

3. Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit werden nur die für die Evaluation der beiden Quantitativen Ultraschallgeräte UBIS 5000 und DTU-one relevanten Daten ausgewertet. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden noch weitere Daten erhoben, die jedoch in diesen Ergebnisteil nicht eingehen.

3.1. Präzision der Ultraschallgeräte

Für beide Ultraschallgeräte wurde die In-vivo-Kurzzeit- und die In-vitro-Langzeitpräzision untersucht.

3.1.1. In-vivo-Kurzzeitpräzision

6 freiwillige Probanden zwischen 24 und 37 Jahren (5 weibliche, 1 männlicher) wurden an einem Tag zweifach mit jedem Ultraschallgerät untersucht. Zwischen den Messungen wurde der Fuß jeweils getrocknet und erneut vorbereitet, bevor er zum zweiten Mal in das Wasserbad eingebracht wurde.

Die Kurzzeitpräzision wurde nach der Formel von Kotz et al. [78] berechnet, die Glüer 1995 [79] für die Berechnung der Kurzzeitpräzision von Knochendichtemessgeräten vorschlägt.

Tab. 3.1.1.1. In-vivo-Kurzzeitpräzision von UBIS 5000 und DTU-one

CVSD%= Variationskoeffizient der Standardabweichung

Gerät	Parameter	Mittelwert aller Messungen	Standardabweichung	CVSD%
UBIS 5000	BUA	67,992 dB/MHz	0,393	0,578
	SOS	1528,33 m/s	2,711	0,177
DTU-one	BUA	51,253 dB/MHz	0,786	1,534
	SOS	1534,825 m/s	1,510	0,098

3.1.2. In-vitro-Langzeitpräzision

UBIS 5000:

Insgesamt wurden 480 Einzelmessungen des internen Phantoms durchgeführt. Gerätebedingt wurde keine Langzeitpräzision des Parameters SOS erstellt, lediglich des BUA.

DTU-one:

An jedem Tag wurde vor Beginn der Untersuchungen der Probandinnen ein externes Phantom gemessen. Insgesamt erfolgten 175 Einzelmessungen von BUA und SOS.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Qualitätskontrolle (In-vitro-Langzeitpräzision) dargestellt.

Tab. 3.1.2.1 Ergebnisse der In-vitro-Langzeitpräzision von UBIS 5000 und DTU-one

CVSD%= Variationskoeffizient der Standardabweichung

Gerät	Parameter	Mittelwert aller Messungen	Standardabweichung	CVSD%
UBIS 5000	BUA 1	55,06 dB/MHz	0,110	0,20
	BUA 2	71,31 dB/MHz	0,120	0,17
DTU- one	BUA	59,233 dB/MHz	2,631	4,44
	SOS	1424,49 m/s	9,789	0,687

3.2. Probandinnen

Insgesamt wurden in den Jahren 1999 und 2000 481 Probandinnen im Alter von 55 bis 80 Jahren nach den im vorigen Kapitel angegebenen Methoden untersucht. Es wurden 3176 postmenopausale Frauen angeschrieben, davon antworteten 24,9% auf das Anschreiben. Von denjenigen, die das erste Anschreiben beantwortet hatten, nahmen 60,8% (15% der primär Angeschriebenen) an der Studie teil.

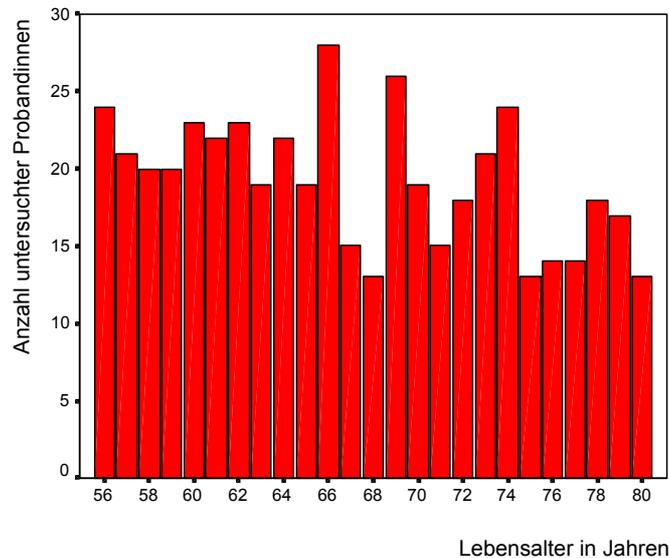


Abb. 3.2.1. Anzahl untersuchter Probandinnen bezogen auf ihr Lebensalter

Von den 481 untersuchten Probandinnen wurden die klinischen Daten Alter, Körpergröße, Körpergewicht, Body Mass Index (BMI), Herzfrequenz und die Anzahl der Jahre, die seit dem Eintritt der Menopause vergangen sind, in folgender Tabelle dargestellt. 153 Probandinnen wurden prä-, peri- oder postmenopausal mit weiblichen Geschlechtshormonen behandelt, 288 Probandinnen erhielten keine Hormontherapie und 40 Probandinnen konnten diese Frage nicht beantworten.

Tab. 3.2.1 Mittelwerte, Standardabweichung, Minimum, Maximum, 25. und 75. Perzentil der zusätzlich erhobenen Parameter

Parameter	Anzahl Prob.	Mittelwert (SD)	Minimum-Maximum	25./75. Perzentil
Lebensalter	481	67,16 (\pm 7,08) Jahre	56 - 80 Jahre	61 /73 Jahre
Körpergröße	468	1,62 (\pm 0,063) m	1,39 -1,85 m	1,58 /1,67 m
Körpergewicht	467	70,4 (\pm 11,38) kg	42 -129 kg	62 /77 kg
Body Mass Index	467	26,82 (\pm 4,17) kg/m ²	18,67 - 43,60 kg/m ²	23,83 /29,36 kg/m ²
Herzfrequenz	456	73,01(\pm 10,98) Schläge/min	41-121 Schläge/min	65 /80 Schläge/min
Jahre st. Menopause	420	20,04 (\pm 9,6) Jahre	0 - 55 Jahre	13 /26 Jahre

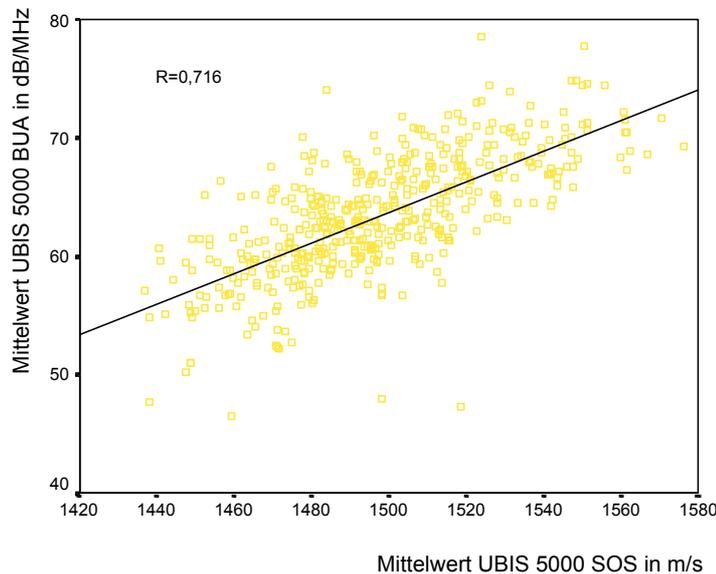
Die unterschiedliche Anzahl an Probandinnen ist darauf zurückzuführen, dass nicht bei allen Studienteilnehmerinnen eine vollständige Erhebung der Daten stattfinden konnte. Zusätzlich konnten 61 Probandinnen keinerlei Angaben zum Beginn ihrer Menopause machen.

3.3. Intra- und interapparative Korrelation der Ultraschallwerte

Insgesamt wurden 474 der Probandinnen am DTU-one und 459 der Probandinnen am UBIS 5000 untersucht. Die geringere Anzahl an Messungen mit dem UBIS 5000 ist auf ein Reparaturintervall zurückzuführen, während dessen die Studie weitergeführt wurde. Es wurden nur die Ergebnisse von Probandinnen ausgewertet, für die Messungen an beiden Geräten vorlagen.

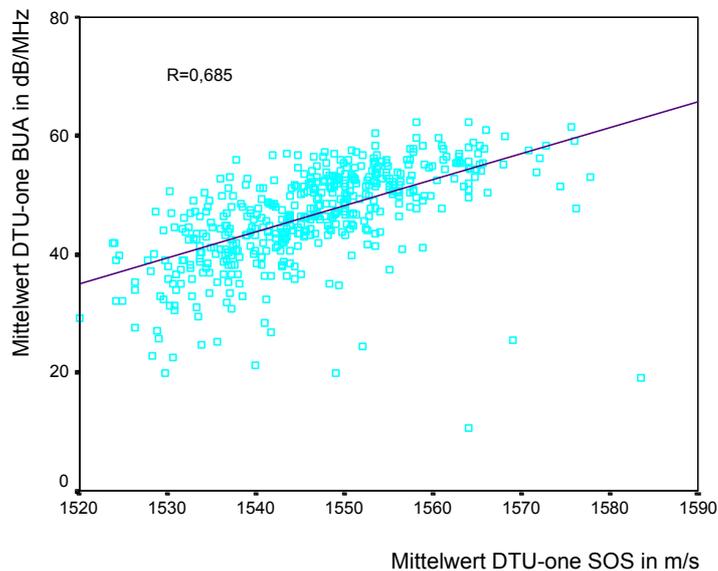
Tab. 3.3.1 Vergleich der deskriptiven Statistik zwischen den beiden Geräten UBIS 5000 und DTU-one

Parameter	UBIS 5000 BUA in dB/MHz	DTU-one BUA in dB/MHz	UBIS 5000 SOS in m/s	DTU-one SOS in m/s
Median	63,45	46,58	1497,48	1545,29
Standardabweichung	±5,14	±8,23	±27,45	±10,60
25. Perzentil	60,05	41,79	1478,15	1538,14
75. Perzentil	67,15	52,53	1515,30	1553,22
Minimum	39,90	10,50	1436,60	1520,02
Maximum	78,50	88,30	1576,45	1583,50



$$y = -129,96 + 0,129 \cdot x$$

Abb. 3.3.1. Korrelation der Parameter BUA und SOS des UBIS 5000 (Vergleich der jeweiligen Mittelwerte aus 2 Einzelmessungen); $p < 0,05$



$$y = -636,08 + 0,441 \cdot x$$

Abb. 3.3.2. Korrelation der Parameter BUA und SOS des DTU-one (Vergleich der jeweiligen Mittelwerte aus 2 Einzelmessungen); $p < 0,05$

Nach dieser ersten Übersicht über die Messergebnisse wurde die Korrelation zwischen den einzelnen Ultraschallparametern untereinander und zwischen den jeweiligen Geräten ermittelt. Die Ultraschalldaten sind laut dem Ergebnis des Kolmogorov-Smirnov-Tests nicht normalverteilt. Daher wird in den folgenden Vergleichen der Spearman-Koeffizient gewählt.

Tab. 3.3.2 Intra- und interapparative Korrelation der Ultraschallparameter (Darstellung von R= Spearman's Rho)

Alle Ergebnisse sind hochsignifikant mit $p < 0,01$

Parameter	UBIS 5000 BUA	UBIS 5000 SOS	DTU-one BUA	DTU-one SOS
UBIS 5000 BUA	1,0	0,716	0,814	0,689
UBIS 5000 SOS		1,0	0,664	0,812
DTU-one BUA			1,0	0,685
DTU-one SOS				1,0

Im folgenden wurden die Daten der Ultraschallgeräte in Perzentile aufgeteilt. Ziel war es, einen Überblick über die Unterschiedlichkeit der Werte zu erhalten, die von den beiden Geräten ermittelt wurden.

Tab. 3.3.3. Aufteilung der Ultraschalldaten in Perzentile/ Terzile

	10%	25%	33,33%	50%	66,66%	75%	90%
Mittelwert UBIS BUA (dB/MHz)	57,30	60,05	61,20	63,20	65,80	67,15	70,00
Mittelwert DTU BUA (dB/MHz)	36,49	41,79	43,75	47,05	50,99	52,53	55,82
Mittelwert UBIS SOS (m/s)	1463,48	1478,15	1483,00	1495,25	1508,13	1515,30	1536,90
Mittelwert DTU SOS (m/s)	1532,67	1538,14	1541,31	1546,20	1550,25	1553,22	1560,82

Die Ultraschallwerte wurden in Gruppen aufgeteilt. Hierzu wurde die Anzahl von drei Gruppen gewählt, um eine Aufteilung der Werte in osteoporotisch, osteopenisch und normal zu simulieren. Da wir uns bei dieser Arbeit jedoch nicht auf ein gesundes Referenzkollektiv beziehen, und somit die absolute Einschätzung der Werte nicht möglich ist, ist diese Aufteilung rein theoretisch und für das bessere Verständnis gewählt. In der obigen Tabelle sind die Terzile, also die Perzentile bei 33,33 und 66,66 Prozent hervorgehoben. Anhand dieser Terzilwerte wurden die Daten gedrittelt.

Im Anschluss daran wurde überprüft, inwiefern diese Aufteilung bei den verschiedenen Parametern der zwei Geräte übereinstimmt. Hierzu wurde Cohen's Kappa berechnet. Dieser Wert gibt an, inwieweit die Parameter bei der Beurteilung des selben Sachverhalts übereinstimmen. Der Kappa-Score kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei ein Wert von 1 eine völlige Übereinstimmung, ein Wert von 0 hingegen keine Übereinstimmung anzeigt. Die folgende Tabelle gibt sowohl Spearman's Rho, als auch Cohen's Kappa für jede Parameterkombination an.

Tab. 3.3.4. Spearman's Rho und Cohen's Kappa der Ultraschalldaten nach Terzilenbildung

Alle Kappa- Werte sind mit $p < 0,01$ hochsignifikant

		UBIS 5000 BUA	UBIS 5000 SOS	DTU-one BUA	DTU-one SOS
UBIS 5000 BUA	Spearman's Rho	1,0	0,655	0,763	0,597
	Kappa	1,0	0,436	0,595	0,365
UBIS 5000 SOS	Spearman's Rho		1,0	0,579	0,710
	Kappa		1,0	0,355	0,470
DTU-one BUA	Spearman's Rho			1,0	0,595
	Kappa			1,0	0,381
DTU-one SOS	Spearman's Rho				1,0
	Kappa				1,0

3.4. Vergleich der Ultraschallergebnisse mit den DXA-Daten

Bei 457 Probandinnen wurde die Knochendichte mittels Dualer Röntgen-Absorptiometrie erhoben. Die folgende Tabelle zeigt die Mediane für die untersuchten Regionen: Wirbelkörper L₁-L₄ einzeln, Median aller gemessenen Wirbel, Oberschenkelhals, Ward's Dreieck und gesamtes proximales Femur (total hip).

Tab. 3.4.1. Deskriptive Statistik der durch DXA ermittelten Knochendichtewerte (alle Werte in g/cm²)

	Median (g/cm ²)	Minimum-Maximum (g/cm ²)	Standardabweichung
L ₁	0,958	0,423 – 1,509	± 0,176
L ₂	1,061	0,511 – 1,888	± 0,201
L ₃	1,121	0,606 – 2,126	± 0,223
L ₄	1,167	0,590 – 2,32	± 0,235
L ₁₋₄	1,076	0,578 – 1,782	± 0,191
Schenkelhals	0,868	0,449 – 1,679	± 0,152
Ward's Dreieck	0,682	0,238 – 1,685	± 0,162
prox. Femur (total hip)	0,911	0,451 – 1,716	± 0,161

Im folgenden wurde überprüft, inwieweit die Ultraschalldaten mit den DXA-Daten korrelieren. Auch hier wurde wieder die Korrelation durch Spearman's Rho dargestellt.

Tab. 3.4.2. Korrelation zwischen den einzelnen Ultraschallparametern und den DXA-Daten

Alle Werte sind mit $p < 0,01$ hochsignifikant

	UBIS 5000 BUA	UBIS 5000 SOS	DTU-one BUA	DTU-one SOS
L ₁	0,332	0,332	0,313	0,322
L ₂	0,339	0,362	0,303	0,307
L ₃	0,301	0,316	0,242	0,247
L ₄	0,293	0,287	0,260	0,250
L ₁₋₄	0,342	0,356	0,300	0,305
Schenkelhals	0,424	0,394	0,368	0,420
Ward's Dreieck	0,451	0,451	0,388	0,468
prox. Femur (total hip)	0,504	0,494	0,435	0,480

Die stärkste Korrelation ergibt sich zwischen den jeweiligen Ultraschalldaten und dem Wert des gesamten proximalen Femur (entspricht total hip). Hier findet sich für alle Geräte eine mittelstarke Korrelation mit $R = 0,435$ bis $0,504$.

Auch die DXA-Daten wurden in Gruppen eingeteilt. Durch diese Unterteilung kann die Übereinstimmung der Zuordnung in diese jeweiligen drei Gruppen zwischen DXA und QUS untersucht werden. Auch hier wurde die Anzahl von drei Gruppen gewählt, um erneut die Einteilung osteoporotisch, osteopenisch, gesund zu simulieren. Da für die Ultraschalldaten noch kein Normkollektiv vorliegt, wurde auch hier nicht auf die festgelegten Normdaten für das Expert-Gerät eingegangen.

Es wurden ausschließlich die Werte des gesamten Messbereichs des Femurs einbezogen, da diese wie oben beschrieben für alle QUS-Daten die höchste Korrelation ergeben.

Tab. 3.4.3. Berechnung des Kappa-Scores zwischen den Ultraschalldaten und der DXA-Messung "proximales Femur" (total hip)

Alle Kappa-Werte sind mit $p < 0,01$ hochsignifikant

	KAPPA-SCORE	verwertete Daten
UBIS 5000 BUA	0,234	435
UBIS 5000 SOS	0,193	435
DTU-one BUA	0,193	450
DTU-one SOS	0,200	450

3.5. QUS als Diskriminator für das Vorliegen osteoporotischer Wirbelfrakturen

Von den 481 untersuchten postmenopausalen Probandinnen willigten 462 in eine Röntgenaufnahme der Wirbelsäule ein. Bei diesen 462 Probandinnen wurde eine Gesamtzahl von 170 Wirbeldeformationen festgestellt, davon wurden 142 als osteoporotische Frakturen, 19 als degenerative und 7 als traumatische eingestuft. Zwei Frakturen ließen sich in keine der genannten Gruppen einordnen. Diese 142 osteoporotischen Frakturen verteilten sich auf 68 Probandinnen, wobei die Höchstzahl von osteoporotischen Wirbelfrakturen bei 9 lag. Diese Anzahl von Frakturen hatten 2 Probandinnen, eine davon im Alter von 74, die andere im Alter von 79 Jahren.

Das folgende Diagramm zeigt die Verteilung der osteoporotischen Wirbelfrakturen in bezug auf das Lebensalter.

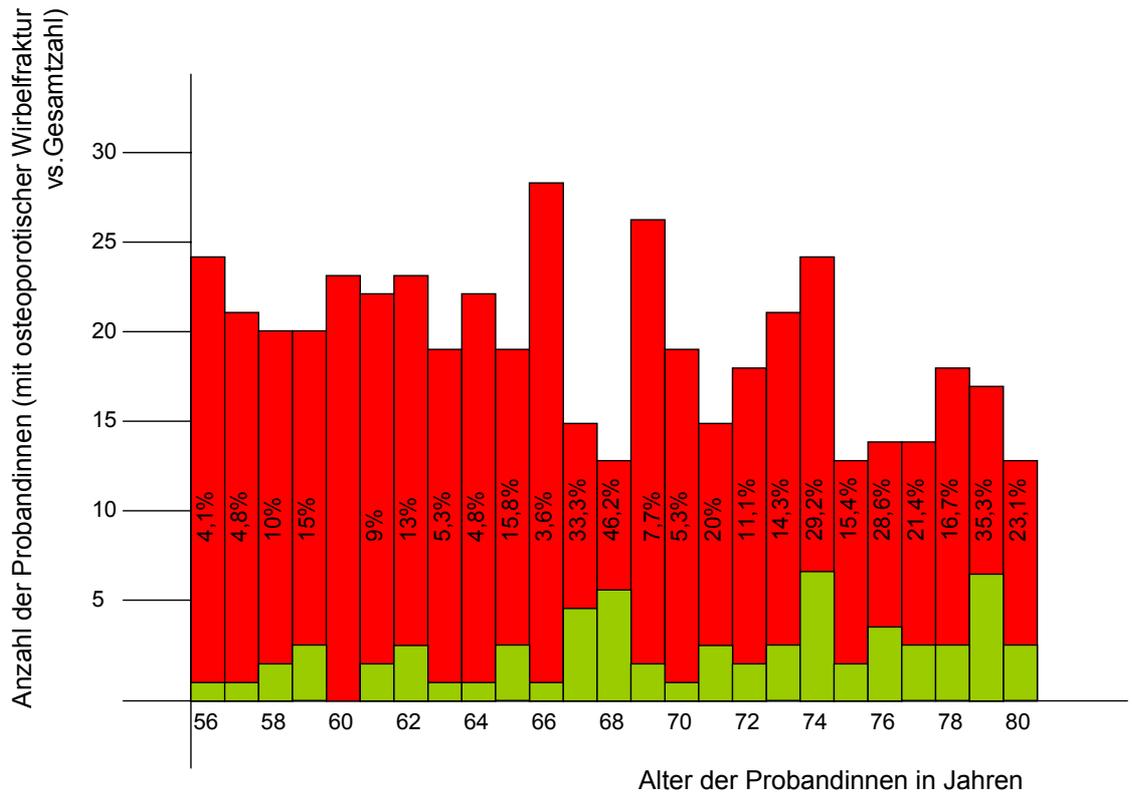


Abb. 3.5.1. Altersverteilung der Frauen mit osteoporotischen Wirbelfrakturen (Median=71 \pm 6,78); Prozentzahl der Probandinnen mit osteop. Wirbelfraktur versus aller Probandinnen einer Altersgruppe vertikal angegeben

Zur statistischen Beurteilung, ob sich die Ultraschallwerte bei Frauen mit osteoporotischer Wirbelfraktur von denen ohne unterscheiden, wurde ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt.

Folgende Ergebnisse wurden für den Mann-Whitney-U-Test für die Ultraschallwerte UBIS BUA, UBIS SOS, DTU BUA und DTU SOS errechnet.

Tab. 3.5.1. T-Werte (T-Test für die Mittelwertgleichheit bei unabhängigen Stichproben) und Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests von SOS und BUA bezüglich des Vorliegens einer Fraktur

Gerät	Vorliegen einer Fraktur	Mittelwert (\pm SD)	Rangsumme Mann-Whitney-U-Test	Signifikanz Mann-Whitney-U-Test	T-Wert	Signifikanz T-Wert
UBIS BUA	keine Fraktur (371)	63,64 dB/MHz(\pm 5,16)	226,35	0,008	-2,468	0,015
	mind. 1 Fraktur (67)	62,04 dB/MHz (\pm 4,85)	181,54			
UBIS SOS	keine Fraktur (371)	1498,79m/s (\pm 27,60)	226,72	0,005	-3,139	0,002
	mind. 1 Fraktur (67)	1488,16 m/s (\pm 25,11)	179,54			
DTU BUA	keine Fraktur (385)	46,64 dB/MHz (\pm 8,02)	231,96	0,055 (n.s.)	-1,152	0,253 (n.s.)
	mind. 1 Fraktur (68)	45,18 dB/MHz (\pm 9,87)	198,92			
DTU SOS	keine Fraktur (385)	1546,79 m/s (\pm 10,56)	236,02	<0,001	-3,346	0,001
	mind. 1 Fraktur (68)	1542,37 m/s (\pm 9,96)	175,90			

Nachdem die Daten in eine Rangfolge gebracht wurden und daraufhin der mittlere Rang getrennt für die Werte von Probandinnen mit und ohne osteoporotische Wirbelfraktur errechnet wurde, zeigt sich ein klarer Unterschied zwischen diesen beiden Kategorien für alle Parameter ausser für die BUA-Ergebnisse des DTU-one.

Die Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests sind signifikant für DTU-one SOS, UBIS 5000 BUA und UBIS 5000 SOS in der Unterscheidung der Probandinnengruppe mit von der ohne Fraktur. Die Signifikanz liegt hierbei bei $p < 0,01$. Die Nullhypothese, dass die jeweiligen Ultraschallwerte derselben Grundgesamtheit entstammen, sich also nicht voneinander unterscheiden, kann mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit zwischen 0,0% und 8⁰/₀₀ abgewiesen werden. Den höchsten diskriminativen Wert hat hierbei die Schallgeschwindigkeitsmessung am DTU-one (DTU SOS) mit einer zweiseitigen Signifikanz von $p < 0,001$. Der Parameter BUA des DTU-one hingegen unterscheidet nicht signifikant zwischen den beiden Personengruppen mit und ohne Wirbelkörperfraktur ($p > 0,05$).

Die folgenden Graphiken zeigen den absoluten Unterschied der Ultraschallwerte zwischen Probandinnen mit osteoporotischer Fraktur und ohne solche.

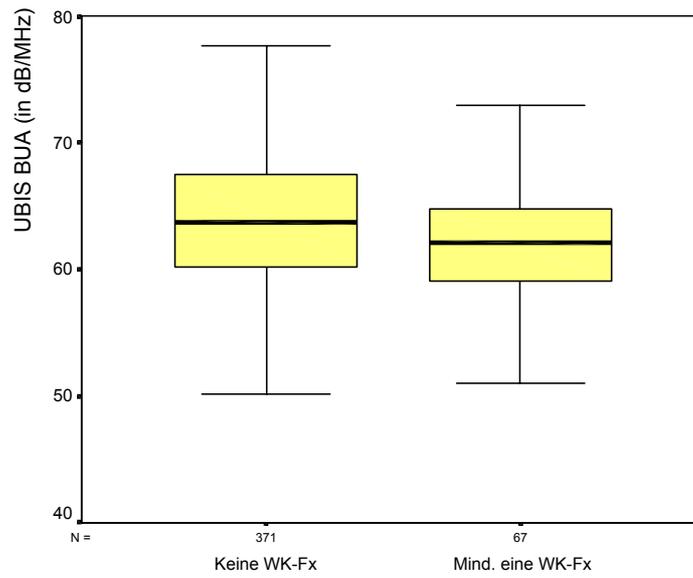


Abb. 3.5.2. BUA-Messungen bei Frauen mit und ohne osteoporotische WK-Fraktur mit dem UBIS-Ultraschallgerät (p=0,008)

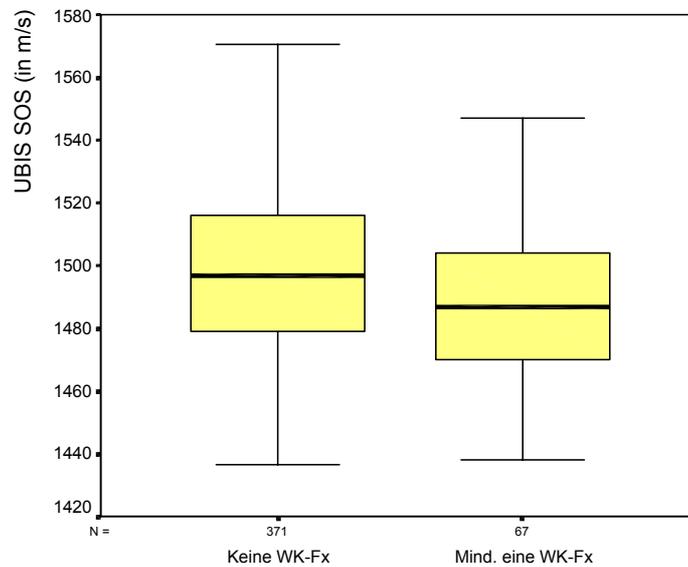


Abb. 3.5.3. SOS-Messungen bei Frauen mit und ohne osteoporotische WK-Fraktur mit dem UBIS-Ultraschallgerät (p=0,005)

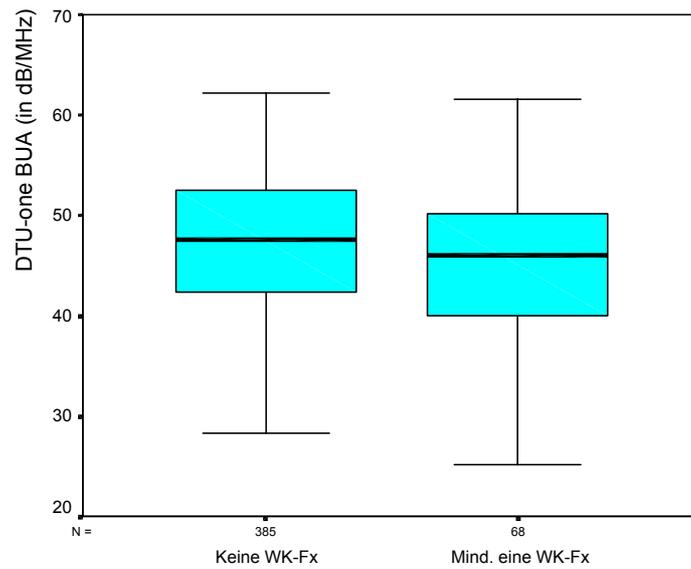


Abb. 3.5.4. BUA-Messungen bei Frauen mit und ohne osteoporotische WK-Fraktur mit dem DTU-Ultraschallgerät ($p=0,055$; nicht signifikant)

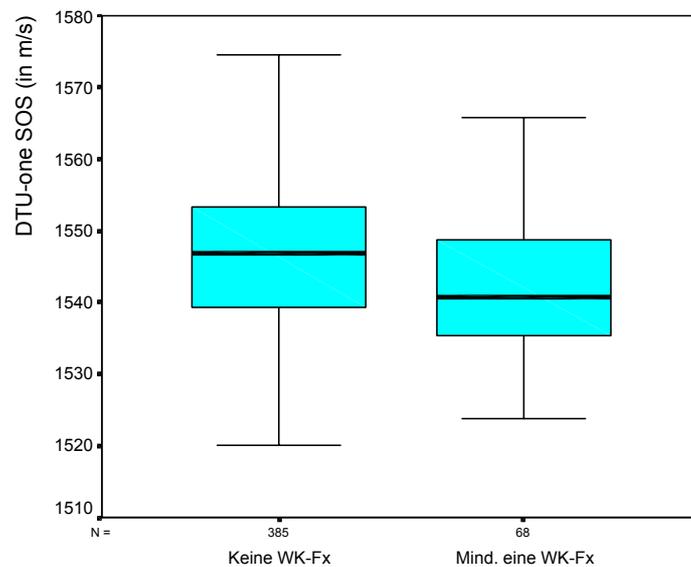


Abb. 3.5.5. SOS-Messungen bei Frauen mit und ohne osteoporotische WK-Fraktur mit dem DTU-Ultraschallgerät ($p=0,001$)

Die Mittelwerte aller vier Parameter liegen bei der Probandinnengruppe ohne Fraktur höher als bei der mit osteoporotischer Wirbelkörperfraktur.

Während der Wert UBIS BUA die höchste Korrelation mit den DXA-Daten und auch den höchsten Kappa-Score nach Terzilenbildung ergibt, errechnen sich die höchsten diskriminativen Werte für das Vorliegen von osteoporotischen Wirbelfrakturen für die Parameter SOS der jeweiligen Geräte. Der Parameter DTU-one BUA zeigt sowohl die geringste Korrelation mit der DXA-Messung des gesamten Messgebietes am proximalen Femur, als auch den geringsten diskriminativen Wert für das Vorliegen osteoporotischer Wirbelfrakturen.

3.6. Auswertung der anthropometrischen und klinisch anamnestischen Daten

In diesem Abschnitt werden verschiedene Faktoren auf ihren Einfluss auf die Ultraschallwerte untersucht. Dies sind folgende Daten: Jahre seit Menopause, Lebensalter, Körpergröße, Körpergewicht, BMI und Puls.

In der folgenden Tabelle wird die Korrelation zwischen diesen einzelnen Faktoren und den verschiedenen Ultraschallparametern dargestellt. Wiederum ist der Korrelationskoeffizient nach Spearman ($Rho=R$) berechnet. Die Zahl in Klammern gibt jeweils die zweiseitige Signifikanz wieder.

Tabelle 3.6.1 Korrelation anthropometrischer und klinisch anamnestischer Daten mit den QUS-Messergebnissen

Dargestellt Korrelation R (Signifikanz p), alle Korrelationswerte mit $p < 0,05$ rot unterlegt

	UBIS BUA	UBIS SOS	DTU BUA	DTU SOS
Lebensalter	-0,334 (<0,05)	-0,334 (<0,05)	-0,331 (<0,05)	-0,377 (<0,05)
Körpergröße	0,136 (<0,05)	-0,028 (n.s.)	0,162 (<0,05)	0,049 (n.s.)
Körpergewicht	0,338 (<0,05)	0,07 (n.s.)	0,304 (<0,05)	0,107 (<0,05)
Body Mass Index	0,292 (<0,05)	0,088 (n.s.)	0,251 (<0,05)	0,086 (n.s.)
Herzfrequenz	-0,099 (<0,05)	-0,09 (n.s.)	-0,101 (<0,05)	-0,119 (<0,05)
Jahre seit Menopause	-0,25 (<0,05)	-0,252 (<0,05)	-0,28 (<0,05)	-0,307 (<0,05)

Die anthropometrischen Daten (Körpergröße, Gewicht und BMI) weisen eine signifikante, aber sehr schwache Korrelation mit der Schallabschwächung (BUA) auf, lediglich das Körpergewicht korreliert sehr schwach mit dem Parameter SOS des DTU-one.

Tabelle 3.6.2. Korrelation anthropometrischer und klinisch anamnestischer Daten mit den QUS-Messergebnissen nach Korrektur auf Lebensalter

Dargestellt Korrelation R (Signifikanz p), alle Korrelationswerte mit $p < 0,05$ rot unterlegt

	UBIS BUA	UBIS SOS	DTU BUA	DTU SOS
Lebensalter	-0,334 (<0,05)	-0,334 (<0,05)	-0,331 (<0,05)	-0,377 (<0,05)
Körpergröße	-0,022 (n.s.)	-0,118 (n.s.)	0,000 (n.s.)	0,076 (n.s.)
Körpergewicht	0,265 (<0,05)	0,006 (n.s.)	0,225 (<0,05)	0,021 (n.s.)
Body Mass Index	0,276 (<0,05)	0,08 (n.s.)	0,229 (<0,05)	0,06 (n.s.)
Herzfrequenz	-0,099 (<0,05)	-0,098 (<0,05)	-0,084 (n.s.)	-0,131 (=0,05)
Jahre seit Menopause	0,046 (n.s.)	-0,023 (n.s.)	-0,044 (n.s.)	0,000 (n.s.)

Die folgende Tabelle zeigt einen Vergleich der anthropometrischen Daten zwischen den Probandinnen mit und ohne osteoporotischer Wirbelfraktur.

Tabelle 3.6.3 Mittelwert (\pm Standardabweichung) der anthropometrischen Daten getrennt für Frauen mit und ohne osteoporotische Wirbelfraktur, alle Daten korrigiert nach Lebensalter.

	Keine osteoporotische Wirbelfraktur	Eine oder mehr osteoporotische Wirbelfrakturen	Signifikanz (2-seitig) des T-Tests
Lebensalter (Jahre)	66,58 (\pm 7,01)	70,29 (\pm 6,78)	<0,01
Körpergröße (m)	1,62 (\pm 0,02)	1,61 (\pm 0,02)	n.s.
Körpergewicht (kg)	70,55 (\pm 1,78)	69,61 (\pm 1,72)	n.s.
Body Mass Index (kg/m²)	26,82 (\pm 0,04)	26,80 (\pm 0,04)	n.s.
Herzfrequenz (Schläge/min)	72,90 (\pm 1,59)	73,75 (\pm 1,54)	n.s.
Jahre seit Menopause	19,18 (\pm 6,70)	22,73 (\pm 6,49)	0,02

Alle Werte wurden durch eine Regressionsgleichung auf das Lebensalter hin korrigiert. Der T-Test für den Mittelwertvergleich bei unabhängigen Stichproben (T-Werte nicht aufgeführt) und dessen zweiseitige Signifikanz zeigen, dass ein statistisch relevanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen in bezug auf das

Lebensalter und die seit der Menopause vergangenen Jahre besteht. Herzfrequenz, Körpergröße, Gewicht und Body Mass Index wiesen keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen auf.

Von den 68 Probandinnen mit osteoporotischer Wirbelfraktur konnten 64 die Frage nach der Einnahme einer Hormonersatztherapie eindeutig beantworten. Von diesen 64 Frauen wurden 13 Probandinnen prä-, peri- bzw. postmenopausal mit einer Hormonersatztherapie behandelt. Dies ergibt einen Prozentsatz von 20,3. Von der Gesamtzahl der untersuchten Probandinnen wurden 32,9% und von den Probandinnen ohne osteoporotische Wirbelfraktur 35,5% mit einer Hormonersatztherapie in diesem Zeitraum behandelt.