angesehen. Zuchtwerte aller Tiere eines Prüfjahrgangs liegen zu diesen Anlässen aber in der Regel nicht vor. Eine Rangierung auf der Basis der Eigenleistung ohne Konsequenz für die tatsächliche Selektionsentscheidung wird aber als unbefriedigend und irritierend angesehen. Dazu folgende Anregungen:

- Mit entsprechend geschultem Personal und einer kontinuierlichen Datenaufbereitung unter Einsatz einer minimalen Ausrüstung (Laptop o. Ä.) sollte es keine Schwierigkeit bereiten, im Anschluss an die Bewertungen, etwa in einer Körung, sehr schnell eine Zuchtwertschätzung durchzuführen, Gesamtzuchtwerte zu berechnen und entsprechend aufzubereiten. Die Selektionsentscheidung könnte dann unter Berücksichtigung der Zuchtwerte durchgeführt und die Tiere rangiert werden.

- Probleme hierbei treten lediglich durch die zeitliche Staffelung der Zuchtveranstaltungen auf, da nicht alle Tiere eines Prüfungsjahrgangs anlässlich eines Termins bewertet werden. Zur Nutzung der vollen Selektionsintensität sollten aber alle Ergebnisse eines Prüfungsjahrgangs vorliegen. Auch hier sind einfache Lösungen denkbar:
  - Bei den Hengsten ist zu prüfen, ob der zweite Termin zur Vorstellung, die Nachkörnung im Winter wirklich notwendig ist. Sollte dies wider Erwarten der Fall sein, könnten ohne größere Gefahr für die Selektionsintensität von 15 zu selektierenden Hengsten etwa 5-8 anlässlich der Herbstkörnung verbindlich selektiert werden. Die verbliebenen würden dann allerdings erst nach Vorliegen der Informationen aus der Nachkörnung selektiert und ggf. schriftlich verständigt.
  - Bei den Stutmüttern wäre es akzeptabel, eine Selektion anlässlich jedes Aufnahmetermins anteilig an den vorgestellten Tieren vorzunehmen. Wiederum würden Informationen über die Bewertung noch während der Veranstaltungen eingegeben und eine Zuchtwertschätzung durchgeführt. Der durch die Selektion aus einer jeweils verkleinerten Grundgesamtheit entstehende Verlust an Selektionsintensität kann in diesem grundsätzlich nur schwach selektierten Pfad verschmerzt werden. Auch der ungünstige Effekt partiell noch nicht vorliegenden Leistungsinformationen weiblicher Halbgeschwister dürfte angesichts der hohen Bedeutung der Eigenleistung kaum in Gewicht fallen.
  - Die potentiellen Hengstmütter, also die Stuten, die eine Einladung zur Leistungsprüfung erhalten, sollten nachträglich nach Vorliegen aller Stutbuchaufnahmeergebnisse eines Jahrgangs aus allen aufgenommenen Stuten selektiert werden. Die Besitzer könnten schriftlich verständigt und aufgefordert werden, ihre Tiere am Ende der laufenden Zuchtsaison zur Leistungsprüfung vorzustellen. Erfahrungswerte müssten hier zeigen, wie stark von der Seite der Züchter auf dieses Angebot eingegangen wird.
  - Die Selektion anhand der Ergebnisse der Leistungsprüfung könnte bei Hengsten wieder problemlos zeitgleich mit der Veranstaltung durchgeführt werden. Bei Stuten sollte bis zum Vorliegen aller Ergebnisse einer Zuchtsaison gewartet werden. Sowohl vollgeprüfte und selektierte Hengste als auch Hengstmütter könnten, wie schon erwähnt, einer noch genauer zu definierenden Zuchtbuchabteilung zugeteilt werden.

Obwohl die vorgestellten Aspekte direkt am Beispiel des für beide Rassen optimalen Selektionsschemas illustriert wurden, soll nochmals darauf hingewiesen sein, dass bereits in der Durchsetzung einzelner Aspekte ein Gewinn im Hinblick auf den Zuchtfortschritt zu erwarten ist. Grundsätzlich bietet das zumindest in der Ambition sehr strikt organisierte Zuchtgeschehen beim Pferd in Bayern eine gute Ausgangsbasis zur Verwirklichung der einzelnen Maßnahmen und steht in dieser Hinsicht anderen Nutztierpopulationen weit weniger nach, als es auf den ersten Blick den Anschein haben mag. Die Verwendung des schon vorhandenen Instrumentariums in Form der Zuchtbuchordnungen, bei Konzentration und Bündelung der knappen Ressourcen auf die im Rahmen des vorgestellten optimalen Designs wichtigen Aspekte könnte zu einem effizienten und nichts desto trotz für alle Beteiligten attraktiven Zuchtgeschehen führen. Da diese Umsetzung immer wieder an Erfahrungswerten korrigiert werden muss, vermag diese Arbeit nicht mehr als fundierte und hoffentlich wertvolle Anregungen zu geben, um die Züchter auf dem Weg zu den von ihnen definierten Zielen eine effiziente Hilfestellung zu geben.



# Zusammenfassung

Die Ausarbeitung von Vorschlägen zur Optimierung der Zuchtarbeit beim Süddeutschen Kaltblut und beim Haflinger war Gegenstand dieser Arbeit. Jede rationale Vorgehensweise im Hinblick auf den Versuch einer Optimierung erfordert zunächst das Vorhandensein klar definierter und objektivierbarer Kriterien, anhand derer die Ist-Situation und die Auswirkungen möglicher Änderungen beurteilt und diskutiert werden können.

**Konkretisierung des Zuchtziels** In diesem Abschnitt der Untersuchungen wurden unter Verwendung der so genannten Contingent-Valuation Methode in zwei Bayern weiten Befragungen die Präferenzen der Züchter für eine große Anzahl von Merkmale mit vermuteter Bedeutung in Form von Geldwerten ermittelt. Insgesamt wurden zu diesem Zweck standardisierte Einzelinterviews mit einer Zufallsstichprobe von 129 Züchtern durchgeführt und die Ergebnisse ausgewertet. Die ermittelten Gewichte und die zusätzlich erhobenen Informationen ließen eine gute Einschätzung der Präferenzstrukturen der Züchter und der grundsätzlichen Situation innerhalb der Züchterschaft zu. Trotz natürlicher Schwankungen innerhalb des Meinungsbildes der Züchterschaften war die geäußerte relative Nutzeneinschätzung der einzelnen Merkmale über alle Züchter auffallend stabil. Als Merkmale mit höchster Präferenz in den Augen der Züchter des Süddeutschen Kaltbluts konnten die Fundamentqualität, die Charaktermerkmale Umgänglichkeit und Nervenstärke sowie die Qualität des Schritts identifiziert werden. Bei den Haflingerzüchtern standen die Merkmale Umgänglichkeit, Lern- und Leistungsbereitschaft und die Rittigkeit im Vordergrund. Ein Einsatz der aus den Ergebnissen dieser Befragungen abgeleiteten Gewichtungsfaktoren im Rahmen des Zuchtgeschehens wird abschließend als wünschenswert und zielführend angesehen.

**Untersuchung der Populations und Zuchtstruktur** In diesem Abschnitt wurden Maßzahlen zur Charakterisierung der Populationen und der Zuchtstruktur für beide Rassen abgeleitet. Die Entwicklung der Populationsgröße, die praktizierte Selektion, das durchschnittliche Generationsintervall, die Anteile fremder Rassen oder Tiere anderer Zuchtpopulationen und zuletzt die Inzuchtentwicklung und die effektive Populationsgröße waren in dieser Hinsicht wichtige Kriterien. Für beide Rassen konnte gezeigt werden, dass in der momentanen Praxis eine gezielte Selektion im Wesentlichen nur im Umfeld der Hengstkörungen stattfindet. Als durchschnittliches Generationsintervall in beiden Rassen konnten etwa sieben (Süddeutsches Kaltblut) bzw. rund acht Jahre (Haflinger) berechnet werden, wobei in beiden Fällen ein Trend zu einer Verkürzung zu erkennen war. Ebenfalls konnte gezeigt werden, dass ein substantieller Zufluss von Genen in beide Rassen in den letzten 20-30 Jahren stattgefunden hat. Beim Süddeutschen Kaltblut war dies im wesentlichen bedingt durch den Einsatz von Zuchttieren der Rasse Noriker aus dem österreichischen Ausland, beim Haflinger bekanntermaßen durch den Einsatz des Arabischen

Vollbluts als "Veredler". Trotz dieses partiellen Austausches mit anderen Populationen konnte die Inzuchtentwicklung und somit die effektive Populationsgröße über verschiedene Methoden hinreichend gut eingegrenzt werden, die beim Süddeutschen Kaltblut mit etwa 80-100, beim Haflinger mit etwa 80-160 (generationseffektiv) angegeben werden kann. In beiden Populationen kann die Inzuchtentwicklung somit als beobachtenswert aber nicht kritisch eingestuft werden. Die verwendeten Methoden ließen darüber hinaus in beiden Fällen Rückschlüsse auf die Größe einer aktiven und substantiell beitragenden Kernpopulation zu, die mit etwa 700-800 Zuchtstuten deutlich unter den Zensuszahlen liegt. Darüber hinaus konnte selbst innerhalb dieser Kernpopulation bei den Hengsten festgestellt werden, dass nur 20-30% aller Zuchthengste den überwiegenden Anteil aller Nachkommen produzieren.

**Datenanalysen zu den Merkmalen** Die Datenbasis, also die in den letzten Jahrzehnten aufgezeichneten Leistungsinformationen beim Süddeutschen Kaltblut und beim Haflinger diente bis in die jüngste Vergangenheit nicht als Grundlage einer Zuchtwertschätzung. Sie zeigt in dieser Hinsicht durchaus Optimierungsbedarf an. Als Schwachstellen konnten hier insbesondere unklare Merkmalsdefinitionen, der Mangel an Aufzeichnungen zu Änderungen von Merkmalsdefinitionen, unterschiedliche Merkmalsstreuungen zwischen Hengsten und Stuten und unvollständige bzw. fehlende Aufzeichnungen zu wichtigen zusätzlichen Aspekten wie Aufnahme- bzw. Prüfort oder Zusammensetzung der Bewertungskommissionen festgestellt werden. Aus diesen Befunden wurden Empfehlungen für eine Verbesserung der Datenerhebung und -aufzeichnung in der Zukunft abgeleitet. Darüber hinaus wurden in diesem Abschnitt fixe Effekte auf die Merkmalsbewertungen identifiziert und in ihrer Größenordnung bestimmt. Es konnte gezeigt werden, dass Genanteile von Noriker und arabischem Vollblut sich auf die durchschnittliche Bewertungshöhe in vielen Merkmalen auswirken. Als Konsequenz wurde ein Modell mit genetischen Gruppen zur Schätzung der Populationsparameter vorgeschlagen.

**Schätzung von Populationsparametern** In einer umfangreichen Analyse wurden genetische Parameter für 66 verschiedene Merkmale aus Exterieurbewertung und Leistungsprüfung beim Süddeutschen Kaltblut und beim Haflinger geschätzt. Ziel war es, für beide Rassen eine zum Einsatz in einer Zuchtwertschätzung geeignete, kompakte Parameterstruktur zu entwickeln. Die bereits im vorherigen Abschnitt gemachten Beobachtungen sind wesentlich dafür verantwortlich zu machen, dass die Schätzungen für eine Reihe von Merkmalen unbefriedigend blieben. Trotz dieser Schwierigkeiten konnten Gesamtzuchtwerte entwickelt werden, die sowohl in der Merkmalsauswahl als auch ihrer Struktur als vernünftige Grundlage angesehen werden, eine flächendeckende und umfassende Zuchtwertschätzung für beide Rassen zu initiieren. Nebenprodukt dieses Entwicklungsprozesses waren Erkenntnisse zur Beurteilung der Wichtigkeit einzelner Merkmalerhebungen im Bezug auf ihren Informationsbeitrag zu den definierten Gesamtzuchtwerten. Auf der Basis dieser Ergebnisse konnten Empfehlungen für eine veränderte (stärker auf die wesentlichen Merkmale abzielenden) Leistungsfeststellung in beiden Rassen abgeleitet werden.

**Optimierung der Selektionsstrategie** Auf der Grundlage aller bisherigen Ergebnisse konnten in diesem Abschnitt anhand von Designanalysen optimale Selektionsstrategien für beide Rassen abgeleitet werden. Als optimal in beiden Rassen erwies sich dabei ein zweistufiges, auf der Eigenleistung aus der Stutbuchaufnahme/Körung und der später statt-

findenden Leistungsprüfung basierendes Selektionsschema, dass innerhalb der gegebenen Strukturen gut umsetzbar sein sollte. Kennzeichnend dabei ist ein vorzeitiger Einsatz der nur auf der Grundlage der Körung (vorläufigen Deckerlaubnis) selektierten Hengste für eine Saison mit einer zusätzlichen, spürbaren Selektion nach Vorliegen der Leistungsergebnisse. Nachkommen von auf der zweiten Stufe ausscheidenden Hengsten sind als vollwertige zukünftige Selektionskandidaten zu betrachten. Dieses System erwies sich auch unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit, also im Hinblick auf die Inzuchtentwicklung als durchaus positiv. Die notwendigen Schritte zu einer Umsetzung dieses Selektionsschemas in der Praxis wurden im allgemeinen Diskussionsteil detailliert dargestellt. Es ist selbstverständlich, dass bei einer solchen Umsetzung notwendige Erfahrungswerte gewonnen werden müssen. Die Grundzüge einer Strategie zur Verbesserung des genetischen Fortschritts in beiden Rassen konnten jedoch hinreichend klar identifiziert und dargelegt werden.



# Literaturverzeichnis

- [Aberle u. a. 2004] ABERLE, K ; HAMANN, H. ; DRÖGEMÜLLER, C. ; DISTL, O.: *Quantifizierung der genetischen Diversität von Pferderassen mittels molekulargenetischer Methoden*. Institut für Tierzucht und Vererbungsforchung, Tierärztliche Hochschule Hannover, 2004
- [Akaike 1974] AKAIKE, H.: A New Look on Statistical Model Identification. In: *IEEE Transactions on Automatic Control* AU-19 (1974), S. 716–722
- [Arnason 1983] ARNASON, T.: *Genetic Studies on Conformation and Performance of Icelandic Toelter Horses*. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Breeding and Genetics. Rapport 59, 1983
- [Arrow u.a. 1993] ARROW, K. ; SOLOW, R. ; PORTNEY, P. R. ; LEAMER, E. E. ; RADNER, R. ; SCHUMAN, H.: The Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. In: *Federal Register* 58 (1993), S. 4601–4614. – URL <http://www.darp.noaa.gov/library/pdf/cvblue.pdf>
- [Bateman u. a. 2002] BATEMAN, I. ; CARSON, R. ; BRETT, D.: *Economic Valuation with Stated Preference Techniques. A Manual*. First Edition. Edward Elgar, Cheltenham, 2002
- [Bowling und Ruvinsky 2000] BOWLING, A. T. ; RUVINSKY, A. (.: *The Genetics of the Horse*. First Edition. CABI Publishing, 2000. – 411–473 S
- [Brandes u. a. 1999] BRANDES ; RECKE ; BERGER: *Produktions- und Umweltökonomik*. Ulmer Verlag, Stuttgart, 1999
- [Bruns u. a. 1978] BRUNS, E. ; BIERBAUM, M. ; FRESE, H: Entwicklung von Selektionskriterien für die Reitpferdezucht: IV. Schätzung relativer ökonomischer Gewichte anhand von Auktionsergebnissen. In: *Züchtungskunde* 50 (1978), S. 93–100
- [Bruns u. a. 1985] BRUNS, E. ; RAULS, B. ; BADE, B.: Die Entwicklung von Selektionskriterien für die Reitpferdezucht: V. Phänotypische und genetische Parameter und Selektionsindices für eigenleistungsgeprüfte Hengste. In: *Züchtungskunde* 57 (1985), S. 172–180
- [Bruns und Schade 1998] BRUNS, E. ; SCHADE, W.: *Genetic Value of Various Test Schemes of Young Riding Horses*. 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 1998. – 420–423 S
- [Burrows 1972] BURROWS, P. M.: Expected Selection Differentials for Directional Selection. In: *Biometrics* 28 (1972), S. 1091–1100

- [v. Butler-Wemken u. a. 1992] BUTLER-WEMKEN, I. v. ; DUDA, J. ; KAISER, M.: Genetische Analysen für Exterieurgesamtbewertungen und Beziehungen zu Körpermaßen bei Trakehner Stuten. In: *Züchtungskunde* 64 (1992), S. 92–100
- [Caballero und Toro 2000] CABALLERO, A. ; TORO, M. A.: Interrelations between Effective Population Size and other Pedigree Tools for the Management of Conserved Populations. In: *Genet. Res.* 75 (2000), S. 331–343
- [Carson u. a. 1995] CARSON, R. T. ; HANEMANN, W. M. ; RAYMOND, J.K. ; KROSNIK, J. A. ; MITCHELL, R. C.: Referendum Design and Contingent Valuation: The NOAA Panel's No-Vote Recommendation. In: *Ressources for the Future, Discussion Paper 96-05* (1995)
- [Carson u. a. 1996] CARSON, R. T. ; HANEMANN, W. M. ; RAYMOND, J.K. ; KROSNIK, J. A. ; MITCHELL, R. C.: Was the NOAA Panel Correct about Contingent Valuation? In: *Ressources for the Future, Discussion Paper 96-20* (1996)
- [Chochran 1967] CHOCHRAN, W. G.: *Sampling Techniques*. Third Edition. Wiley, New York, 1967
- [Christmann 1996] CHRISTMANN, L.: *Zuchtwertschätzung für Merkmale der Stutbuchaufnahme und der Stutenleistungsprüfung im Zuchtgebiet Hannover*. Dissertationsschrift, Göttingen, 1996
- [Davis 1963] DAVIS, R. K.: *The Value of Outdoor Recreation: An Economic Study*. Ph.D. dissertation, Harvard University, 1963
- [Dempfle 1990] DEMPFLE, L.: Problems in the Use of the Relationship Matrix in Animal Breeding. In: *In: Gianola D., Hammond K. (Hrsg.) Advances in Statistical Methods for Genetic Improvement of Livestock* (1990)
- [Dempfle und Ponzoni 1986] DEMPFLE, L. ; PONZONI, R. W.: Wirtschaftliche Gewichtungen der einzelnen Laktationsleistungen bei der Zuchtwertschätzung von Milchkühen. In: *Züchtungskunde* 58 (1986), S. 260–267
- [Elsen und Mocquot 1974] ELSÉN, J. M. ; MOCQUOT, J. C.: Recherches pour une Rationalisation Technique et Economique des Schemas de Selection des Bovins et Ovins. In: *Bull. tech. Dép. Génét. anim. (Inst. natn. Rech. agron., Fr.)* 17 (1974)
- [Essl 1991] ESSL, A.: Choice of an Appropriate Bending Factor Using Prior Knowledge of the Parameters. In: *J. Animal Breed. Genet.* 108 (1991), S. 89–101
- [Falconer und Mackay 1996] FALCONER, D. S. ; MACKAY, T. F. C.: Introduction to quantitative genetics. In: *Fourth edition. Prentice Hall* (1996)
- [Fehlings 1975] FEHLINGS, R.: *Untersuchungen über Inzucht- und Verwandtschaftsverhältnisse in der Haflingerpopulation Oberbayerns*. Diplomarbeit, Techn. Univ. München-Weihenstephan, 1975
- [Fox 1997] FOX, J.: *Applied Regression Analysis, Linear Models, and Related Methods*. First Edition. Sage Publications, 1997

- [Frank 1975] FRANK, H.: *Untersuchung über die derzeitige Situation der Kaltblutzucht in Bayern*. Diplomarbeit, Triesdorf, 1975
- [Friemel 2001] FRIEMEL, G.: *Vergleichende Untersuchungen zur Optimierung der Dauer der stationären Hengstleistungsprüfung. Genetische Analysen und Zuchtplanung*. Dissertation Univ. Kiel, 2001
- [Grosshauser und v. Butler-Wemken 1991] GROSSHAUSER, S. ; BUTLER-WEMKEN, I. v.: Untersuchungen zur Exterieurbeurteilung beim Süddeutschen Kaltblut. In: *Landwirtschaftliches Jahrbuch* 68 (1991), S. 505–514
- [Hascher 1998] HASCHER, H.: *Schätzung von Populationsparametern mittels Exterieur- und Leistungsdaten für Haflinger, Freiburger und CH Warmblut*. Dissertation ETH Zürich, 1998
- [Hayes und Hill 1981] HAYES, J. F. ; HILL, W. G.: Modification of Estimates of Parameters in the Construction of Genetic Selection Indices ('Bending'). In: *Biometrics* 37 (1981), S. 483–493
- [Henderson 1976] HENDERSON, C. R.: A Simple Method for Computing the Inverse of a Numerator Relationship Matrix Used in the Prediction of Breeding Values. In: *Biometrics* 32 (1976), S. 69–83
- [Hill 1972] HILL, W. G.: Effective Size of Populations with overlapping Generations. In: *Theor. Pop. Biol.* 3 (1972), S. 278–289
- [Hill 1974] HILL, W. G.: Prediction and Evaluation of Response to Selection with Overlapping Generations. In: *Anim. Prod.* 18 (1974), S. 117–139
- [Hill 1979] HILL, W. G.: A Note on Effective Population Size with Overlapping Generations. In: *Genetics* 92 (1979), S. 317–322
- [James 1982] JAMES, J. W.: Influence of Population Structure and Size on Genetic Progress. In: *Proceedings of the World Congress on Sheep and Beef Cattle* 1 (1982), S. 283–290
- [Jorjani u. a. 2003] JORJANI, H. ; KIEL, L. ; EMANUELSON, U.: A Simple Method for Weighted Bending of Genetic (Co)variance Matrices. In: *J. Dairy Sci.* 86 (2003), S. 677–679
- [Kühl u. a. 1994] KÜHL, K. ; PREISINGER, R. ; KALM, E.: Analyse von Leistungsprüfungen und Entwicklung eines Gesamtzuchtwertes für die Reitpferdezucht. In: *Züchtungskunde* 66 (1994), S. 1–13
- [Koenen u. a. 1995] KOENEN, E. P. C. ; VAN VELDHUIZEN, A. E. ; BRASCAMP, E. W.: Genetic Parameters of Linear Scored Traits and their Relationship to Dressage and Show-Jumping Performance in the Dutch Warmblood Riding Horse Population. In: *Livestock Production Science* 43 (1995), S. 85–94
- [Meuwissen 1997] MEUWISSEN, T. H. E.: Maximizing the Response of Selection with a Predefined Rate of Inbreeding. In: *J. Anim. Sci.* 75 (1997), S. 934–940

- [Mitchell und Carson 1993] MITCHELL, R. C. ; CARSON, T. C.: *Using Surveys to Value Public Goods. The Contingent Valuation Method*. Third Edition. Hopkin University Press, Washington, 1993
- [Mrode 1996] MRODE, R. A.: *Linear Models for the Prediction of Animal Breeding Values*. First Edition. CAB International, 1996
- [NBDFAO 2003] NBDFAO: *Nationaler Bericht Deutschlands als Beitrag zum Bericht der FAO über den Zustand tiergenetischer Ressourcen*. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL), 2003. – URL <http://www.genres.de/tgr>
- [Neumaier und Groeneveld 1998] NEUMAIER, A. ; GROENEVELD, E.: Restricted Maximum Likelihood Estimation of Covariances in Sparse Linear Models. In: *Genet. Sel. Evol.* 30 (1998), S. 2–26
- [Nomura 2002] NOMURA, T.: Effective Size of Populations with Unequal Sex Ratio and Variation in Mating Success. In: *J. Anim. Breed. Genet.* 118 (2002), S. 297–310
- [Nunney 1993] NUNNEY, L.: The Influence of Mating System and Overlapping Generations on Effective Population Size. In: *Evolution* 47 (1993), S. 1329–1341
- [Olesen u. a. 1999] OLESEN, I. ; GJERDE, B. ; GROEN, A. F.: Methodology for Deriving Non-Market Trait Values in Animal Breeding Goals for Sustainable Production Systems. In: *Program workshop Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle (GIFT) - Breeding Goals and Selection Schemes, Wageningen*. (1999). – URL <http://www-interbull.slu.se/bulltins/bulletin23/olesen.pdf>
- [Ollivier und James 2003] OLLIVIER, L. ; JAMES, J. W.: Predicting the Annual Effective Size of Livestock Populations. In: *54th Annual Meeting of EAAP, Rome, 2003* (2003)
- [Palzer 2000] PALZER, S.: Vorstellung von Haflingern. In: *www-Haflinger-Bayern.de* (2000). – URL <http://www.haflinger-bayern.de/oberbayern/vorst.html/>
- [Pearce und Özdemiroglu 2002] PEARCE, D. ; ÖZDEMIROGLU, E.: *Economic Valuation with Stated Preference Techniques. A Summary Guide*. Department for Transport, Local Government and the Regions: London, 2002
- [Perez-Enciso 1995] PEREZ-ENCISO, M.: Use of the Uncertain Relationship Matrix to Compute Effective Population Size. In: *J. Anim. Breed. Genet.* 112 (1995), S. 327–332
- [Perez-Enciso und Fernando 1992] PEREZ-ENCISO, M. ; FERNANDO, R. L.: Genetic Evaluation with Uncertain Parentage: A Comparison of Methods. In: *Theor. Appl. Genet.* 84 (1992), S. 173–179
- [R Development Core Team 2004] R DEVELOPMENT CORE TEAM: *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing (Veranst.), 2004. – URL <http://www.R-project.org>. – ISBN 3-900051-07-0
- [Rege 1999] REGE, J. E. O. (Hrsg.): *Economic Valuation of Animal Genetic Resources*. Proceedings of an FAO/ILRI Workshop, Rome, 1999

- [Rendel und Robertson 1950] RENDEL, J. M. ; ROBERTSON, A.: Estimation of Genetic Gain in Milk Yield by Selection in a Closed Herd of Dairy Cattle. In: *Journal of Genetics* 50 (1950), S. 1–8
- [Robertson 1960] ROBERTSON, A.: A Theory of Limits in Artificial Selection. In: *Proc. Roy. Soc. London, B.* 153 (1960), S. 234–249
- [Robertson 1961] ROBERTSON, A.: Inbreeding in Artificial Selection Programmes. In: *Genet. Res.* 2 (1961), S. 189–194
- [Rohr u. a. 1999] ROHR, P. ; HOFER, A. ; KÜNZI, N.: Economic values for meat quality traits in pigs. In: *Journal of Animal Science* 77 (1999), S. 2633–2640
- [Rowe und Chestnut 1982] ROWE, R. D. ; CHESTNUT, L. G.: *The Value of Visibility: Economic Theory and Applications for Pollution Control*. Cambridge, Abt Books, 1982
- [Sambraus 1994] SAMBRAUS, H. H.: *Atlas der Nutztierassen*. Forth Edition. Ulmer, 1994
- [Samore u. a. 1997] SAMORE, A. B. ; PAGNACCO, G. ; MIGLIOR, F.: Genetic Parameters and Breeding Values for Linear Type Traits in the Haflinger Horse. In: *Livestock Production Science* 52 (1997), S. 105–111
- [SAS/STAT 1999] SAS/STAT: The Cluster Procedure. In: *SAS Users Guide, Version 8.0.* 23 (1999), S. 859–860
- [Schade 1996] SCHADE, W.: *Entwicklung eines Besamungszuchtprogramms für die Hanoversche Warmblutzucht*. Dissertation Univ. Göttingen, 1996
- [Schierhölter 1984] SCHIERHÖLTER, W.: *Schätzung genetischer Parameter für Exterieurmerkmale bei Warmblutpferden*. Diplomarbeit Univ. Göttingen, 1984
- [Schlapak 1998] SCHLAPAK, P.: *Untersuchung der Eigenleistungsergebnisse Süddeutscher Kaltblutstuten*. Diplomarbeit, Fachhochschule Weihenstephan/Triesdorf, 1998
- [Senou 1990] SENOU, M.: *Untersuchungen über die Entwicklung der additiv-genetischen Varianz und der Inzucht sowie der erzielbaren kurz- und langfristigen Selektionserfolge in geschlossenen Nukleuszuchtprogrammen*. Dissertation Techn. Univ. München/Weihenstephan, 1990
- [Snedecor und Cochran 1989] SNEDECOR, G. W. ; COCHRAN, W. G.: *Statistical Methods*. Eighth Edition. Iowa State Press, 1989
- [Sprengel u. a. 2002b] SPRENGEL, D. ; GEUDER, U. ; GÖTZ, K. U.: Integrierte Zuchtwertschätzung beim Haflinger. In: *Veröffentlichung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierzucht* (2002)
- [Sprengel u. a. 2002a] SPRENGEL, D. ; GEUDER, U. ; GÖTZ, K. U.: Integrierte Zuchtwertschätzung beim Süddeutschen Kaltblut. In: *Veröffentlichung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierzucht* (2002)

- [Sprengel u. a. 2003a] SPRENGEL, D. ; GEUDER, U. ; GÖTZ, K. U.: BLUP-Tiermodellzuchtwertschätzung beim Haflinger in Bayern. In: *Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierzucht*. (2003). – URL <http://www.lfl.bayern.de/itz/pferd/05896/>
- [Sprengel u. a. 2003b] SPRENGEL, D. ; GEUDER, U. ; KRAMER, A. ; GÖTZ, K. U.: BLUP-Tiermodellzuchtwertschätzung beim Süddeutschen Kaltblut in Bayern. In: *Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierzucht*. (2003). – URL <http://www.lfl.bayern.de/itz/pferd/05828/>
- [Uphaus 1993] UPHAUS, H.: *Feld- und Stationsprüfung für Stuten und deren Nutzung im Rahmen eines Zuchtprogramms*. Dissertation Univ. Kiel, 1993
- [Venables und Ripley 2002] VENABLES, W. N. ; RIPLEY, B. D.: *Modern Applied Statistics with S*. Forth Edition. Springer, 2002
- [Wauer 1976] WAUER, A.: *Untersuchungen über Inzucht- und Verwandtschaftsverhältnisse in der Süddeutschen Kaltblutpopulation Oberbayerns*. Diplomarbeit, Techn. Univ. München-Weihenstephan, 1976
- [Weller 1994] WELLER, J. I.: *Economic Aspects of Animal Breeding*. First Edition. Chapman and Hall, 1994
- [Westell u. a. 1988] WESTELL, R. A. ; QUAAS, R. L. ; VAN VLECK, L. D.: Genetic Groups in an Animal Model. In: *J. Dairy Sci.* 71 (1988), S. 1310–1318
- [Weymann und Glodeck 1993] WEYMAN, W. ; GLODECK, P.: Zuchtwertschätzung für Exterieurmerkmale aus der Stutbuchaufnahme bei Reitpferden. In: *Züchtungskunde* 65 (1993), S. 161–169
- [Williams 1962] WILLIAMS, J. S.: Some Statistical Properties of a Genetic Selection Index. In: *Biometrika* (1962), S. 325–337
- [Willrich 1999] WILLRICH, G.: *Kaltblutpferde*. First Edition. BLV, 1999
- [Wronka 1998] WRONKA, T. C.: Was ist der Preis für Umwelt. Möglichkeiten und Grenzen des kontingenten Bewertungsansatzes. In: *Agrarbusiness-Forschung* 6 (1998)
- [Zeiler 2000] ZEILER, M.: Schätzung von genetischen Parametern für die Haflingerzucht. In: *Züchtungskunde* 72 (2000), S. 241–257

# Anhang A

## Befragungsinstrument

### A.0.1 Text der ersten Kontaktaufnahme per Telefon

- Grüß Gott. Mein Name ist Christian Edel von der Landesanstalt für Landwirtschaft. Wäre der Herr/Frau .... zu sprechen bitte?
  - wann wäre er/sie denn zu sprechen? Kann ich da noch einmal anrufen? Es geht um eine Umfrage zum Thema Süddeutsches Kaltblut.
- Ich arbeite an einem Forschungsprojekt zur Zuchtarbeit beim Süddeutschen Kaltblut. In diesem Rahmen führe ich momentan eine Umfrage unter den eingetragenen Haltern und Züchtern des Süddeutschen Kaltbluts in ganz Bayern durch. Sie sind nun aus der Liste der aktuell eingetragenen Kaltblutzüchter in die Gruppe der Leute gezogen worden, die ich im Rahmen dieser Umfrage zu ihrer Meinung befragen möchte. Es geht allgemein um Fragen der Zucht beim Süddeutschen Kaltbluts. Das Ganze würde so ablaufen, dass wir einen Termin ausmachen zu dem ich Sie dann aufsuche. Man muss sich das so vorstellen wie ein Interview, d.h. man braucht ein bisschen Ruhe und ungefähr eine dreiviertel Stunde bis eine Stunde Zeit.
- Ganz prinzipiell einmal: Würden Sie da mitmachen? Ich meine bei dieser Umfrage ist es natürlich wichtig, dass möglichst jeder der gezogen wurde mitmacht.
- ergänzend: Ich möchte dazu sagen, dass diese Umfrage vom Landesverbandes voll unterstützt wird.
- Jetzt wäre natürlich ein Termin wichtig, damit ich mir eine Tour einteilen kann. Hätten Sie zum Beispiel am ..... Zeit.

## Die Befragung

### Einleitung

Ich möchte mich noch einmal kurz vorstellen.

- Mein Name ist Christian Edel.
- Ich bin Agraringenieur im Fachbereich Tierzucht.
- Ich arbeite an einem Forschungsprojekt über die Zucht beim Süddeutschen Kaltblut und beim Haflinger.

Diese Forschungsarbeit wird

- vom Staatsministerium finanziert,
- von der Landesanstalt für Landwirtschaft und der Zuchtleitung, Herrn Dr. Tewes gefördert
- durch Herrn Professor Dempfle, meinen Doktorvater betreut.

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit möchten wir nun etwas darüber erfahren, wie der einzelne Züchter die einzelnen Merkmale eines Pferdes bewertet, was ihm am Süddeutschen Kaltblut wichtig ist und was ihm weniger wichtig ist. Zu diesem Zweck wird eine größere, zufällige Auswahl von Züchtern von mir befragt.

Ihre Meinung in diesem Zusammenhang wäre wichtig und ich bedanke mich bereits jetzt, dass Sie die Zeit gefunden haben. Die Befragung ist streng vertraulich und ich versichere Ihnen, dass die Erhebung und die Auswertung so durchgeführt wird, dass Ihre Antworten nicht mit ihrem Namen in Verbindung gebracht werden können.

## A.0.2 Einleitender Fragenteil

Interview Nummer: ..... Beginn des Interviews .....(Uhrzeit), am: .....(Datum)

Der Befragte ist Mitglied des Landesverbandes Bayerischer Pferdezüchter und Besitzer von: ..... eingetragenen Zuchttieren.

### Frage 1:

Sie sind mit Ihren Tieren Mitglied eines Regionalverbandes des Landesverbandes Bayerischer Pferdezüchter. Ist die Pferdezucht eher eine persönliche Angelegenheit oder ist daran die ganze Familie beteiligt?

- wenn Familie:
  - Von wem werden in diesem Fall hauptsächlich die Zuchtentscheidungen getroffen? Also wer entscheidet bei Ihnen zum Beispiel darüber welcher Hengst auf welcher Stute eingesetzt wird, oder ob es sich lohnt ein spezielles Hengstfohlen aufzuziehen, usw. von wem werden solche Entscheidungen getroffen?
    - \* ausschließlich von mir
    - \* beraten wird gemeinsam, aber die letzte Entscheidung treffe in der Regel ich
    - \* wir entscheiden gemeinsam, aber ich kann hier die Meinung des Haushaltes vertreten
    - \* ich spreche nur für mich und habe keinen großen Einfluss auf die Zuchtentscheidungen
- wenn allein:
  - Man kann also sagen, dass ausschließlich Sie die Zuchtentscheidungen treffen?

### Frage 2:

Wie würden Sie selbst ihr Wissen über die Zuchtbuchordnung des Landesverbandes für die Rasse Süddeutsches Kaltblut einschätzen?

- ich denke ich kenne mich sehr gut aus
- ich kenne mich recht gut aus, den Rest schlage ich nach oder frage jemanden
- ich weiß nicht allzu viel und schau nur nach wenn mich etwas betrifft

### Frage 3:

Haben Sie als Züchter oder Halter im Zeitraum der letzten Jahre Zuchtveranstaltungen, also etwa Körnungen, Stutbuchaufnahmen und Leistungsprüfungen mit eigenen Tieren beschickt?

- ja
  - wann war die letzte Teilnahme? .....
- nein, in letzter Zeit nicht

### Frage 4:

Nehmen Sie regelmäßig als Zuschauer an solchen Zuchtveranstaltungen teil?

- ja, regelmäßig
- selten, aber regelmäßig
  - wann war etwa der letzte Besuch?.....
- nein, in letzter Zeit nicht

### Frage 5:

Wie würden Sie sagen kennen Sie sich mit den Merkmalen aus, die in solchen Veranstaltungen an den Tieren erhoben werden? Also nach was zum Beispiel in einer Stutbuchaufnahme geschaut wird, oder was in einer Leistungsprüfung bewertet wird?

- ich denke ich kenne mich gut aus
- so leidlich weiß ich Bescheid

- ich weiß nur wenig darüber

**Frage 6:**

Kennen Sie die Notenskala, die in solchen Veranstaltungen verwendet wird um die Tiere nach diesen Merkmalen zu bewerten?

- ja
- so ungefähr
- ich weiß nur wenig darüber

*Es folgt eine kurze Erläuterung der Notenskala*

**Szenariobeschreibung und Bewertungsabschnitt**

*Interviewer:*

*Ich möchte im nachfolgenden Abschnitt etwas darüber erfahren, wie wichtig für Sie die einzelnen Merkmale eines Süddeutschen Kaltbluts sind. Ich möchte um Verständnis dafür bitten, dass dies in einer ganz festen Form geschehen muss, weil ich sonst keine Möglichkeit habe die Antworten miteinander zu vergleichen. Das ganze wird Ihnen vielleicht wie ein Spiel vorkommen, aber das spielerische ist nur dazu da, dass man sich das ganze besser vorstellen kann und den Überblick behält. Es gehört auch eine kleine Geschichte dazu. Sind Sie bereit, dass wir anfangen?*

**Erläuterung:**

Nehmen wir an, Sie hätten aus irgendeinem Grund beschlossen sich eine Zuchtstute zum Einsatz ihrer Zucht zu zukaufen. Das Tier das Sie erwerben wollen, soll natürlich möglichst genau ihren Vorstellungen entsprechen. In der näheren Umgebung stehen mehrere Tiere zur Auswahl und Sie haben zu allen Verkäufern ein gutes und vertrauensvolles Verhältnis. Es wird Ihnen eine Stute angeboten, die von Ihrer Farbe, ihrer Größe und ihrer Abstammung dem entspricht was Sie sich vorgestellt haben. Das Tier ist nicht tragend aber geschlechtsgesund. Es ist natürlich schwer die Qualitäten eines Pferdes zu beschreiben. Wenn wir aber jetzt einmal die Merkmale und Bewertungen aus der Stutbuchaufnahme und der Stutleistungsprüfung zu Hilfe nehmen, dann können wir schon etwas über das Tier sagen. Also, um das Tier einmal zu beschreiben, sagen wir also, dass dieses Tier 4 Jahre alt ist, es ist eingetragen und hat auch schon die Leistungsprüfung abgelegt. Jetzt ist es so, dass dieses Tier in allen Merkmalen, sowohl in der Stutbuchaufnahme als auch in der Leistungsprüfung genau die Note 6 erhalten hat. Es ist also im Exterieur "befriedigend" und auch in der Leistungsprüfung hat es von seinen Leistungen her mit einer Note 6 in allen Merkmalen abgeschlossen. Es hat also nirgendwo einen echten Mangel, aber es ist halt auch nichts besonderes, ein Tier ohne Höhen und Tiefen, könnte man sagen. Man muss dazu sagen, Sie haben das Tier gesehen und Umgang mit ihm gehabt und auch Sie finden das die Benotung genau so zutrifft. Man könnte auch sagen, das Tier ist in allen Merkmalen mehr oder weniger durchschnittlich.

Können Sie sich so ein Tier vorzustellen?

**Bewertungsfrage:**

Ich möchte dass Sie mir nun aufrichtig sagen, wie viel so ein Tier für Sie persönlich maximal wert wäre, dass Sie mir also mir den Preis nennen, ab dem Sie sagen würden: Na dann eben nicht!

*Betrag wird notiert*

**Erläuterung:**

Zufällig steht auch noch eine andere Stute zum Verkauf. Diese gleicht der vorherigen in Größe, Farbe und Alter und ist auch von der Abstammung her mit der von eben absolut vergleichbar. Das Tier ist ebenfalls nicht tragend, aber geschlechtsgesund. Nur ist sie eben in allen Merkmalen etwas besser wie als die zuvor. Nehmen wir wieder die Merkmale der Stutbuchaufnahme und der Leistungsprüfung zu Hilfe und sagen wir, dieses Tier hat in allen Merkmalen eine Note 7, ist also durchweg "ziemlich gut", sowohl im Exterieur wie auch in der Leistung. Dabei ist es so, dass es also nicht bloß besser bewertet wurde. Sagen wir mal, Sie haben das Tier gesehen und Umgang mit ihm gehabt und auch Sie finden das die Benotung genau so zutrifft. Können Sie sich so ein Tier vorstellen? Können Sie sich auch den Qualitätsunterschied zwischen den beiden Tieren vorstellen?

**Bewertungsfrage**

Dann möchte ich, dass Sie mir genau wie eben den Maximalbetrag nennen, den diese Stute Ihnen wert wäre, also den Betrag über den Sie in keinem Fall hinausgehen würden.

*Betrag wird notiert.*

**Nachfrage:**

Sie haben mir eben als Maximalbetrag für ein Tier, das von der Qualität her so einzustufen ist, dass es in der Stutbuchaufnahme und in der Leistungsprüfung wohl in allen Merkmalen eine Note 6 erhalten würde den Betrag von ..... Euro genannt.

Für ein Tier, das qualitativ so ist, dass es eine 7 in allen Merkmalen erhielte aber ansonsten dem anderen gleicht würden Sie hingegen den Betrag von ..... Euro ausgeben. Ist das so richtig? Wollen Sie noch etwas ändern?

- wenn ja: Änderung wird durchgeführt und die Frage mit den neuen Werten wiederholt, endgültige Werte werden notiert
- wenn nein: Differenz der Beträge wird ermittelt und notiert

*Der ermittelte Differenzbetrag wird in Spielgeld Einheiten an den Befragten ausgeteilt*

**Erläuterung**

Wie Sie sehen, habe ich uns Geld mitgebracht. Es geht einfach darum, dass wir uns das alles besser vorstellen können und nicht ständig aufschreiben und nachlesen müssen. Außerdem habe ich noch ein Hilfsmittel mitgebracht.

*Das Spielfeld, mit der ersten Seite nach oben wird vorgelegt. Nach Möglichkeit ohne dass der Befragte den Gesamtaufbau erkennt.*

**Erläuterung**

Wie Sie sehen, sind hier die beiden großen Begebenheiten aufgemalt, zu denen eine Zuchtstute ihre Qualität unter Beweis stellen muss oder stellen sollte, die Stutbuchaufnahme und die Leistungsprüfung. Ob man bei diesen beiden Begebenheiten der Qualität eines Tieres in jedem Fall gerecht wird oder nicht, steht auf einem anderen Blatt, aber gehen wir mal davon aus, dass es hier der Fall ist, dass also die Noten genau auch der Ausdruck der Qualität des Tieres sind. Die Stutbuchaufnahme findet in aller Regel 3jährig statt. Hier wird die äußere Erscheinung des Tieres bewertet, die Korrektheit von Körperbau und die Qualität der Gänge.

Die Leistungsprüfung sollte ein Zuchtstute in aller Regel mit 4 Jahren ablegen. Hier werden vor allem die Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft im Fahren und im Zug bewertet und die "charakterlichen" Eigenschaften eines Tieres erfasst und bewertet. Eine erneute Bewertung der Gangarten im Einspanner findet statt.

So ganz allgemein könnte man sagen, dass bei der Stutbuchaufnahme die äußeren Merkmale, bei der Leistungsprüfung "innere" Merkmale wie Leistungsfähigkeit und die charakterlichen Qualitäten eines Tieres erfasst werden sollen. Ich möchte, dass Sie sich nun einmal kurz überlegen:

**Allokation 1**

Von diesem Differenzbetrag der genau dem Qualitätssprung von 6 auf 7 entspricht wie viel sind die Ihnen da die typischen äußeren Merkmale, wie sie bei der Stutbuchaufnahme (*I. zeigt auf das Zentralfeld "Stutbuchaufnahme" des Spielfeldes*) erfasst werden wert und wie viel, im Gegensatz dazu, sind Ihnen die leistungsbezogenen Qualitäten eines Pferdes wie sie bei der Leistungsprüfung (*I. deutet auf das Feld "Leistungsprüfung"*) erhoben werden wert, wenn Sie heute eine Zuchtstute für Ihren Bestand kaufen. Aber denken Sie ruhig einmal nicht nur an eine Zuchtstute sondern an das Süddeutschen Kaltblut als ganze Rasse. Wie viel Aussehen, wie viel Leistung? Sie sollen den Betrag also jetzt einmal auf die beiden Bereiche aufteilen. Wenn Sie meinen, einer der beiden Merkmalsbereiche sei wichtiger, dann geben Sie ihm

mehr.

### **Nachfrage**

Betrachten Sie also bitte noch einmal das Spielfeld. Sie haben also den "äußeren Qualitäten", also der Qualität der äußeren Erscheinung einer Stute beim Qualitätssprung von 6 auf 7 den Betrag von .....Euro zugeteilt. Die Leistungsmerkmale und die, sagen wir mal, charakterlichen Qualitäten eines Pferdes wie sie anlässlich der Leistungsprüfung bewertet werden, sind Ihnen entsprechend .....Euro wert. Kann ich das jetzt so aufschreiben?

...sie halten also beide Bereiche für etwa gleich wichtig,

...die äußeren Merkmale für wichtiger,

... die Leistungsfähigkeit und die charakterlichen Eigenschaften für wichtiger?

*Beträge werden notiert wenn sich der Befragte entschieden hat. Anschließend wird dem Befragten der für die Exterieurmerkmale vorgesehene Betrag ausgehändigt. Die Abdeckung wird von dem Teil des Spielfeldes genommen der für die Exterieurbeurteilung steht. Die Einzelmerkmale werden sichtbar, jedes ein Feld auf dem Spielbrett mit dem Namen des Merkmals und einer kurzen Erläuterung.*

### **Allokation 2**

Hier sind jetzt die Merkmale aufgezeichnet die in der Stutbuchaufnahme so im Mittel der letzten Jahre immer bewertet wurden.

*Es folgt kurze Erläuterung entsprechend der Beschriftung des Spielfeldes, zusätzlich werden die speziellen Umstände beim Merkmal "Gesamteindruck" erklärt.*

Jetzt ist es so, dass nicht jedem Züchter oder Halter des Süddeutschen Kaltbluts dabei jedes Merkmal gleich wichtig ist. Deshalb möchte ich jetzt etwas über Ihre Wertschätzung für jedes dieser Merkmale erfahren. Dazu verteilen Sie einfach das Geld, das Sie für den Bereich vorgesehen haben auf die einzelnen Merkmale, so wie Sie ihren Wert für sich sehen. Wenn sie nach einer Weile meinen eines hätte zu viel bekommen, ändern Sie solange herum, bis Sie glauben, dass alles so ist wie Sie es wollen. Sie können auch ruhig einem Merkmal auch einmal 0 Euro zuordnen wenn ihnen die Verbesserung in der Qualität entsprechend von 6 auf 7 in diesem Merkmal nichts wert ist. Stellen Sie sich nur das Tier vor und den Qualitätssprung von der Note 6 auf die Note 7. Was ist wie wichtig? Lassen Sie sich ruhig Zeit.

### **Nachfrage**

So nun betrachten Sie bitte noch einmal das Spielfeld und wie Sie sich entschieden haben. Der Qualitätssprung entspricht einer Steigerung in der Notenbeurteilung von 6 auf 7. Sind Sie mit Ihrer Aufteilung zufrieden? Sie können gerne noch einmal Änderungen vornehmen.

*Wenn der Befragte sich entschieden hat, werden die Beträge notiert und das Spielgeld eingesammelt. Der Bereich "Stutbuchaufnahme" wird abgedeckt und die Abdeckung wird vom Bereich "Leistungsprüfung" genommen. Wie zuvor sind den Merkmalen Spielfelder zugeordnet, mit dem Namen des Merkmals und einer kurzen Erläuterung.*

### **Allokation 3**

Ich möchte Sie nun bitten, den von Ihnen für die Merkmale der Stutleistungsprüfung vorgesehen Betrag auf die einzelnen Merkmale aufzuteilen, ganz so wie Sie deren Bedeutung für sich sehen. Wie wichtig sind die einzelnen Merkmale zueinander, wenn man sich mal ein Tier vorstellt. Lassen Sie sich nicht durch diese Aufteilung nach Fahr-Eignung, Zug-Eignung und Charakter beeinflussen. Die habe ich nur der Übersichtlichkeit halber so vorgenommen. Teilen Sie wirklich auf die Einzelmerkmale auf. Sie können wie vorher auch, auch 0 Euro vergeben, wenn ihnen die Verbesserung in der Qualität entsprechend von 6 auf 7 in diesem Merkmal nichts wert ist. Überlegen Sie, was Sie von einem Süddeutsche Kaltblut erwarten und was für dieses Tier wichtig ist. Wir befinden uns nach wie vor bei einem Qualitätssprung von der Note 6 auf die Note 7. Lassen Sie sich ruhig Zeit.

### **Nachfrage**

Schauen Sie sich bitte noch einmal das Spielfeld an und wie Sie entschieden haben. Sind Sie mit Ihrer

Aufteilung zufrieden? Sie können gerne noch Änderungen vornehmen.

*Beträge werden notiert wenn sich der Befragte entschieden hat. Das Spielgeld wird eingesammelt, das Spielfeld abgedeckt.*

#### **Erläuterung**

Jetzt möchte ich Sie noch einmal um eine Bewertung bitten. Sie haben vorhin als Maximalbetrag für ein "6er" Tier den Betrag von ..... Euro genannt (*Betrag wird gut sichtbar vor dem Befragten abgezählt und hingelegt*). Für ein Tier, das so gut ist, dass es in allen Merkmalen eine 7 bekäme aber ansonsten dem "6er" gleicht, würden Sie hingegen den Betrag von ..... Euro ausgeben, also ..... Euro wäre ihnen dieser Qualitätssprung wert (*Beträge werden ebenfalls anschaulich gemacht*).

#### **Bewertungsfrage**

Wenn Sie nun die Gelegenheit bekämen, ein Tier zu erstehen, von der Größe, dem Alter, der Farbe und der Abstammung den anderen beiden gleich, das aber in allen Merkmalen der Stutbuchaufnahme und in der Leistungsprüfung durchweg 8er-Noten hat? Können Sie sich so ein Tier vorstellen? Was wären Sie maximal bereit, für so ein Tier zu bezahlen? Bevor Sie sagen: Nein, das ist es nicht wert?

*Betrag wird notiert*

## Allgemeiner Fragenteil

#### **Erläuterung**

Nun wären da noch einige allgemeine Fragen. Zuerst einmal: wir haben ja gerade immer davon gesprochen, dass die Tiere in ihrer Vorstellung in Farbe, Größe und Abstammung genau ihren Wünschen entsprechen sollten....

#### **Frage 13:**

Können Sie mir sagen welche Farbe das Tier hatte, das Sie sich vorgestellt hatten ?

#### **Frage 14:**

Was halten Sie für eine gute, durchschnittliche Größe für ein Süddeutsches Kaltblut (Stockmaß einer ausgewachsenen Stute)?

#### **Frage 15:**

Finden Sie, es sollte nach oben hin eine Grenze für die Größe geben?

- ja, ungefähr .....
- nein
- weiß nicht

#### **Frage 16:**

Was sind für Sie wichtige Kriterien nach denen Sie persönlich den Hengst zum Deckeinsatz auswählen. Können Sie mir da ein paar nennen?

#### **Ergänzung:**

Spielen dabei auch regionale Bindungen an (lokale) Hengsthalter eine Rolle?

- ja
- nein

#### **Frage 17:**

In manchen Pferderassen ist der Erhalt und die Pflege spezieller Hengst- und Stutenlinien von großer Bedeutung. Haben solche Zuchtstrategien ihrer Meinung nach in der Zucht des Süddeutschen Kaltbluts Bedeutung?

- ja ich glaube Linienenerhalt sollte unabhängig vom sonstigen Züchtungsprozess soweit wie möglich beachtet werden
- nein ich glaube ein besonderer Aufwand zum Erhalt spezieller Linien ist nicht sinnvoll
- dazu habe ich keine Meinung

#### **Frage 18:**

Wenn Sie Tiere an Nichtzüchter verkaufen, zu welchem Zweck werden die von Ihrem Kundenstamm gekauften Tiere in aller Regel eingesetzt?

- Arbeiten im Holz
- schwerer Zug
- leichter Zug und Fahren (auch Gedenkumritte, Feierlichkeiten)
- Freizeitreiten
- andere .....

### **Erläuterung**

So dann wären wir eigentlich soweit fertig. Ich möchte mich bei Ihnen für Ihre Mitarbeit bedanken. Ganz zum Schluss hätte ich Ihnen noch zwei, drei Fragen zu Ihren persönlichen Verhältnissen gestellt. Sie müssen aber selbstverständlich nicht antworten, wenn Sie nicht wollen. Ihre Antworten von zuvor werden davon völlig unabhängig auf jeden Fall berücksichtigt.

## **Zusatzfragen**

### **Zusatzfrage 1:**

Trägt die Pferdezucht einen Teil zu Ihrem persönlichen Einkommen bei?

- nein, ich lege in aller Regel deutlich drauf
- ja einen geringen Teil meines Einkommens decke ich mit der Pferdezucht, so dass ich plus/minus Null heraus komme.
- das mit der Pferdezucht verdiente Geld stellt einen nennenswerten Teil meines Einkommens dar.

### **Zusatzfrage 2:**

Wie groß ist ungefähr der Betrag den Sie jährlich für Belange der Pferdezucht, also für Tierkauf, Deckgelder und die Teilnahme an Veranstaltungen wie Leistungsprüfungen usw. ausgeben können bzw. wollen? (Haltung und Fütterung sollen dabei nicht berücksichtigt werden.)

- unter 1000 EURO
- 1000 bis 3000 Euro
- 3000 bis 5000 Euro
- über 5000 EURO

### **Zusatzfrage 3:**

Stammt Ihr Einkommen

- ausschließlich
- überwiegend
- teilweise
- gar nicht

aus einer unmittelbaren landwirtschaftlichen Tätigkeit?

### **Erläuterung**

Der Zusammenhang zwischen Züchtung und Fohlenschlachtungen war in der letzten Zeit vereinzelt Gegenstand des öffentlichen Interesses. Auf Wunsch der Zuchtleitung hin möchte ich Ihnen deshalb abschließend eine Frage zu diesem Thema stellen.

### **Zusatzfrage 4:**

Sehen Sie hier auf Seiten der Züchter Handlungsbedarf um die Anzahl der Schlachtfohlen zu reduzieren? Wenn ja, wie könnten dabei Ihrer Meinung nach entsprechende Maßnahmen aussehen?

Damit wären wir am Ende des Interviews angelangt. Vielen Dank für Ihre Geduld und Mitarbeit.

Ende des Interviews:.....Uhr

Abbildung A.1: Schematische Darstellung des verwendeten Spielbrettes (erste, zweite und dritte Seite), hier in der Ausführung für die Befragung der Züchter des Süddeutschen Kaltbluts.

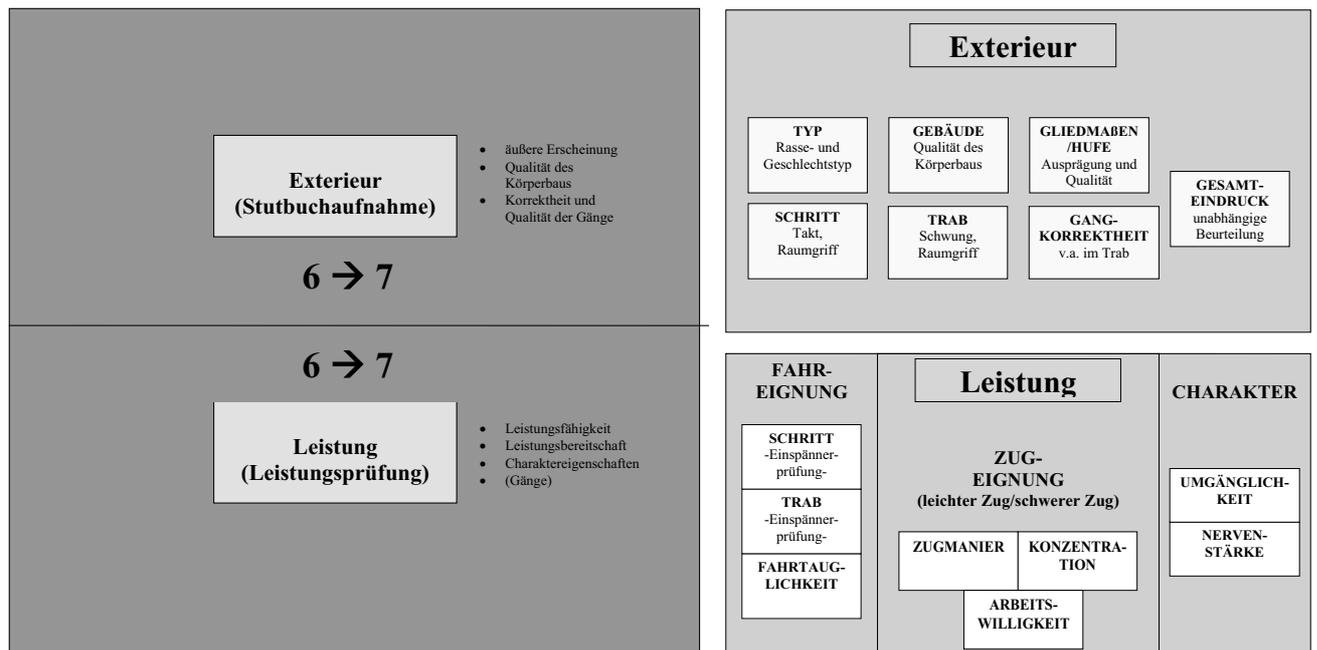
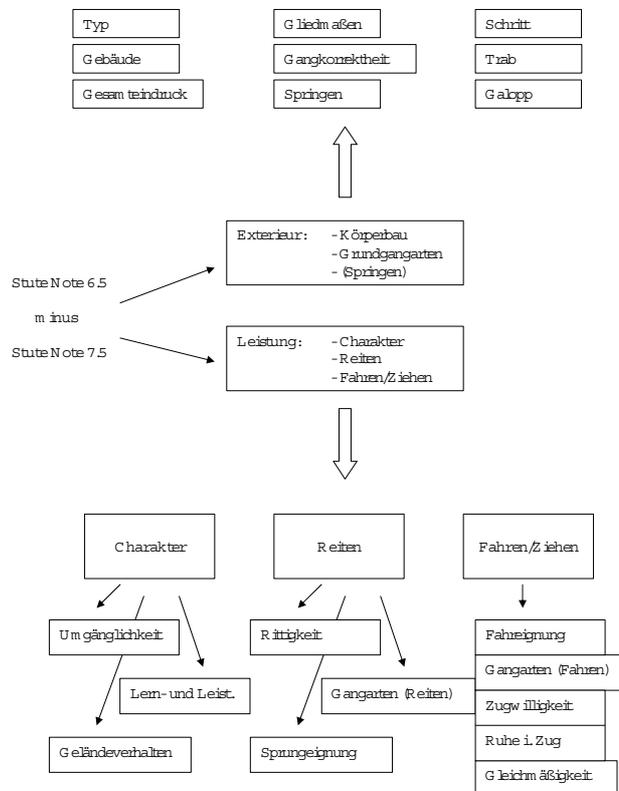


Abbildung A.2: Schematische Darstellung des Dekompositionsaufbaus bei der Befragung der Haflingerzüchter.



# Anhang B

## Parameterübersichten

	STOF	BANF	BRUF	ROEF	TYPF	GEBF	HUHF	GANF	SRTF	TRAF	TYM	GEEM	HUEM	GANM	SRTM	TRAM	SRTL	TRAL	FAHL	ZUGL	KONL	ARBL	UMGL	NERL
STOF	<b>0.60</b>	1.00	0.49	0.51	0.76	0.62	0.53	0.48	0.44	0.30	0.73	0.71	0.60	0.48	0.19	0.60	-0.05	0.17	0.27	1.00	0.43	0.08	0.37	0.30
BANF	0.85	<b>0.59</b>	0.61	0.51	0.78	0.64	0.57	0.49	0.49	0.32	0.70	0.65	0.63	0.63	0.01	0.73	-0.10	0.14	0.18	<b>1.00</b>	0.46	0.04	0.42	0.34
BRUF	0.32	0.46	<b>0.36</b>	0.37	0.53	0.60	0.29	0.31	0.34	0.17	0.05	-0.05	-0.12	-1.00	0.21	0.39	0.18	0.23	0.23	1.00	0.90	0.40	0.71	0.66
ROEF	0.36	0.36	0.25	<b>0.41</b>	0.25	0.11	-0.10	0.14	0.26	0.13	0.24	0.04	-0.25	-1.00	0.43	0.13	-0.12	-0.14	-0.14	1.00	0.68	0.19	0.43	0.47
TYPF	0.51	0.52	0.31	0.15	<b>0.44</b>	0.96	0.87	0.76	0.51	0.69	0.76	0.89	0.88	0.82	0.42	0.94	0.35	0.38	0.50	1.00	0.80	0.29	0.56	0.63
GEBF	0.31	0.33	0.25	0.05	0.61	<b>0.32</b>	0.89	0.69	0.47	0.74	0.80	0.97	1.00	1.00	0.92	1.00	0.20	0.50	0.66	1.00	0.72	0.54	0.42	0.31
HUHF	0.15	0.15	0.06	-0.06	0.37	0.35	<b>0.15</b>	0.75	0.46	0.75	0.73	0.83	1.00	1.00	0.49	0.95	0.24	0.53	0.34	1.00	0.40	0.20	-0.15	0.14
GANF	0.17	0.17	0.07	0.01	0.29	0.26	0.26	<b>0.20</b>	0.55	0.72	0.57	0.68	0.69	1.00	0.90	0.98	0.52	0.44	0.31	1.00	0.74	0.30	0.34	0.48
SRTF	0.11	0.11	0.03	-0.01	0.21	0.16	0.19	0.16	<b>0.21</b>	0.78	0.38	0.48	0.35	0.46	0.96	0.82	0.54	0.61	-0.09	1.00	0.71	0.10	0.52	0.58
TRAF	0.16	0.17	0.07	0.02	0.35	0.35	0.29	0.25	0.29	<b>0.30</b>	0.43	0.51	0.60	1.00	1.00	1.00	0.54	0.82	0.73	1.00	0.73	0.11	0.16	0.37
TYM	0.36	0.33	0.02	0.08	0.31	0.27	0.15	0.16	0.10	0.13	<b>0.27</b>	1.00	1.00	0.61	0.30	0.24	0.25	0.29	0.49	1.00	-0.05	0.46	-0.13	-0.21
GEEM	0.29	0.25	-0.01	0.01	0.33	0.28	0.14	0.16	0.12	0.14	0.79	<b>0.20</b>	1.00	0.55	0.77	0.39	0.36	0.58	0.66	1.00	0.29	0.84	0.08	0.04
HUEM	0.19	0.20	-0.02	-0.06	0.26	0.25	0.17	0.13	0.07	0.13	0.64	0.65	<b>0.12</b>	0.39	0.33	0.76	-0.01	0.54	0.53	1.00	-0.03	0.84	-0.45	-0.38
GANM	0.09	0.11	-0.12	-0.16	0.14	0.22	0.10	0.20	0.05	0.12	0.56	0.60	0.67	<b>0.03</b>	1.00	1.00	-1.00	0.24	0.68	1.00	-0.06	0.81	-0.23	-0.76
SRTM	0.07	0.00	0.06	0.13	0.12	0.23	0.08	0.16	0.21	0.20	0.39	0.41	0.40	0.54	<b>0.27</b>	0.93	0.98	0.76	0.25	1.00	1.00	0.85	0.71	1.00
TRAM	0.20	0.23	0.08	0.03	0.27	0.28	0.14	0.19	0.17	0.25	0.50	0.55	0.53	0.58	0.50	<b>0.13</b>	0.86	1.00	1.00	0.92	1.00	0.92	0.45	0.36
SRTL	0.01	0.03	0.04	0.04	0.15	0.08	0.05	0.03	0.121	0.12	0.07	0.11	0.12	-0.04	0.15	0.12	<b>0.10</b>	0.72	0.50	1.00	0.80	0.39	0.55	0.65
TRAL	0.01	0.08	0.08	-0.06	0.14	0.13	0.20	0.08	0.10	0.33	0.15	0.24	0.22	0.11	0.29	0.23	0.39	<b>0.30</b>	0.87	1.00	0.78	0.33	0.22	0.18
FAHL	0.06	0.08	0.09	-0.04	0.19	0.17	0.14	0.08	0.03	0.20	0.08	0.26	0.15	-0.05	0.08	0.01	0.38	0.60	<b>0.16</b>	1.00	0.59	0.34	0.19	0.02
ZUGL	0.10	0.09	0.02	0.02	0.15	0.11	0.08	0.05	0.10	0.11	0.29	0.31	0.21	0.40	0.16	0.25	0.32	0.24	0.26	<b>0.01</b>	1.00	1.00	1.00	1.00
KONL	0.10	0.13	0.09	0.09	0.18	0.13	0.08	0.10	0.12	0.15	0.15	0.31	0.06	0.50	0.20	0.38	0.35	0.20	0.30	0.37	<b>0.08</b>	0.56	1.00	0.83
ARBL	0.03	0.06	0.02	0.01	0.11	0.14	0.10	0.05	0.05	0.11	0.28	0.40	0.17	0.48	0.04	0.16	0.17	0.22	0.26	0.59	0.30	<b>0.19</b>	0.56	0.07
UMGL	0.13	0.15	0.13	0.08	0.15	0.09	0.05	0.07	0.13	0.06	0.01	0.14	0.03	0.24	0.20	0.31	0.26	0.10	0.17	0.35	0.68	0.25	<b>0.14</b>	0.98
NERL	0.10	0.12	0.11	0.11	0.13	0.09	0.06	0.14	0.15	0.08	0.13	0.28	0.04	0.33	0.10	0.34	0.27	0.09	0.13	0.30	0.71	0.14	0.72	<b>0.11</b>

Abbildung B.1: Darstellung der geschätzten Parameterstruktur beim Süddeutschen Kaltblut. Heritabilitäten auf der Diagonale, genetische Korrelationen oberhalb, phänotypische Korrelationen unterhalb der Diagonale.

	STOF	BANF	BRUF	ROEF	TYPF	GEBF	HUFF	GANF	SRIF	TRAF	TYPM	GEBM	HUFM	GANM	SRIM	TRAM	SRIL	TRAL	FAHL	ZUGL	KONL	ARBL	UMGL	NERL
STOF	0.02	0.00	0.05	0.04	0.03	0.04	0.07	0.06	0.08	0.05	0.07	0.10	0.15	0.32	0.20	0.15	0.15	0.09	0.13	0.04	0.21	0.12	0.13	0.16
BANF		0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.07	0.06	0.09	0.05	0.09	0.12	0.16	0.41	0.23	0.17	0.16	0.10	0.13		0.21	0.11	0.13	0.15
BRUF			0.03	0.05	0.05	0.05	0.09	0.08	0.12	0.07	0.16	0.19	0.25	0.00	0.28	0.25	0.20	0.11	0.14	0.02	0.18	0.12	0.12	0.17
ROEF				0.02	0.05	0.06	0.09	0.07	0.11	0.06	0.13	0.15	0.20	0.00	0.22	0.19	0.16	0.10	0.13	0.00	0.14	0.11	0.12	0.10
TYPF					0.02	0.01	0.03	0.04	0.08	0.04	0.08	0.07	0.10	0.38	0.25	0.15	0.18	0.09	0.12		0.21	0.12	0.13	0.14
GEBF						0.02	0.03	0.05	0.09	0.04	0.09	0.09			0.23	0.00	0.18	0.09	0.12		0.24	0.12	0.17	0.16
HUFF							0.02	0.05	0.12	0.05	0.12	0.18		0.00	0.27	0.21	0.22	0.14	0.20		0.25	0.18	0.20	0.21
GANF								0.02	0.11	0.04	0.11	0.12	0.14	0.00	0.30	0.17	0.24	0.11	0.16		0.23	0.15	0.18	0.16
SRIF									0.04	0.06	0.14	0.14	0.19	0.33	0.17	0.16	0.22	0.13	0.16	0.00	0.32	0.17	0.20	0.17
TRAF										0.02	0.12	0.13	0.16	0.00	0.01	0.00	0.20	0.06	0.09	0.00	0.17	0.12	0.15	0.15
TYPM											0.07		1.79	0.21	0.27	0.23	0.15	0.19	0.00	0.00	0.25	0.16	0.19	0.22
GEBM												0.07		0.49	0.16	0.26	0.30	0.16	0.22		0.27	0.15	0.23	0.24
HUFM													0.06	0.73	0.29	0.19	0.34	0.22	0.24	0.02	0.32	0.23	0.25	0.27
GANM														0.06	0.00	0.00	0.00	0.65	0.82	0.00	0.76	0.60	0.67	1.26
SRIM															0.10	0.17	0.09	0.19	0.25	0.00	0.03	0.24	0.30	0.00
TRAM																0.07	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.29	0.38
SRIL																	0.05	0.15	0.18	0.00	0.16	0.21	0.22	0.21
TRAL																		0.05	0.05		0.12	0.13	0.16	0.19
FAHL																			0.04	0.00	0.19	0.16	0.20	0.23
ZUGL																				0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
KONL																					0.03	0.20		0.12
ARBL																						0.05	0.14	0.22
UMGL																							0.04	0.05
NERL																								0.04

Abbildung B.2: Standardfehler der geschätzten genetischen Parameter beim Süddeutschen Kaltblut. Standardfehler der Heritabilitäten auf der Diagonale, der genetische Korrelationen oberhalb der Diagonale.

	TYPE	GEBF	HUFF	GANF	SRIF	TRAF	TYPM	GEBM	HUFM	GANM	SRIM	TRAM	TRAL	ARB1	UMGL
TYPE	.2667	.1751	.1098	.1098	.0775	.1337	.2955	.2309	.1797	.0580	.1344	.1210	.1112	.0750	.0811
GEBF		.1340	.0776	.0652	.0542	.0936	.1952	.1763	.1296	.0291	.0987	.0837	.0985	.0859	.0478
HUFF			.0606	.0465	.0254	.0692	.1227	.1006	.0987	.0193	.0436	.0670	.0624	.0234	-.0028
GANF				.0737	.0426	.0794	.1009	.0814	.0724	.0594	.0704	.0852	.0621	.0358	.0338
SRIF					.1000	.0876	.0488	.0653	.0374	.0404	.1577	.1017	.0945	.0260	.0508
TRAF						.1625	.1015	.1082	.1070	.0574	.1357	.1906	.1815	.0348	.0276
TYPM							.3623	.2652	.2051	.0344	.0935	.0686	.0684	.0702	.0755
GEBM								.2361	.1691	.0332	.1220	.0892	.1092	.1135	.0633
HUFM									.1637	.0268	.0663	.1007	.0996	.0458	-.0043
GANM										.0629	.0655	.0679	.0437	.0306	.0340
SRIM											.2562	.1533	.1520	.0653	.0894
TRAM												.2345	.2202	.0266	.0238
TRAL													.3061	.0859	.0429
ARB1														.2251	.0948
UMGL															.1399

Abbildung B.3: Parameter zum operationellen Einsatz für das Süddeutsche Kaltblut. Additiv-genetische Varianz-Kovarianz-Matrix.

	TYPE	GEBF	HUFF	GANF	SRIF	TRAF	TYPM	GEBM	HUFM	GANM	SRIM	TRAM	TRAL	ARBL	UMGL
TYPE	.3225	.1107	.0562	.0220	.0217	.0563	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0177	.0321
GEBF		.2391	.0477	.0278	.0057	.0565	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-.0165	.0048	.0057
HUFF			.2721	.0409	.0426	.0503	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0551	.0358	.0296
GANF				.2784	.0164	.0262	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-.0117	-.0063	.0072
SRIF					.2975	.0393	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-.0320	.0050	.0292
TRAF						.3408	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0542	.0523	.0162
TYPM							.9126	.5502	.5412	.6122	.2810	.5531	.0986	.2677	-.0627
GEBM								.6003	.4400	.5280	.1936	.4619	.1146	.2843	.0577
HUFM									.8881	.6781	.2775	.4937	.1298	.1385	.0356
GANM										.9974	.4010	.5912	.0702	.5036	.2086
SRIM											.4472	.3118	.0881	-.0302	.0725
TRAM												.9792	.0404	.1686	.3081
TRAL													.7085	.1484	.0507
ARBL														.9364	.1636
UMGL															.7892

Abbildung B.4: Parameter zum operationellen Einsatz für das Süddeutsche Kaltblut. Varianz-Kovarianz-Matrix der Resteffekte.

	STOF	BANF	BRUF	ROEF	TYPF	GEBF	HUF	GANF	SRTF	GALF	TRAF	GESF	TYPM	GEBM	HUFM	GANM	SRIM	TRAM	UMGRF	UMGFF	LEIRF
STOF	<b>0.70</b>	1.00	0.40	0.58	0.48	0.48	0.53	0.44	0.58	0.87	0.33	0.81	0.20	0.23	-0.06	0.20	0.18	0.26	0.27	-0.37	0.01
BANF	0.90	<b>0.66</b>	0.58	0.58	0.41	0.46	0.45	0.23	0.59	0.90	0.31	0.89	0.12	0.21	-0.11	0.15	0.48	0.24	0.16	0.09	-0.10
BRUF	0.32	0.46	<b>0.34</b>	0.44	-0.03	0.17	0.13	-0.03	0.23	0.39	0.05	0.34	-0.08	-0.17	-0.24	-0.26	0.19	0.02	-0.12	-0.53	-0.45
ROEF	0.39	0.41	0.32	<b>0.42</b>	-0.04	-0.04	-0.07	-0.12	0.01	0.05	-0.01	0.03	-0.41	-0.25	-0.47	-0.36	-0.14	-0.16	0.04	0.71	-0.43
TYPF	0.31	0.26	0.01	-0.01	<b>0.54</b>	0.96	0.84	0.90	0.79	0.58	0.70	<b>1.00</b>	0.75	0.74	0.80	0.59	0.55	0.62	0.32	-0.24	0.16
GEBF	0.28	0.25	0.03	0.01	0.58	<b>0.40</b>	0.84	0.94	0.80	0.51	0.75	0.84	0.88	0.85	0.93	0.64	0.23	0.66	0.43	-0.18	0.30
HUF	0.17	0.12	-0.03	-0.03	0.38	0.34	<b>0.26</b>	0.84	0.61	0.38	0.65	0.71	0.70	0.60	0.85	0.28	0.20	0.53	0.26	0.35	0.29
GANF	0.12	0.09	-0.01	-0.02	0.28	0.26	0.19	<b>0.14</b>	0.83	0.54	0.71	0.80	0.70	0.69	0.86	0.79	0.16	0.44	0.04	0.04	0.30
SRTF	0.14	0.10	-0.06	0.03	0.23	0.21	0.15	0.17	<b>0.17</b>	0.33	0.67	0.59	0.49	0.40	<b>1.00</b>	1.00	0.40	0.70	0.51	-0.26	0.47
GALF	0.30	0.20	-0.10	0.03	0.29	0.31	0.23	0.26	0.24	<b>0.16</b>	0.75	0.78	0.58	0.46	0.57	0.89	0.85	0.88	0.65	-1.00	0.72
TRAF	0.14	0.11	-0.04	-0.02	0.33	0.34	0.23	0.18	0.33	0.41	<b>0.36</b>	0.77	0.77	0.77	0.91	0.79	0.30	0.88	0.20	0.30	0.42
GESF	0.41	0.45	0.01	0.00	0.65	0.64	0.38	0.44	0.31	0.41	0.42	<b>0.54</b>	0.73	0.68	0.71	0.51	0.63	0.72	0.58	-0.71	0.25
TYPM	0.09	0.05	-0.03	-0.16	0.31	0.33	0.21	0.15	0.11	0.37	0.27	0.75	<b>0.34</b>	<b>1.00</b>	1.00	0.68	0.43	0.81	-0.38	-1.00	0.21
GEBM	0.10	0.09	-0.05	-0.09	0.27	0.28	0.16	0.13	0.08	0.40	0.24	0.70	0.77	<b>0.27</b>	1.00	0.84	0.48	0.92	-0.33	-1.00	0.49
HUFM	-0.02	-0.04	-0.06	-0.15	0.26	0.27	0.20	0.15	0.15	0.26	0.27	0.52	0.60	0.61	<b>0.19</b>	0.71	0.55	0.76	-0.20	-1.00	0.35
GANM	0.07	0.05	-0.07	-0.10	0.19	0.18	0.06	0.13	0.15	0.28	0.21	0.17	0.55	0.62	0.57	<b>0.16</b>	0.50	1.00	-0.08	-0.68	0.39
SRIM	0.10	0.25	0.07	-0.06	0.25	0.09	0.06	0.04	0.09	0.36	0.11	0.41	0.28	0.32	0.34	0.27	<b>0.37</b>	1.00	-0.23	-0.07	0.00
TRAM	0.02	0.09	0.01	-0.05	0.21	0.21	0.13	0.07	0.12	0.62	0.27	0.62	0.52	0.58	0.54	0.48	0.46	<b>0.21</b>	-0.51	-1.00	0.27
UMGRF	0.00	-0.02	0.01	0.05	0.04	0.04	0.02	0.02	0.12	0.19	0.01	0.01	-0.07	-0.06	-0.03	-0.01	-0.05	-0.07	<b>0.10</b>	0.91	0.59
UMGFF	0.02	0.02	-0.02	0.13	0.01	0.00	0.01	0.05	0.10	0.18	0.09	0.11	-0.08	-0.07	-0.07	-0.03	-0.01	-0.08	0.42	<b>0.02</b>	1.00
LEIRF	0.02	-0.03	-0.07	-0.09	0.11	0.10	0.07	0.05	0.09	0.22	0.08	0.09	0.04	0.09	0.05	0.06	0.00	0.04	0.36	0.12	<b>0.11</b>
LEIRF	0.07	0.06	0.01	0.08	0.09	0.07	0.05	0.07	0.10	0.43	0.14	0.18	0.01	0.00	0.00	0.06	0.02	0.01	0.34	0.66	0.27
RITRF	0.11	0.11	0.02	0.00	0.15	0.15	0.06	0.02	0.15	0.16	0.15	0.22	0.09	0.04	0.07	0.02	-0.01	0.03	0.33	0.22	0.57
RITRF	0.08	0.05	-0.01	0.03	0.18	0.13	0.07	0.07	0.15	0.16	0.15	0.34	-0.01	-0.05	0.16	0.17	0.00	0.05	0.13	0.15	0.25
SPATF	0.12	0.06	-0.03	-0.05	0.12	0.12	0.11	0.06	0.08	0.48	0.12	0.04	0.06	0.01	0.09	0.02	0.02	0.01	0.10	0.00	0.35
SPATF	0.01	0.01	-0.05	-0.05	0.08	0.10	0.10	0.06	0.01	0.00	0.08	0.11	0.00	-0.02	0.09	-0.02	0.01	0.08	0.03	0.01	0.21
TRATF	0.08	0.08	-0.02	0.02	0.14	0.13	0.08	0.02	0.19	0.36	0.26	0.21	0.15	0.16	0.19	0.08	0.27	0.16	0.10	0.01	0.23
TRATF	0.12	0.05	0.00	0.02	0.16	0.13	0.04	0.07	0.18	0.20	0.27	0.25	0.01	0.07	0.05	0.11	-0.10	0.25	0.06	0.03	0.20
GALTF	0.20	0.14	-0.03	0.02	0.17	0.17	0.06	0.04	0.17	0.36	0.20	-0.02	0.27	0.29	0.15	0.09	0.08	0.25	0.08	0.02	0.31
GALTF	0.17	0.10	0.00	0.03	0.15	0.12	0.06	0.06	0.13	0.24	0.19	0.19	0.03	0.08	0.13	0.15	0.00	0.24	0.06	0.04	0.19
SRTF	0.14	0.18	0.08	0.13	0.08	0.08	0.05	0.05	0.27	0.16	0.13	0.15	0.09	0.12	0.09	-0.05	0.34	0.33	0.18	0.21	0.19
SRTF	0.09	0.07	0.09	0.08	0.09	0.10	0.05	0.05	0.27	0.04	0.13	0.02	-0.05	-0.02	-0.05	0.06	-0.01	0.10	0.18	0.18	0.11
FAHFF	0.03	-0.01	0.03	0.11	0.02	-0.01	0.01	0.04	0.12	0.15	0.12	0.26	-0.07	-0.09	-0.05	0.00	-0.08	-0.07	0.33	0.79	0.07
FAHFF	0.05	0.00	-0.03	0.11	0.03	0.04	0.07	0.05	0.13	0.05	0.09	0.12	0.13	0.10	0.17	0.13	0.06	0.21	0.22	0.49	0.01
GELVF	0.13	0.14	0.01	-0.02	0.14	0.11	0.10	0.04	0.11	0.05	0.12	0.10	0.02	0.01	0.05	0.03	-0.06	-0.03	0.11	0.06	0.25
UMGRM	-0.07	0.03	-0.11	0.02	0.03	0.08	0.12	0.06	0.07	-0.36	0.07	-0.03	0.03	-0.10	-0.10	-0.12	-0.11	0.00	0.06	0.04	0.06
UMGRM	-0.04	0.17	-0.13	0.07	0.06	0.09	0.09	0.09	0.07	0.60	0.09	0.66	0.00	-0.09	0.00	0.11	0.08	0.05	0.12	0.02	0.15
LEIRM	-0.10	-0.09	-0.15	-0.16	0.05	0.09	0.08	0.05	-0.07	-0.40	0.06	0.20	0.10	0.07	-0.01	0.03	-0.03	-0.01	0.07	0.04	0.20
LEIRM	-0.15	-0.03	-0.09	-0.12	0.10	0.14	0.12	0.09	-0.04	0.03	0.13	-0.26	0.21	0.15	0.12	0.17	0.25	0.11	0.16	0.00	0.26
RITFF	0.05	0.04	-0.05	-0.08	0.11	0.16	0.13	0.02	0.07	-0.20	0.20	0.06	0.09	0.07	0.16	0.16	-0.22	0.06	0.00	-0.08	0.14
RITFF	0.03	-0.02	-0.14	-0.08	0.21	0.09	0.21	0.17	0.38	0.16	0.20	-0.27	0.14	0.12	0.09	0.09	0.15	0.12	0.08	0.03	0.09
ZUGM	0.04	0.01	-0.12	0.09	0.21	0.16	0.23	0.04	0.21	0.14	0.14	-0.03	0.02	0.02	-0.01	0.04	0.14	0.13	0.18	0.12	0.18

Abbildung B.5: Darstellung der geschätzten Parameterstruktur beim Hattinger, Teil 1. Heritabilitäten auf der Diagonale, genetische Korrelationen oberhalb, plänotypische Korrelationen unterhalb der Diagonale.

	LELFF	RITTE	RITPF	SPATF	SPAPF	TRATF	TRAPF	GALTF	GALPF	SRITF	SRIPF	FAHTF	FAHPF	GELVF	UMGRM	UMGFM	LELRM	LELFM	RITFF	GLEIS	ZUGFM
STOF	0.87	0.19	0.14	0.46	0.14	0.39	0.15	0.43	0.23	0.29	0.22	-0.19	-0.02	0.56	-1.00	-0.06	-0.31	-0.43	0.34	1.00	0.30
BANF	1.00	0.19	0.14	0.39	0.19	0.43	0.10	0.42	0.13	0.46	0.30	-0.37	-0.09	0.47	1.00	0.32	-0.29	-0.10	0.49	1.00	0.28
BRUF	-1.00	-0.11	-0.20	0.10	0.04	0.03	-0.16	-0.05	-0.31	0.42	0.10	-1.00	-0.33	-0.16	-1.00	-0.30	-0.53	-0.47	-0.17	1.00	-0.22
ROEF	1.00	-0.15	-0.11	-0.24	-0.19	0.11	-0.09	-0.09	-0.06	0.12	0.32	0.76	0.55	-0.38	1.00	0.15	-1.00	-0.53	-0.40	1.00	-0.07
TYPF	1.00	0.39	0.61	0.43	0.28	0.47	0.57	0.49	0.52	0.32	0.21	-0.41	-0.20	0.42	1.00	0.12	0.35	1.00	0.64	1.00	0.08
GEBF	1.00	0.52	0.84	0.60	0.38	0.49	0.65	0.53	0.60	0.22	0.28	-0.39	-0.16	0.62	1.00	0.24	1.00	1.00	0.69	1.00	0.18
HUFF	1.00	0.43	0.70	0.63	0.42	0.59	0.60	0.62	0.64	0.34	0.14	0.40	-0.01	0.62	1.00	0.27	0.45	1.00	0.39	1.00	0.33
GANF	1.00	0.36	0.49	0.44	0.33	0.50	0.61	0.57	0.46	0.21	0.11	-0.31	-0.04	0.70	1.00	0.38	0.43	1.00	0.73	1.00	0.55
SRIF	1.00	0.60	0.95	0.68	0.34	0.73	0.84	0.53	0.68	0.92	1.00	0.39	0.53	0.56	1.00	0.26	-0.40	-0.25	0.58	1.00	0.36
GALF	-1.00	1.00	0.42	0.57	-0.06	0.44	0.09	0.77	0.73	0.65	0.25	-1.00	-1.00	0.50	-1.00	-0.96	-1.00	-1.00	-0.30	1.00	-0.07
TRAF	1.00	0.50	0.84	0.59	0.40	0.71	0.89	0.62	0.73	0.38	0.29	0.08	-0.04	0.54	1.00	0.21	0.35	1.00	1.00	1.00	0.42
GESF	-1.00	0.47	0.28	0.59	0.60	0.52	0.60	0.34	0.66	0.46	0.55	-1.00	0.09	0.36	-1.00	0.31	1.00	1.00	0.37	1.00	-0.16
TYPM	1.00	0.37	0.50	0.23	0.41	0.48	0.64	0.63	0.69	0.27	0.15	-0.74	-0.20	0.09	1.00	0.51	-0.55	1.00	0.30	1.00	0.21
GEBM	1.00	0.19	0.43	0.03	0.32	0.57	0.75	0.65	0.69	0.30	0.29	-0.82	-0.09	0.07	1.00	0.49	0.47	1.00	0.26	1.00	0.01
HUFM	1.00	0.36	0.62	0.46	0.49	0.76	0.92	0.78	0.86	0.45	0.59	-0.58	-0.38	0.39	1.00	0.33	-0.15	1.00	0.65	1.00	0.34
GANM	1.00	0.14	0.03	0.09	0.56	0.35	0.73	0.51	0.38	0.41	0.53	-0.03	0.12	0.20	1.00	0.22	-0.66	-0.58	0.74	1.00	0.05
SRIM	1.00	-0.05	-0.24	0.07	-0.01	0.75	0.32	0.91	0.23	0.75	0.56	-0.82	0.07	-0.30	-1.00	0.31	-0.19	0.33	-0.58	1.00	-0.13
TRAM	1.00	0.17	0.02	0.07	0.21	0.58	0.62	0.59	0.60	0.24	0.11	-0.84	-0.31	-0.20	-1.00	0.05	-0.54	-0.24	0.24	1.00	-0.13
UMGRF	-1.00	0.23	0.34	0.01	0.20	0.21	0.20	0.44	0.28	0.41	0.25	-0.46	-0.04	0.46	1.00	0.58	1.00	1.00	0.02	1.00	1.00
UMGFF	-1.00	0.75	1.00	1.00	0.88	-0.91	0.13	-0.19	0.58	0.85	0.53	-1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	-0.11	-1.00	1.00	1.00
LELRF	1.00	0.85	0.75	0.23	0.41	0.41	0.80	0.82	0.49	0.05	-0.04	-0.46	0.29	0.77	1.00	0.68	1.00	1.00	0.74	1.00	1.00
LELRF	0.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.69	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.01	1.00	1.00
RITFF	0.24	0.17	1.00	0.64	0.29	0.48	0.58	0.78	0.66	0.38	0.10	-0.44	-0.25	0.93	1.00	0.32	1.00	1.00	0.97	1.00	0.81
RITPF	0.23	0.36	0.12	0.71	0.69	0.83	1.00	0.91	0.98	0.48	0.48	1.00	0.86	1.00	1.00	0.27	0.59	1.00	0.65	1.00	0.85
SPATF	0.10	0.30	0.20	0.18	1.00	0.83	0.87	0.65	0.41	0.40	0.37	0.00	0.25	0.68	1.00	0.01	0.50	0.29	1.00	1.00	0.23
SPAPF	0.06	0.18	0.18	0.41	0.19	0.59	0.64	0.45	0.47	0.14	0.28	1.00	0.34	0.60	1.00	0.65	1.00	1.00	0.57	1.00	-0.05
TRATF	0.10	0.34	0.34	0.31	0.17	0.31	0.93	0.75	0.66	0.55	0.53	0.43	0.09	0.40	1.00	0.12	0.09	1.00	0.92	1.00	-0.05
TRAPF	0.10	0.25	0.51	0.20	0.18	0.52	0.20	0.88	0.78	0.58	0.59	1.00	0.54	0.88	1.00	0.44	-0.03	1.00	0.72	1.00	1.00
GALTF	0.10	0.41	0.32	0.32	0.18	0.60	0.36	0.25	0.25	0.62	0.50	0.18	-0.28	0.70	-1.00	0.04	0.11	1.00	0.77	1.00	0.85
GALPF	0.08	0.29	0.55	0.18	0.21	0.39	0.62	0.45	0.20	0.28	0.40	1.00	0.18	0.90	1.00	0.13	0.31	1.00	0.21	1.00	0.76
SRITF	0.26	0.28	0.20	0.21	0.10	0.36	0.23	0.35	0.23	0.28	1.00	0.87	0.70	0.31	1.00	0.38	-0.71	0.51	0.35	1.00	0.63
SRIPF	0.21	0.16	0.30	0.15	0.12	0.25	0.34	0.19	0.28	0.48	0.17	0.58	0.70	0.15	1.00	0.60	-1.00	1.00	0.67	1.00	-0.11
FAHTF	0.71	0.20	0.19	0.04	0.03	0.12	0.12	0.09	0.10	0.28	0.27	0.04	1.00	1.00	1.00	-0.21	0.38	-0.67	-0.28	1.00	1.00
FAHPF	0.43	0.09	0.13	-0.02	0.00	0.03	0.09	0.05	0.07	0.17	0.22	0.52	0.07	0.43	1.00	0.52	0.29	0.60	0.12	1.00	0.46
GELVF	0.14	0.24	0.39	0.19	0.20	0.21	0.27	0.24	0.33	0.14	0.15	0.09	0.08	0.11	1.00	0.62	1.00	1.00	0.24	1.00	1.00
UMGRM	0.03	0.06	0.35	0.14	0.04	0.03	0.35	0.10	0.25	0.30	0.25	0.03	0.26	0.09	0.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
UMGFM	0.08	0.10	0.27	0.00	0.03	0.04	0.30	0.08	0.17	0.27	0.21	-0.02	0.27	0.14	0.51	0.47	0.80	1.00	0.13	1.00	0.90
LELRM	0.11	0.11	0.31	0.07	0.16	0.02	0.21	0.33	0.25	0.23	0.13	0.02	-0.01	0.12	0.41	0.12	0.13	1.00	-1.00	0.99	0.88
LELFM	0.09	0.21	0.23	0.04	0.14	0.14	0.21	0.16	0.17	0.24	0.03	-0.04	0.10	0.15	0.29	0.34	0.64	0.14	1.00	1.00	1.00
RITFF	0.00	0.26	0.45	0.26	0.19	0.24	0.41	0.24	0.38	0.10	0.24	-0.02	-0.02	0.04	0.05	0.05	-0.29	0.15	0.26	1.00	0.87
GLEIS	0.00	0.05	0.12	0.13	0.10	0.15	0.18	0.12	0.07	0.06	0.36	0.01	0.69	0.10	0.01	0.11	0.00	0.09	0.00	0.05	1.00
ZUGFM	0.10	0.17	0.12	0.04	0.03	-0.01	0.11	0.03	0.10	0.18	0.12	0.07	0.52	0.18	0.29	0.37	-0.06	0.09	-0.01	0.60	0.21

Abbildung B.6: Darstellung der geschätzten Parameterstruktur beim Haflinger, Teil 2. Heritabilitäten auf der Diagonale, genetische Korrelationen oberhalb, phänotypische Korrelationen unterhalb der Diagonale.

	STOF	BANF	BRUF	ROEF	TYPF	GEBF	HUUF	GANF	SRIF	GALF	TRAF	GESF	TYPM	GEBM	HUFM	GANM	SRIM	TRAM	UMGRF	UMGPF	LELRF	
STOF	<b>0.02</b>	0.00	0.05	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.13	0.04	0.08	0.13	0.13	0.17	0.17	0.19	0.15	0.12	1.10	0.13	
BANF		<b>0.03</b>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.07	0.07	0.11	0.05	0.13	0.14	0.15	0.17	0.19	0.19	0.17	0.15	0.55	0.15	
BRUF			<b>0.04</b>	0.06	0.05	0.06	0.08	0.09	0.11	0.24	0.06	0.17	0.17	0.16	0.19	0.22	0.04	0.19	0.82	0.20		
ROEF				<b>0.03</b>	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.21	0.05	0.03	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.14	0.16	0.52	0.17	
TYPF					<b>0.02</b>	0.01	0.03	0.04	0.05	0.11	0.03		0.11	0.10	0.12	0.14	0.13	0.12	0.12	1.01	0.13	
GEBF						<b>0.02</b>	0.03	0.03	0.05	0.11	0.03	0.06	0.07	0.08	0.07	0.12	0.13	0.10	0.13	0.88	0.15	
HUUF							<b>0.02</b>	0.05	0.09	0.14	0.05	0.10	0.12	0.12	0.11	0.16	0.15	0.13	0.15	0.37	0.16	
GANF								<b>0.02</b>	0.07	0.17	0.06	0.10	0.13	0.14	0.11	0.14	0.19	0.17	0.16	0.57	0.20	
SRIF									<b>0.03</b>	0.16	0.06	0.13	0.14	0.16		0.22	0.21	0.21	0.14	1.08	0.19	
GALF										<b>0.07</b>	0.08	0.16	0.10	0.19	0.20	0.15	0.25	0.06	0.34		0.32	
TRAF											<b>0.02</b>	0.10	0.08	0.09	0.08	0.11	0.14	0.09	0.12	0.27	0.14	
GESF												<b>0.10</b>	0.12	0.13	0.16	0.19	0.18	0.17	0.24	0.83	0.29	
TYPM													<b>0.07</b>			0.15	0.23	0.12	0.19		0.12	
GEBM														<b>0.06</b>	0.00	0.12	0.21	0.08	0.20		0.22	
HUFM															<b>0.05</b>	0.15	0.22	0.15	0.24		0.27	
GANM																<b>0.06</b>	0.41	0.00	0.25	1.48	0.28	
SRIM																	<b>0.11</b>		0.28	0.91	0.30	
TRAM																		<b>0.06</b>	0.24		0.26	
UMGRF																			<b>0.03</b>	3.37	0.20	
UMGPF																				<b>0.03</b>	0.00	
LELRF																						<b>0.04</b>
LELFE																						
RITFE																						
RITPF																						
SPATF																						
SPAPF																						
TRATF																						
TRAPF																						
GALTF																						
GALDF																						
SRITF																						
SRITP																						
FAHTE																						
FAHPE																						
GELVE																						
UMGRM																						
UMGRM																						
LELRM																						
LELFM																						
RITPF																						
GLEIS																						
ZUGFM																						

Abbildung B.7: Standardfehler der geschätzten genetischen Parameter beim Hattinger, Teil 1. Standardfehler der Heritabilitäten auf der Diagonale, der genetische Korrelationen oberhalb der Diagonale.

	LELFF	RITFF	RITPF	SPATF	SPATF	SPATF	TRATF	TRAPF	TRAPF	GALTF	GALTF	GALPF	SRITF	SRITF	FAHTF	FAHPF	GELVF	UMGRM	UMGRM	LELRM	LELRM	LELFF	RITFF	GLEIS	ZUGFM
STOF	0.10	0.11	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	0.08	0.38	0.19	0.11	0.17	0.32	0.30	0.30	0.20	0.20	0.17	
BANF	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.09	0.52	0.21	0.14	0.28	0.32	0.31	0.31	0.20	0.20	0.22	
BRUF	0.16	0.16	0.14	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.11	0.06	0.04	0.22	0.18	0.01	0.20	0.37	0.34	0.27	0.62	0.23	0.23	
ROEF	0.14	0.12	0.12	0.10	0.09	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.27	0.17	0.17	0.15	0.06	0.42	0.31	0.31	0.62	0.18	
TYPF	0.03	0.12	0.13	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.48	0.17	0.13	0.16	1.47	0.11	0.40	0.05	0.15	0.14	
GEBF	0.01	0.13	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.47	0.16	0.13	0.19	0.03	0.26	0.26	0.25	0.22	0.22	
HUFF	0.01	0.14	0.16	0.09	0.10	0.09	0.11	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.36	0.18	0.14	0.00	0.23	0.50	0.50	0.25	0.25	0.22	0.29	
GANF	0.17	0.16	0.14	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.45	0.20	0.16	0.16	0.26	0.60	0.60	0.00	0.52	0.34	0.19	0.19	
SRIF	0.24	0.09	0.11	0.12	0.11	0.09	0.11	0.09	0.11	0.12	0.08	0.08	0.60	0.19	0.16	0.16	0.20	0.25	0.23	0.34	0.34	0.34	0.19	0.19	
GALF	0.27	0.24	0.25	0.20	0.20	0.27	0.17	0.17	0.16	0.14	0.21	0.21	0.27	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.53	0.53	0.53	0.53	0.43	0.43	
TRAF	0.00	0.12	0.11	0.10	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09	0.07	0.07	0.08	0.31	0.17	0.13	0.13	0.04	0.16	0.81	0.01	0.01	0.00	0.00	0.20	
GESF	0.22	0.21	0.13	0.15	0.17	0.14	0.15	0.14	0.15	0.14	0.15	0.11	0.01	0.29	0.25	0.04	0.23	0.23	0.48	0.48	0.48	0.48	0.25	0.25	
TYPM	0.23	0.20	0.19	0.14	0.15	0.16	0.15	0.17	0.13	0.16	0.17	0.55	0.27	0.23	0.23	0.25	129.87	0.25	129.87	0.30	0.30	0.00	0.00	0.26	
GEBM	1.06	0.21	0.20	0.19	0.15	0.16	0.14	0.17	0.14	0.18	0.19	0.38	0.23	0.22	0.05	0.32	0.59	0.32	0.59	0.00	0.20	0.20	0.24	0.24	
HUFM	0.23	0.14	0.19	0.16	0.15	0.13	0.19	0.13	0.19	0.13	0.25	0.23	0.46	0.24	0.25	0.01	0.31	0.39	0.03	0.26	0.26	0.32	0.32	0.32	
GANM	0.00	0.25	0.27	0.23	0.16	0.19	0.23	0.22	0.20	0.29	0.31	0.67	0.34	0.27	0.01	0.25	1.44	0.43	0.39	0.01	0.30	0.30	0.30	0.30	
SRIM	0.25	0.25	0.13	0.16	0.16	0.20	0.12	0.24	0.17	0.19	0.81	0.33	0.26	0.26	0.26	0.84	0.70	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.22	0.22	
TRAM	0.24	0.08	0.11	0.17	0.15	0.15	0.19	0.16	0.19	0.18	0.56	0.28	0.25	0.06	1.92	0.45	0.39	0.00	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	
UMGRF	0.01	0.21	0.19	0.18	0.16	0.17	0.17	0.17	0.18	0.15	0.17	0.61	0.31	0.21	0.32	0.02	0.00	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.00	0.00	
UMGFF	0.00	0.11	0.00	0.11	0.42	0.93	0.56	0.83	0.52	0.13	0.34	0.17	0.01	0.00	0.77	1.67	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	
LELRF	0.10	0.20	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	0.12	0.18	0.17	0.18	0.50	0.38	0.18	0.00	0.33	0.00	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.00	0.00	
LELFF	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	1.71	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
RITFF	0.05	0.09	0.11	0.15	0.11	0.14	0.08	0.14	0.13	0.16	0.82	0.34	0.17	0.29	0.04	0.00	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	
RITPF	0.03	0.14	0.11	0.07	0.00	0.00	0.09	0.07	0.14	0.13	0.00	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	
SPATF	0.04	0.00	0.00	0.08	0.09	0.09	0.09	0.13	0.13	0.13	0.57	0.30	0.14	0.00	0.25	0.43	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	
SPATF	0.03	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.12	0.13	0.02	0.26	0.14	0.15	0.00	0.00	0.22	0.00	0.22	0.00	0.22	0.00	0.21	0.21	
TRATF	0.05	0.03	0.05	0.07	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.83	0.22	0.13	0.19	0.32	0.23	0.01	0.22	0.01	0.22	0.01	0.22	0.03	0.03	
TRAPF	0.03	0.07	0.06	0.11	0.09	0.09	0.11	0.09	0.11	0.09	0.70	0.22	0.11	0.22	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41	
GALTF	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.24	
SRITF	0.00	0.12	0.11	0.00	0.24	0.10	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.28	
SRITF	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.28	
FAHTF	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	
FAHPF	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	
GELVF	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.25	
UMGRM	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
UMGFM	0.15	0.41	0.00	0.37	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	
LELRM	0.20	0.00	0.02	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	
LELFF	0.12	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
RITFF	0.15	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
GLEIS	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	
ZUGFM	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	

Abbildung B.8: Standardfehler der geschätzten genetischen Parameter beim Hafinger, Teil 2. Standardfehler der Heritabilitäten auf der Diagonale, der genetische Korrelationen oberhalb der Diagonale.

	TYPE	GEBF	HUFF	SRIF	GALF	TRAF	TYPM	GEBM	HUFM	SRIM	TRAM	UMGRF	TRAPF	GALPF	FAHPF	UMGRM	ZUGFM
TYPE	.2932	.2027	.1165	.1163	.0761	.1698	.2618	.2688	.1834	.1512	.2092	.0410	.1123	.0966	-.0373	.0624	.0243
GEBF		.1540	.0825	.0796	.0548	.1285	.2074	.2047	.1305	.0980	.1550	.0321	.0914	.0808	-.0168	.0512	.0367
HUFF			.0670	.0394	.0316	.0742	.1294	.1101	.1047	.0442	.0856	.0165	.0596	.0604	-.0049	.0354	.0504
SRIF				.0907	.0278	.0781	.0862	.0949	.0600	.1372	.0893	.0284	.0732	.0539	.0416	.0585	.0385
GALF					.0773	.0965	.1034	.0740	.0537	.0351	.1157	.0122	.0400	.0690	-.0414	.0207	.0184
TRAF						.2069	.2086	.1693	.1208	.1008	.2420	.0170	.1383	.1168	-.0088	.0368	.0713
TYPM							.4160	.2823	.2060	.0915	.2444	-.0123	.1567	.1636	-.0402	-.0214	.0819
GEBM								.2764	.1746	.1114	.2066	.0369	.1138	.1023	-.0371	.0537	.0350
HUFM									.1664	.0656	.1392	.0279	.0948	.0982	-.0119	.0590	.0835
SRIM										.2173	.1157	.0387	.0965	.0662	.0710	.0809	.0383
TRAM											.2931	.0106	.1453	.1196	-.0315	.0166	.0308
UMGRF												.0748	.0215	.0327	.0171	.1417	.0905
TRAPF													.1474	.1075	.0619	.0643	.1570
GALPF														.1294	.0237	.0833	.1561
FAHPF															.1285	.0628	.1144
UMGRM																.2861	.2258
ZUGFM																	.3924

Abbildung B.9: Parameter zum operationellen Einsatz für den Halfinger. Additiv-genetische Varianz-Kovarianz-Matrix.

	TYPF	GEBF	HUFF	SRIF	GALF	TRAF	TYPM	GEBM	HUFM	SRIM	TRAM	UMGRF	TRAPF	GALPF	FAHPF	UMGRM	ZUGFM
TYPF	.2550	.0546	.0226	-.0074	.0604	.0120	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-.0212	-.0151	-.0081	.0597	.0000	.1806
GEBF		.2218	.0201	.0023	.0645	.0240	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-.0157	-.0260	-.0222	.0437	.0000	.0914
HUFF			.1859	.0088	.0404	.0105	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-.0080	-.0429	-.0371	.0437	.0000	.1003
SRIF				.3230	.0702	.0761	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0272	.0223	.0096	.0465	.0000	.1429
GALF					.3502	.1008	.1572	.1691	.0926	.1472	.3150	.0722	.0698	.0538	.0761	-.3302	.1040
TRAF						.3540	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	-.0127	.0282	-.0028	.0818	.0000	.0660
TYPM							.8037	.5083	.3639	.1436	.3682	.0000	-.1483	-.1344	.1986	.0598	-.0543
GEBM								.6000	.3173	.1229	.3674	.0000	-.0612	-.0417	.1392	-.1735	-.0128
HUFM									.5866	.1592	.3573	.0000	-.0545	-.0101	.1750	-.1722	-.0893
SRIM										.4010	.2713	.0000	-.1608	-.0645	-.0160	-.1938	.1072
TRAM											.8642	.0000	.0823	.0883	.2820	-.0102	.1614
UMGRF												.4276	.0156	.0008	.1571	.0000	.0000
TRAPF													.5632	.2993	.0178	.3244	-.0272
GALPF														.5004	.0380	.1824	-.0448
FAHPF															1.1079	.3184	.6381
UMGRM																1.4871	.3002
ZUGFM																	1.4186

Abbildung B.10: Parameter zum operationellen Einsatz für den Hafinger. Varianz-Kovarianz-Matrix der Resteffekte.



# Anhang C

## Berücksichtigung der Verwandtschaft von Selektionskandidaten

### C.0.3 Einleitung

Die Berücksichtigung von Abstammungsinformationen, wie sie in modernen Zuchtwertschätzverfahren zur Anwendung kommt, führt in unterschiedlichem Umfang zu einer Korrelation der geschätzten Zuchtwerte verwandter Tiere. Bei einer ausschließlichen Selektion anhand der geschätzten Zuchtwerte kann eine verstärkte Selektion verwandter Tiere die Folge sein [Senou, 1990].

Insbesondere für kleine Populationen und bei relativ scharfer Selektion empfiehlt sich grundsätzlich die Berücksichtigung der Verwandtschaft zwischen Kandidaten. Im Gegensatz zu aufwendigeren Verfahren zur Minimierung der Verwandtschaft der Folgegeneration, die weitreichende Eingriffe in den Züchtungsprozess erfordern [Meuwissen, 1997], wird hier lediglich vorgeschlagen eine Hilfestellung zur Selektionsentscheidung in Form einer übersichtlichen graphischen Darstellung der verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Kandidaten zu geben. Es bliebe dann im Ermessensspielraum der Zuchtverantwortlichen, dafür zu sorgen, dass die selektierten Tiere eine möglichst geringe Verwandtschaft zueinander aufweisen. Eine Möglichkeit komplexe verwandtschaftliche Beziehungen zu visualisieren bieten beispielsweise Cluster-Analysen und die Darstellung von Cluster-Bäumen.

### C.0.4 Methode

Um zu einer möglichst aussagekräftigen Darstellung zu kommen werden folgende Schritte vorgeschlagen:

- Berechnung eines Gesamtzuchtwertes für die Selektionskandidaten. Isolierung der Kandidaten mit überdurchschnittlichem Gesamtzuchtwert.
- Aufstellen des Pedigrees und Berechnung der Numerator-Relationship-Matrix (NRM) zwischen diesen Kandidaten. Dabei ist es im Bezug auf die nachfolgend dargestellte Standardisierung der Verwandtschaftsverhältnisse nicht nötig mehr als 2 Generationen zurückzugehen.
- Standardisieren der NRM auf 4 verschiedene Kovarianzen:
  - $< 0.125$  ist Null (unverwandt)

- $\geq 0.125$  und  $< 0.25$  ist 0.125 (Cousinniveau)
- $\geq 0.25$  und  $< 0.5$  ist 0.25 (Halbgeschwisterniveau)
- $\geq 0.5$  ist 0.5 (Vollgeschwisterniveau)
- Berechnung einer Distanzmatrix  $(1 - \rho_{NRM})$ .
- Clusterung nach "Single Linkage".

Eine Cluster - Prozedur kann dabei grundsätzlich so beschrieben werden:

- Ausgehend von der feinsten Unterteilung (jede Beobachtung ist ein eigenes Cluster) wird eine Distanzmatrix berechnet.
- Die Beobachtungen mit der jeweils geringsten Distanz zueinander werden zu je einem Cluster zusammengefasst.
- Die Distanz zwischen den neu entstandenen Clustern wird erneut berechnet.
- Aufgrund der neuen Distanzberechnung werden weitere Cluster höherer Ordnung zusammengefasst.

Die Prozedur wird solange fortgesetzt bis alle Beobachtungen in einem großen Cluster zusammengefasst sind. Die Distanz zwischen zwei Clustern ist bei der verwendeten "Single-Linkage"-Prozedur definiert als:

$$D_{KL} = \min_{i \in C_K} \min_{j \in C_L} d(x_i, x_j)$$

D.h. die Distanz zwischen zwei Clustern entspricht der minimalen Distanz zwischen einer Beobachtung im einen Cluster und einer Beobachtung im anderen Cluster (vgl. SAS/STAT [1999], proc cluster). Die Tendenz von "Single-Linkage" statt kompakter Cluster lange unregelmäßige Ketten zu bilden, wird durch die Standardisierung der Ausgangsdistanzen eingeschränkt.

### C.0.5 Beispiele

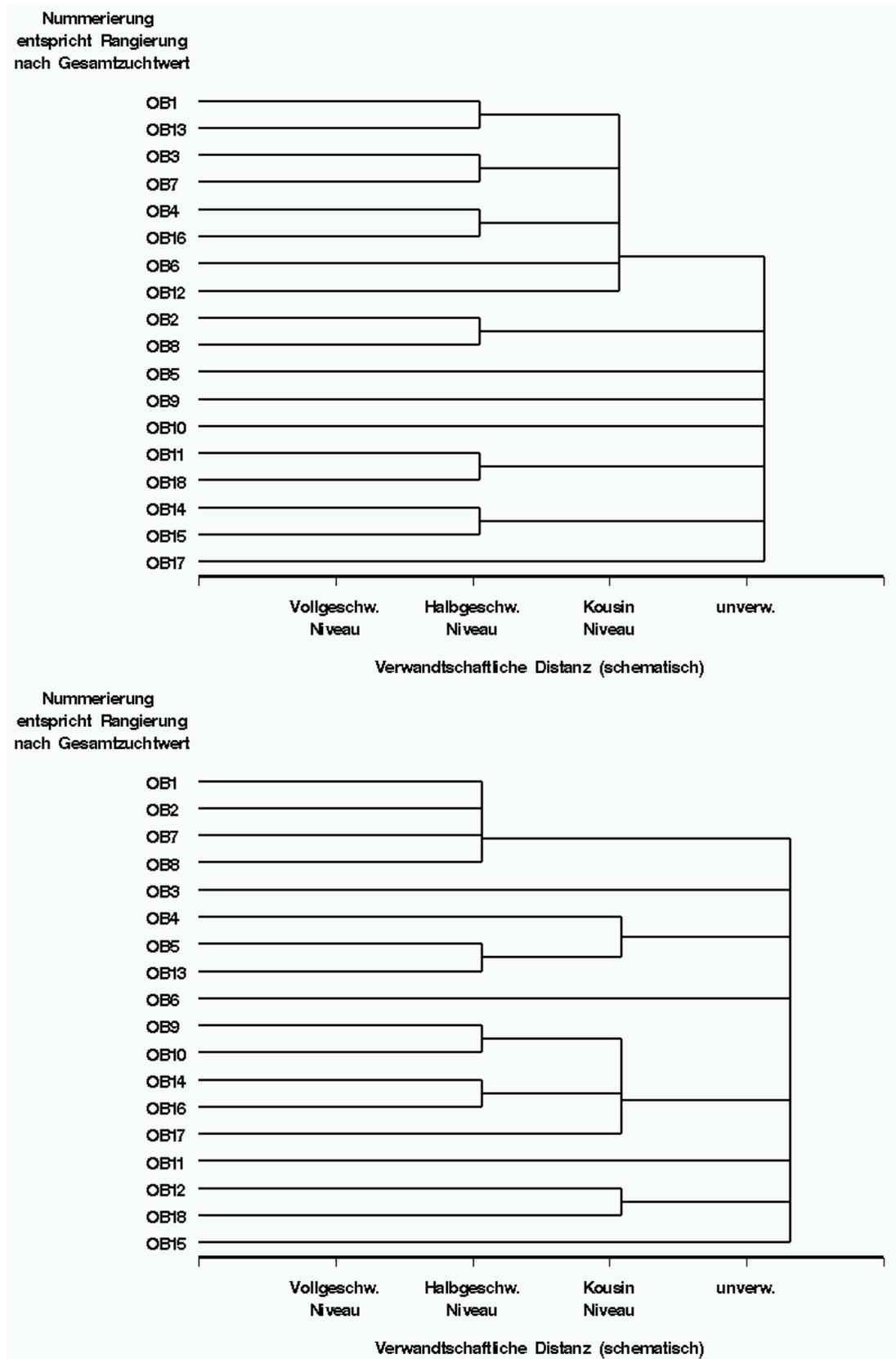
Die nachfolgenden Beispiele sollen veranschaulichen, wie diese Vorgehensweise zu einer Hilfestellung in der Selektionsentscheidung führen kann. Beispielhaft wurden standardisierte Gesamtzuchtwerte für die Selektionskandidaten zweier realer Körungen (1 und 2) berechnet. Anschließend wurde nach der beschriebenen Vorgehensweise verfahren. Die resultierenden Clusterbäume sind in Abbildung C.1 dargestellt. Eine einfache Strategie zur Selektion könnte entsprechend so aussehen:

1. Selektiere den (die beiden) Kandidaten mit höchstem Gesamtzuchtwert.
2. Selektiere aus jedem unverwandten Cluster das beste Tier.
3. Selektiere nach Gesamtzuchtwert aus den Cousinclustern (oder weiteren untergeordneten Clustern) weitere Tiere bis zur benötigten Anzahl.

Für die Körung 1 (aktuell wurden 11 Tiere selektiert) würden dies Schritte zu folgender Selektionsentscheidung führen:

1. Kandidaten 1 und 2
2. Kandidaten 5, 9, 10, 11, 14 und 17
3. Kandidaten 3, 4 und 6

Abbildung C.1: Schematische Darstellung der Verwandtschaftsbeziehungen von Selektionskandidaten am Beispiel zweier Körungen (1 und 2).



Für die Körung 2002 (aktuell 12 selektiert) entsprechend zu:

1. Kandidaten 1 und 2
2. Kandidaten 3, 4, 6, 9, 11, 12 und 15
3. Kandidaten 5, 14 und 17

Bereits diese relativ einfache Vorgehensweise erreicht im Vergleich zur strikten Selektion der Besten deutliche Vorteile im Bezug auf die durchschnittliche Coancestry zwischen den Selektionskandidaten, bei relativ geringen Abschlägen im durchschnittlichen Gesamtzuchtwert. Sie führt zudem in beiden Fällen zu einer niedrigeren durchschnittlichen Coancestry als die aktuelle gefallene Selektionsentscheidung. Einen Überblick gibt Tabelle C.1. Hier werden die Ergebnisse der vorgeschlagene Vorgehensweise ("Vorschlag") aufgeführt. Zusätzlich erfolgt die Angabe der Ergebnisse bei Selektion der besten Tiere nach Gesamtzuchtwert ("Beste"), sowie die Ergebnisse für die bei diesen Körungen tatsächlich gefallenen Selektionsentscheidungen ("Aktuell"). Ergänzend wurde jeweils eine Optimallösung ("Optimal") im Hinblick auf die durchschnittliche Coancestry zwischen den Selektionskandidaten berechnet<sup>1</sup>. Die Optimallösung weicht nur an wenigen Punkten von

**Tabelle C.1:** Vergleich zwischen vorgeschlagener Selektionsstrategie, der Selektion der Besten nach Gesamtzuchtwert (standardisiert), der tatsächlichen Selektionsentscheidungen bei diesen Körungen und der Optimalvariante (minimale Coancestry).

		∅ Coancestry	∅ Gesamtzuchtwert
<hr/>			
Körung 1			
	Vorschlag:	0.065	141.0
	Beste:	0.081	146.1
	Aktuell:	0.068	136.9
	minimale Coancestry:	0.063	139.3
<hr/>			
Körung 2			
	Vorschlag:	0.059	142.6
	Beste:	0.071	145.6
	Aktuell:	0.068	140.6
	minimale Coancestry:	0.056	140.6

der auf einfache graphische Weise ermittelten Lösung ab, dann nämlich, wenn im einen Fall zwischen untergeordneten clustern, also nach niedriger Coancestry (Optimallösung), im anderen Fall innerhalb untergeordneter cluster nach Gesamtzuchtwert (graphische Lösung) selektiert wird<sup>2</sup>. Im Fall der graphischen Lösung führt dies zu einer etwas höheren durchschnittlichen Coancestry und einem etwas höheren durchschnittlichen Gesamtzuchtwert.

<sup>1</sup>Durch Aufstellung aller möglichen Kombinationen (k aus n zu ziehen) und Berechnung der jeweiligen durchschnittlichen Coancestry wurde für beide Körung die Selektionsentscheidung mit der niedrigsten durchschnittlichen Verwandtschaft ermittelt. Es wurde unter der Nebenbedingung optimiert, dass die beiden Tiere mit dem höchsten Gesamtzuchtwert auf jeden Fall zu selektieren sind.

<sup>2</sup>Auch die Standardisierung der NRM dürfte zu einer Abweichung beitragen, da nun innerhalb der Kategorisierung nicht mehr nach Abstufung in der Coancestry unterscheiden werden kann.

# Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur Promotionsprüfung vorgelegte Arbeit mit dem Titel:

Zuchtzielbestimmung, populationsgenetische Analysen und Optimierung der Zuchtprogramme für die Pferderassen Süddeutsches Kaltblut und Haflinger

im Department für Tierwissenschaften, Fachgebiet für Biometrische Methoden in der Tierzucht unter der Anleitung und Betreuung durch

Univ.-Prof. Dr. Leo Dempfle

ohne sonstige Hilfe erstellt und bei der Abfassung nur die gemäß § 6 Abs. 5 angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

- Ich habe die Dissertation in keinem anderen Prüfungsverfahren als Prüfungsleistung vorgelegt.
- Ich habe den angestrebten Doktorgrad noch nicht erworben und bin nicht in einem früheren Promotionsverfahren für den angestrebten Doktorgrad endgültig gescheitert.
- Die Promotionsordnung der Technischen Universität München ist mir bekannt.

Freising, den 15. Juli 2005

Christian Edel

## Danksagung

Mein großer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. L. Dempfle für die intensive fachliche Betreuung während Studium und Promotion und für das in mich gesetzte Vertrauen.

Meiner Frau danke ich für ihre Geduld und ihre Unterstützung in den letzten Jahren.

Bei David Habier möchte ich mich für die hilfreichen fachlichen Diskussionen und Gespräche bedanken.

Danke vor allem auch an alle Züchtern des Süddeutschen Kaltbluts und des Haflingers für ihre Bereitschaft zur Teilnahme an den Befragungen, für ihr Vertrauen und ihre Offenheit.