

Modell und Gänge 2.0 – Schweizer Warmblut Bericht 2020

Annik Gmel*, Eyrun Haraldsdottir, Ruedi von Niederhäusern, Michael Weishaupt, Markus Neuditschko

*annik.gmel@agroscope.admin.ch

Einleitung

Die Merkmale Typ, Körperbau und Gänge werden in der Schweizer Pferdezucht traditionell von Rassenrichtern beurteilt. Die Noten aus der Beurteilung bleiben trotz der Expertise der Richter jedoch subjektiv. Anhand der linearen Beschreibung konnten bisher nur wenig neue Erkenntnisse zu Körperbau und Gangqualität von Pferden gewonnen werden. Das Ziel des Projekts Modell und Gänge 2.0 ist es, die Variation des Körperbaus und der Gangqualität, die in der Schweizer Warmblutpopulation vorhanden ist, objektiv zu messen, und anschliessend genetisch zu analysieren. Für das Projekt Modell und Gänge 2.0 wurden verschiedene Aspekte des Körperbaus (vor allem Gelenkwinkel) mit Hilfe von Fotos gemessen. Für die Gangqualität wurden die Pferde mit Sensoren ausgestattet und anschliessend im Schritt und Trab auf einer langen Geraden gemessen.

Zuerst präsentieren wir Ihnen die globalen Ergebnisse des Jahrgangs 2020 für Körperbau und Gangqualität. Als Anhang haben Sie die Ergebnisse Ihres Pferdes im Vergleich zum Durchschnitt der gesamten Stichprobe.

Teil 1 – Modell

Körperbau – Prinzipien und Methoden

Dank einer neuen Methode, die auf einem Foto basiert, können Merkmale des Körperbaus, wie z. B. spezifische Gelenkwinkel, Schulterneigung oder Kruppenneigung objektiv berechnet werden (Abbildung 1). Zudem wird der Umriss des Pferde berücksichtigt. Dieser gibt zusätzliche Informationen zum Modell oder Typ (leicht – schwer).



Abbildung 1: Horse Shape Space Modell angewandt an einem Freibergerhengst. Die Varianz im Umriss und einige Gelenkwinkel können aus dem Modell berechnet und analysiert werden

Stichprobe - Körperbau

Im Jahr 2020 haben wir 21 Schweizer Warmblutpferde am Feldtest im NPZ Bern gemessen, 14 Stuten, 6 Wallache und ein nicht-kastriertes männliches Tier (dieser wird im Hinblick auf die geringe Stichprobe im darauffolgenden zu den Wallachen gezählt).

Stockmass

Die Stichprobe von 21 Pferden hatte ein mittleres Stockmass von 165.60 cm mit einer Standardabweichung von 5.30 cm. Das kleinste gemessene Pferd war eine Stute und hatte ein Stockmass von 160 cm, das grösste war ebenfalls eine Stute mit 178 cm Stockmass. Die Stuten waren im Durchschnitt kleiner als die Wallache. Geschlecht hatte insgesamt keinen statistisch signifikanten Effekt auf den Stockmass. Keins der präsentierten Pferde war im Sinne des Zuchtziels zu klein (unter 160 cm).

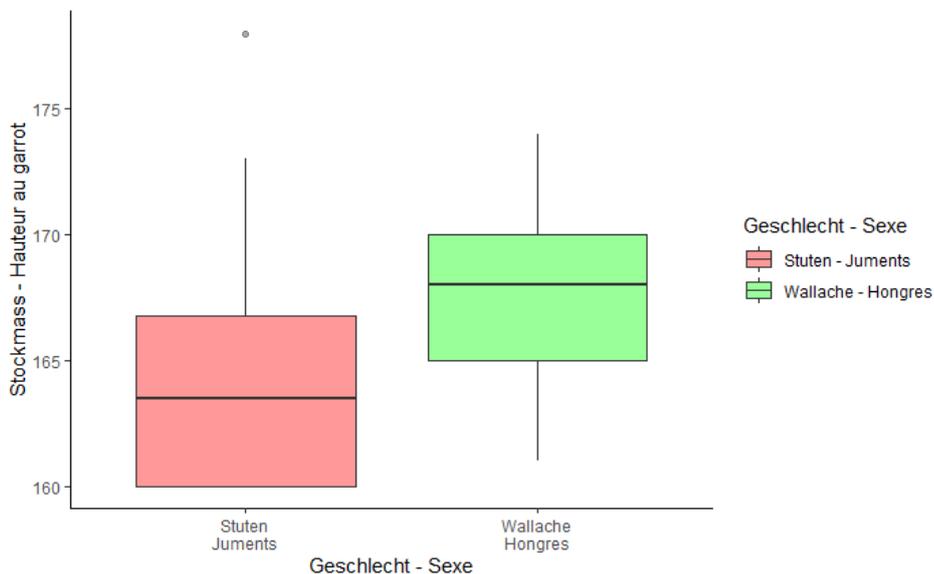


Abbildung 2: Boxplot der Stockmassmessungen vom Feldtest in Bern

Gelenkwinkelmessungen

Das Horse Shape Space Modell erfasst den Umriss und spezifische Gelenkwinkel (Nacken, Schultergelenk, Ellbogengelenk, Karpalgelenk, Hüftgelenk, Kniegelenk, Sprunggelenk, und Fesselgelenke) eines Pferdes, von der Seite fotografiert. Die Varianz war für den Nackenwinkel am höchsten und für das Karpalgelenk am niedrigsten. Beim Karpalgelenk werden die Extremwerte in beide Richtungen ausgeschlossen, da sowohl rückbiegige wie auch vorkbiegige Karpalgelenke für die Zucht von Nachteil sind. Das Geschlecht hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Gelenkwinkel.

Tabelle 1: Deskriptive Statistik von Stockmass und Gelenkwinkelmessungen von 21 Pferden, und Geschlechtseffekt auf diese Stichprobe (berechnet durch einen t-test)

Messung	Min	Mittelwert ± Standardabweichung	Max	Spannweite	Geschlechtseffekt	
					t-Wert	p-Wert
Stockmass	160.00	165.60 ± 5.30	178.00	18.00	-1.28	0.22
Nacken	96.42	106.10 ± 5.41	117.88	21.46	-0.28	0.78
Schultergelenk	95.84	103.02 ± 3.93	110.80	14.96	-0.33	0.75
Ellbogengelenk	130.80	139.50 ± 4.56	146.50	15.70	-0.76	0.47
Karpalgelenk	174.70	178.30 ± 1.37	179.80	5.10	1.02	0.33
Fesselgelenk vorne	138.00	145.60 ± 4.26	153.00	15.00	-0.31	0.76
Hüftgelenk	75.74	80.10 ± 3.18	87.08	11.34	0.01	0.99
Kniegelenk	97.38	103.43 ± 3.56	113.41	16.03	0.18	0.86
Sprunggelenk	150.30	154.00 ± 2.01	157.50	7.20	-0.03	0.98
Fesselgelenk hinten	142.00	152.20 ± 5.55	163.20	21.20	1.29	0.22

Umriss

Die Umriss bestehen aus vielen Pixelkoordinaten, daher wird nicht jeder Pixel einzeln analysiert, sondern die wichtigsten Unterschiede in der Form werden mit einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) auf einer Skala dargestellt. Die Höhe des Kopfes und die Nackenflexion sind von der Momentaufnahme abhängig, und können durch die ersten beiden Hauptkomponenten (PC1 und PC2, siehe Abbildung 2) dargestellt werden. Diese unerwünschten Effekte erschweren zwar die Analyse, sind aber unvermeidlich da sie vor allem die Aufregtheit des Pferdes widerspiegeln. Dieses Phänomen ist uns schon von früheren Studien bekannt. Trotz sorgfältiger Fotoaufnahmen können diese Effekte nicht gänzlich vermieden werden. Aufgrund der geringen Stichprobe ist es schwierig, den anderen Komponenten einen spezifischen Effekt zuzuweisen.

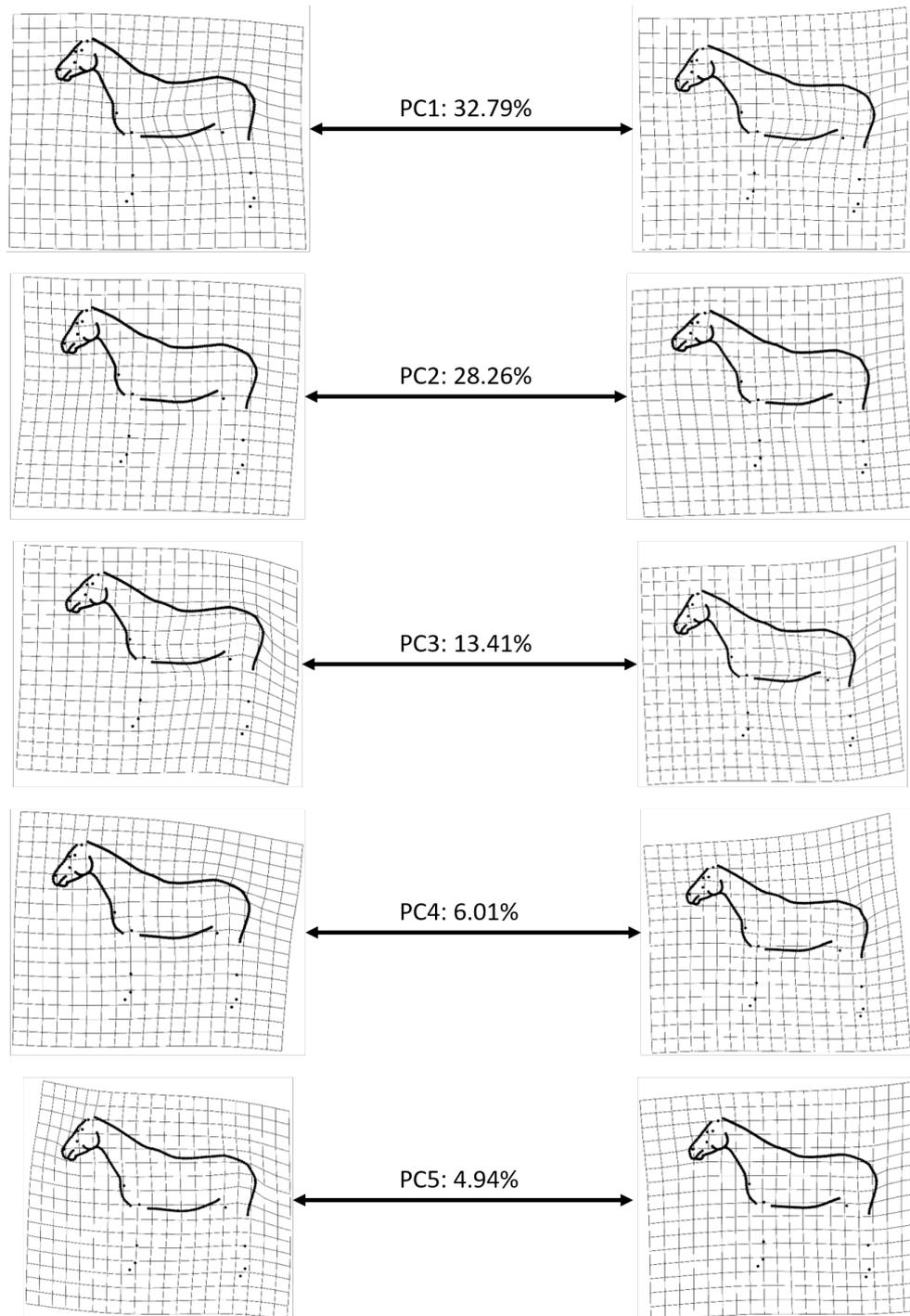


Abbildung 3: Darstellung der ersten fünf Hauptkomponenten mit den Extremen Umrissen. Die erklärte Varianz steht über den Pfeilen für jede Hauptkomponente (PC)

Wahrscheinlich aufgrund der kleinen Stichprobe hatte das Geschlecht keinen starken Effekt auf die Hauptkomponenten in dieser Stichprobe, obwohl man bei einem direkten Vergleich der Durchschnittsumrisse von Stuten und Wallachen einige Unterschiede sehen kann (siehe Abbildung 4). Die Durchschnittsstute hat einen flacheren Bauch, ausgebildete Kruppe, aber feinere Halsung als der Durchschnittswallach. Ein Teil der Unterschiede hängt mit der Aufstellung der Pferde auf den Bildern ab.

Bei einer etwas grösseren Stichprobe von Freiburgerpferde konnte man Geschlechtseffekte feststellen, allerdings mit einem Drittel an Hengsten im Datensatz. Für die Auswertung der Daten vom Feldtest ZVCH in Bern wird der Umriss individueller Pferde nur mit dem Mittelwert aller gemessenen Pferde dargestellt.

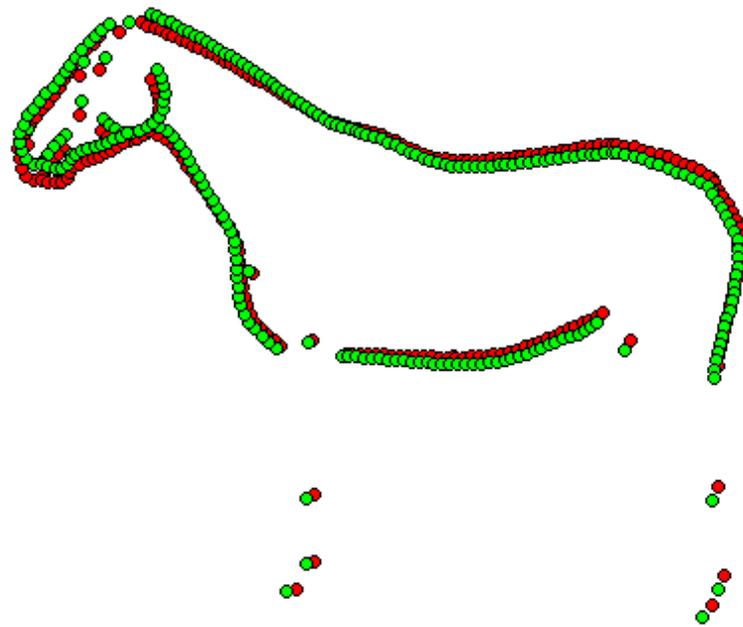


Abbildung 4: Paarweiser Vergleich der Durchschnittsumrisse von Wallachen (grün) und Stuten (rot)

Teil 2 - Gänge

Gangqualität – Prinzipien und Methoden

Die Beurteilung der Gangqualität ist mit blosssem Auge sehr schwierig. Die Merkmale (Elastizität, Harmonie, usw.) sind sehr subjektiv beschrieben. Zudem ist die Kapazität des menschlichen Auges limitiert, um schnelle Bewegungen der Extremitäten im Trab und Galopp gut zu erkennen. Tierärzte nutzen immer häufiger Sensoren, die es erlauben die Bewegung der Pferde zu messen, und so die Qualität der Diagnose bei einer Lahmheitsuntersuchung zu verbessern.

Für das Projekt Modell und Gänge wurden die Pferde mit dem EquiMoves Sensorensystem gemessen, das die Bewegungen des Kopfes, der Gliedmassen und des Rückens aufzeichnet. Die Pferde wurden auf einer geraden Linie von zirka 35 Metern im Schritt und Trab hin und her geführt, bis zwei Messungen pro Gangart verwertbar waren. Die Pferde mussten in der selben Gangart bleiben, und keine anderen Bewegungen wie übermässiges Kopfschütteln, Bocksprünge usw. gemacht haben. Die Durchschnittsgeschwindigkeit für jeden Durchgang wurde mit Hilfe einer Lichtschranken-Zeitmessung errechnet.

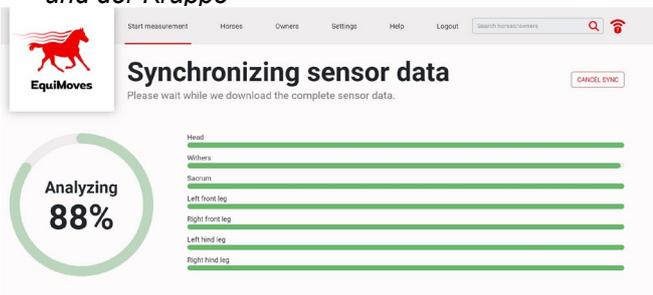
Ablauf



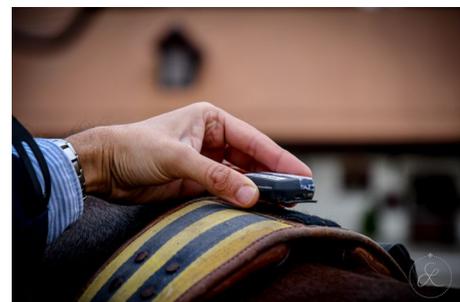
1. Anlegen der Sensoren an den Gliedmassen, einem Longiergurt, dem Nackenstück des Zaums und der Kruppe



2. Vorführen des Pferdes auf einer geraden Strecke von zirka 35 Metern



3. Synchronisierung der Sensoren mit dem Computersystem



4. Abnahme der Sensoren, Ende der Messungen

Merkmale der Gangqualität beschreiben oftmals mehrere messbare Parameter. Raumgriff beispielsweise ist eine Kombination aus der Schrittlänge und der Bewegung der Vorderbeine, die man mit dem Vorführwinkel (Protraktion) messen kann. Da wir mit einem kommerziellen System messen, haben wir nur eine kleine Auswahl an Bewegungsparametern zur Auswertung zur Verfügung. Wir werden zuerst die gemessenen Parameter beschreiben, und am Ende die Ergebnisse in Tabellenform präsentieren.

Interpretation der Messungen

- Protraktionswinkel des Vorderbeins → Raumgriff
- Protraktionswinkel des Hinterlaufs → Untertreten
- Abduktion-Adduktionswinkel → Korrektheit
- Vertikale Auslenkung des Rumpfes → Elastizität
- Schrittlänge, Schrittfrequenz → Raumgriff
- Schwebephasedauer → Elastizität



EquiMoves



Universität Zürich
Vetsuisse-Fakultät, Departement für Pferde



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Geschwindigkeit, Schrittfrequenz und Schrittlänge

Mit den Sensoren können wir die Schrittdauer und die Schrittfrequenz berechnen. Zusammen mit der Geschwindigkeit ergibt sich aus der Frequenz die Schrittlänge.

Protraktion-Retraktionswinkel

Der maximale Protraktionswinkel beschreibt, wie weit die Gliedmasse nach vorne (Richtung Kopf) schwingt, während der maximale Retraktionswinkel beschreibt, wie weit die Gliedmasse nach hinten (Richtung Schweif) schwingt. Der maximale Protraktionswinkel der Vordergliedmasse beschreibt ein Teilaspekt des Raumgriffs, während der maximale Protraktionswinkel der Hintergliedmasse einen Teilaspekt des Merkmals Untertreten quantifiziert.

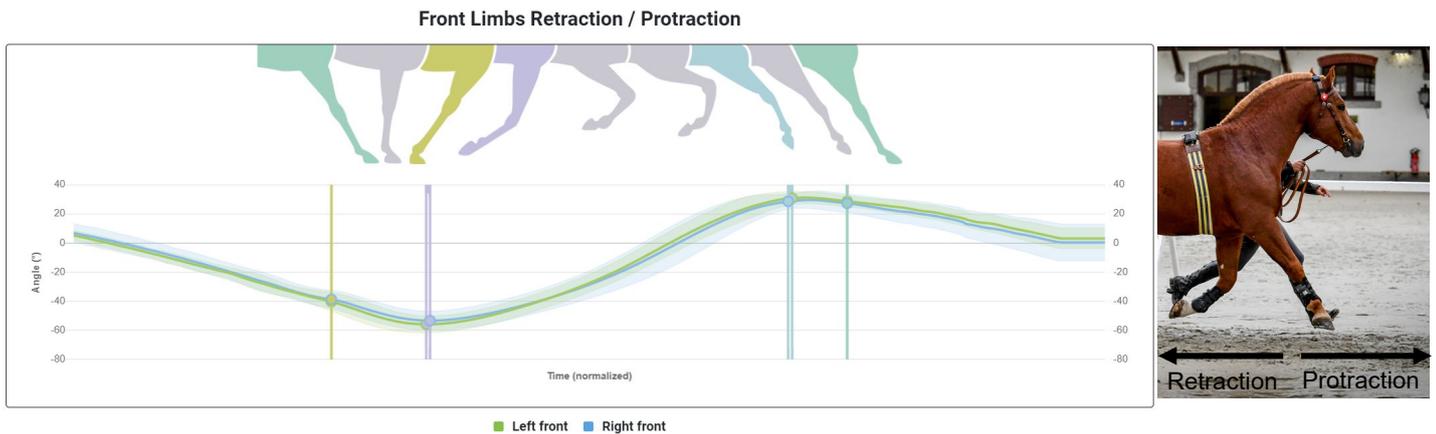


Abbildung 5: Protraktion-Retraktionswinkel der Vordergliedmasse (grün=links, blau=rechts). Der maximale Punkt der Kurve ist der maximale Protraktionswinkel, der minimale Punkt der maximale Retraktionswinkel. Darstellung vom EquiMoves Programm.

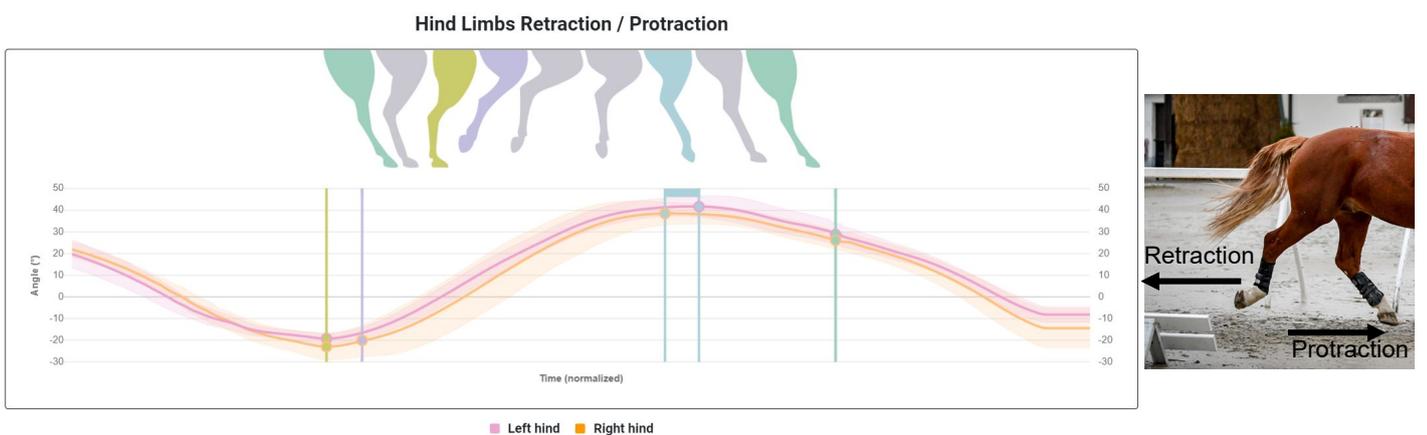


Abbildung 6: Protraktion-Retraktionswinkel der Hintergliedmasse (pink=links, orange=rechts). Der maximale Punkt der Kurve ist der maximale Protraktionswinkel, der minimale Punkt der maximale Retraktionswinkel Darstellung vom EquiMoves Programm.

Abduktion-Adduktionswinkel

Abduktion ist das Abspreizen der Gliedmasse in Relation zur Gliedmassenachse im Stand, Adduktion das Heranziehen der Gliedmasse nach innen zur. Wenn die Gliedmasse von vorne betrachtet in der Vorführphase stark nach aussen schwingt (mehr Abduktion), spricht man vom fuchteln. Dieses Phänomen beobachtet man häufig bei zehenenger Stellung. Die Gliedmasse kann umgekehrt beim Vorführen eher nach innen schwingen (mehr Adduktion). Diesen Effekt sieht man eher bei bodenengen, zehenweiten Pferden, wobei sich die Tendenz zu streifen erhöht.

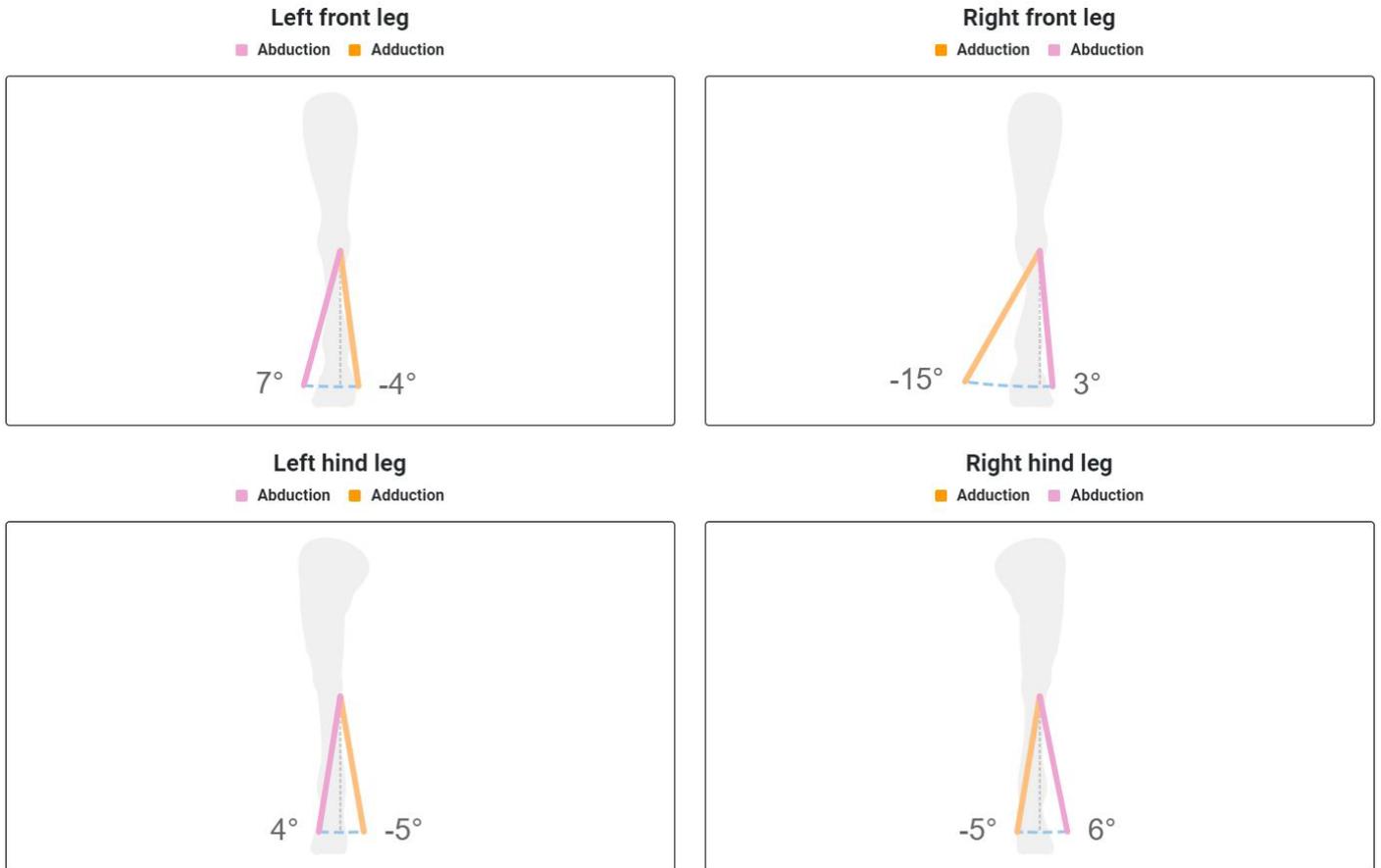


Abbildung 7: die vier Beine, von hinten gesehen (oben links = linkes Vorderbein, oben rechts = rechtes Vorderbein, unten links = linkes Hinterbein, unten rechts = rechtes Hinterbein). Darstellung vom EquiMoves Programm.

In dem hier dargestellten Beispiel (Abbildung 7) zeigt das Pferd eine starke Adduktion der rechten Vordergliedmasse.

Schwebphasendauer

Im Trab fassen die diagonalen Hufe gleichzeitig auf, unterbrochen von einer Schwebephase. Die Schwebephase ist ein Mass für die vertikale Auslenkung des Rumpfes und beschreibt zu einem Teil die Elastizität.

Vertikale Auslenkung des Rumpfes

Die vertikale Auslenkung des Rumpfes wird am Widerrist gemessen, und beschreibt die Auf- und Abwärtsbewegung des Sensors am Gurt (Abbildung 8). Diese Messung beschreibt einen Teilaspekt der Elastizität und Losgelassenheit, da es eine Approximation für die «fliegenden» Bewegungen eines Pferdes darstellt.

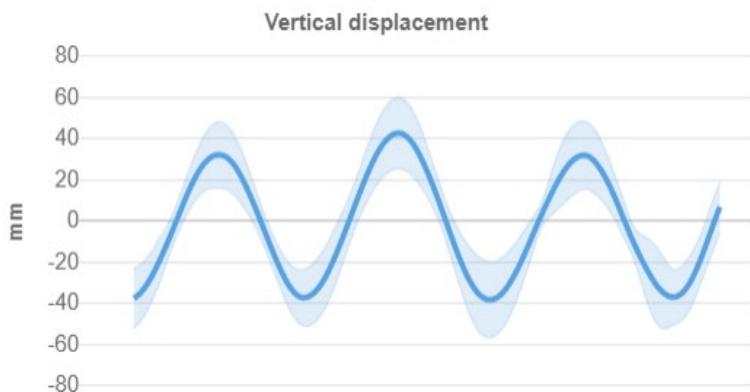


Abbildung 8: Darstellung vom EquiMoves Programm der vertikalen Auslenkung des Rumpfes in Millimetern. Rechts eine Abbildung eine Freiburgerhengstes im Trab.

In den folgenden Tabellen sind die deskriptiven Ergebnisse für eine Stichprobe von 22 Pferden dargestellt.

Tabelle 3: Deskriptive Statistiken der Gangqualitätsparameter im Schritt für 22 Pferde (Retraktion und Adduktionswinkel werden in absoluten Zahlen angegeben) (F =vordere Gliedmasse, H=hintere Gliedmasse, L=links, R=rechts)

Parameter	Gliedmasse	Min	Mittelwert ± Standardabweichung	Max	Spannweite
Geschwindigkeit	-	1.61	1.74 ± 0.06	1.87	0.26
Schrittfrequenz	-	0.79	0.87 ± 0.04	0.92	0.13
Schrittlänge (m)	-	1.83	2.01 ± 0.11	2.26	0.43
Protraktion (Grad)	FL	31.36	34.12 ± 1.70	37.18	5.82
	FR	31.23	34.31 ± 1.64	36.51	5.28
	HL	25.76	27.95 ± 2.06	33.77	8.01
	HR	26.10	27.95 ± 1.92	33.77	7.67
Retraktion (Grad)	FL	31.69	37.31 ± 2.94	41.87	10.18
	FR	33.76	37.73 ± 2.57	41.21	7.45
	HL	25.28	27.67 ± 1.19	29.96	4.68
	HR	24.68	27.82 ± 1.27	29.75	5.07
Abduktion (Grad)	FL	2.49	3.87 ± 0.89	5.41	2.91
	FR	1.61	6.09 ± 1.95	9.56	7.95
	HL	3.39	5.19 ± 1.30	7.64	4.25
	HR	1.81	2.76 ± 0.55	3.86	2.05
Adduktion (Grad)	FL	1.86	5.40 ± 1.81	9.19	7.34
	FR	2.06	3.86 ± 0.87	5.84	3.77
	HL	1.53	2.76 ± 1.82	4.14	2.61
	HR	3.15	5.26 ± 1.39	7.74	4.59

Tabelle 4: Deskriptive Statistiken der Gangqualitätsparameter im Trab für 22 Pferde (Retraktion und Adduktionswinkel werden in absoluten Zahlen angegeben) (F =vordere Gliedmasse, H=hintere Gliedmasse, L=links, R=rechts)

Parameter	Gliedmasse	Min	Mittelwert ± Standardabweichung	Max	Spannweite
Geschwindigkeit (m/s)	-	3.93	4.59 ± 0.47	6.11	2.19
Schrittfrequenz	-	1.23	1.41 ± 0.07	1.53	0.30
Schrittlänge (m)	-	2.69	3.26 ± 0.37	4.19	1.50
Protraktion (Grad)	FL	18.94	24.52 ± 3.03	29.57	10.63
	FR	17.20	23.51 ± 3.36	30.08	12.88
	HL	31.16	35.80 ± 2.89	41.64	10.48
	HR	26.66	35.12 ± 3.11	39.54	12.88
Retraktion (Grad)	FL	48.90	57.06 ± 5.19	68.28	19.38
	FR	51.30	57.77 ± 4.37	67.89	16.59
	HL	15.91	21.78 ± 2.64	27.11	11.20
	HR	17.16	21.71 ± 2.65	27.09	9.93
Abduktion (Grad)	FL	3.35	6.25 ± 1.98	10.48	7.14
	FR	2.92	8.51 ± 4.27	18.67	15.75
	HL	2.92	8.11 ± 3.28	19.67	16.75
	HR	1.19	4.02 ± 1.43	7.24	6.05
Adduktion (Grad)	FL	2.88	6.51 ± 2.97	14.83	11.96
	FR	1.97	5.54 ± 2.49	12.63	10.65
	HL	2.11	4.83 ± 1.65	8.27	6.16
	HR	4.19	8.35 ± 3.10	18.28	14.09
Schwebephasedauer (s)	L	-0.041	0.008 ± 0.026	0.026	0.096
	R	-0.041	0.010 ± 0.024	0.024	0.092
Vertikale Auslenkung Rumpf (mm)	-	91.75	122.58 ± 14.76	159.23	67.48
Vertikale Auslenkung Rumpf (% Stockmass)	-	0.057	0.074 ± 0.009	0.094	0.036

Kommentar zu den Ergebnissen

Sowohl die Analyse des Körperbaus als auch die der Gangqualität stützen sich auf einen einzelnen Messtag. Wie am Feldtest kann es also sein, dass das Pferd sich zu diesem Zeitpunkt gerade nicht von seiner besten Seite gezeigt hat, oder umgekehrt sich vielleicht besser gezeigt hat, als man es von ihm erwartet hätte.

Bei der fotografischen Analyse wird immer nur ein Foto genutzt. Wir haben das «beste» bezüglich der Körperhaltung ausgewählt. Bei sehr aufgeregten Pferden waren wir etwas limitiert in der Auswahl des Bildes für die Analyse.

Für die Ergebnisse aus der Ganganalyse sollten folgende Punkte berücksichtigt werden: keine der Parameter (mit Ausnahme der Auslenkung des Rumpfes) wurden normalisiert oder skaliert. Das bedeutet, dass ein Vergleich der Schrittlänge und Geschwindigkeit nicht vollständig aussagekräftig ist, weil sie Unterschiede in Widerristhöhe und Gliedmassenlänge nicht berücksichtigt. Die Geschwindigkeit sollte erwartungsgemäss ebenfalls einen Einfluss auf die gemessenen Parameter haben. Jedoch konnten wir in dem Datensatz keine solchen Effekte feststellen, da die Stichprobe nicht gross genug für statistische Vorhersagen sind. Wir hoffen, 2021 mehr Pferde zu messen, um die Aussagekraft zu erhöhen.