

3 ERGEBNISSE

3.1 Ausschluss- und Abbruchursachen

Zu Beginn der Studie wurden 187 Screening-Untersuchungen durchgeführt. 114 Probandinnen konnten nach Vorliegen der Untersuchungsergebnisse nicht in die Studie aufgenommen werden. Die Gründe, die einer Aufnahme in die Studie im Wege standen, sind in Tab. 7.1 im Anhang beschrieben.

Im Studienverlauf schieden 22 Probandinnen aus verschiedenen Gründen aus: 10 Probandinnen aus der Galileo-Gruppe (6 mit HRT, 4 ohne). 12 aus der Kraftgruppe (9 mit HRT, 3 ohne). Die Drop Out-Rate lag damit bei 30 % (Tab. 7.2 im Anhang). Zur Auswertung kamen insgesamt 51 Probandinnen: 26 Teilnehmerinnen der Galileo-Gruppe und 25 der Kraft-Gruppe.

3.2 Anthropometrie

Die Auswertung der anthropometrischen Daten (Lebensalter, Körpergröße und –gewicht, Body-Mass-Index [BMI], Gesamtkörperfettgehalt) ergab zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung keine signifikanten Gruppenunterschiede. Die Teilnehmerinnen der Galileo-Gruppe waren tendenziell etwas größer und schwerer.

In der Kraft-Gruppe stieg der Körperfettgehalt im Studienverlauf um $1,2 \% \pm 2,78$ signifikant an ($p < 0,05$, Tab. 3.1)

Tab. 3.1: Lebensalter [Jahre], Körpergröße [cm] und –gewicht [kg], Body-Mass-Index (BMI) [kg/m^2] und Gesamtkörperfettgehalt [%] als Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD) der beiden Trainingsgruppen Galileo und Kraft zu Studienbeginn (Visit A) und am Studienende (Visit G).

Antropometrie	Visit	Galileo (n = 26)	Kraft (n = 25)
Alter [Jahre]	A (Baseline)	56,85 \pm 3,35	55,04 \pm 4,08
Größe [cm]	A (Baseline)	164,92 \pm 6,08	162,76 \pm 6,12
	G (12 Monate)	165,13 \pm 6,11	162,84 \pm 6,10
Gewicht [kg]	A (Baseline)	65,70 \pm 9,57	63,63 \pm 6,90
	G (12 Monate)	66,49 \pm 10,60	64,21 \pm 7,26
BMI [kg/m^2]	A (Baseline)	24,16 \pm 3,25	24,06 \pm 2,69
	G (12 Monate)	24,40 \pm 3,72	24,26 \pm 2,84
Körperfettgehalt [%]	A (Baseline)	25,27 \pm 3,96	26,38 \pm 4,90
	G (12 Monate)	26,09^a \pm 4,34	27,58 \pm 4,67

Gepaarter Vergleich: ^a: $p < 0,05$ (Vorzeichen-Rang-Test)

3.3 Gynäkologische Anamnese

Die gynäkologische Anamnese beinhaltete die Fragen nach dem Alter bei Beginn der Wechseljahre, bei Menarche, bei Hyster- und Ovariectomie in Jahren. Ebenfalls erfasst wurden die Zeit im postmenopausalen Status (seit Beginn der Wechseljahre bzw. Ovariectomie), die Jahre der Fertilität, die Dauer der Einnahme von HRT und oralen Kontrazeptiva und die Anzahl der Geburten (Tab. 7.3 im Anhang). Die Probandinnen unterschieden sich im Alter zu Beginn der Wechseljahre signifikant. Die Teilnehmerinnen der Kraft-Gruppe waren beim Eintritt in die Menopause im Mittel um 2,27 Jahre jünger als die der Galileo-Gruppe ($p < 0,05$). Bei den anderen Parametern wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

3.4 Ernährungs- und Trainingsanamnese

Die Auswertung der Calcium-Aufnahme mit der Ernährung und der sportlichen Aktivitäten außerhalb der Studienintervention ergaben weder im gepaarten noch im ungepaarten Vergleich signifikante Unterschiede. (Tab. 7.4 im Anhang)

3.5 Flächenbezogene Knochendichte (DXA)

3.5.1 Vergleich der Eingangsdaten

Zur Auswertung kamen die flächenbezogenen Knochendichten in g/cm^2 der Lendenwirbelkörper (LWK) 2 – 4, sowie des Oberschenkelhalses (OSH). Der Vergleich der Basiswerte an beiden Messorten aller in die Studie aufgenommenen Probandinnen ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Trainingsgruppen (Tab. 3.2).

Tab. 3.2: Knochendichte [g/cm^2] an Lendenwirbelsäule (LWS) und Oberschenkelhals (OS) zu Studienbeginn als Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD) der beiden Trainingsgruppen Galileo und Kraft.

Eingangsdaten: Knochendichte	Galileo (n = 36)	Kraft (n = 37)
Knochendichte der LWS [g/cm^2]	0,904 \pm 0,150	0,952 \pm 0,154
Knochendichte des OSH [g/cm^2]	0,755 \pm 0,117	0,788 \pm 0,120

n.s.

3.5.2 Vergleich der 2 Trainingsgruppen

Lendenwirbelsäule: Der Vergleich der Basiswerte der Lendenwirbelsäule der 51 in die Auswertung einbezogenen Probandinnen ergab einen signifikanten Unterschied ($p = 0,0406$) zwischen den Trainingsgruppen. Innerhalb der Gruppen ergaben sich nur tendenzielle Veränderungen im Studienverlauf, wobei die flächenbezogene Knochenmasse der Galileo-Gruppe leicht zu, die der Kraft-Gruppe leicht abnahm (Tab. 3.3, Abb. 3.1).

Oberschenkelhals: Der Vergleich der Ausgangswerte sowie der Werte im Studienverlauf innerhalb der Gruppen ergaben keine signifikanten Unterschiede. Die flächenbezogene Knochenmasse nahm in beiden Gruppen tendenziell zu (Tab. 3.3, Abb. 3.1).

Tab. 3.3: Knochendichte [g/cm^2] von Lendenwirbelsäule (LWS) und Oberschenkelhals (OSH) zu Studienbeginn (Visit A) und –ende (Visit G), die absolute [g/cm^2] und prozentuale [%] Differenz zur Eingangsvisite als Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD) der beiden Trainingsgruppen Galileo und Kraft.

LWS und Oberschenkelhals	Visit	Galileo (n = 26)	Kraft (n = 25)
Knochendichte LWS [g/cm^2]	A (Baseline) G (12 Monate)	0,862^a \pm 0,130 0,866 \pm 0,144	0,937^a \pm 0,123 0,923 \pm 0,109
Absolute Differenz zu Baseline [g/cm^2]		0,003 \pm 0,051	-0,013 \pm 0,041
Prozentuale Differenz zu Baseline [%]		0,33 \pm 5,87	-1,20 \pm 4,02
Knochendichte OSH [g/cm^2]	A (Baseline) G (12 Monate)	0,740 \pm 0,096 0,744 \pm 0,102	0,776 \pm 0,118 0,784 \pm 0,107
Absolute Differenz zu Baseline [g/cm^2]		0,004 \pm 0,032	0,009 \pm 0,033
Prozentuale Differenz zu Baseline [%]		0,59 \pm 4,25	1,48 \pm 4,26

Gepaarter Vergleich: n.s.; ungepaarter Vergleich: ^a: $p < 0,05$ (t-Test)

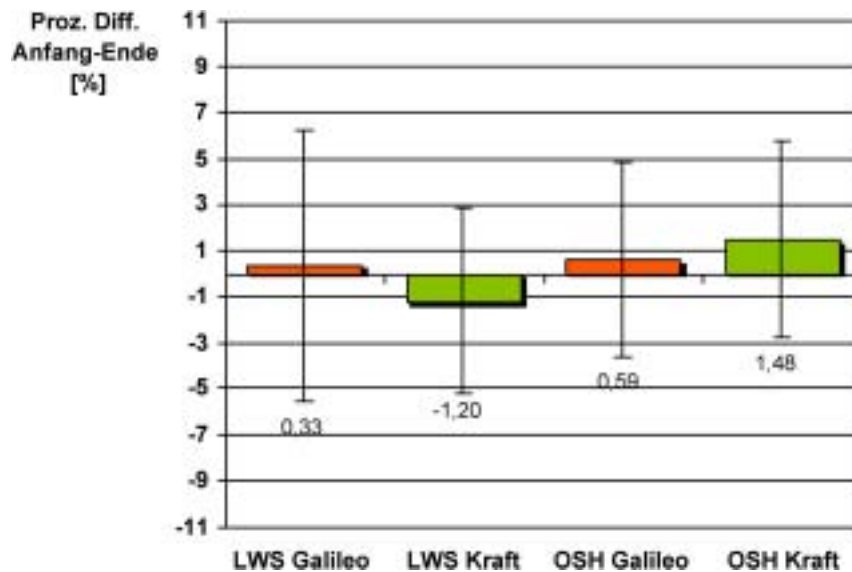


Abb. 3.1: Prozentuale Änderung [%] der flächenbezogene Knochenmasse von Lendenwirbelsäule (LWS) und Oberschenkelhals (OSH) der 2 Trainingsgruppen Galileo und Kraft im Studienverlauf (Visit A - G)

3.5.3 Vergleich der 4 Gruppen

Zur Auswertung kamen die flächenbezogenen Knochendichten in g/cm^2 der Lendenwirbelkörper (LWS) 2 – 4, sowie des Oberschenkelhalses (OSH) der 4 Gruppen (Tab. 3.4. Abb. 3.2 und Abb. 3.3).

Lendenwirbelsäule: Der Gruppenvergleich der Basiswerte an der Lendenwirbelsäule ergab keinen signifikanten Unterschied. Die Knochenmasse der Gruppe Kraft–HRT nahm im Studienverlauf signifikant ($p = 0,0191$, prozentuale Differenz: $p = 0,0159$), die der Gruppe Galileo–HRT tendenziell ab. Die Werte der beiden Galileo-Gruppen stiegen leicht an. Im ungepaarten Vergleich der Differenzen ergaben sich folgende signifikante Unterschiede: Galileo+HRT/Kraft–HRT ($p = 0,0076$, prozentuale Differenz: $p = 0,0255$), Kraft+HRT/Kraft–HRT ($p = 0,0318$, prozentuale Differenz $p = 0,0250$) (Abb. 3.2).

Oberschenkelhals: Der Vergleich der Basiswerte am Oberschenkelhals ergab keine signifikanten Unterschiede. Die flächenbezogene Knochenmasse in der Gruppe Galileo+HRT nahm im Studienverlauf signifikant ($p = 0,0278$, prozentuale Differenz $p = 0,0242$), in den beiden Kraft-Gruppen tendenziell zu. In der Gruppe Galileo–HRT kam es

zu einem leichten Rückgang der Knochenmasse. Der ungepaarte Vergleich der Differenzen der Gruppen Galileo+HRT und –HRT ergab einen signifikanten Unterschied ($p = 0,0092$, prozentuale Differenz $p = 0,0136$) (Abb. 3.3).

Tab. 3.4: Knochendichte [g/cm^2] von Lendenwirbelsäule (LWS) und Oberschenkelhals (OSH) zu Studienbeginn (Visite A) und –ende (Visit G), die absolute [g/cm^2] und prozentuale [%] Differenz zur Eingangsvisite (Visit A) als Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD) der 4 Gruppen.

LWS und OSH	Visit	Galileo+HRT (n = 10)	Kraft+HRT (n = 11)	Galileo-HRT (n = 16)	Kraft-HRT (n = 14)
Knochendichte LWS [g/cm^2]	A G	0,872 \pm 0,107 0,903 \pm 0,129	0,945 \pm 0,086 0,951 \pm 0,078	0,856 \pm 0,146 0,842 \pm 0,151	0,931 \pm 0,149 0,902^a \pm 0,126
Absolute Differenz zu Baseline [g/cm^2]		0,032^e \pm 0,061	0,006^b \pm 0,035	-0,014 \pm 0,036	-0,029^{be} \pm 0,040
Prozentuale Differenz zu Baseline [%]		3,65^c \pm 6,98	0,79^d \pm 3,59	-1,74 \pm 4,03	-2,76^{cd} \pm 3,73
Knochendichte OSH [g/cm^2]	A G	0,747 \pm 0,064 0,771^a \pm 0,085	0,796 \pm 0,054 0,811 \pm 0,057	0,735 \pm 0,114 0,727 \pm 0,111	0,760 \pm 0,151 0,764 \pm 0,133
Absolute Differenz zu Baseline [g/cm^2]		0,024^f \pm 0,029	0,015 \pm 0,031	-0,008^f \pm 0,028	0,004 \pm 0,034
Prozentuale Differenz zu Baseline [%]		3,10^g \pm 3,63	1,92 \pm 3,82	-0,99^g \pm 3,92	1,13 \pm 4,69

Gepaarter Vergleich: ^a: $p < 0,05$ (t-Test, Cochran-Methode), ungepaarter Vergleich: ^{b,c,d,g}: $p < 0,05$; ^{e,f}: $p < 0,01$ (t-Test)

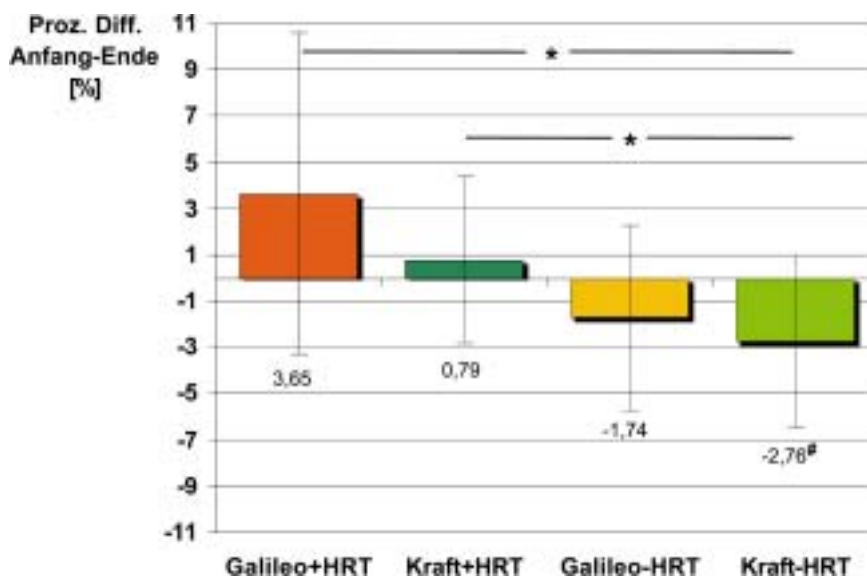


Abb. 3.2: Prozentuale Änderung [%] der flächenbezogenen Knochenmasse der Lendenwirbelsäule der 4 Gruppen im Studienverlauf (Visit A - G). Gepaarter Vergleich: [#]: $p < 0,05$ (t-Test, Cochran-Methode), ungepaarter Vergleich ^{*}: $p < 0,05$ (t-Test).

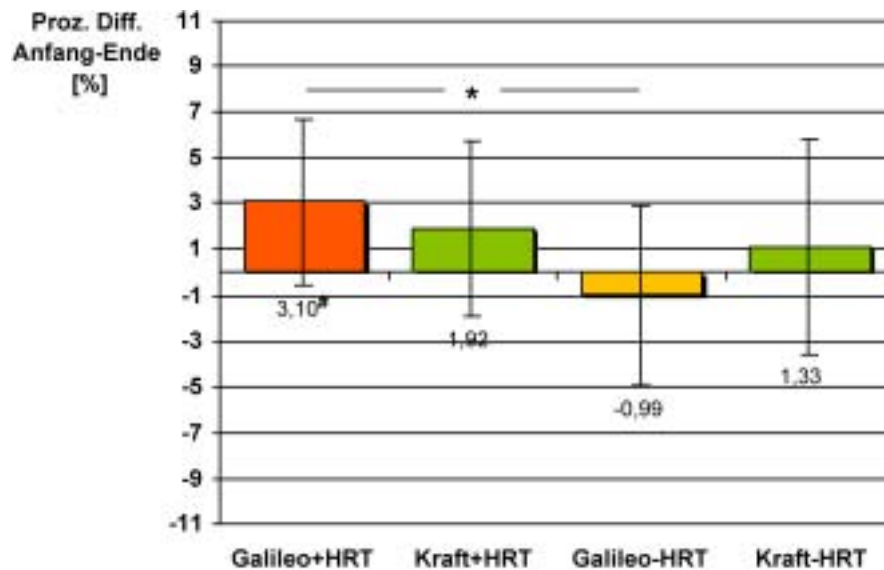


Abb. 3.3: Prozentuale Änderung [%] der BMD des Oberschenkelhalses der 4 Gruppen im Studienverlauf (Visit A - G). Gepaarter Vergleich: [#]: $p < 0,05$ (t-Test, Cochran-Methode), ungepaarter Vergleich *: $p < 0,05$ (t-Test).

3.5.4 Differenzierung mit und ohne HRT

Lendenwirbelsäule: Der Vergleich der Basiswerte der Lendenwirbelsäule ergab keinen Unterschied zwischen den HRT-Anwenderinnen und - Nicht-Anwenderinnen. In der Gruppe ohne HRT nahm die BMD im Studienverlauf signifikant ab ($p < 0,001$). Dadurch ergab sich im ungepaarten Vergleich der Differenzen ein signifikanter Unterschied ($p < 0,005$; prozentuale Differenz: $p < 0,005$, Tab. 3.5, Abb. 3.4).

Oberschenkelhals: Die Ausgangswerte der beiden Gruppen zeigten keinen signifikanten Unterschied. Im Studienverlauf nahm die BMD der HRT-Anwenderinnen signifikant zu ($p < 0,01$). Dadurch ergab sich im ungepaarten Vergleich der Differenzen ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$; prozentuale Differenz: $p < 0,05$) (Tab. 3.5, Abb. 3.4).

Tab. 3.5: Knochendichte [g/cm^2] von Lendenwirbelsäule (LWS) und Oberschenkelhals (OSH) zu Studienbeginn (Visit A) und -ende (Visit G), die absolute [g/cm^2] und prozentuale [%] Differenz zur Eingangsvisite als Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD) der Gruppen mit HRT und ohne HRT

LWS und OSH	Visit	mit HRT (n = 21)	ohne HRT (n = 30)
Knochendichte LWS [g/cm^2]	A (Baseline) G (12 Monate)	0,910 \pm 0,101 0,928 \pm 0,106	0,891 \pm 0,150 0,870^a \pm 0,141
Absolute Differenz zu Baseline [g/cm^2]		0,018^b \pm 0,049	-0,021^b \pm 0,038
Prozentuale Differenz zu Baseline [%]		2,15^c \pm 5,53	-2,22^c \pm 3,86
Knochendichte OSH [g/cm^2]	A (Baseline) G (12 Monate)	0,772 \pm 0,063 0,792^d \pm 0,072	0,747 \pm 0,131 0,747 \pm 0,121
Absolute Differenz zu Baseline [g/cm^2]		0,019^e \pm 0,030	-0,002^e \pm 0,031
Prozentuale Differenz zu Baseline [%]		2,48^f \pm 3,68	0,002^f \pm 4,35

Gepaarter Vergleich: ^{a,d}: $p < 0,01$ (t-Test, Cochran-Methode), ungepaarter Vergleich: ^{b,c}: $p < 0,005$, ^{e,f}: $p < 0,05$ (t-Test).

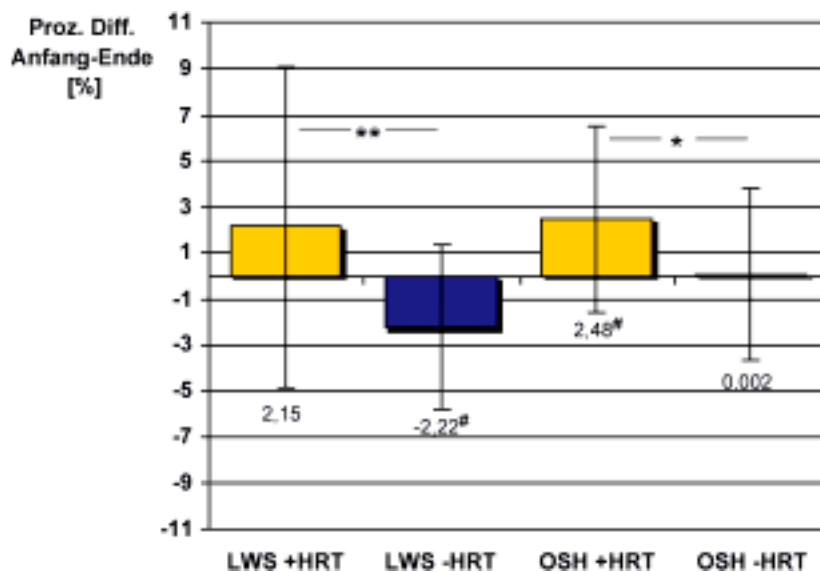


Abb. 3.4: Prozentuale Änderung [%] der flächenbezogenen Knochenmassen von Lendenwirbelsäule (LWS) und Oberschenkelhals (OSH) der Gruppen mit und ohne HRT im Studienverlauf (Visit A - G). Gepaarter Vergleich: [#]: $p < 0,05$ (t-Test, Cochran-Methode), ungepaarter Vergleich: ^{*}: $p < 0,05$, ^{**}: $p < 0,005$ (t-Test).

3.6 Knochenmessungen an der Tibia mittels pQCT

3.6.1 Vergleich der 2 Trainingsgruppen

3.6.1.1 4%-Messbereich

Folgende Messwerte des 4%-Messbereiches wurden ausgewertet: Bone Mineral Content (BMC) [g], die Gesamtdichte [mg/cm^3] und die Gesamtfläche [mm^2]. Bei keiner Auswertung ergaben sich signifikante Unterschiede im gepaarten oder ungepaarten Vergleich (Tab. 7.5 im Anhang).

3.6.1.2 14%-Messbereich

Folgende Parameter dieses Messbereiches wurden ausgewertet: Bone Strength Index (BSI) polar [mm^3] (Tab. 3.6), Bone Mineral Content BMC [g], Gesamtfläche [mm^2] und kortikale Dichte [mg/cm^3] (Tab. 7.6 im Anhang, Abb. 3.5).

Ergebnisse BSI polar: Der Gruppenvergleich ergab zu Studienbeginn keinen signifikanten Unterschied. Im gepaarten Test ergaben sich in der Galileo-Gruppe folgende signifikante Veränderungen: Visit A/E ($p = 0,0085$), Visit D/E ($p = 0,0080$), Visit E/F ($p = 0,0008$), Visit E/G ($p = 0,0005$). In der Kraft-Gruppe nahm der BSI von Visit A nach D signifikant zu ($p = 0,0242$).

Tab. 3.6: Bone Strength Index (BSI) [mm^3] des 14%-Messbereichs der Tibia zu den Visits A, D, E, F, G als Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD) der Trainingsgruppen.

Tibia 14%	Visit	Galileo (n = 26)	Kraft (n = 25)
BSI [mm^3]	A (Baseline)	1287,62 ± 175,8	1303,91 ± 149,9
	D (3 Monate)	1293,23 ± 165,5	1317,57 ± 152,0
	E (6 Monate)	1304,19 ± 166,4	1310,08 ± 159,2
	F (9 Monate)	1286,30 ± 159,7	1304,40 ± 150,6
	G (12 Monate)	1287,50 ± 160,6	1310,67 ± 157,3

Gepaarter Test: Galileo-Gruppe: A/E^b, D/E^b; E/F^c, E/G^c; Kraft-Gruppe: A/D^a (t-Test, Cochran-Methode); ungepaarter Test der Differenzen: A/E^a, E/G^a (t-Test)

^a: $p < 0,05$; ^b: $p < 0,01$; ^c: $p < 0,005$ (Sign. in der Tabelle nicht markiert)

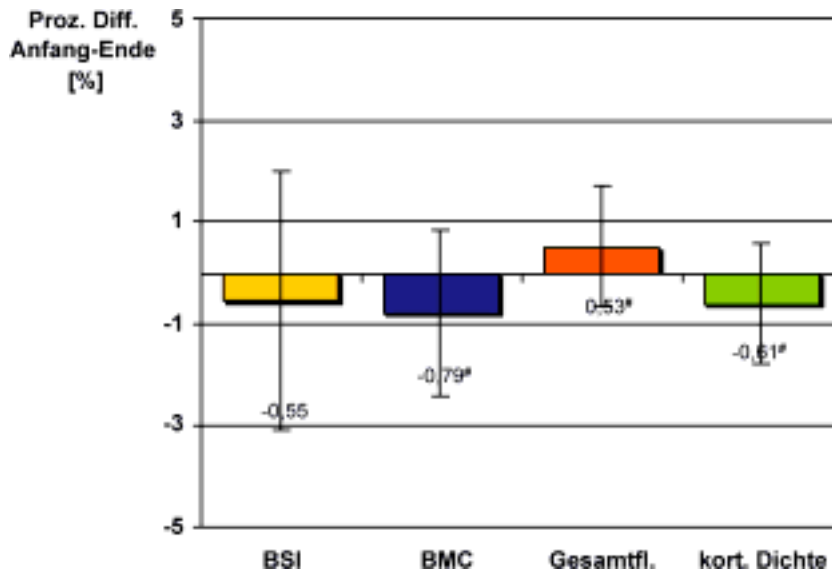


Abb. 3.5: Prozentuale Änderung [%] von BSI, BMC, Gesamtfläche und kortikaler Dichte des 14%-Bereichs der Kraft-Gruppe im Studienverlauf (Visit A – G). Gepaarter Vergleich: #: $p < 0,05$ (t-Test, Cochran-Methode),

3.6.1.2.1 Einzelauswertung der Veränderungen des BSI 14% (2 Gruppen)

Die Änderung des BSI zwischen Visit E (6 Monate) und Visit F (9 Monate) wurde für jede Probandin einzeln überprüft. Es ergab sich folgendes Ergebnis: Der BSI zeigte eine Abnahme bei 73,1 % der Frauen der Galileo-Gruppe (19 von 26) und 60,0 % der Frauen der Kraft-Gruppe (15 von 25). Diese Auswertung ergab einen signifikanten Unterschied der Häufigkeit dieses BSI-Verlaufs zwischen den 2 Trainingsgruppen ($p < 0,05$).

3.6.1.3 38%-Messbereich

Folgende Parameter dieses Messbereiches wurden ausgewertet: Bone Strength Index (BSI) polar [mm^3], Bone Mineral Content BMC [g], Gesamtfläche [mm^2] und kortikale Dichte [mg/cm^3] (Tab. 7.7 im Anhang, Abb. 3.6).

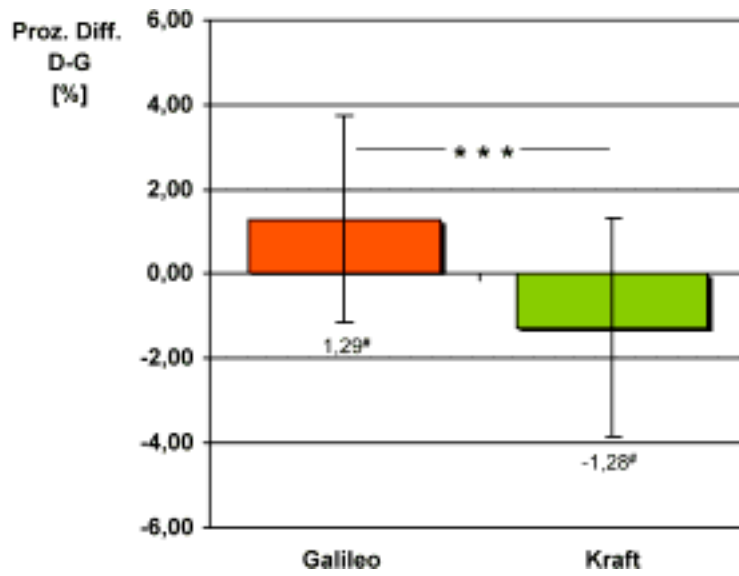


Abb. 3.6: Prozentuale Änderung [%] des BSI 38% der 2 Trainingsgruppen Galileo und Kraft von Visit D (3 Monate) bis Visit G (12 Monate). Gepaarter Vergleich: *: $p < 0,05$ (t-Test, Cochran-Methode), ungepaarter Vergleich ***: $p < 0,001$ (t-Test).

3.6.2 Vergleich der 4 Gruppen

3.6.2.1 4%-Messbereich

Folgende Messwerte des 4%-Messbereiches wurden ausgewertet: Bone Mineral Content (BMC) [g], die Gesamtdichte [mg/cm^3] und die Gesamtfläche [mm^2] (Tab. 7.8 im Anhang).

3.6.2.2 14%-Messbereich

Folgende Parameter dieses Messbereiches wurden ausgewertet: Bone Strength Index (BSI) polar [mm^3] (Tab. 3.7, Tab. 3.8 und Tab. 3.9), Bone Mineral Content BMC [g], Gesamtfläche [mm^2] und kortikale Dichte [mg/cm^3] (Tab. 7.9 im Anhang).

Die prozentualen Änderungen des BSI 14% Visit E/F (6/9 Monate) und Visit E/G (6/12 Monate) sind als Einzelwerte der Gruppe Galileo+HRT und Galileo-HRT in Abb. 3.7 a und b dargestellt.

Tab. 3.7: Bone Strength Index (BSI) [mm^3] des 14%-Messbereichs der Tibia zu den Visits A, D, E, F, G als Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD) der 4 Gruppen.

Tibia 14%	Visit	Galileo+HRT (n = 10)	Kraft+HRT (n = 11)	Galileo-HRT (n = 16)	Kraft-HRT (n = 14)
BSI [mm^3]	A (Baseline)	1314,6 ± 105,5	1313,1 ± 92,3	1270,8 ± 209,8	1296,7 ± 186,6
	D (3 Monate)	1322,7 ± 100,1	1322,0 ± 82,6	1274,8 ± 196,8	1314,1 ± 193,3
	E (6 Monate)	1337,0 ± 98,2	1329,7 ± 93,4	1283,7 ± 198,1	1294,7 ± 198,7
	F (9 Monate)	1321,6 ± 93,1	1311,1 ± 81,2	1264,2 ± 189,6	1299,2 ± 191,7
	G (12 Monate)	1330,4 ± 94,9	1332,1 ± 85,4	1260,7 ± 188,7	1293,9 ± 198,4

Tab. 3.8: Signifikanzniveaus (p-Werte) des gepaarten Vergleichs (t-Test, Cochran-Methode) der absoluten Differenzen des Bone Strength Index (BSI) [mm³] des 14%-Messbereichs der Tibia.

Gepaarter Vergleich	Visit	Galileo+HRT (n = 10)	Kraft+HRT (n = 11)	Galileo-HRT (n = 16)	Kraft-HRT (n = 14)
Absolute Differenz zu Visit A [mm ³]	D (3 Monate)	n.s.			
	E (6 Monate)	0,0096			
	F (9 Monate)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	G (12 Monate)	0,0180			
Absolute Differenz zu Visit D [mm ³]	E (6 Monate)	0,0152		n.s.	0,0210
	F (9 Monate)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	G (12 Monate)	n.s.		0,0059	0,0173
Absolute Differenz zu Visit E [mm ³]	F (9 Monate)	0,0167		0,0144	0,0145
	G (12 Monate)	n.s.	n.s.	0,0016	0,0026
Absolute Differenz zu Visit F [mm ³]	G (12 Monate)	0,0497	0,0040	n.s.	n.s.

Tab. 3.9: Signifikanzniveaus (p-Werte) des ungepaarten Vergleichs (t-Test) der absoluten Differenzen des Bone Strength Index (BSI) [mm³] des 14%-Messbereichs der Tibia.

Ungepaarter Vergleich	Visit	Galileo+ HRT/ Kraft+ HRT	Galileo+ HRT/ Galileo- HRT	Galileo+ HRT/ Kraft- HRT	Kraft+ HRT/ Galileo- HRT	Kraft+ HRT/ Kraft- HRT	Galileo- HRT/ Kraft- HRT
Absolute Differenz zu Visit A [mm ³]	D (3 Monate)		n.s.				
	E (6 Monate)		n.s.				
	F (9 Monate)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	G (12 Monate)		0,0403				
Absolute Differenz zu Visit D [mm ³]	E (6 Monate)		n.s.	0,0026		0,0239	
	F (9 Monate)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	G (12 Monate)		0,0047	0,0099		0,0229	
Absolute Differenz zu Visit E [mm ³]	F (9 Monate)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	G (12 Monate)						
Absolute Differenz zu Visit F [mm ³]	G (12 Monate)	n.s.	n.s. 0,0318	0,0380 n.s.	n.s. 0,0267	n.s.	0,0202 0,0233

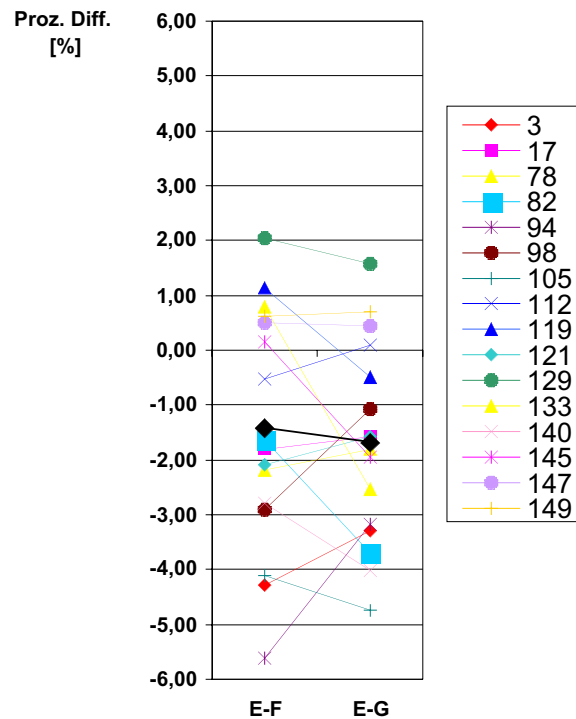
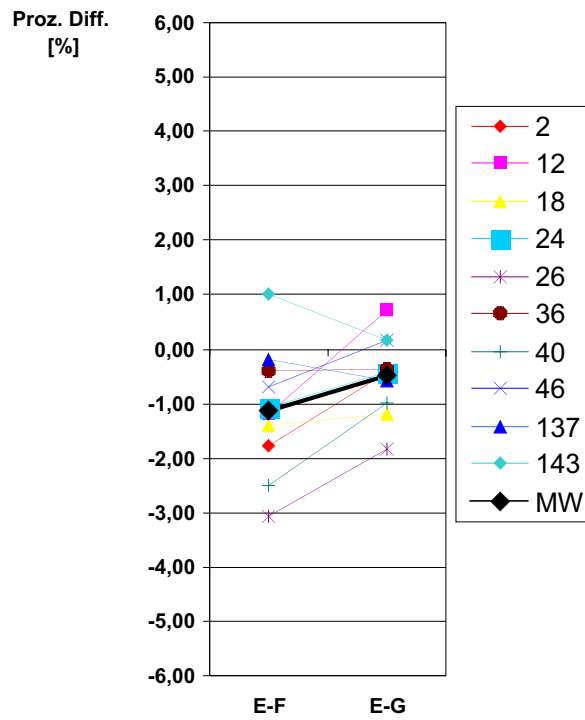


Abb. 3.7 a, b: Prozentuale Änderungen des BSI 14% Visit E/F (6/9 Monate) und Visit E/G (6/12 Monate). Dargestellt sind die Einzelwerte der Teilnehmerinnen und der Mittelwert (MW) der Gruppen Galileo+HRT (a: Abbildung oben) und Galileo-HRT (b: Abbildung unten)

3.6.2.2.1 Einzelauswertung der Veränderungen des BSI 14% (4 Gruppen)

Die Häufigkeit des folgenden BSI-Verlaufs wurde für jede Probandin einzeln überprüft: Anstieg von Visit A (Baseline) nach E (6 Monate) gefolgt von einem Abfall von E nach F (9 Monate) mit anschließendem Anstieg von F nach G (12 Monate).

Es ergab sich folgendes Ergebnis: Der BSI zeigte diesen Verlauf bei 70 % der Frauen der Gruppe Galileo+HRT (7 von 10), 31,3 % der Frauen der Gruppe Galileo-HRT (5 von 16), 45,5 % der Frauen der Gruppe Kraft+HRT (5 von 11) und 7,1 % der Frauen der Gruppe Kraft-HRT (1 von 14). Diese Auswertung ergab einen signifikanten Unterschied der Häufigkeit dieses BSI-Verlaufs zwischen den Gruppen Galileo+HRT und Kraft-HRT ($p < 0,005$).

3.6.2.3 38%-Messbereich

Folgende Parameter dieses Messbereiches wurden ausgewertet: Bone Strength Index (BSI) pol. [mm^3], Bone Mineral Content BMC [g], Gesamtfläche [mm^2] und kortikale Dichte [mg/cm^3] (Tab. 7.10 im Anhang).

3.6.3 Differenzierung mit und ohne HRT

3.6.3.1 4%-Messbereich

In diesem Messbereich erfolgte die Auswertung von Bone Mineral Content BMC [g] (Tab. 7.11 im Anhang).

3.6.3.2 14%-Messbereich

Folgende Parameter dieses Messbereiches wurden ausgewertet: Bone Strength Index (BSI) polar [mm^3], Bone Mineral Content BMC [g] und die Gesamtfläche [mm^2] (Tab. 7.11 im Anhang).

3.6.3.3 38%-Messbereich

In diesem Messbereich erfolgte die Auswertung von Bone Mineral Content BMC [g] (Tab. 7.11 im Anhang).

3.7 Messung der Drehmomente

3.7.1 Vergleich der 2 Trainingsgruppen

Die Auswertung der beiden Trainingsgruppen ergab keinen signifikanten Unterschied der Basiswerte. Am Ende der Studie konnte in beiden Gruppen ein signifikanter Anstieg der Drehmomente festgestellt werden (Tab. 3.10).

Tab. 3.10: Drehmomente [Nm] der unteren Extremitäten zu Studienbeginn (Visit A) und –ende (Visit G) als Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD) der beiden Trainingsgruppen Galileo und Kraft.

	Visit	Galileo (n = 26)	Kraft (n = 25)
Drehmomente [Nm]	A (Baseline) G (12 Monate)	122,23 ± 23,9 138,69^a ± 25,8	118,68 ± 29,4 136,12^b ± 25,1
Proz. Differenz [%]		14,40^a ± 13,37	19,07^c ± 23,68

gepaarter Vergleich: ^a: p = 0,0000; ^b: p < 0,005; ^c: p < 0,001; ungepaarter Vergleich: n.s.

3.7.2 Vergleich der 4 Gruppen

Die Auswertung der 4 Gruppen ergab signifikante Unterschiede der Basiswerte zwischen den Gruppen Galileo+HRT und Kraft+HRT (p < 0,05). Am Ende der Studie konnte für alle Gruppen außer für die Gruppe Kraft-HRT ein signifikanter Anstieg der Drehmomente festgestellt werden (Tab. 3.11).

Tab. 3.11: Drehmomente [Nm] der unteren Extremitäten zu Studienbeginn (Visit A) und –ende (Visit G), als Mittelwert (MW) mit Standardabweichung (SD) der 4 Gruppen.

	Visit	Galileo+HRT (n = 10)	Kraft+HRT (n = 11)	Galileo-HRT (n = 16)	Kraft-HRT (n = 14)
Drehmomente [Nm]	A (Baseline) G (12 Monate)	127,10^a ± 25,05 141,20^c ± 27,77	102,45^{a,b} ± 24,65 125,09^d ± 21,56	119,19 ± 23,48 137,13^e ± 25,24	131,43^b ± 26,99 144,79 ± 24,90
Proz. Differenz [%]		11,71^c ± 11,73	26,10^d ± 22,95	16,09^e ± 14,40	13,56 ± 23,57

Ungepaarter Vergleich der Ausgangswerte: ^{a,b}: p < 0,05, gepaarter Vergleich: ^c: p < 0,05; ^d: p < 0,005; ^e: p < 0,001

3.8 Parameter des Knochenstoffwechsels

Die Auswertung der Bone Marker erfolgte für 4 Gruppen (Tab. 7.12 im Anhang).

3.8.1 Osteocalcin

Ausgewertet wurden die Serumspiegel von Osteocalcin [mmol/l] zu Studienbeginn und -ende und die absolute [mmol/l] Differenz zur Eingangsvisite (Visit A).

Die Osteocalcin-Serumspiegel der beiden Gruppen ohne Hormontherapie nahmen im Studienverlauf signifikant zu. Dadurch ergaben sich signifikante Unterschiede der Veränderungen zwischen den Gruppen mit und ohne HRT (Galileo+HRT/Galileo-HRT, Galileo+HRT/Kraft-HRT, Kraft+HRT/Galileo-HRT, Kraft+HRT/Kraft-HRT).

3.8.2 Desoxypyridinolin

Zur Auswertung kamen die Konzentrationen von Desoxypyridinolin (DPD) im Urin bezogen auf Kreatinin [nmol/mmol] zu Studienbeginn und –ende und die absolute [nmol/mmol] Differenz zur Eingangsvisite (Visit A).

Durch den Anstieg der DPD-Konzentration in der Gruppe Kraft-HRT ergaben sich signifikante Unterschiede der Differenzen zu den anderen 3 Gruppen.

3.8.3 Knochenspezifische Alkalische Phosphatase (BAP)

Ausgewertet wurden die Serumspiegel der BAP [U/ml] zu Studienbeginn und –ende und die absolute [U/ml] Differenz zur Eingangsvisite (Visit A).

In der „Kraft-HRT“-Gruppe kam es zu einem signifikanten Anstieg des BAP-Serumspiegels. Der BAP-Anstieg war in den beiden Kraft-Gruppen signifikant unterschiedlich.

3.9 Herz- Kreislaufparameter

Die Sicherheitsparameter Herzfrequenz [1/min] sowie systolischer und diastolischer Blutdruck [mmHg] in Ruhe wurden ausgewertet (Tab. 7.13 im Anhang).

Zu Studienbeginn waren die systolischen und diastolische Blutdruckwerte der beiden Trainingsgruppen weitgehend identisch. Im Studienverlauf senkte sich der diastolische Druck in der Kraft-Gruppe und der systolische in beiden Gruppen.

3.10 Sicherheitslabor

Die Parameter der Sicherheitslabors wurden zu Studienbeginn und am Studienende ausgewertet (Tab. 7.14 und Tab. 7.15 im Anhang).

Zusammenfassung der Ergebnisse: Die Basiswerte der Creatinkinase waren signifikant unterschiedlich ($p < 0,05$). Die Serumwerte von Kreatinin (Galileo: $6,06 \% \pm 13,20$, Kraft: $8,44 \% \pm 10,15$) und Östradiol (Galileo: $220,70 \% \pm 407,88$, Kraft: $215,66 \% \pm 341,99$) stiegen in beiden Trainingsgruppen signifikant an. In der Kraft-Gruppe kam es zu einer Abnahme von Gesamt-Cholesterin ($-5,05 \% \pm 10,28$), LDL ($-9,68 \% \pm 14,97$) und FSH ($-8,16 \% \pm 50,30$). Die HDL-Werte der Gruppen unterschieden sich am Studienende signifikant ($p < 0,05$).

3.11 Ergometrie

Bei den Fahrrad-Ergometrien wurden Herzfrequenz [1/min], systolischer und diastolischer Blutdruck [mmHg] in Ruhe, bei 75 W und bei Abbruch der Belastung ausgewertet. Ebenfalls zur Auswertung kamen die maximale Leistung pro Kilogramm Körpergewicht [W_{\max}/kg] und Laktat [mmol/l] in Ruhe und nach Belastungsabbruch (Tab. 7.16 im Anhang).

Es ergaben sich weder im Gruppenvergleich noch im Studienverlauf signifikante Unterschiede.