



# Zuchtwertschätzung Schweres Warmblut

Schriftenreihe, Heft 5/2023



# Neuetablierung einer Zuchtwertschätzung für das Sächsisch-Thüringische Schwere Warmblut

Dr. Wietje Nolte, Dr. Ralf Fischer

Dr. Jutta Jaitner, Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V.  
Christian Kubitz, Pferdezuchtverband Sachsen-Thüringen e.V.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Merkmale und Merkmalskomplexe</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Datengrundlage und Datenaufbereitung</b> .....	<b>10</b>
3.1	Heritabilitäten und Korrelationen.....	11
3.1.1	Fohlenbewertung, Exterieurbeurteilung, Körpermaße.....	12
3.1.2	Zuchtleistungsprüfung .....	13
<b>4</b>	<b>Zuchtwertschätzmodell</b> .....	<b>14</b>
4.1	Allgemeines.....	14
4.2	Modell für die Zuchtwertschätzung .....	15
<b>5</b>	<b>Gewichtungen der Merkmale</b> .....	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Standardisierung und Basis</b> .....	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Validierung der Zuchtwertschätzung</b> .....	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Sicherheiten der Zuchtwerte</b> .....	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>Genetische Trends</b> .....	<b>21</b>
<b>10</b>	<b>Ergebnisbereitstellung</b> .....	<b>24</b>
10.1	Veröffentlichung .....	24
<b>11</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>26</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Charakterisierung der Zuchtpopulation (Stand 07.01.2022) nach Inzuchtkoeffizienten, Verwandtschaftskoeffizienten, Anzahl Nachkommen je Vatertier und Anteil Nachkommen je Hengstlinie .....	8
Abbildung 2: Sicherheiten der Zuchtwerte für alle 2022 zuchtaktiv gemeldeten Pferde für Merkmale der Körpermaße, Exterieurbeurteilung und Fohlenbewertung (rote Linie markiert die Veröffentlichungsgrenze der FN-Zuchtwertschätzung für Reitpferde) .....	20
Abbildung 3: Sicherheiten der Zuchtwerte für alle 2022 zuchtaktiv gemeldeten Pferde für Merkmale der Zuchtleistungsprüfung (rote Linie markiert die Veröffentlichungsgrenze der FN-Zuchtwertschätzung für Reitpferde) .....	21
Abbildung 4: Genetischer Trend für Stuten für Merkmale der Fohlenbewertung (FB) .....	22
Abbildung 5: Genetischer Trend für Stuten für die Merkmale Röhrebeinumfang und Widerristhöhe .....	22
Abbildung 6: Genetischer Trend für Stuten für Merkmale der Exterieurbeurteilung (EB) .....	23
Abbildung 7: Genetischer Trend für Stuten für Zuchtwertindizes der Zuchtleistungsprüfung (ZLP) .....	23
Abbildung 8: Musterbeispiel für ein Zuchtwertprofil inklusive Pferdedaten, Abstammung, Zuchtwerten, Sicherheiten (%) sowie vorliegender Eigenleistung (EL) und Anzahl Nachkommen (NK) mit Eigenleistung .....	25

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zugelassene Rassen der Rassegruppe 8 (Schweres Warmblut).....	11
Tabelle 2: Datengrundlage der Modellentwicklung für Merkmale der Fohlenbewertung (FB), Exterieurbeurteilung (EB) sowie Körpermaße (KM).....	11
Tabelle 3: Datengrundlage der Modellentwicklung für Merkmale der Zuchtleistungsprüfung .....	11
Tabelle 4: Heritabilitäten (Diagonale) und genetische Korrelationen (oberhalb der Diagonalen) der Merkmale der Fohlenbewertung, Exterieurbeurteilung und Körpermaße .....	13
Tabelle 5: Heritabilitäten (Diagonale) und genetische Korrelationen (oberhalb der Diagonalen) der Merkmale der Zuchtleistungsprüfung .....	14
Tabelle 6: Definition der genetischen Herkunftsgruppen im Zuchtwertschätzmodell .....	15
Tabelle 7: Klassen der fixen Effekte Geschlecht und Alter in der Zuchtwertschätzung aufgeteilt in die Merkmalskomplexe .....	16
Tabelle 8: Gewichtungen der Einzelmerkmale in den Merkmalskomplexen Fohlenbewertung und Exterieurbeurteilung .....	16
Tabelle 9: Gewichtungen der Einzelmerkmale im Merkmalskomplex Zuchtleistungsprüfung .....	17
Tabelle 10: Besetzung der Zuchtwertklassen zur Validierung der Zuchtwertschätzung für Fohlenbewertung und Exterieurbeurteilung .....	18
Tabelle 11: Validierung der Zuchtwertschätzung für den Merkmalskomplex Fohlenbewertung .....	18
Tabelle 12: Validierung der Zuchtwertschätzung für den Merkmalskomplex Exterieurbeurteilung.....	19

## Abkürzungsverzeichnis

BLUP	Best Linear Unbiased Prediction
EB	Exterieurbeurteilung
EL	Eigenleistung
F	Fahren (Leistungsprüfung, Merkmale aus dem Bereich Fahren)
FB	Fohlenbewertung
FN	Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V.
GesZW	Gesamtzuchtwert
$h^2$	Heritabilität (Erblichkeit)
KM	Körpermaße
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LNR	Lebensnummer
LP	Leistungsprüfung
N	Anzahl
NK	Nachkommen
NKL	Nachkommenleistung
PZVST	Pferdezuchtverband Sachsen-Thüringen e.V.
QualKoerp	Qualität des Körperbaus
R	Reiten (Leistungsprüfung, Merkmale aus dem Bereich Reiten)
RaGeTyp	Rasse- und Geschlechtstyp
$r_g$	genetische Korrelation
STSW	Sächsisch-Thüringisches Schweres Warmblut
vit	Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V.
Z	Ziehen (Leistungsprüfung, Merkmale aus dem Bereich Zugleistung)
ZLP	Zuchtleistungsprüfung
ZW	Zuchtwert
ZWS	Zuchtwertschätzung
$\mu$	arithmetischer Mittelwert
$\sigma$	Standardabweichung

# 1 Einleitung

Das Schwere Warmblut zählt zu den ältesten Pferderassen Deutschlands und findet seine Ursprünge in den Zuchtgebieten Oldenburg und Ostfriesland. Seit 1873 wird die Rasse auch züchterisch in Sachsen bearbeitet und auch in Thüringen erfolgten zu dieser Zeit Pferdeankäufe aus Oldenburg (PZVST 2003). Seit 2003 führen die Zuchtbezirke Sachsen und Thüringen das Ursprungszuchtbuch für das „Sächsisch-Thüringische Schwere Warmblut“ (STSW) (PZVST 2003). Durch den staatlich forcierten Umzüchtungsprozess vom Zug- und Wirtschaftspferd hin zum edleren Reitpferd in den 1970er und 1980er Jahren, sank die Anzahl reingezogener Schwerer Warmblüter drastisch ab und erreichte 1989 einen Tiefstand von 370 Stuten und 16 Hengsten (KÜRBS ET AL. 2010).

Aufgrund dieses demografischen Flaschenhalses kam es zur Einstufung als existenzbedrohte Haustierrasse. Bis heute wird die Rasse aufgrund der geringen Populationsgröße als Beobachtungspopulation eingestuft (TGRDEU 2022). Dank einer sehr passionierten Züchterschaft, der staatlichen Hengsthaltung im Landgestüt Moritzburg sowie staatlicher finanzieller Unterstützung seit den 2000er Jahren, konnte die Zuchtpopulation wieder auf 66 zuchtaktive Hengste und 990 aktiv gemeldete Zuchtstuten (Stand 25.01.2023) vergrößert werden. Die aus der Zuchtgeschichte resultierenden Verwandtschaftsstrukturen erfordern jedoch weiterhin eine strukturierte Populationsführung. Heute wird das STSW laut Zuchtprogramm explizit als Kutsch- und Wagenpferd für den Fahrsport gezüchtet (PZVST 2020).

Die Ermittlung des genetischen Wertes von Zuchttieren im Rahmen der Zuchtwertschätzung gehört zu den zentralen Elementen eines Zuchtprogrammes, über welche die Zuverlässigkeit von Selektions- und Anpaarungsentscheidungen maßgeblich beeinflusst wird. In den Jahren 2009 bis 2013 existierte bereits eine Zuchtwertschätzung (LEMBKE ET AL. 2010) für diese Rasse, die aufgrund von technischen Umstellungen und geänderter Herdbuchführung nach 2013 eingestellt wurde. Die Freistaaten Thüringen und Sachsen haben im Zusammenschluss eine Neuetablierung der Zuchtwertschätzung für diese Rasse beim Pferdezuchtverband Sachsen-Thüringen e.V. (PZVST) und den Vereinigten Informationssystemen Tierhaltung w.V. (vit) in Auftrag gegeben.

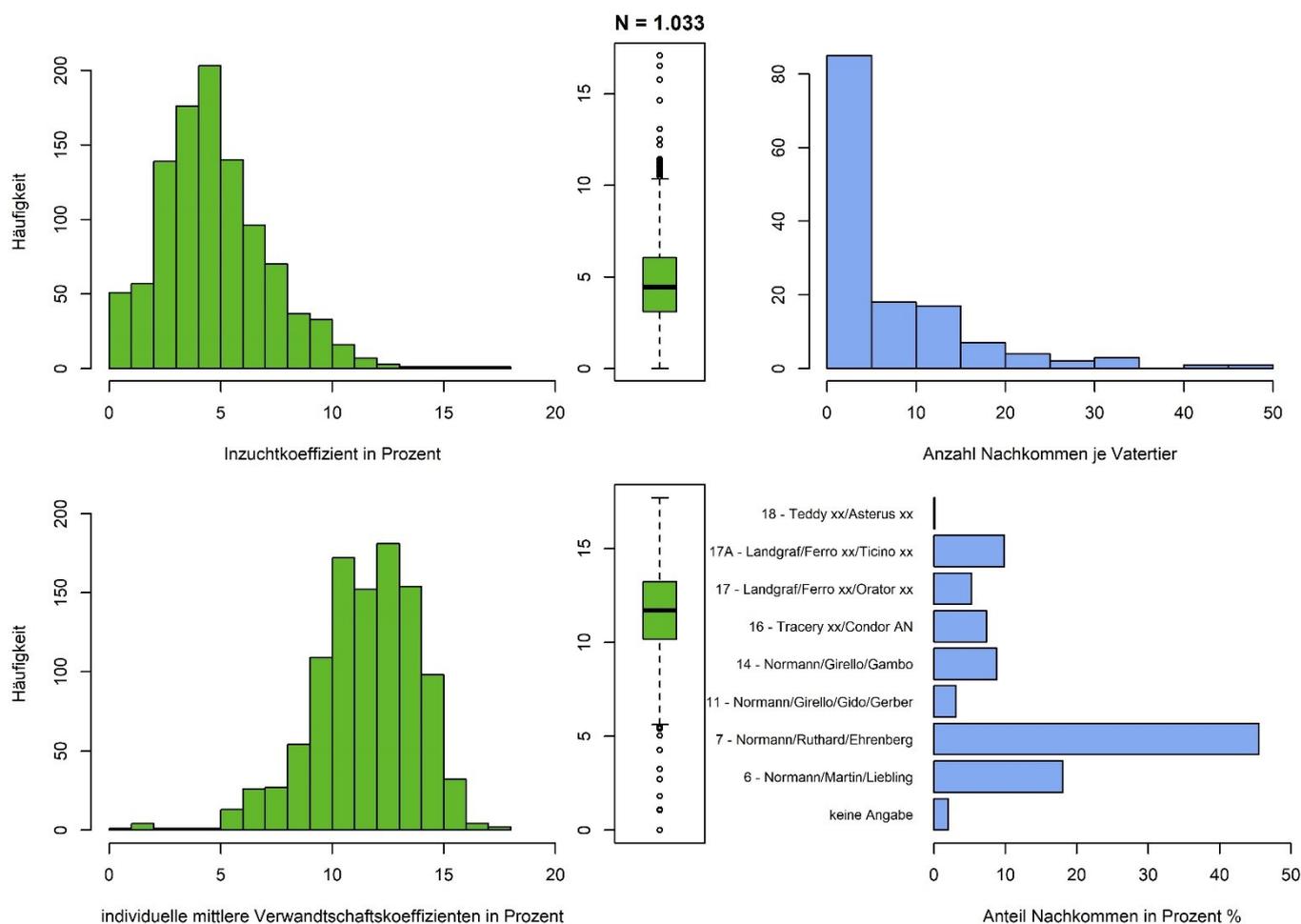
## **Verwandtschaftliche Beziehungen in der Zuchtpopulation**

Im Jahr 2022 (Stand 07.01.2022) waren beim PZVST insgesamt 65 Hengste und 970 Stuten zuchtaktiv gemeldet. Das Durchschnittsalter der Zuchttiere lag bei  $11,61 \pm 5,3$  Jahren, wobei Hengste im Mittel etwa ein Jahr jünger waren ( $\mu = 10,6 \pm 6,1$  Jahre) als Stuten ( $\mu = 11,7 \pm 5,3$  Jahre). Hinsichtlich der Altersstruktur ist das STSW mit der Zuchtpopulation des Deutschen Sportpferdes in den Zuchtgebieten Sachsen und Thüringen vergleichbar.

Da das Zuchtbuch des STSW bereits über lange Zeit in Reinzucht geführt wird und Veredler nur selten zum Einsatz kommen, ist der individuelle Inzuchtkoeffizient der Tiere seit dem demografischen Flaschenhals in den 1970er und 1980er Jahren sukzessive angestiegen, wie auch der mittlere Verwandtschaftsgrad aller Zuchttiere untereinander. Gegenwärtig (Stand 07.01.2022) stammen über 45 % der zuchtaktiven STSW aus einer Hengstlinie (*7-Normann-Ruthard-Ehrenberg*). Bereits 11,6 % der 2022 aktiv gemeldeten Zuchtpferde gehen auf die drei Hengste ELLINGTON v. Egner, ELBLING v. Elton und ELBCAPITÄN v. Elbling zurück. Die zweitstärkste Hengstlinie *6-Normann-Martin-Liebling* wird insbesondere durch die nachkommenreichen Vererber LOMBARD v. Lord Brown I, LORD BROWN I v. Lord I und LOTUS v. Lordano vertreten. Beim STSW liegen gut gepflegte Stutenfamilien vor, sodass sich fast jedes Zuchtpferd einer Stutenfamilie zuordnen lässt. Die Zuchtpopulation von 2022 ging auf 131 verschiedene Familien zurück. Die zahlmäßig bedeutendste Familie ist die *SW46/2 der Barbara von Hermstedt 1849*

(geboren 1946), auf die 5,99 % der 2022 zuchtaktiven Pferde zurückgingen (N = 62). Weitere Stutenfamilien, auf die je über drei Prozent der Zuchtpopulation zurückzuführen waren, sind SW39/3 - *Serena 528* (geboren 1939), SW39/B - *Rosina 1420* (geboren 1939), SW25/1 - *Angelika 2398* (geboren 1925) und SW32/3 - *Suse 4987* (geboren 1932).

In der zahlenmäßigen Dominanz einer einzelnen Hengstlinie begründet sich u. a. der mittlere individuelle Inzuchtkoeffizient von  $4,73 \pm 2,46\%$  und ein mittlerer Verwandtschaftskoeffizient von  $11,51 \pm 2,35\%$  eines Tieres mit dem Rest der Zuchtpopulation.



**Abbildung 1: Charakterisierung der Zuchtpopulation (Stand 07.01.2022) nach Inzuchtkoeffizienten, Verwandtschaftskoeffizienten, Anzahl Nachkommen je Vatertier und Anteil Nachkommen je Hengstlinie**

## 2 Merkmale und Merkmalskomplexe

Im Zuchtprogramm werden sieben Einzelmerkmale als Selektionskriterien für die Exterieurbeurteilung genannt: *Typ (Rasse- und Geschlechtstyp)*, *Qualität des Körperbaus*, *Korrektheit des Ganges*, *Schritt*, *Trab*, *Galopp* (bei Stuten: sofern bei Zuchtbucheintragung erfasst), *Gesamteindruck und Entwicklung*. Bei Fohlenbewertungen werden drei Merkmale benotet: *Typ*, *Exterieur* und *Bewegung*. In beiden Selektionsmomenten wird die Bewertungsskala von 1 (sehr schlecht) bis 10 Punkten (ausgezeichnet) angewendet. Die Gesamtnote einer Exterieurbeurteilung entspricht dem arithmetischen Mittel der Einzelnoten. Bis auf das Merkmal *Gesamteindruck* wurde für alle genannten Einzelmerkmale eine Zuchtwertschätzung aufgesetzt. Wenn mehrfache Bewertungen für das Exterieur für ein Pferd vorlagen, wurde immer nur der jüngste Eintrag genutzt.

Die Körpermaße *Widerristhöhe (Stockmaß)* und *Röhrbeinumfang*, die bei dieser Rasse routinemäßig bei der Exterieurbeurteilung erfasst werden, wurden ebenfalls berücksichtigt. In der früheren Zuchtwertschätzung wurden für diese Merkmalskomplexe (Fohlenbewertung, Exterieurbeurteilung, Körpermaße) bereits Zuchtwerte geschätzt (LEMBKE ET AL. 2010), sodass die Neuauflage der Zuchtwertschätzung in dieser Hinsicht für die Züchterschaft keine grundlegende Neuerung bedeutet.

Das gegenwärtig festgeschriebene Zuchtziel des STSW sieht folgende Nutzungsausrichtung vor:

*Das Sächsisch-Thüringische Schwere Warmblut ist besonders geeignet als Fahrpferd für den Turniersport, als Kutsch- u. Wagenpferd für den Freizeitbereich und für Repräsentationszwecke sowie als Reitpferd. Wegen seines ausgesprochen guten Temperaments auch für Zwecke, bei denen dieses insbesondere gefordert wird, z. B. therapeutisches Reiten, Schulsport, Voltigieren etc. Das Schwere Warmblut auf sächsisch-thüringischer Grundlage ist geprägt durch kraftvolle Eleganz und Harmonie in der äußeren Erscheinung bei aktionsbetonter Trabbewegung, Langlebigkeit, Konstitutionshärte, Leichtfuttrigkeit und einem sehr guten Charakter. (PZVST 2020)*

Aus dem oben genannten Zuchtziel wird die Bedeutung der Fahrsporteigenschaften und -eignung für diese Rasse deutlich, weswegen besonderer Wert daraufgelegt wurde, dass entsprechende Merkmale in der neuetablierten Zuchtwertschätzung Berücksichtigung finden. Für das STSW ist die Überprüfung von Fahr- und Zugleistung regulärer Bestandteil der ZLP, sowohl in der Feld- als auch in der Stationsprüfung. Für folgende Einzelmerkmale der ZLP wurde eine neue Zuchtwertschätzung etabliert: Schritt (Reiten, Fahren), Trab (Reiten, Fahren), Galopp (Reiten), Rittigkeit, Fahrenlage, durch den Fremdfahrer beurteilte Fahrenlage, Zugmanier und Arbeitswilligkeit im Zug. Zusätzlich zu einem Gesamtindex, der sich aus allen Einzelzuchtwerten zusammensetzt, werden Teilindizes für Reiten, Fahren und Ziehen erstellt.

Über die Jahre und verschiedenen Prüfungsreglements wurden unterschiedliche Merkmale in der Zuchtleistungsprüfung beurteilt und erfasst. Die Zuchtwertschätzung bezieht sich nur auf die in den aktuell gültigen Reglements (seit 2014) beurteilten Merkmale. Die alten und nicht fortgeführten Merkmale *Reitanlage* und *Zugwilligkeit* (Durchschnitt aus *Stil im Zug*, *Zugwilligkeit*, *Leistungsbereitschaft*, *Zugwilligkeit* und *Ruhe und Gehorsam*, *Zugwilligkeit*) wurden nur bis 2013 erfasst und dienen nun als Hilfsmerkmale, um insbesondere für ältere Pferde diese Information mit einzubeziehen. Auf Merkmale des Interieurs wurde für die Zuchtwertschätzung verzichtet, da diese Einzelmerkmale eine geringe Varianz aufwiesen und zudem nur in der Stationsprüfung erhoben werden und in der Feldprüfung nicht benotet werden, woraus ein gegenwärtig geringes Datenvolumen resultierte. Auf eine Kombination von Prüfungs- und Trainingsnoten wurde verzichtet, da der Zugewinn an Information im Verhältnis zum Aufwand zu vernachlässigen ist.

Folgende Einzelmerkmale werden somit in der Zuchtwertschätzung berücksichtigt:

#### **Fohlenbewertung (FB)**

- Typ, Exterieur, Bewegung

#### **Exterieurbeurteilung (EB)**

- Rasse- und Geschlechtstyp, Qualität des Körperbaus, Gangkorrektheit, Schritt, Trab, Galopp

#### **Körpermaße (KM)**

- Widerristhöhe, Röhrbeinumfang

## **Zuchtleistungsprüfung (ZLP)**

- **Reiten:** Schritt, Trab, Galopp und Rittigkeit
- **Fahren:** Schritt, Trab, Fahrenanlage und Fahrenanlage Fremdfahrer
- **Zugleistung:** Zugmanier und Arbeitswilligkeit

Insbesondere der Zuchtwert für die Eignung als Fahrpferd hat für diese Rasse entsprechend ihrem Zuchtziel eine hohe Bedeutung und hebt sie vom Reitpferdesektor ab. Gegenwärtig existieren in Deutschland nur für Haflinger bzw. Edelbluthaflinger und Süddeutsche Kaltblüter aktive geführte Zuchtwertschätzungen, die auch Fahreigenschaften berücksichtigen (LFL BAYERN 2022; EDEL 2006). Die Leistungsprüfung kann beim STSW auch über den Turniersport absolviert werden, jedoch nur in der Disziplin des Fahrens. Die gesamtdeutsche integrierte Zuchtwertschätzung für Reitpferde beruht bereits überwiegend auf Leistungen aus dem organisierten Turniersport (VELSEN-ZERWECK 1999) und wird durch die Deutsche Reiterliche Vereinigung herausgegeben. Bei den Reitpferden werden auch internationale Turnierfolge in den Disziplinen Dressur und Springen über das Merkmal *Höchste Erreichte Klasse* genutzt. Eine Integration von turniersportlichen Daten war für das STSW aufgrund nicht erteilter Datenfreigabe seitens der zuständigen Stellen im Projektzeitraum (2020 bis 2022) nicht möglich. Aufgrund der zunehmenden Nutzung von STSW im Fahrsport auf nationaler und internationaler Ebene wäre eine ZWS für diese Disziplin, analog zur *Höchsten Erreichten Klasse* für Dressur und Springen beim Reitpferd (WELKER 2019), von großem züchterischen Interesse und sollte perspektivisch umgesetzt werden.

## **3 Datengrundlage und Datenaufbereitung**

Die bereitgestellten Daten aus Fohlenbewertungen, Exterieurbeurteilungen und Zuchtleistungsprüfungen wurden einer Plausibilitätsprüfung unterzogen und Grenzen für die zulässigen Noten bzw. Körpermaße gesetzt. Für alle benoteten Merkmale wurden als zulässige Grenzen als Minimum 1 und als Maximum 10 gesetzt. Für *Röhrbeinumfang* liegt die zulässige Wertespanne bei 130 bis 250 mm. Bei der *Widerristhöhe* bzw. dem *Stockmaß* liegt die zulässige Wertespanne bei 130 bis 180 cm. Für die Modellentwicklung und erste Zuchtwertschätzung wurden für Merkmale der Zuchtleistungsprüfung Daten von insgesamt 1.251 Pferden genutzt. Für Merkmale der Fohlenbewertung standen Daten von 8.896 Pferden zur Verfügung. Für die Exterieurbeurteilung lagen Datenpunkte von 5.382 Pferden vor. Trotz der kleinen Populationsgröße existierte eine ausreichend umfangreiche Datengrundlage für die Wiedereinführung der Zuchtwertschätzung. Für Hengstmütter des STSW ist die Zuchtleistungsprüfung eine formelle Voraussetzung, d. h. die Stuten müssen eine Stutenleistungsprüfung ablegen, damit eventuelle männliche Nachkommen körfähig sind (PZVST 2020). Daraus ergibt sich in dieser Rasse ein genügend hoher Anteil geprüfter Zuchtstuten, was die Datengrundlage positiv beeinflusst hat.

Für die Zuchtwertschätzung werden nur Pferde der Rassegruppe 8 (Schweres Warmblut) zugelassen. Für den vorliegenden Datensatz werden dadurch Pferde der Rassen Schlesier, Sächsisch-Thüringisches Schweres Warmblut, Schweres Warmblut, Schweres Warmblut Dänemark berücksichtigt.

**Tabelle 1: Zugelassene Rassen der Rassegruppe 8 (Schweres Warmblut)**

Rassebezeichnung kurz	Rassegruppe	Rasse	Anzahl Pferde in ZWS
SL	8	Schlesier	11
TS	8	Sächsisch-Thüringisches Schweres Warmblut	8.891
28	8	Schweres Warmblut	5.287
DK	8	Schweres Warmblut Dänemark	89

**Tabelle 2: Datengrundlage der Modellentwicklung für Merkmale der Fohlenbewertung (FB), Exterieurbeurteilung (EB) sowie Körpermaße (KM)**

Merkmal		Anzahl	Mittelwert $\mu$	Streuung $\sigma$	Minimum	Maximum
FB	1 Note Typ	8.897	8,36	0,72	5,00	10,00
	2 Note Exterieur	8.895	7,51	0,57	5,00	9,00
	3 Note Bewegung	8.860	7,98	0,81	4,00	10,00
EB	4 Note Rasse- und Geschlechtstyp	4.676	7,92	0,83	5,00	10,00
	5 Note Qualität des Körperbaus	2.943	7,43	0,51	5,20	9,00
	6 Note Gangkorrektheit	4.688	7,36	0,68	4,00	10,00
	7 Note Schritt	3.520	7,46	0,71	4,00	10,00
	8 Note Trab	2.992	7,71	0,76	5,00	10,00
	9 Note Galopp	2.768	7,27	0,63	5,00	9,00
KM	10 Röhrbein <sup>1</sup>	3.151	222,50	9,19	180,00	260,00
	11 Widerristhöhe	5.345	162,62	3,43	147,00	180,00

**Tabelle 3: Datengrundlage der Modellentwicklung für Merkmale der Zuchtleistungsprüfung**

Nr.	Merkmal	Anzahl	Mittelwert $\mu$	Streuung $\sigma$	Minimum	Maximum
1	Prüfung Reiten Schritt	1.190	7,00	0,84	3,67	10,00
2	Prüfung Reiten Trab	1.175	7,09	0,77	4,50	9,50
3	Prüfung Reiten Galopp	1.132	7,13	0,81	4,00	9,50
4	Prüfung Rittigkeit	406	7,34	0,76	5,00	9,50
5	Prüfung Fahren Schritt	1.191	6,69	1,05	1,00	9,50
6	Prüfung Fahren Trab	1.191	7,21	0,86	4,00	10,00
7	Prüfung Fahrenanlage	1.259	6,97	0,94	3,00	10,00
9	Prüfung Zugmanier	406	7,60	1,14	4,00	10,00
10	Prüfung Arbeitswilligkeit	406	8,01	1,11	3,00	10,00
11	Prüfung Reitanlage	852	6,83	0,79	4,00	10,00
12	Prüfung Zugwilligkeit	837	6,94	1,28	1,00	10,00

### 3.1 Heritabilitäten und Korrelationen

Die Schätzung der Varianzkomponenten wurde mit dem Programmpaket VCE Version 6.0.2 durchgeführt (KOVAČ ET AL. 2008). Da eine gleichzeitige Schätzung von mehr als 10 Merkmalen nicht möglich war,

<sup>1</sup> Ist Röhrbein in der Datenbank in Zentimeter (cm) erfasst (< 100), wird dies für die ZWS in Millimeter (mm) umgewandelt.

wurden die Schätzungen von mehreren Läufen und unterschiedlichen Merkmalskombinationen durchgeführt. Nachfolgend werden die Heritabilitäten ( $h^2$ ) der Einzelmerkmale sowie die genetischen Korrelationen zwischen den Merkmalen aufgelistet. Heritabilitäten sind ein Maß für den Anteil der beobachteten Varianz, der auf genetische Ursachen zurückzuführen ist und damit erblich bedingt ist (FALCONER UND MACKAY 1996). Heritabilitäten bzw. Erblichkeiten werden auf einer Skala von 0 bis 1 ausgedrückt, wobei ein Wert von Null indiziert, dass die gesamte beobachtete Varianz auf Umwelteinflüsse zurückzuführen ist oder gar keine Varianz innerhalb des Merkmals festgestellt werden konnte. Ein Wert von Eins zeigt an, dass die gesamte phänotypische Varianz auf Genetik zurückzuführen ist und die Merkmalsausprägung nicht durch Umwelteinflüsse moduliert wird. Genetische Korrelationen werden über den Korrelationskoeffizienten  $r_g$  ebenfalls auf einer Skala von 0 bis 1 ausgedrückt und beschreiben den Anteil der Varianz, den zwei Merkmale aufgrund gemeinsamer, ursächlicher Genetik teilen (FALCONER UND MACKAY 1996). Hauptursächlich für die genetische Korrelation von Merkmalen ist die Pleiotropie der Gene, d. h. der Einfluss eines Gens auf die Ausprägung mehrerer Merkmale. Neben der Pleiotropie kann aber auch das Kopplungsungleichgewicht zur genetischen Korrelation beitragen (Hill 2013). Eine genetische Korrelation von Null indiziert, dass die genetischen Effekte zweier Merkmale unabhängig voneinander sind, während eine Korrelation von Eins bedeutet, dass die genetischen Einflüsse auf zwei Merkmale identisch sind. Negative Korrelationen haben zur Konsequenz, dass die Veränderung eines Merkmals in eine Richtung die gleichzeitige Veränderung eines anderen Merkmals in die entgegengesetzte Richtung bewirkt und die züchterische Bearbeitung dieser zwei Merkmale nicht gleichzeitig in dieselbe Richtung möglich ist.

### 3.1.1 Fohlenbewertung, Exterieurbeurteilung, Körpermaße

Für die Merkmale der Fohlenbewertung und Exterieurbeurteilung inklusive der Körpermaße wurden überwiegend positive genetische Korrelationen geschätzt. Lediglich zwischen den Merkmalen *Qualität im Körperbau* bzw. *Trab* und *Röhrbeinumfang* lag eine minimal negative Beziehung vor, die jedoch so nah am Nullwert lag, dass sie vernachlässigt werden kann. Es bestehen folglich keine antagonistischen Merkmalsbeziehungen, die bei der gleichzeitigen züchterischen Bearbeitung dieser Merkmalskomplexe hinderlich wären.

Die Heritabilitäten bewegten sich zwischen 0,15 (*Gangkorrektheit*) und 0,63 (*Widerristhöhe*), sodass eine Merkmalsverbesserung über die züchterische Selektion gut möglich ist. Die berechnete Heritabilität für das Stockmaß liegt unter dem früher für diese Rasse ermittelten Wert von  $h^2 = 0,74$  (Lembke et al. 2010), aber über den Werten von 0,31 bis 0,53, die bisher für das Warmblut bzw. Reitpferd berechnet wurden (STOCK UND DISTL 2006; TETENS ET AL. 2013; VOSGERAU ET AL. 2022). Hinsichtlich des Röhrbeinumfanges rangiert die berechnete Heritabilität von  $h^2 = 0,50$  auf dem Niveau früherer Schätzungen ( $h^2 = 0,54$ ) für diese Rasse (LEMBKE ET AL. 2010) und ist mit Werten aus dem Warmblutbereich ( $h^2 = 0,57$ , NOVOTNA ET AL. 2022) mit Schätzungen am Lippizaner ( $h^2 = 0,52$  ZECHNER ET AL. 2001) vergleichbar. Die Standardfehler für Heritabilitäten der Merkmale der FB, EB und KM lagen zwischen 0,02 und 0,03, die Standardfehler für genetische Korrelationen zwischen 0,03 und 0,08.

**Tabelle 4: Heritabilitäten (Diagonale) und genetische Korrelationen (oberhalb der Diagonalen) der Merkmale der Fohlenbewertung, Exterieurbeurteilung und Körpermaße**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	<b>0,38</b>	0,82	0,48	0,73	0,79	0,69	0,36	0,56	0,63	0,00	0,00
2		<b>0,18</b>	0,63	0,78	0,91	0,76	0,45	0,76	0,65	0,00	0,00
3			<b>0,34</b>	0,52	0,67	0,80	0,36	0,87	0,76	0,00	0,00
4				<b>0,32</b>	0,94	0,85	0,46	0,81	0,79	0,11	0,40
5					<b>0,33</b>	0,93	0,47	0,92	0,85	-0,03	0,25
6						<b>0,15</b>	0,57	0,85	0,86	0,02	0,30
7							<b>0,24</b>	0,42	0,53	0,02	0,22
8								<b>0,39</b>	0,80	-0,07	0,21
9									<b>0,31</b>	0,01	0,35
10										<b>0,50</b>	0,47
11											<b>0,63</b>

1 = Typ, 2 = Exterieur, 3 = Bewegung, 4 = Rasse- und Geschlechtstyp, 5 = Qualität des Körperbaus, 6 = Gangkorrektheit, 7 = Schritt, 8 = Trab, 9 = Galopp, 10 = Röhrebeinumfang (mm), 11 = Widerristhöhe (cm)

### 3.1.2 Zuchtleistungsprüfung

Für die Einzelmerkmale der Zuchtleistungsprüfung wurden Heritabilitäten zwischen minimal 0,11 (*Zugmanier* und *Arbeitswilligkeit im Zug*) und maximal 0,28 (*Trab im Fahren*) geschätzt. Zwischen den Merkmalen bestehen, wie auch schon bei der Fohlenbewertung und den Exterieurmerkmalen, überwiegend positive genetische Korrelationen. Zwischen dem Reitmerkmal *Rittigkeit* und den Merkmalen *Fahranlage Fremdfahrer* sowie der *Zugmanier* besteht eine moderate negative Beziehung von -0,13 bzw. -0,23, die nahelegt, dass eine gleichzeitige Verbesserung beider Merkmale schwierig ist und eine Trennung in die Nutzungsrichtungen Reiten und Fahren/Zug nahelegt. Alle Merkmale der Zuchtleistungsprüfung wiesen moderate Heritabilitäten im Bereich 0,11 (*Zugmanier* und *Arbeitswilligkeit im Zug*) bis 0,28 (*Fahranlage Fremdfahrer*) auf.

Besonders das Merkmal der *Fahranlage* sowie die Grundgangarten *Schritt* und *Trab im Fahren* setzen die Rasse des STSW vom Reitpferd ab. Weitere Rassen, für welche diese oder vergleichbare Merkmale erhoben und genutzt werden, sind der Haflinger und das Süddeutsche Kaltblut. Für beide Rassen existieren aktiv in Bayern geführte Zuchtwertschätzungen, bei deren Etablierung auch genetische Parameter für Eigenschaften im Nutzungsbereich Fahren und Ziehen geschätzt wurden (EDEL 2006). So wurden für die *Fahreignung* beim Haflinger und Süddeutschen Kaltblut Heritabilitäten von 0,10 und 0,16 geschätzt, die unter dem Wert von  $h^2 = 0,23$  liegen, der für das STSW berechnet wurde. Die Merkmale *Fahranlage* und *Fahranlage Fremdfahrer* wiesen zudem eine sehr hohe genetische Korrelation von 0,91 auf, sodass aus genetischer Sicht fast von demselben Merkmal gesprochen werden kann. Die höchste genetische Korrelation bestand zwischen *Fahren im Trab* und der *Fahranlage* mit  $r_g = 0,95$ .

Die Erbllichkeit der *Zugmanier* wurde beim STSW auf  $h^2 = 0,11$  geschätzt, sodass sie sich zwischen den Werten von 0,22 beim Haflinger und 0,01 beim Süddeutschen Kaltblut einordnet. Für die Grundgangarten *Schritt* und *Trab im Fahren* wurden auch für Haflinger und Süddeutsche Kaltblüter Heritabilitäten zwischen 0,10 bis 0,30 geschätzt, sodass die Werte von 0,24 (*Schritt Fahren*) und 0,28 (*Trab Fahren*) beim STSW sich in diese Wertespanne eingliedern (EDEL 2006). Die *Zugmanier* und die *Arbeitswilligkeit im Zug* wiesen beim STSW zudem eine sehr hohe genetische Korrelation von  $r_g = 0,91$  auf. Die Standardfehler für Heritabilitäten der Merkmale der ZLP lagen zwischen 0,03 und 0,15, die Standardfehler für genetische Korrelationen zwischen 0,10 und 0,30.

**Tabelle 5: Heritabilitäten (Diagonale) und genetische Korrelationen (oberhalb der Diagonalen) der Merkmale der Zuchtleistungsprüfung**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<b>0,16</b>	0,48	0,30	0,33	0,84	0,40	0,32	0,24	0,59	0,60	0,21	0,06
2		<b>0,14</b>	0,81	0,33	0,68	0,94	0,90	0,80	0,57	0,64	0,49	0,07
3			<b>0,19</b>	0,36	0,44	0,72	0,81	0,72	0,48	0,69	0,60	0,06
4				<b>0,20</b>	0,08	0,07	-0,06	-0,13	-,023	0,00	0,31	0,05
5					<b>0,24</b>	0,66	0,63	0,69	0,78	0,80	0,06	0,11
6						<b>0,28</b>	0,95	0,80	0,62	0,65	0,07	0,12
7							<b>0,23</b>	0,91	0,72	0,75	0,07	0,13
8								<b>0,18</b>	0,82	0,87	0,07	0,13
9									<b>0,11</b>	0,91	0,08	0,43
10										<b>0,11</b>	0,08	0,46
11											<b>0,18</b>	0,05
12												<b>0,25</b>

1 = Schritt (Reiten), 2 = Trab (Reiten), 3 = Galopp (Reiten), 4 = Rittigkeit, 5 = Schritt (Fahren), 6 = Trab (Fahren), 7 = Fahrenanlage, 8 = Fahrenanlage Fremdfahrer, 9 = Zugmanier, 10 = Arbeitswilligkeit, 11 = Reitanlage (Hilfsmerkmal), 12 = Zugwilligkeit (Hilfsmerkmal)

## 4 Zuchtwertschätzmodell

### 4.1 Allgemeines

Für die ZWS beim STSW kommt das Verfahren der Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) zur Anwendung (HENDERSON ET AL. 1959; HENDERSON 1963), welches durch die gleichzeitige und damit gegenseitige Korrektur aller im Modell zu schätzenden Effekten charakterisiert ist, d. h. in einem BLUP-Schätzverfahren werden die Zuchtwerte für alle Umwelteffekte direkt im Schätzmodell korrigiert.

Es wird ein Mehrmerkmalsmodell genutzt, das die verschiedenen Informationsquellen und Merkmale über die genetischen Korrelationen miteinander verknüpft, sodass jede Information zur Schätzung des Zuchtwertes der anderen Merkmale beiträgt. Von der Nutzung eines Wiederholbarkeitsmodells wurde abgesehen und für jedes Merkmal wird nur eine einzelne Leistung berücksichtigt, da nur für vereinzelte Tiere wiederholte Benotungen vorlagen. Darüber hinaus kommt das Tiermodell zur Anwendung, das alle (bekannten) verwandtschaftlichen Beziehungen berücksichtigt und damit alle verfügbaren Informationsquellen der verwandten Tiere nutzt. Aufgrund des Tiermodell- und Mehrmerkmalsmodell-Ansatzes werden für jedes Pferd in allen Merkmalen Zuchtwerte geschätzt, auch wenn das Pferd selbst keine entsprechenden Eigenleistungen aufweist, sondern nur seine Verwandten. Im Tiermodell ist der genetische Erwartungswert eines Tieres automatisch als mittlerer Elternzuchtwert (Pedigreezuchtwert) definiert. Bei unbekannter Abstammung, d. h. ein oder beide Eltern sind nicht bekannt (oder nicht berücksichtigt), werden an Stelle der Eltern genetische Herkunftsgruppen definiert, die für diese Pferde den Erwartungswert (Pedigreezuchtwert) bilden. Ausgehend von einem Fohlen oder Pferd mit Eigenleistung werden in der Zuchtwertschätzung mindestens zwei Generationen seiner Abstammung berücksichtigt. Wenn Vater oder Mutter nicht bekannt sind, werden an ihrer statt sogenannte „genetische Herkunftsgruppen“ berücksichtigt. Ein Hengst der Rassegruppe 1 mit unbekanntem Vater erhält beispielsweise anstatt des Vaters die genetische Gruppe 1.

**Tabelle 6: Definition der genetischen Herkunftsgruppen im Zuchtwertschätzmodell**

Genetische Gruppe	Rassegruppe	Geschlecht
1	1 (Warmblut)	Hengst
2	2 (Vollblut) und 3 (Araber, Anglo-Araber)	
3	8 (Schweres Warmblut)	
4	4 (Traber) und 5 (Kaltblut) und 6 (Ponys, Kleinpferde) 7 (Sonstige Rassen)	
5	1 (Warmblut)	Stute
6	2 (Vollblut) und 3 (Araber, Anglo-Araber)	
7	8 (Schweres Warmblut)	
8	4 (Traber) und 5 (Kaltblut) und 6 (Ponys, Kleinpferde) 7 (Sonstige Rassen)	

Als Umweltfaktoren werden nicht genetisch bedingte Einflüsse bezeichnet. Jedes Merkmal wird für die bei ihm relevanten, nicht genetisch bedingten Einflussfaktoren korrigiert. Generell wird ein Pferd mit seiner Leistung immer in einer Vergleichsgruppe mit anderen Pferden verglichen, in der unterstellt werden kann, dass alle Leistungen unter weitestgehend denselben Bedingungen erbracht wurden. Dies ist z. B. für eine Fohlenbewertung oder Exterieurbeurteilung der entsprechende Termin der Bewertung, d. h. Datum und Ort der Bewertung. Zusätzlich werden das Geschlecht und das Alter des Fohlens bzw. des Pferdes bei der Bewertung berücksichtigt.

## 4.2 Modell für die Zuchtwertschätzung

Für die Merkmalskomplexe Fohlenbewertung, Exterieurbeurteilung, Körpermaße sowie Zuchtleistungsprüfung kommt folgende Zuchtwertschätzformel zur Anwendung:

$$Y_{ijkl} = \text{Alter} * \text{Geschlecht}_i + \text{Prüfung}_j + \text{Zuchtwert}_k + \text{Rest}_{ijkl}$$

Die Effekte *Alter\*Geschlecht* und *Prüfung* werden als fixe Umwelteffekte berücksichtigt, der Zuchtwert als zufälliger Effekt einschließlich aller bekannten verwandtschaftlichen Informationen. Die *Prüfung* ist als Ort\*Datum definiert. Die Mindestbesetzung einer Prüfung ist auf drei Pferde festgelegt. Sind innerhalb einer Prüfung weniger als drei Bewertungen vorhanden, wird die Prüfung über das Quartal und den Ort definiert. Wenn dann immer noch weniger als drei Bewertungen vorliegen, erfolgt die Definition über das Jahr und den Ort. Sollte dies auch nicht ausreichend besetzt sein, wird nur das Jahr als Prüfung berücksichtigt.

Das Gleichungssystem wird iterativ gelöst (Verfahren: Iteration auf Daten, Gauß-Seidel für Gleichungen der Umwelteffekte und Second Order Jacobi für Gleichungen der Pferde). Das Programm ist ein vom vit eigens geschriebenes Fortran-basiertes Programm (absoft compiler).

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht zu den jeweiligen Klassen der fixen Effekte *Alter* und *Geschlecht* je Merkmalskomplex.

**Tabelle 7: Klassen der fixen Effekte Geschlecht und Alter in der Zuchtwertschätzung aufgeteilt in die Merkmalskomplexe**

Fixer Effekt	Fohlenbewertung	Exterieurbeurteilung	Körpermaße	Zuchtleistungsprüfung
<b>Geschlecht</b>	Stute, Hengst (2)	Stute, Hengst (2)	Stute, Hengst (2)	Stute, Hengst (2)
<b>Alter</b>	Für beide Geschlechter: 0-12 Wochen, 13 Wochen und älter (2)	Für Stuten: 3,4,5,6,7,8,9, und 10 Jahre und älter (8) Für Hengste: 3, 4, 5 Jahre (3)	Für Stuten: 3,4,5,6,7,8,9, und 10 Jahre und älter (8) Für Hengste: 3, 4, 5 Jahre und älter (3)	Für beide Geschlechter: 3, 4, 5 Jahre und älter (3)

In Klammern fettgedruckt: Anzahl der Klassen je fixem Effekt in einem Merkmalskomplex

## 5 Gewichtungen der Merkmale

Die Einzelzuchtwerte der Fohlenbewertung und die Einzelzuchtwerte der Exterieurbeurteilung werden gewichtet zu gleichnamigen Gesamtindizes zusammengefasst. Die Einzelzuchtwerte der Zuchtleistungsprüfung werden zu Teilzuchtwerten für Reiten, Fahren und Zuggleistung sowie zu einem Gesamtzuchtwert gewichtet zusammengefasst. Für die Merkmale der Körpermaße wird kein Index erstellt, da es sich um ein intermediäres Merkmal handelt, bei dem ein hoher oder niedriger Zuchtwert nicht zwangsläufig vorteilhaft ist.

**Tabelle 8: Gewichtungen der Einzelmerkmale in den Merkmalskomplexen Fohlenbewertung und Exterieurbeurteilung**

Nr.	Einzelmerkmal	Gesamt-ZW Fohlenbewertung	Gesamt-ZW Exterieurbeurteilung
1	Typ	33 %	
2	Exterieur	34 %	
3	Bewegung	33 %	
4	Rasse- und Geschlechtstyp / Rassetyp		10 %
5	Qualität Körperbau		10 %
6	Korrektheit / Gangkorrektheit		20 %
7	Schritt		25 %
8	Trab		25 %
9	Galopp		10 %

ZW = Zuchtwert

**Tabelle 9: Gewichtungen der Einzelmerkmale im Merkmalskomplex Zuchtleistungsprüfung**

Nr.	Merkmal	Reiten	Fahren	Zugleistung	Gesamt-ZW
1	Schritt	30 %			10,50 %
2	Trab	30 %			10,50 %
3	Galopp	15 %			5,25 %
4	Rittigkeit	25 %			8,75 %
5	Schritt		30 %		10,50 %
6	Trab		30 %		10,50 %
7	Fahranlage		20 %		7,00 %
8	Fahranlage Fremdfahrer		20 %		7,00 %
9	Zugmanier			50 %	15,00 %
10	Arbeitswilligkeit			50 %	15,00 %
11	Reitanlage*				
12	Zugwilligkeit*				

\*Hilfsmerkmale

## 6 Standardisierung und Basis

Alle Zuchtwerte werden standardisiert und als Relativzuchtwert ausgewiesen. Die Basis wird von allen 7- bis 9-jährigen Pferden mit Eigenleistung (Fohlenbewertung und/oder Exterieurbeurteilung) gebildet. Der jeweilige mittlere Zuchtwert dieser Pferde wird auf 100 gesetzt (Basis), die jeweilige wahre genetische Streuung (Standardabweichung) wird auf 20 Punkte standardisiert.

## 7 Validierung der Zuchtwertschätzung

Die Validierung einer Zuchtwertschätzung soll die Erwartungstreue der geschätzten Zuchtwerte überprüfen. Dazu wurde eine Zuchtwertschätzung durchgeführt, deren Datengrundlage (Leistungsdaten) um die aktuellen 4 Jahre reduziert wurde. Exemplarisch wird nachfolgend die Validierung für die Merkmalskomplexe der Fohlenbewertung und Exterieurbeurteilung dargelegt.

Die Datengrundlage für die Fohlenbewertung und/oder Exterieurbeurteilung bildeten jeweils 7.465 Pferde (Stand Zuchtwertschätzung bis einschließlich 2017), 8.036 Pferde (Stand Zuchtwertschätzung bis einschließlich 2019) und 10.977 Pferde (Stand Zuchtwertschätzung bis einschließlich 2021). Die Basis wurde für alle drei Testläufe auf die Pferde der Geburtsjahrgänge 2008 bis 2010 mit Eigenleistung festgelegt.

Auf Grundlage der Zuchtwertschätzung 2017t wurden Zuchtwertklassen gebildet. Es werden nur Pferde berücksichtigt, deren jeweilige Zuchtwertsicherheit (Fohlenbewertung oder Exterieurbeurteilung) mindestens 30 % betrug. Für diese Pferde wurden für die nachfolgenden Zuchtwertschätzungen (hier: 2019t und 2021t) wiederum der mittlere Zuchtwert innerhalb der Zuchtwertklasse aus 2017t berechnet. Dieser Mittelwert muss über die Jahre hinweg konstant bleiben, die Streuung der Zuchtwerte innerhalb der Zuchtwertklasse sollte jedoch zunehmen (Erwartungstreue). Der geschätzte Zuchtwert wird durch neue Informationen wie beispielsweise Nachkommen mit Eigenleistung sicherer und kann sich dadurch weiter vom Mittelwert entfernen.

**Tabelle 10: Besetzung der Zuchtwertklassen zur Validierung der Zuchtwertschätzung für Fohlenbewertung und Exterieurbeurteilung**

	Zuchtwertklassen (Punkte) mit Besetzung (Anzahl Pferde)						
2017t	bis 74	75 - 84	85 - 94	95 - 104	105 - 114	115 - 124	über 125
Fohlenbewertung	777	1.219	1.895	1.942	1.497	830	409
Exterieurbeurteilung	791	1.321	1.929	1.876	1.375	766	434

Der mittlere Zuchtwert innerhalb der Zuchtwertklassen blieb bei der Fohlenbewertung und bei der Exterieurbeurteilung konstant, die Streuung innerhalb der Zuchtwertklasse nahm entsprechend von 2017t zu 2021t zu.

**Tabelle 11: Validierung der Zuchtwertschätzung für den Merkmalskomplex Fohlenbewertung**

ZW-Klasse	Anzahl Pferde	ZWS	Mittelwert $\mu$	Streuung $\sigma$	Minimum	Maximum
bis 74	777	2021t	66,6	8,5	5	93
		2019t	66,6	7,6	6	84
		2017t	66,5	7,6	6	74
75 - 84	1.219	2021t	79,9	4,4	52	98
		2019t	79,8	2,9	72	90
		2017t	79,9	2,8	75	84
85 - 94	1.895	2021t	89,9	4,2	67	117
		2019t	89,7	3,0	80	115
		2017t	89,7	2,9	85	94
95 - 104	1.942	2021t	99,6	3,9	71	117
		2019t	99,4	3,2	82	115
		2017t	99,4	2,8	95	104
105 - 114	1.497	2021t	109,3	3,9	88	131
		2019t	109,1	3,3	98	132
		2017t	109,1	2,8	105	114
115 - 124	830	2021t	118,8	4,0	100	143
		2019t	118,5	3,5	98	142
		2017t	118,9	2,7	115	124
125 bis	409	2021t	130,3	6,3	101	162
		2019t	129,9	6,2	101	166
		2017t	130,4	5,3	125	156

ZW = Zuchtwert, ZWS = Zuchtwertschätzung

**Tabelle 12: Validierung der Zuchtwertschätzung für den Merkmalskomplex Exterieurbeurteilung**

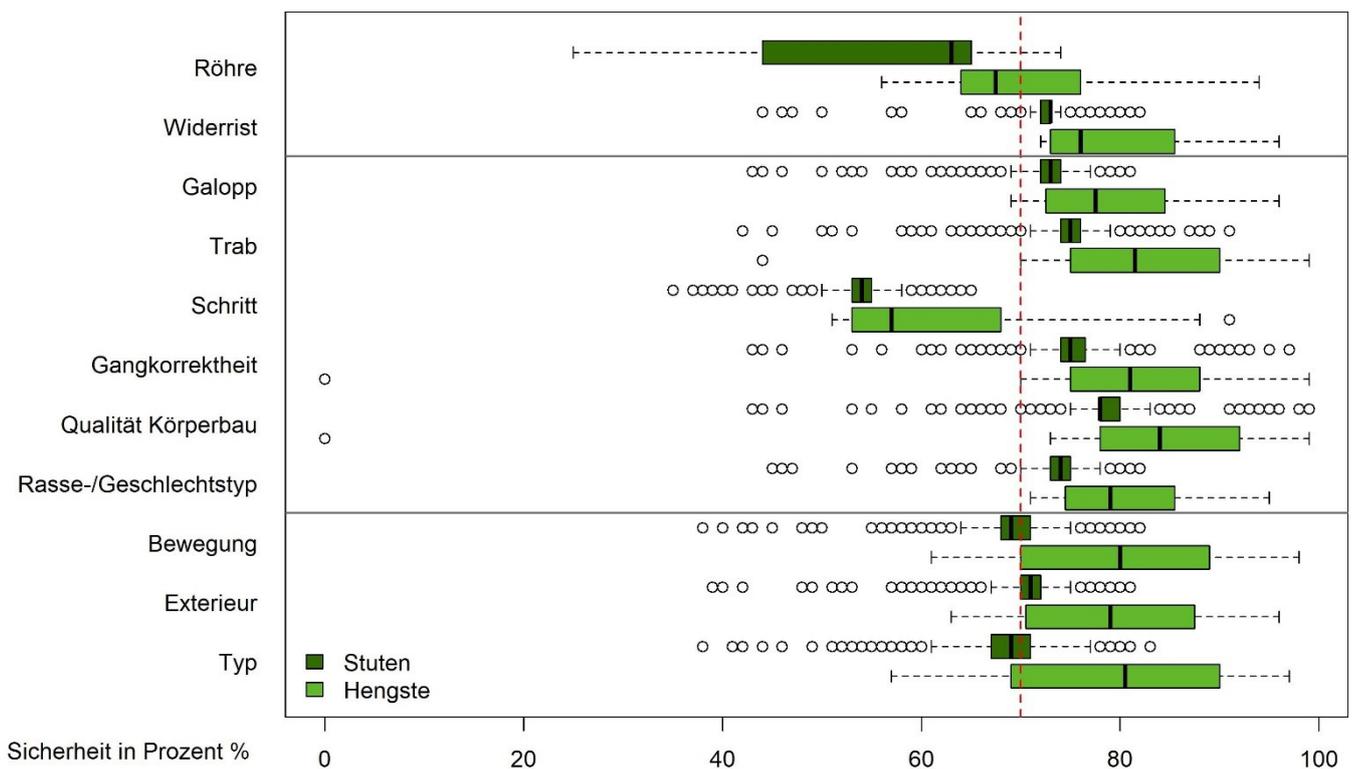
ZW-Klasse	Anzahl	ZWS	Mittelwert $\mu$	Streuung $\sigma$	Minimum	Maximum
bis 74	791	2021t	68,0	8,6	10	98
		2019t	67,3	6,9	13	80
		2017t	67,2	6,9	14	74
75 - 84	1.321	2021t	80,5	5,1	43	107
		2019t	80,1	2,9	73	94
		2017t	80,1	2,8	75	84
85 - 94	1.929	2021t	90,1	4,8	66	117
		2019t	89,7	3,1	81	111
		2017t	89,6	2,8	85	94
95 - 104	1.876	2021t	99,5	4,6	75	127
		2019t	99,3	3,3	79	125
		2017t	99,3	2,8	95	104
105 - 114	1.375	2021t	109,2	4,7	87	135
		2019t	109,0	3,6	84	133
		2017t	109,0	2,8	105	114
115 - 124	766	2021t	118,5	4,8	95	143
		2019t	118,7	4,0	96	143
		2017t	118,9	2,9	115	124
125 bis	434	2021t	130,1	7,1	101	162
		2019t	130,1	6,7	102	166
		2017t	130,7	5,4	125	159

ZW = Zuchtwert, ZWS = Zuchtwertschätzung

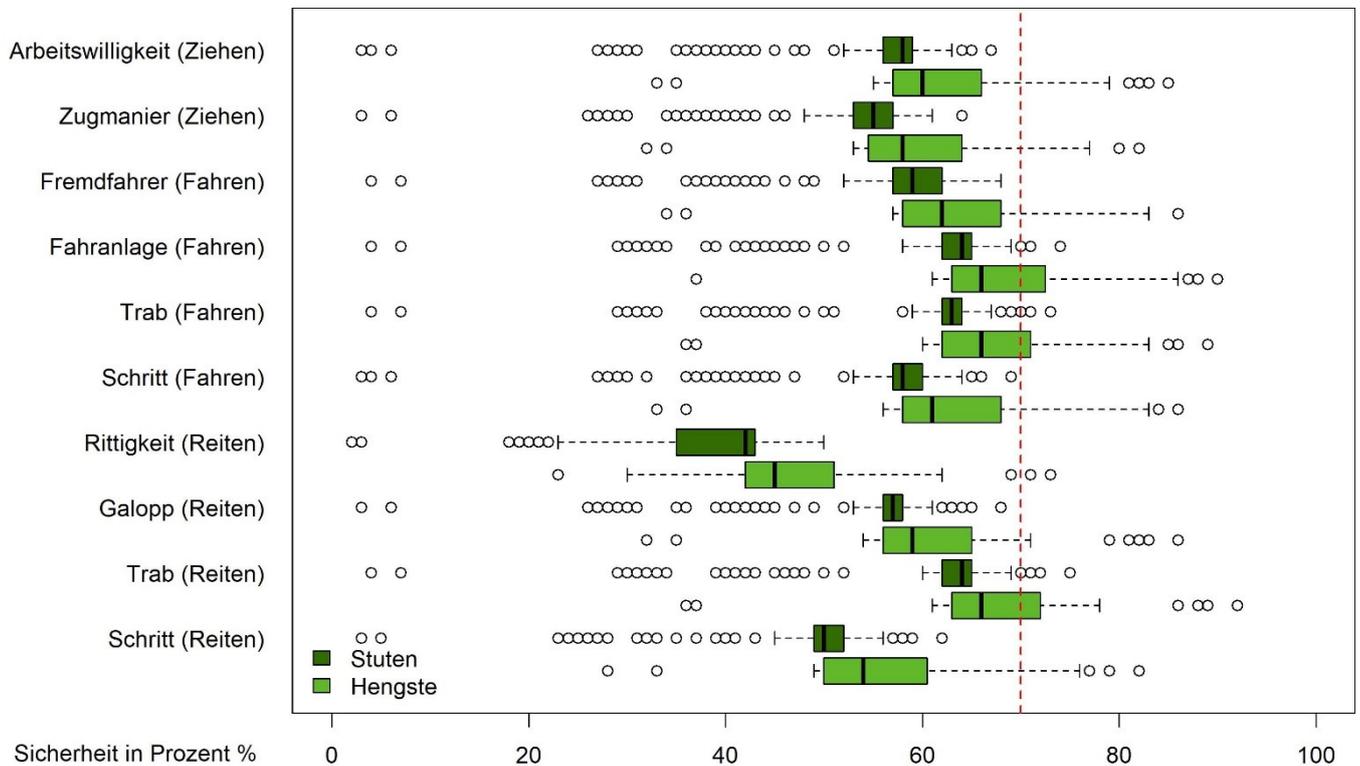
## 8 Sicherheiten der Zuchtwerte

Die Sicherheit der Zuchtwerte wird approximativ unter Berücksichtigung aller vorliegenden Informationen (Eigenleistung und Verwandtenleistung) berechnet. Die Sicherheit wird ganzzahlig ausgewiesen und ist eine Maßzahl, inwieweit sich der Zuchtwert noch ändern kann. Das approximative Verfahren bildet die linke Seite des Gleichungssystems für das Pferd, seine Eltern und Nachkommen nach, alle darüberhin-  
 ausgehenden Informationen werden vorab in diese Blöcke absorbiert. Die Sicherheit leitet sich aus dem jeweiligen Diagonalelement dieser Inverse ab.

Die relativ hohen mittleren Verwandtschaftsgrade der Zuchtpopulation und die engen Familienstrukturen dieser Rasse wirkten sich positiv auf die Sicherheiten der geschätzten Zuchtwerte aus. So konnten im ersten Produktionslauf der Zuchtwertschätzung im Dezember 2022 für 2022 zuchtaktiv gemeldete Tiere für die Merkmalskomplexe Fohlenbewertung und Exterieurbeurteilung mehrheitlich Sicherheiten erreicht werden, die bereits über der Veröffentlichungsgrenze von 70 % bei der deutschlandweiten, integrierten Zuchtwertschätzung für das Reitpferd lagen (JAITNER UND WOBBE 2021). Insbesondere für die weibliche Zuchtpopulation stellt dies einen substanziellen Vorteil bei der züchterischen Arbeit, d. h. Selektion und Anpaarung dar. Aufgrund der höheren Nachkommenzahlen lagen die Sicherheiten für männliche Tiere erwartungsgemäß über denen für Stuten. Wegen der geringeren Datenbasis für Zuchtleistungsprüfungen lagen die Sicherheiten für alle Einzelmerkmale hier mehrheitlich unter der 70 %-Marke.



**Abbildung 2: Sicherheiten der Zuchtwerte für alle 2022 zuchtaktiv gemeldeten Pferde für Merkmale der Körpermaße, Exterieurbeurteilung und Fohlenbewertung (rote Linie markiert die Veröffentlichungsgrenze der FN-Zuchtwertschätzung für Reitpferde)**

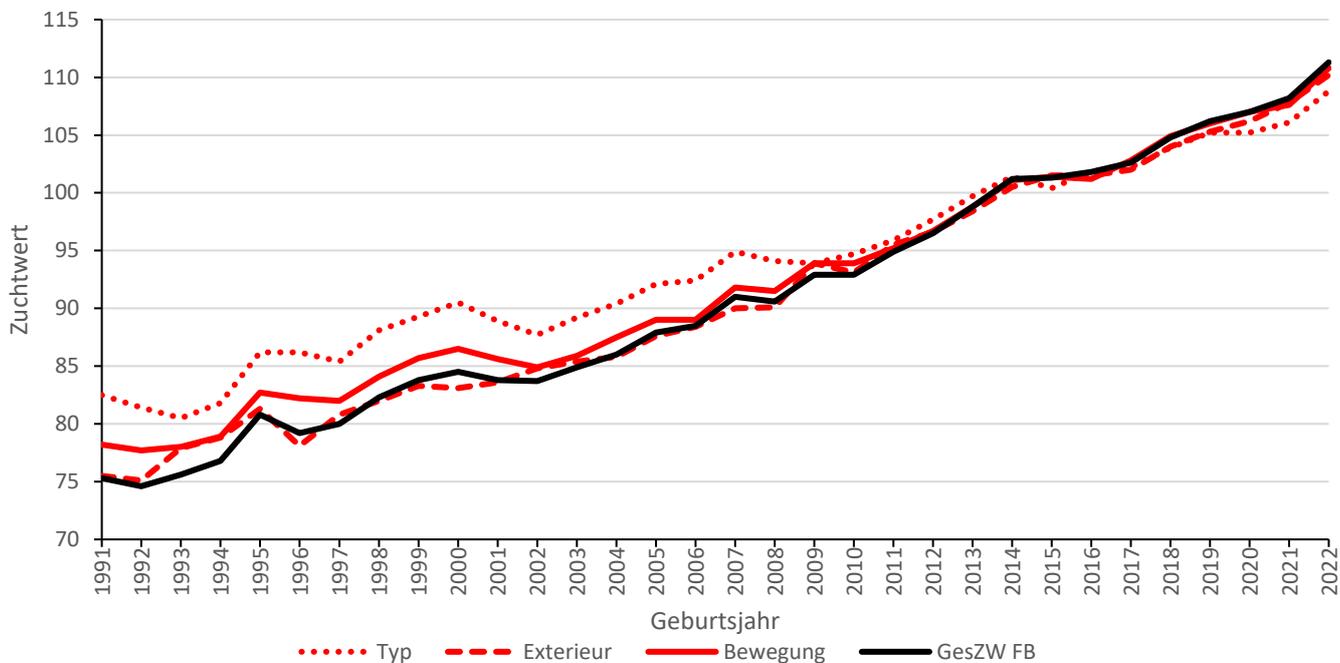


**Abbildung 3: Sicherheiten der Zuchtwerte für alle 2022 zuchtaktiv gemeldeten Pferde für Merkmale der Zuchtleistungsprüfung (rote Linie markiert die Veröffentlichungsgrenze der FN-Zuchtwertschätzung für Reitpferde)**

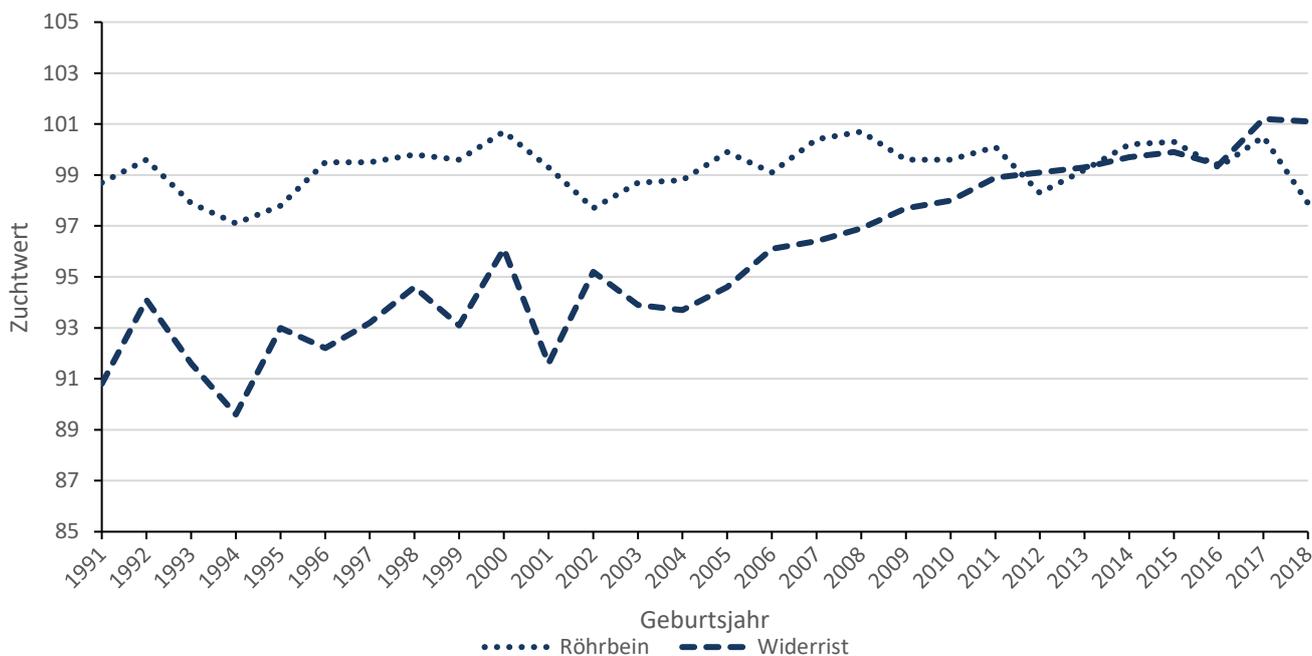
## 9 Genetische Trends

Genetische Trends bezeichnen die Entwicklung des mittleren Zuchtwertes für ein Merkmal je Jahrgang. Insbesondere durch die nachfolgenden Grafiken wird die Entwicklung der Vererbungsqualität der STSW in Bezug auf die verschiedenen Einzelmerkmale im Laufe der letzten drei Jahrzehnte ersichtlich. In Abhängigkeit der zu Grunde liegenden Anzahl von Pferden innerhalb eines Geburtsjahres ist dies jedoch möglicherweise nur bedingt aussagekräftig.

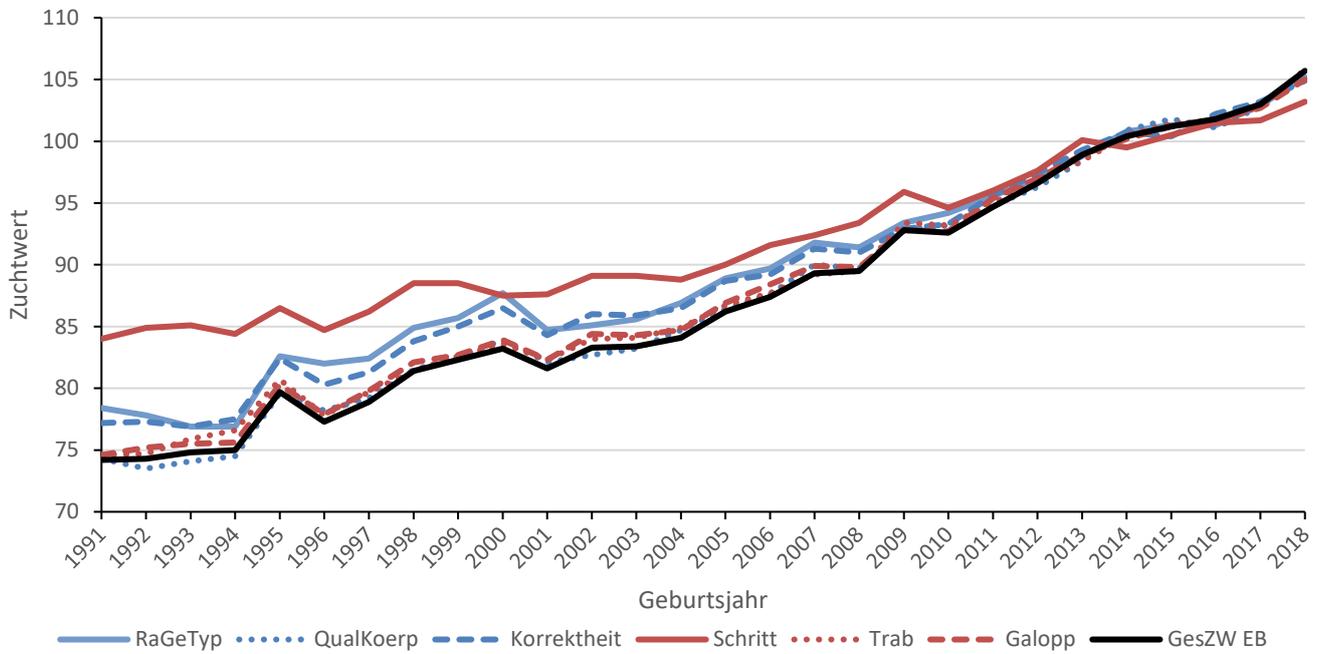
Als Grundlage zur Abbildung genetischer Trends für Merkmale der Fohlenbewertung, Exterieurbeurteilung und Körpermaße in der Stutenpopulation lagen Datenpunkte zu insgesamt 5.568 Stuten aus 32 Jahrgängen vor. Die mittlere Anzahl Stuten je Jahrgang lag bei 174 Stuten  $\pm$  36,23. Die Datengrundlage für Merkmale der Zuchtleistungsprüfung in der Stutenpopulation beinhaltete hingegen 1.487 Stuten aus 28 Jahrgängen. Die mittlere Anzahl Stuten je Jahrgang lag bei 53,11  $\pm$  15,62. Ab dem Geburtsjahr 2019 wiesen die Stuten noch keine Eigenleistung in der Zuchtleistungsprüfung auf weswegen die zugrundeliegenden Zuchtwerte auf Schätzungen mittels Korrelationen beruhten. Im Vergleich zu den Merkmalen der Fohlenbewertung, Exterieurbeurteilung oder Körpermaße springen die mittleren Zuchtwerte je Geburtsjahr für Merkmale der Zuchtleistungsprüfung stärker. Auch wenn insgesamt eine steigende Tendenz sichtbar wird, ist ein Zuchtwertabfall ab dem Geburtsjahr 2016 zu verzeichnen. Diese vergleichsweise unruhige Entwicklung ist höchstwahrscheinlich auf die deutlich geringere Datengrundlage zurückzuführen.



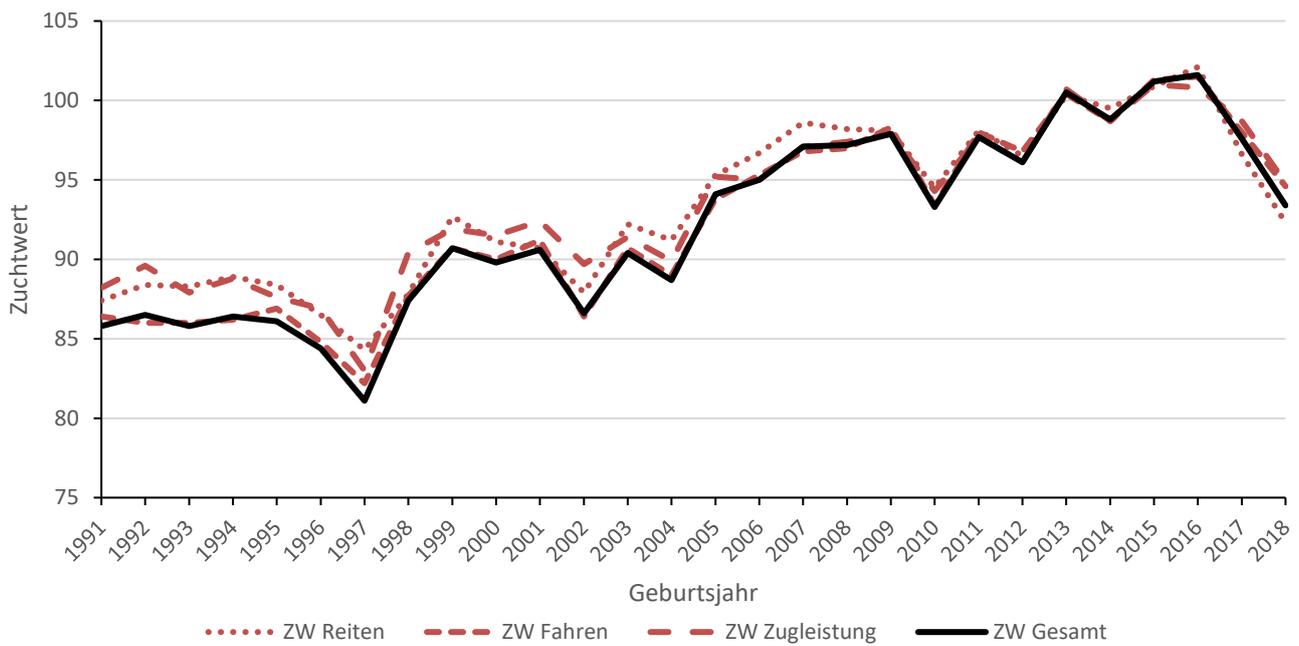
**Abbildung 4: Genetischer Trend für Stuten für Merkmale der Fohlenbewertung (FB)**



**Abbildung 5: Genetischer Trend für Stuten für die Merkmale Röhreinumfang und Widerristhöhe**



**Abbildung 6: Genetischer Trend für Stuten für Merkmale der Exterieurbeurteilung (EB)**



**Abbildung 7: Genetischer Trend für Stuten für Zuchtwertindizes der Zuchtleistungsprüfung (ZLP)**

## 10 Ergebnisbereitstellung

### 10.1 Veröffentlichung

Die Zuchtwerte von Hengsten werden veröffentlicht, wenn der Gesamtzuchtwert Fohlenbewertung und Exterieurbeurteilung auf mindestens zehn bzw. fünf Nachkommen mit Bewertung beruht. Die Zuchtwerte *Röhrbeinumfang* und *Widerristhöhe* werden veröffentlicht, wenn mindestens zehn Nachkommen mit *Widerristhöhe* vorliegen und die Sicherheit mindestens 60 % beträgt. Zuchtwerte der Zuchtleistungsprüfung werden bei Hengsten ab fünf bekannten Nachkommen mit Leistungsprüfung und 60 %iger Sicherheit veröffentlicht. Für Stuten werden Zuchtwerte veröffentlicht, wenn mindestens eine Eigenleistung oder eine Nachkommenleistung vorliegt. Für jeden Merkmalskomplex wird ein Referenzmerkmal ausgewählt, das die Kriterien zur Veröffentlichung (Anzahl Nachkommenleistung, Eigenleistung und/oder Sicherheit) erfüllen muss. Als Referenzmerkmal wird für die Fohlenbewertung das Merkmal *Typ* und für die Exterieurbeurteilung das Merkmal *Qualität des Körperbaus* berücksichtigt. Als Referenzmerkmale der Zuchtleistungsprüfung werden für die Bereiche Reiten, Fahren und Ziehen jeweils die Merkmale *Rittigkeit*, *Fahranlage* und *Zugmanier* herangezogen.

Die Zuchtwerte für Hengste und Stuten werden jährlich zu Jahresbeginn in Form von TOP-Listen, d. h. rangiert nach dem Zuchtwert, über den PZVST veröffentlicht. Es werden dabei jeweils maximal 100 Hengste und 500 Stuten in den TOP-Listen ausgegeben. Innerhalb der TOP-Listen wird neben den Zuchtwerten und Sicherheiten auch die Anzahl an Nachkommen mit Eigenleistung ausgegeben. Für die Merkmale der Körpermaße (*Widerristhöhe* und *Röhrbeinumfang*) werden jeweils Gesamtlisten in alphabetischer Sortierung herausgegeben, da hier ein hoher Zuchtwert nicht mit einer besseren Vererbungsleistung gleichzusetzen ist. Zuchtwerte über 100 signalisieren jeweils die Vererbung von überdurchschnittlicher Körpergröße bzw. eines größeren Röhrbeinumfanges und Zuchtwerte unter 100 indizieren eine Vererbung unterdurchschnittlicher Körpergröße bzw. eines geringeren Röhrbeinumfanges.

Für alle veröffentlichten Hengste sowie für alle Stuten, die eine Eigenleistung oder mindestens einen Nachkommen mit Eigenleistung haben, werden die „Grenzen der Besten“ berechnet. Neben Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum werden die Fraktile 25 %, 10 %, 5 % und 1 % ausgewiesen. Die Grenzen der Besten werden zusammen mit den TOP-Listen durch den PZVST veröffentlicht und sollen den Züchterinnen und Züchtern als Hilfestellung dienen, um das eigene Pferd hinsichtlich des Zuchtwertes einzustufen zu können.

Zusätzlich zu den TOP- und Gesamtlisten, die den Züchterinnen und Züchtern frei zur Verfügung gestellt werden, können Züchtende auf Anfrage für ihre eigenen Stuten grafische Zuchtwertprofile erhalten, die durch das LfULG angelegt werden. Neben den Zuchtwerten enthalten diese individualisierten Datenblätter Informationen zur Abstammung, zum individuellen Inzuchtkoeffizienten und dem mittleren Verwandtschaftsgrad mit der Zuchtpopulation des Jahres der Zuchtwertschätzung. Zur einfacheren Ergebnisinterpretation sind Zuchtwerte über dem Populationsmittel von 100 Punkten in Grün und Zuchtwerte unter 100 Punkten in Rot ausgegeben. Für die Körpermaße werden alle Ausschläge in Grau dargestellt. Hier wird zum besseren Verständnis anstatt des relativen Zuchtwertes in Punkten eine Beschreibung hinzugefügt: größer oder kleiner für die *Widerristhöhe* und leichter oder schwerer für den *Röhrbeinumfang*. Die Sicherheit wird für jeden Zuchtwert dahinter in Klammern prozentual angegeben. Ergänzt wird diese Information um das Vorliegen einer Eigenleistung (0 = keine Eigenleistung, 1 = Eigenleistung) sowie der Anzahl Nachkommen (NK) mit Eigenleistung.

Name: **Musterstute**  
 UELN: **DE XXXXXXXXXXXXX**  
 Geburtsdatum: XX.XX.XXXX      Farbe: **Rappe**

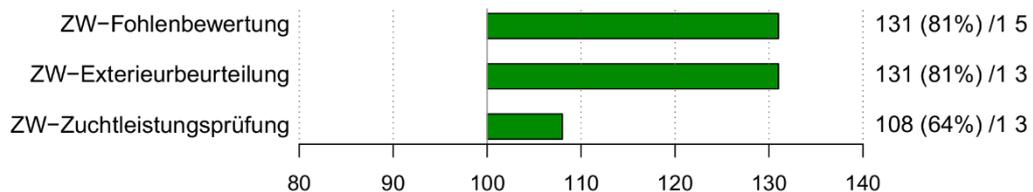


Individueller Inzuchtkoeffizient: 7.30  
 Verwandtschaft mit Zuchtpopulation: 14.39

<b>V</b>	DE 387870131099	Veritas	<b>VV</b>	DE 305057001586	Valerius Mo 1478
			<b>VM</b>	DE 305057039784	Fete
<b>M</b>	DE 487878205105	Sonate	<b>MV</b>	DE 487870736100	Ellington
			<b>MM</b>	DE 487870849700	Saxonia

### Gesamtzuchtwerte

ZW = Zuchtwert | Si = Sicherheit des Zuchtwertes | EL = Eigenleistung (1 = ja; 0 = nein) | NK = Anzahl Nachkommen  
 ZW (Si%) /EL NK



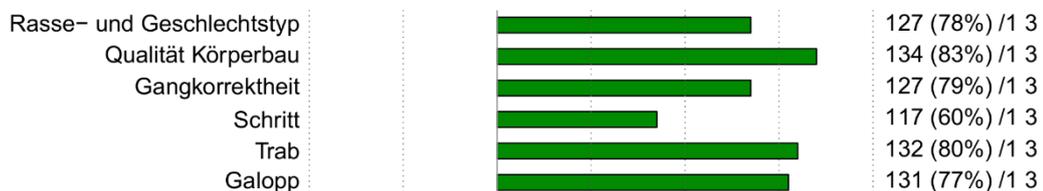
### Einzelzuchtwerte – Körpermaße



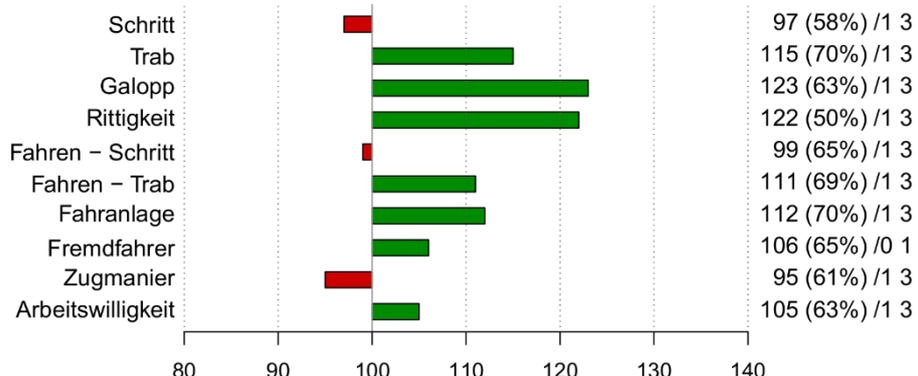
### Einzelzuchtwerte – Fohlenbewertung



### Einzelzuchtwerte – Exterieurbeurteilung



### Einzelzuchtwerte – Zuchtleistungsprüfung



**Abbildung 8: Musterbeispiel für ein Zuchtwertprofil inklusive Pferdedaten, Abstammung, Zuchtwerten, Sicherheiten (%) sowie vorliegender Eigenleistung (EL) und Anzahl Nachkommen (NK) mit Eigenleistung**

## 11 Zusammenfassung

Im Projektzeitraum von Dezember 2020 bis Dezember 2022 wurde durch das Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V. und den Pferdezuchtverband Sachsen-Thüringen e.V. im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie und des Thüringer Landesamtes für Landwirtschaft und Ländlichen Raum eine neue Zuchtwertschätzung für das Sächsisch-Thüringische Schwere Warmblut erarbeitet. Die neue Zuchtwertschätzung soll dazu dienen, die Zucht gezielter und effizienter zu gestalten. Es soll eine gezielte Nachzuchtplanung ermöglicht werden, die auf spezifische Zielsetzungen, d. h. die unterschiedlichen Nutzungsrichtungen (Reiten, Fahren, Ziehen) ausgerichtet ist.

Die Zuchtwertschätzung berücksichtigt Merkmale aus der Fohlenbewertung (Typ, Exterieur, Bewegung), der Exterieurbeurteilung (Rasse- und Geschlechtstyp, Qualität des Körperbaus, Gangkorrektheit, Schritt, Trab und Galopp) inklusive der Körpermaße Widerristhöhe und Röhrebeinumfang sowie aus der Zuchtleistungsprüfung (Reiten: Schritt, Trab, Galopp, Rittigkeit; Fahren: Schritt, Trab, Fahranlage, Fahranlage durch den Fremdfahrer bewertet; Zug: Zugmanier und Arbeitswilligkeit). Für alle Merkmalskomplexe werden neben den Einzelzuchtwerten auch gewichtete Teilindizes ausgegeben (Ausnahme: Röhrebeinumfang und Widerristhöhe).

Bereits im ersten Produktionslauf im Dezember 2022 konnten für die Merkmale der Fohlenbewertung und Exterieurbeurteilung mehrheitlich Zuchtwerte mit Sicherheiten über 70 % geschätzt werden, wobei die Sicherheit der Zuchtwerte für Hengste stets über denen für Stuten lag, da Hengste mehrheitlich über eine höhere Anzahl Nachkommen mit Eigenleistung verfügten. Für Merkmale der Zuchtleistungsprüfung lagen die Sicherheiten der Zuchtwerte überwiegend zwischen 50 % und 70 %, wobei auch hier Hengste über höhere Sicherheiten verfügten als Stuten. Die anhand der ersten Zuchtwerte ermittelten genetischen Trends belegen für alle Einzelmerkmale der Fohlenbewertung, Exterieurbeurteilung, Zuchtleistungsprüfung über die Jahre hinweg einen steigenden Trend, d. h. eine Merkmalsverbesserung. Bei den Körpermaßen konnte für das Röhrebein ein konstanter genetischer Trend festgestellt werden, während die mittleren Zuchtwerte für die Widerristhöhe eine steigende Tendenz abzeichnen, was ein langsam, aber kontinuierlich zunehmendes Stockmaß widerspiegelt.

Durch die Schätzung von Zuchtwerten für Reit-, Fahr- und Zugeigenschaften aus der Zuchtleistungsprüfung haben Züchter zukünftig die Möglichkeit für die Anpaarung Hengste auszuwählen, deren Vererbungsstärken zu der von ihnen gewünschten Nutzungsausrichtung passen. Die Einarbeitung von Turniersportdaten aus der Disziplin Fahren konnte im Projektzeitraum aufgrund externer Umstände nicht realisiert werden, stellt aber einen Punkt von hohem Interesse dar.

Die Zuchtwertschätzung wird zukünftig einmal jährlich am Jahresende durchgeführt und die Ergebnisse werden den Züchtern in Form von TOP-Listen zur Verfügung gestellt, welche die maximal besten 100 Hengste und maximal besten 500 Stuten mit festgelegten Sicherheitskriterien beinhalten. Zusätzlich werden Züchtern grafische Zuchtwertprofile für ihre eigenen Stuten bereitgestellt, die neben den Zuchtwerten auch Informationen zur Abstammung und zum Inzucht- und Verwandtschaftskoeffizienten beinhalten.

## Literaturverzeichnis

- EDEL, C. K. L. (2006): Zuchtzielbestimmung, populationsgenetische Analysen und Optimierung der Zuchtprogramme für die Pferderassen Süddeutsches Kaltblut und Haflinger. Institut für Tierzucht (Schriftenreihe, 9). Online verfügbar unter [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p\\_19784.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p_19784.pdf), zuletzt geprüft am 03.03.2023.
- FALCONER, D. S.; MACKAY, T. (1996): Introduction to quantitative genetics. 4. Aufl. Harlow: Pearson Prentice Hall.
- HENDERSON, C. R. (1963): Selection Index and Expected Genetic Advance. In: *Statistical Genetics and Plant Breeding* 982, S. 141–163.
- HENDERSON, C. R.; KEMPTHORNE, OSCAR; SEARLE, S. R.; KROSIGK, C. M. von (1959): The Estimation of Environmental and Genetic Trends from Records Subject to Culling. In: *Biometrics* 15 (2), S. 192. DOI: 10.2307/2527669.
- HILL, W. G. (2013): Genetic Correlation. In: Brenner's Encyclopedia of Genetics, Bd. 86. Unter Mitarbeit von S. Maloy und K. Hughes: Elsevier, S. 237–239.
- JAITNER, J.; WOBBE, M. (2021): FN-Zuchtwertschätzung Pferde. Hg. v. Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V. (FN). Online verfügbar unter <https://www.pferd-aktuell.de/pferdezucht/hengste/zuchtwertschaetzungen>, zuletzt geprüft am 04.05.2022.
- KOVAČ, M.; GROENEVELD, E.; GARCIA-CORTEZ A. (2008): VCE User's Guide and Reference Manual Version 6.0. Institute for Animal Science and Animal Husbandry, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL). Mariensee/Neustadt, Germany.
- KÜRBS, R.; SCHNEIDER, T.; FREISTEDT, N.; MIECK, U. (2010): 90 Jahre Pferdezucht in Sachsen und Thüringen. 1. Aufl. Moritzburg: Pferdezuchtverband Sachsen-Thüringen e.V.
- LEMBKE, A.; FISCHER, R.; KULTUS, K.; KARWATH, M.; MÜLLER, U.; BERGFELD, U. (2010): Development Of A Breeding Value Estimation System For The Saxon-Thuringian Heavy Warmblood. In: *Proceedings of the World Congress on Genetics Applied to Livestock Production* Horse breeding - Poster Sessions, S. 738.
- LFL BAYERN (2022): Pferd. Zuchtwertschätzung. Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.lfl.bayern.de/itz/pferd/index.php>, zuletzt geprüft am 07.03.2023.
- NOVOTNA, A.; BIROVAS, A.; VOSTRA-VYDROVA, H.; VESELA, Z.; VOSTRY, L. (2022): Genetic Parameters of Performance and Conformation Traits of 3-Year-Old Warmblood Sport Horses in the Czech Republic. In: *Animals* 12 (21). DOI: 10.3390/ani12212957.
- PZVST (2003): Schweres Warmblut – Das Hengstbuch. 2. Aufl. Moritzburg: Pferdezuchtverband Sachsen-Thüringen e.V.
- PZVST (2020): Zuchtprogramm für die Rasse des Sächsisch-Thüringischen Schweren Warmblutes. Hg. v. Pferdezuchtverband Sachsen-Thüringen e.V. Online verfügbar unter [https://pferde-sachsen-thueringen.de/fileadmin/Userfilepdf/PZVST\\_Zuchtprogramm%20Schweres%20Warmblut\\_2020.pdf](https://pferde-sachsen-thueringen.de/fileadmin/Userfilepdf/PZVST_Zuchtprogramm%20Schweres%20Warmblut_2020.pdf), zuletzt geprüft am 01.06.2022.
- STOCK, K. F.; DISTL, O. (2006): Genetic correlations between conformation traits and radiographic findings in the limbs of German Warmblood riding horses. In: *Genet. Sel. Evol.* 38 (6), S. 657–671. DOI: 10.1051/gse:2006027.

- TETENS, J.; WIDMANN, P.; KÜHN, C.; THALLER, G. (2013): A genome-wide association study indicates LCORL/NCAPG as a candidate locus for withers height in German Warmblood horses. In: *Anim Genet* 44 (4), S. 467–471.  
DOI: 10.1111/age.12031.
- TGRDEU (2022): Liste einheimischer Nutzierrassen. Hg. v. Zentrale Dokumentation Tiergenetischer Ressourcen in Deutschland. Online verfügbar unter <https://tgrdeu.genres.de/liste-einheimischer-nutzierrassen/>, zuletzt geprüft am 01.06.2022.
- VELSEN-ZERWECK, A. VON (1999): Integrierte Zuchtwertschätzung für Zuchtpferde. Dissertation. Georg-August-Universität, Göttingen. Institut für Tierzucht und Haustiergenetik.
- VOSGERAU, S.; KRATTENMACHER, N.; FALKER-GIESKE, C.; SEIDEL, A.; TETENS, J.; STOCK, K. F. ET AL. (2022): Genetic and genomic characterization followed by single-step genomic evaluation of withers height in German Warmblood horses. In: *Journal of Applied Genetics* 63 (2), S. 369–378. DOI: 10.1007/s13353-021-00681-w.
- WELKER, V. (2019): Schätzung populationsgenetischer Parameter für die Reitpferdezucht unter besonderer Berücksichtigung innovativer Merkmalsdefinitionen für Turniersportleistungen. Dissertation. Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg. Naturwissenschaftliche Fakultät III, Agrar- und Ernährungswissenschaften.
- ZECHNER, P.; ZOHMAN, F.; SÖLKNER, J.; BODO, I.; HABE, F.; MARTI, E.; BREM, G. (2001): Morphological description of the Lipizzan horse population. In: *Livestock Production Science* 69 (2), S. 163–177. DOI: 10.1016/S0301-6226(00)00254-2.

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
(LfULG)

Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden

Telefon: + 49 351 2612-0

Telefax: + 49 351 2612-1099

E- Mail: Poststelle.LfULG@smekul.sachsen.de

www.lfulg.sachsen.de

**Autoren:**

Dr. Jutta Jaitner (Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V.)

Christian Kubitz (Pferdezuchtverband Sachsen-Thüringen e.V.)

Dr. Wietje Nolte, Dr. Ralf Fischer (LfULG)

**Redaktion:**

Dr. Wietje Nolte

Abteilung Landwirtschaft, Referat Grünland, Weidetierhaltung

Schlossallee 1, 01468 Moritzburg

Telefon: + 49 34222 46-2130

Telefax: + 49 34222 46-2139

E-Mail: wietje.nolte@smekul.sachsen.de

**Fotos:**

Anja Imke, Sächsische Gestütsverwaltung

**Auflage**

1. Auflage

**Redaktionsschluss:**

21.04.2023

**ISSN:**

1867-2868

**Hinweis:**

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de> heruntergeladen werden.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung.

*Täglich für  
ein gutes Leben.*

www.lfulg.sachsen.de