

4. Ergebnisse

4.1 Boxplots und statistische Maßzahlen

Obwohl primär die Probanden zwischen den chronologischen Altern von 3 bis 16 bearbeitet wurden, bezieht sich die Auswertung, aufgrund eines aussagekräftigen Stichprobenumfangs, nur auf die chronologischen Alter von 6 bis 16 Jahren.

In den Abbildungen 1 bis 4, beziehungsweise den Tabellen 2 bis 5 ist der Zusammenhang zwischen dem geschätzten Skeletalter und dem chronologischen Alter graphisch, nach Methode und Geschlecht getrennt, durch Boxplots und durch Tabellen mit den zugrundeliegenden statistischen Maßzahlen dargestellt.

a) Boxplots und statistische Maßzahlen der Methode nach T/N für das weibliche Geschlecht

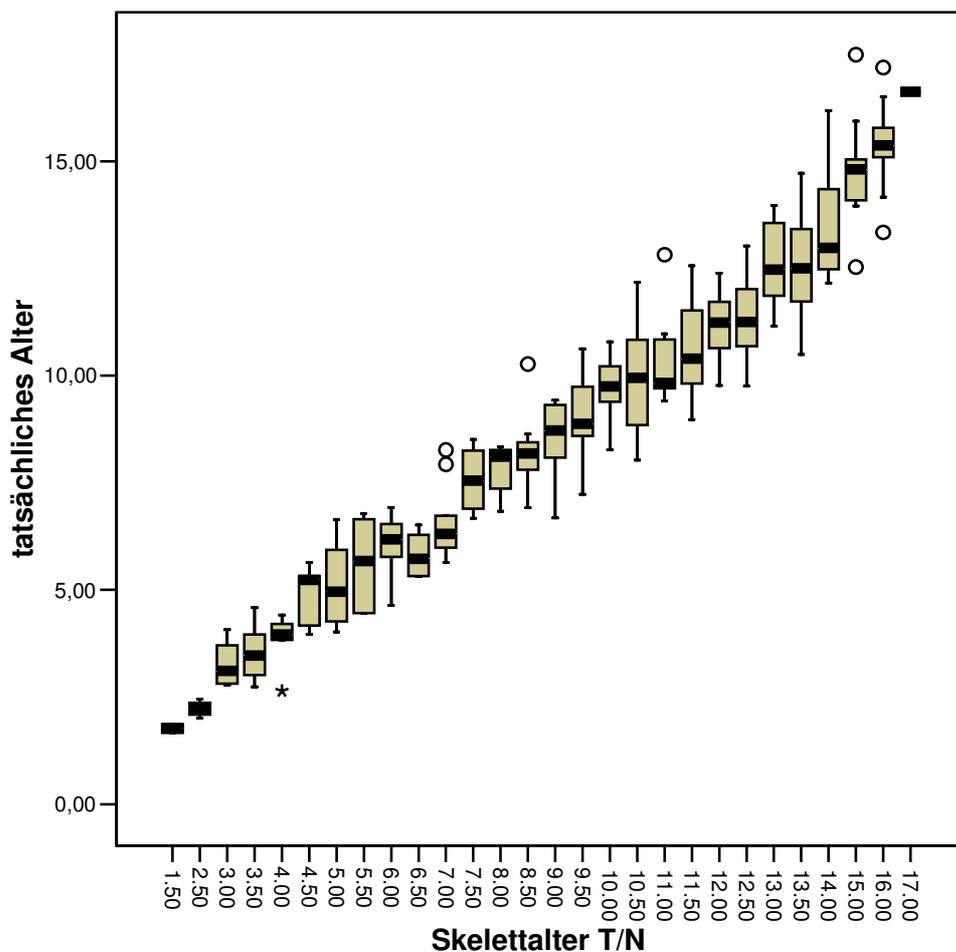


Abb. 1: Boxplot-Darstellung des geschätzten Skeletalters nach T/N und des chronologischen Alters der Mädchen.

Tab. 2: Statistische Maßzahlen für das Merkmal Skeletalter der Mädchen nach T/N

Skelett- alter (Jahre)	Fall- zahl	Mittel- wert (Jahre)	Standard- ab- weichung (Jahre)	Spann- weite (Jahre)	Minimum (Jahre)	Maximum (Jahre)	Perzentile 25 (Jahre)	Perzentile 50 (Jahre)	Perzentile 75 (Jahre)
6.0	13	6.0	0.7	2.3	4.6	6.9	5.5	6.2	6.6
6.5	6	5.8	0.5	1.2	5.3	6.5	5.3	5.7	6.3
7.0	9	6.6	0.9	2.7	5.6	8.3	6.0	6.3	7.3
7.5	4	7.6	0.8	1.8	6.7	8.5	6.9	7.5	8.4
8.0	7	7.8	0.6	1.5	6.8	8.3	7.0	8.1	8.3
8.5	9	8.3	0.9	3.4	6.9	10.3	7.7	8.2	8.5
9.0	9	8.5	1.0	2.7	6.7	9.4	7.5	8.7	9.4
9.5	13	9.0	1.0	3.4	7.2	10.6	8.4	8.9	9.9
10.0	8	9,7	0.8	2.5	8.3	10.8	9.3	9.7	10.3
10.5	13	9.9	1.2	4.2	8.0	12.2	8.7	9.9	10.9
11.0	7	10.4	1.2	3.4	9.4	12.8	9.6	9.8	11.0
11.5	30	10.6	1.0	3.7	8.9	12.6	9.8	10.4	11.5
12.0	12	11.2	0.8	2.6	9.8	12.4	10.5	11.2	11.7
12.5	13	11.3	1.0	3.2	9.8	13.0	10.5	11.2	12.2
13.0	16	12.6	0.9	2.8	11.1	13.9	11.7	12.5	13.9
13.5	42	12.6	1.0	4.2	10.5	14.7	11.7	12.4	13.4
14.0	19	13.5	1.2	4.0	12.2	16.2	12.4	13.0	14.4
15.0	12	14.7	1.2	5.0	12.5	17.5	14.0	14.8	15.1
16.0	15	15.4	0.9	3.9	13.3	17.2	15.0	15.4	15.9

Zunächst lässt sich feststellen, dass das Skeletalter gut mit dem chronologischen Alter korreliert, das heißt, es ergab sich ganz überwiegend ein Anstieg der Mittelwerte und der Mediane bei zunehmendem Skeletalter (Abb.1, Tab. 2).

Die Mittelwerte waren in fast allen Fällen kleiner als das Skeletalter. Die Differenzen zwischen Mittelwerten und Skeletaltern lagen zwischen 0 und 1,2 Jahren, wobei die durchschnittliche Differenz 0,5 Jahre betrug (Tab. 2).

Das bedeutet, dass in der Stichprobe das tatsächliche Alter um durchschnittlich 0,5 Jahre überschätzt werden würde.

Die Standardabweichungen betragen zwischen 0,5 und 1,2 Jahren, wobei die durchschnittliche Standardabweichung bei 0,9 Jahren lag (Tab. 2).

Die Spannweiten lagen zwischen 1,2 und 5,0 Jahren, wobei die durchschnittliche Spannweite 3,1 Jahre betrug (Tab. 2).

Da für die Altersschätzungspraxis der Nachweis der Vollendung des 14. Lebensjahres von besonderer Bedeutung ist, sollen die Ergebnisse bezüglich dieses Alters gesondert dargestellt werden.

Der Mittelwert für das Skeletalter 14 Jahre beträgt 13,5 Jahre (Tab. 2). Das wahrscheinlichste Alter eines Mädchens mit einem Skeletalter von 14 Jahren liegt damit bei 13,5 Jahren. Das tatsächliche Alter würde somit im Mittel um 0,5 Jahre überschätzt werden. Die Standardabweichung beträgt für das Skeletalter 14 Jahre 1,2 Jahre (Tab. 2). Das bedeutet, dass 68% der untersuchten Mädchen mit einem Skeletalter von 14 Jahren tatsächlich zwischen 12,3 und 14,7 Jahren alt sind. Gemäß der doppelten Standardabweichung sind 95% dieser Mädchen zwischen 11,1 und 15,9 Jahren alt.

Das untere Quartil für das Skeletalter 14 Jahre beträgt 12,4 Jahre (Tab. 2). Das bedeutet, dass 75% der untersuchten Mädchen mit einem Skeletalter von 14 Jahren älter als 12,4 Jahre sind.

Der Mittelwert und damit das wahrscheinlichste Alter für das Skeletalter 15 Jahre beträgt 14,7 Jahre (Tab. 2). Das tatsächliche Alter würde im Mittel um 0,3 Jahre überschätzt werden. Die Standardabweichung für das Skeletalter 15 Jahre beträgt 1,2 Jahre (Tab. 2). Das bedeutet, dass 68% der untersuchten Mädchen mit einem Skeletalter von 15 Jahren tatsächlich zwischen 13,5 und 15,9 Jahren alt sind. 95% dieser Mädchen sind zwischen 12,3 und 17,1 Jahren alt. Das untere Quartil für das Skeletalter 15 Jahre beträgt 14,0 Jahre (Tab. 2). Das bedeutet, dass ein Mädchen mit dem Skeletalter 15 Jahren das 14. Lebensjahr mit einer 75%igen Wahrscheinlichkeit vollendet hat.

Der Mittelwert für das Skeletalter 16 Jahre beträgt 15,4 Jahre (Tab. 2). Das tatsächliche Alter würde im Mittel um 0,6 Jahre überschätzt werden. Die Standardabweichung für das Skeletalter 16 Jahre beträgt 0,9 Jahre (Tab. 2). Das bedeutet, dass 68% der untersuchten Mädchen mit einem Skeletalter von 16 Jahren tatsächlich zwischen 14,5 und 16,3 Jahren alt sind. 95% dieser Mädchen sind zwischen 13,6 und 17,2 Jahren alt.

Das Minimum für das Skeletalter 16 Jahre liegt bei 13,3 Jahren (Tab. 2). In Bezug auf die Vollendung des 14. Lebensjahres bedeutet das, dass ein Mädchen mit einem Skeletalter von 16 Jahren mit einer geringen Wahrscheinlichkeit jünger als 14 Jahre sein kann.

b) Boxplots und statistische Maßzahlen der Methode nach T/N für das männliche Geschlecht

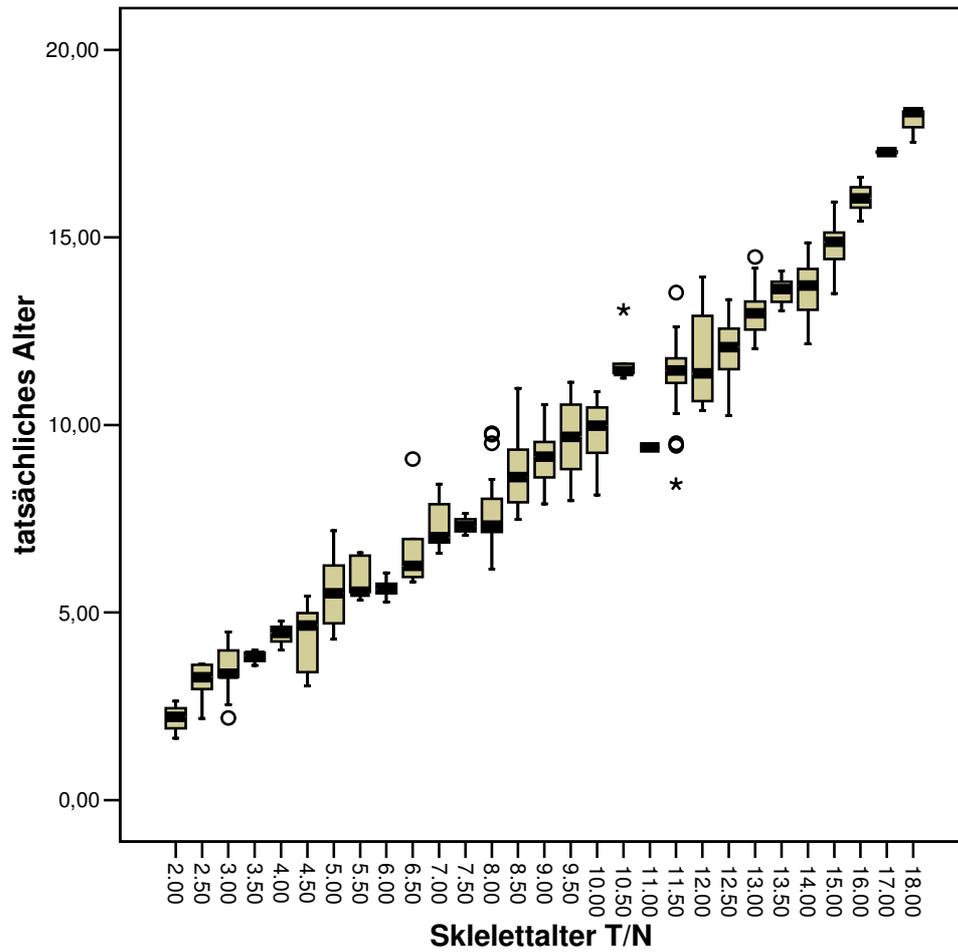


Abb. 2: Boxplot-Darstellung des geschätzten Skeletalters nach T/N und des chronologischen Alters der Knaben.

Tab. 3: Statistische Maßzahlen für das Merkmal Skeletalter der Knaben nach T/N

Skelett- alter (Jahre)	Fall- zahl	Mittel- wert (Jahre)	Standard- ab- weichung (Jahre)	Spann- weite (Jahre)	Minimum (Jahre)	Maximum (Jahre)	Perzentile 25 (Jahre)	Perzentile 50 (Jahre)	Perzentile 75 (Jahre)
6.0	6	5.6	0.3	0.7	5.3	6.0	5.4	5.6	5.8
6.5	6	6.7	1.2	3.3	5.8	9.1	5.9	6.2	7.5
7.0	14	7.3	0.6	1.8	6.6	8.4	6.8	7.0	7.9
7.5	4	7.3	0.2	0.6	7.0	7.6	7.1	7.3	7.6
8.0	19	7.6	1.1	3.6	6.2	9.8	7.1	7.3	8.1
8.5	14	8.8	1.0	3.5	7.5	11.0	7.9	8.6	9.3
9.0	13	9.1	0.7	2.6	7.9	10.5	8.5	9.1	9.6
9.5	14	9.6	1.0	3.1	8.0	11.1	8.8	9.7	10.6
10.0	17	9.8	0.8	2.8	8.1	10.9	9.2	10.0	10.5
10.5	5	11.7	0.7	1.8	11.2	13.0	11.3	11.4	12.3
11.0	1	9.4	0.0	0.0	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4
11.5	25	11.3	1.1	5.1	8.4	13.5	10.9	11.4	11.8
12.0	4	11.8	1.6	3.5	10.4	13.9	10.5	11.4	13.4
12.5	34	12.0	0.7	3.1	10.2	13.3	11.5	12.1	12.6
13.0	20	12.9	0.6	2.5	12.0	14.5	12.5	13.0	13.3
13.5	9	13.6	0.4	1.1	13.0	14.1	13.2	13.6	13.9
14.0	36	13.6	0.7	2.7	12.2	14.9	13.1	13.7	14.2
15.0	29	14.8	0.5	2.4	13.5	15.9	14.4	14.9	15.1
16.0	15	16.0	0.3	1.2	15.4	16.6	15.8	16.0	16.4

Zunächst lässt sich feststellen, dass auch bei den Knaben das Skeletalter gut mit dem chronologischen Alter korreliert, das heißt, es ergab sich ganz überwiegend ein Anstieg der Mittelwerte und der Mediane bei zunehmendem Skeletalter (Abb.2, Tab. 3).

Die Mittelwerte waren in fast allen Fällen kleiner als das Skeletalter (Tab. 3).

Die Differenzen zwischen Mittelwerten und Skelettaltern lagen zwischen 0 und 1,6 Jahren, wobei die durchschnittliche Differenz 0,3 Jahre betrug (Tab. 3). Das bedeutet, dass in der Stichprobe das tatsächliche Alter um durchschnittlich 0,3 Jahre überschätzt werden würde.

Die Standardabweichungen betragen zwischen 0,2 und 1,6 Jahren, wobei die durchschnittliche Standardabweichung bei 0,7 Jahren lag (Tab. 3).

Die Spannweiten lagen zwischen 0,0 und 5,1 Jahren, wobei die durchschnittliche Spannweite 2,4 Jahre betrug (Tab. 3).

Da für die Altersschätzung der Nachweis der Vollendung des 14. Lebensjahres von besonderer Bedeutung ist, sollen die Ergebnisse bezüglich dieses Alters auch für die Knaben gesondert dargestellt werden.

Der Mittelwert für das Skelettalter 14 Jahre beträgt 13,6 Jahre (Tab. 3). Das wahrscheinlichste Alter eines Knaben mit einem Skelettalter von 14 Jahren liegt damit bei 13,6 Jahren. Das tatsächliche Alter würde folglich im Mittel um 0,4 Jahre überschätzt werden.

Die Standardabweichung beträgt für das Skelettalter 14 Jahre 0,7 Jahre (Tab. 3). Das bedeutet, dass 68% der untersuchten Knaben mit einem Skelettalter von 14 Jahren tatsächlich zwischen 12,9 und 14,3 Jahren alt sind. Gemäß der doppelten Standardabweichung sind 95% dieser Knaben zwischen 12,2 und 15 Jahren alt.

Das untere Quartil für das Skelettalter 14 Jahre beträgt 13,1 Jahre (Tab. 3). Das bedeutet, dass 75% der untersuchten Knaben mit einem Skelettalter von 14 Jahren älter als 13,1 Jahre sind.

Der Mittelwert und damit das wahrscheinlichste Alter für das Skelettalter 15 Jahre beträgt 14,8 Jahre (Tab.3). Das tatsächliche Alter würde im Mittel folglich um 0,2 Jahre überschätzt werden.

Die Standardabweichung für das Skelettalter 15 Jahre liegt bei 0,5 Jahren (Tab. 3). Das bedeutet, dass 68% der untersuchten Knaben mit einem Skelettalter von 15 Jahren tatsächlich zwischen 14,3 und 15,3 Jahren alt sind. 95% dieser Knaben sind zwischen 13,8 und 15,8 Jahren alt. Das untere Quartil für das Skelettalter 15 Jahre beträgt 14,4 Jahre (Tab. 3). Das bedeutet, dass ein Knabe mit dem Skelettalter 15 Jahre das 14. Lebensjahr mit einer 75%igen Wahrscheinlichkeit vollendet hat.

Der Mittelwert für das Skelettalter 16 Jahre beträgt 16,0 (Tab. 3). Das tatsächliche Alter würde demnach im Mittel exakt geschätzt werden. Die Standardabweichung für das Skelettalter 16 Jahre beträgt 0,3 Jahre (Tab. 3). Das bedeutet, dass 68% der untersuchten Knaben mit einem Skelettalter von 16 Jahren tatsächlich zwischen 15,7 und 16,3 Jahren alt sind. 95% dieser Knaben sind zwischen 15,4 und 16,6 Jahren alt. Das Minimum für das Skelettalter 16 Jahre liegt bei 15,4 Jahren (Tab. 3). In Bezug auf die Vollendung des 14. Lebensjahres bedeutet das, dass ein Knabe mit einem Skelettalter von 16 Jahren nicht jünger als 14 Jahre sein kann.

c) Boxplots und statistische Maßzahlen der Methode nach G/P für das weibliche Geschlecht

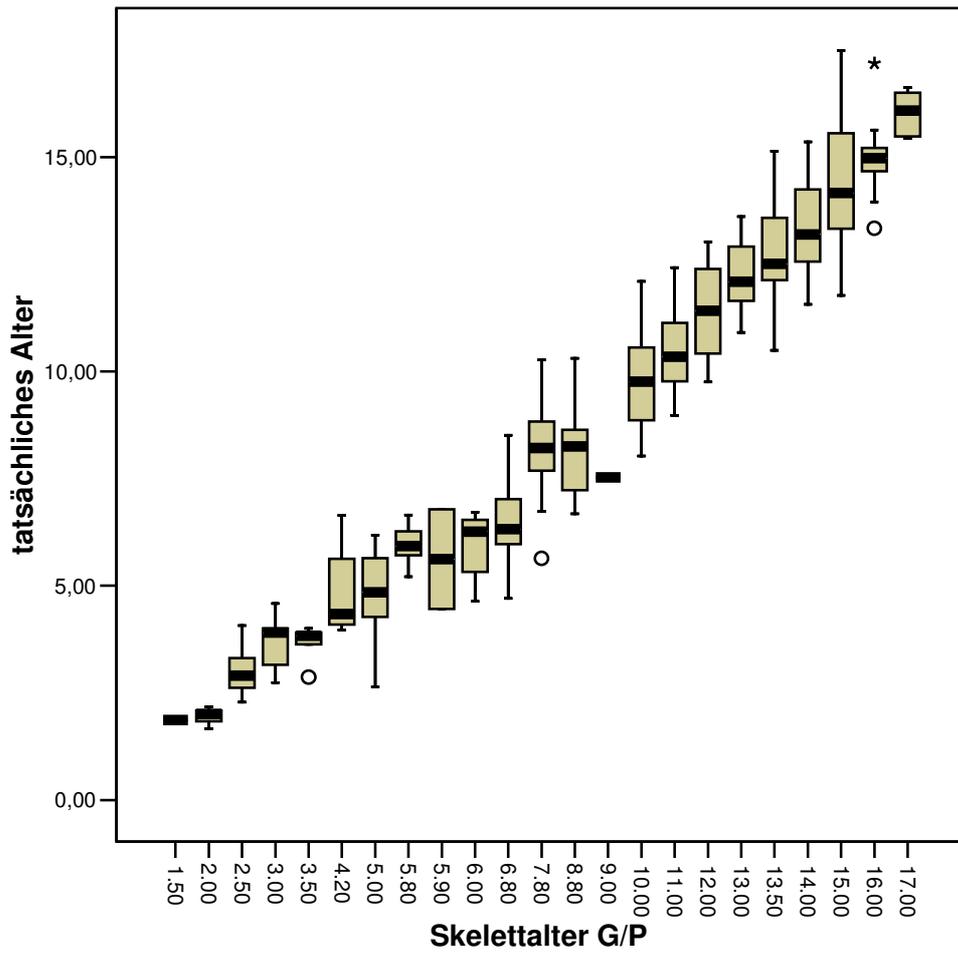


Abb. 3: Boxplot-Darstellung des geschätzten Skeletalters nach G/P und des chronologischen Alters der Mädchen

Tab. 4: Statistische Maßzahlen für das Merkmal Skeletalter der Mädchen nach G/P

Skelett- alter (Jahre)	Fall- zahl	Mittel- wert (Jahre)	Standard- ab- weichung (Jahre)	Spann- weite (Jahre)	Minimum (Jahre)	Maximum (Jahre)	Perzentile 25 (Jahre)	Perzentile 50 (Jahre)	Perzentile 75 (Jahre)
6.0	5	6.0	0.9	2.1	4.6	6.7	5.0	6.3	6.6
6.8	20	6.5	1.0	3.8	4.7	8.5	6.0	6.3	7.1
7.8	17	8.1	1.2	4.7	5.6	10.3	7.3	8.2	9.1
8.8	14	8.2	1.1	3.6	6.7	10.3	7.2	8.2	8.8
9.0	1	7.5	0.0	0.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
10.0	31	9.8	1.1	4.1	8.0	12.1	8.8	9.8	10.6
11.0	35	10.4	0.9	3.4	9.0	12.4	9.8	10.3	11.1
12.0	20	11.4	1.0	3.2	9.8	13.0	10.3	11.4	12.4
13.0	27	12.2	0.8	2.7	10.9	13.6	11.6	12.1	13.0
13.5	31	12.7	1.1	4.6	10.5	15.1	12.1	12.5	13.6
14.0	21	13.3	1.1	3.8	11.6	15.4	12.5	13.2	14.3
15.0	11	14.4	1.7	5.7	11.8	17.5	12.7	14.2	15.9
16.0	14	14.9	0.9	3.9	13.3	17.2	14.5	15.0	15.2

Zunächst lässt sich feststellen, dass auch anhand der Methode nach Greulich & Pyle (1959) für das weibliche Geschlecht das Skeletalter gut mit dem chronologischen Alter korreliert, das heißt, es ergab sich ganz überwiegend ein Anstieg der Mittelwerte und der Mediane mit zunehmendem Skeletalter (Abb. 3, Tab. 4).

Die Mittelwerte waren in fast allen Fällen kleiner als die Skeletalter (Tab. 4). Die Differenzen zwischen Mittelwerten und Skeletaltern lagen zwischen 0,2 und 1,5 Jahren, wobei die durchschnittliche Differenz 0,6 Jahre betrug. Das bedeutet, dass in der Stichprobe das tatsächliche Alter um durchschnittlich 0,6 Jahre überschätzt werden würde.

Die Standardabweichungen betragen zwischen 0,0 und 1,7 Jahren, wobei die durchschnittliche Standardabweichung bei 1,0 Jahren lag (Tab. 4).

Die Spannweiten lagen zwischen 0,0 und 5,7 Jahren, wobei die durchschnittliche Spannweite 3,5 Jahre betrug (Tab. 4).

Da für die Altersschätzung der Nachweis der Vollendung des 14. Lebensjahres von besonderer Bedeutung ist, sollen die Ergebnisse bezüglich dieses Alters gesondert dargestellt werden.

Der Mittelwert für das Skeletalter 14 Jahre beträgt 13,3 Jahre (Tab. 4). Das wahrscheinlichste Alter eines Mädchens mit einem Skeletalter von 14 Jahren liegt damit bei 13,3 Jahren. Das tatsächliche Alter würde folglich im Mittel um 0,7 Jahre überschätzt werden.

Die Standardabweichung beträgt für das Skeletalter 14 Jahre 1,1 Jahre (Tab. 4). Das bedeutet, dass 68% der untersuchten Mädchen mit einem Skeletalter von 14 Jahren tatsächlich zwischen 12,2 und 14,4 Jahren alt sind. Gemäß der doppelten Standardabweichung sind 95% dieser Mädchen zwischen 11,1 und 15,5 Jahren alt.

Das untere Quartil für das Skeletalter 14 Jahre beträgt 12,5 Jahre (Tab. 4). Das bedeutet, dass 75% der untersuchten Knaben mit einem Skeletalter von 14 Jahren älter als 12,5 Jahre sind.

Der Mittelwert und damit das wahrscheinlichste Alter für das Skeletalter 15 Jahre beträgt 14,4 Jahre (Tab.4). Das tatsächliche Alter würde im Mittel folglich um 0,6 Jahre überschätzt werden.

Die Standardabweichung für das Skeletalter 15 Jahre liegt bei 1,7 Jahren (Tab. 4). Das bedeutet, dass 68% der untersuchten Mädchen mit einem Skeletalter von 15 Jahren tatsächlich zwischen 12,7 und 16,1 Jahren alt sind. 95% dieser Mädchen sind sogar zwischen 11,0 und 17,8 Jahren alt.

Das untere Quartil für das Skeletalter 15 Jahre beträgt 12,7 Jahre (Tab. 4). Das bedeutet, dass ein Mädchen mit dem Skeletalter 15 Jahre das 14. Lebensjahr mit einer 75%igen Wahrscheinlichkeit noch nicht vollendet hat.

Der Mittelwert für das Skeletalter 16 Jahre beträgt 14,9 (Tab. 4). Das tatsächliche Alter würde demnach im Mittel um 1,1 Jahre überschätzt werden. Die Standardabweichung für das Skeletalter 16 Jahre beträgt 0,9 Jahre (Tab. 4). Das bedeutet, dass 68% der untersuchten Mädchen mit einem Skeletalter von 16 Jahren tatsächlich zwischen 13,8 und 16,0 Jahren alt sind. 95% dieser Mädchen sind zwischen 12,7 und 17,1 Jahren alt. Das Minimum für das Skeletalter 16 Jahre liegt bei 13,3 Jahren (Tab. 4). In Bezug auf die Vollendung des 14. Lebensjahres bedeutet das, dass ein Mädchen mit einem Skeletalter von 16 Jahren durchaus jünger als 14 Jahre sein kann.

d) Boxplots und statistische Maßzahlen der Methode nach G/P für das männliche Geschlecht

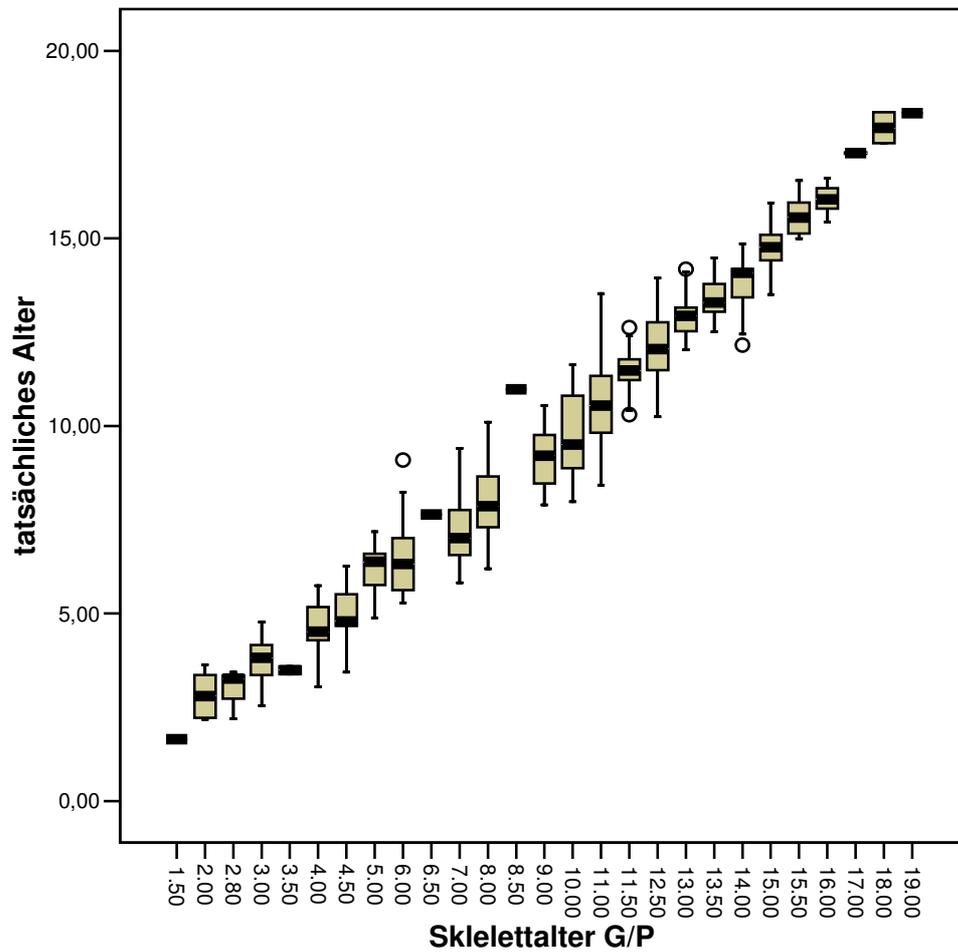


Abb. 4: Boxplot-Darstellung des geschätzten Skeletalters nach G/P und des chronologischen Alters der Knaben

Tab. 5: Statistische Maßzahlen für das Merkmal Skeletalter der Knaben nach G/P

Skelett- alter (Jahre)	Fall- zahl	Mittel- wert (Jahre)	Standard- ab- weichung (Jahre)	Spann- weite (Jahre)	Minimum (Jahre)	Maximum (Jahre)	Perzentile 25 (Jahre)	Perzentile 50 (Jahre)	Perzentile 75 (Jahre)
6.0	16	6.5	1.1	3.8	5.3	9.1	5.6	6.3	7.0
6.5	1	7.6	0.0	0.0	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
7.0	20	7.1	0.9	3.6	5.8	9.4	6.5	7.0	7.8
8.0	23	8.0	1.0	3.9	6.2	10.1	7.3	7.9	8.8
8.5	1	11.0	0.0	0.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
9.0	20	9.2	0.7	2.6	7.9	10.5	8.4	9.2	9.8
10.0	25	9.8	1.1	3.6	8.0	11.6	8.8	9.5	10.8
11.0	16	10.8	1.3	5.1	8.4	13.5	9,7	10.5	11.4
11.5	21	11.5	0.6	2,3	10.3	12.6	11.2	11.5	11.8
12.5	34	12.1	0.9	3.7	10.2	13.9	11.4	12.0	12.8
13.0	24	12.9	0.6	2.2	12.0	14.2	12.5	12.9	13.2
13.5	18	13.4	0.6	2.0	12.5	14.5	12.9	13.3	13.8
14.0	24	13.8	0.7	2.7	12.2	14.9	13.4	14.1	14.2
15.0	24	14.7	0.5	2.4	13.5	15.9	14.4	14.8	15.1
15.5	9	15.6	0.5	1.5	15.0	16.5	15.1	15.5	16.0
16.0	11	16.0	0.3	1.2	15.4	16.6	15.8	16.0	16.4

Zunächst lässt sich feststellen, dass auch bei den Knaben das Skeletalter gut mit dem chronologischen Alter korreliert, das heißt, es ergab sich ganz überwiegend ein Anstieg der Mittelwerte und der Mediane bei zunehmendem Skeletalter (Abb. 4, Tab. 5).

Die Mittelwerte waren in 7 von 16 Jahrgängen kleiner als das Skeletalter, wobei sich dieser Trend vor allem mit zunehmendem Skeletalter zeigte (Tab. 5). Die Differenzen zwischen Mittelwerten und Skeletaltern lagen zwischen 0,0 und 2,5 Jahren, wobei die durchschnittliche Differenz 0,4 Jahre betrug (Tab. 5). Das bedeutet, dass in der Stichprobe das tatsächliche Alter vor allem mit steigendem Skeletalter um durchschnittlich 0,4 Jahre überschätzt werden würde.

Die Standardabweichungen betragen zwischen 0,0 und 1,3 Jahren, wobei die durchschnittliche Standardabweichung bei 0,7 Jahren lag (Tab. 5).

Die Spannweiten lagen zwischen 0,0 und 5,1 Jahren, wobei die durchschnittliche Spannweite 2,5 Jahre betrug (Tab. 5).

Da für die Altersschätzung der Nachweis der Vollendung des 14. Lebensjahres von besonderer Bedeutung ist, sollen die Ergebnisse bezüglich dieses Alters auch für die Knaben gesondert dargestellt werden.

Der Mittelwert für das Skeletalter 14 Jahre beträgt 13,8 Jahre (Tab. 5). Das wahrscheinlichste Alter eines Knaben mit einem Skeletalter von 14 Jahren liegt damit bei 13,8 Jahren. Das tatsächliche Alter würde folglich im Mittel um 0,2 Jahre überschätzt werden.

Die Standardabweichung beträgt für das Skeletalter 14 Jahre 0,7 Jahre (Tab. 5). Das bedeutet, dass 68% der untersuchten Knaben mit einem Skeletalter von 14 Jahren tatsächlich zwischen 13,1 und 14,5 Jahren alt sind. Gemäß der doppelten Standardabweichung sind 95% dieser Knaben zwischen 12,4 und 15,2 Jahren alt.

Das untere Quartil für das Skeletalter 14 Jahre beträgt 13,4 Jahre (Tab. 5). Das bedeutet, dass 75% der untersuchten Knaben mit einem Skeletalter von 14 Jahren älter als 13,4 Jahre sind.

Der Mittelwert und damit das wahrscheinlichste Alter für das Skeletalter 15 Jahre beträgt 14,7 Jahre (Tab.5). Das tatsächliche Alter würde im Mittel folglich um 0,3 Jahre überschätzt werden.

Die Standardabweichung für das Skeletalter 15 Jahre liegt bei 0,5 Jahren (Tab. 5). Das bedeutet, dass 68% der untersuchten Knaben mit einem Skeletalter von 15 Jahren tatsächlich zwischen 14,2 und 15,2 Jahren alt sind. 95% dieser Knaben sind zwischen 13,7 und 15,7 Jahren alt. Das untere Quartil für das Skeletalter 15 Jahre beträgt 14,4 Jahre (Tab. 5). Das bedeutet, dass ein Knabe mit dem Skeletalter 15 Jahre das 14. Lebensjahr mit einer 75%igen Wahrscheinlichkeit vollendet hat.

Der Mittelwert für das Skeletalter 16 Jahre beträgt 16,0 (Tab. 5). Das tatsächliche Alter würde demnach im Mittel exakt geschätzt werden. Die Standardabweichung für das Skeletalter 16 Jahre beträgt 0,3 Jahre (Tab. 5). Das bedeutet, dass 68% der untersuchten Knaben mit einem Skeletalter von 16 Jahren tatsächlich zwischen 15,7 und 16,3 Jahren alt sind. 95% dieser Knaben sind zwischen 15,4 und 16,6 Jahren alt. Das Minimum für das Skeletalter 16 Jahre liegt bei 15,4 Jahren (Tab. 5). In Bezug auf die Vollendung des 14. Lebensjahres bedeutet das, dass ein Knabe mit einem Skeletalter von 16 Jahren nicht jünger als 14 Jahre sein kann.

4.2 Einfache lineare Regressionsanalysen

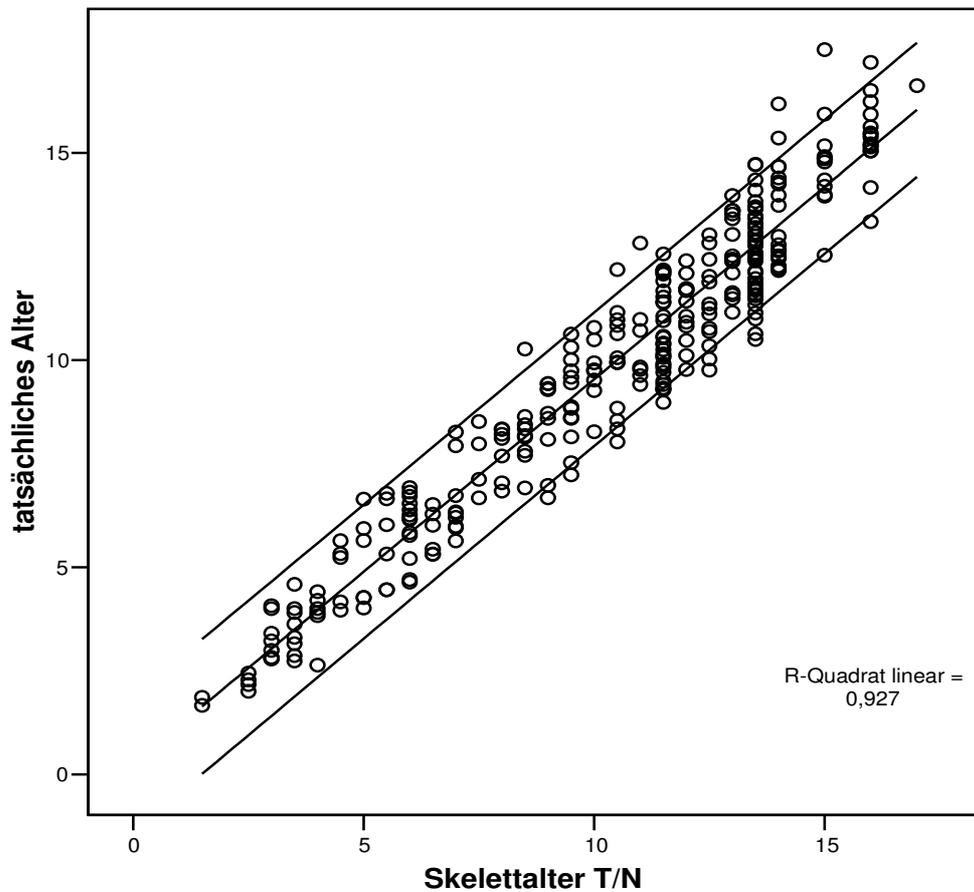


Abb. 5: Lineare Regression von insgesamt 303 einzelnen Daten der Mädchen. Das chronologische Alter ist als Funktion des geschätzten Skelettalters nach T/N dargestellt. Durch die parallelen äußeren Linien wird das 95%-Konfidenzintervall markiert und der Vorhersagewert des Skelettalters veranschaulicht.

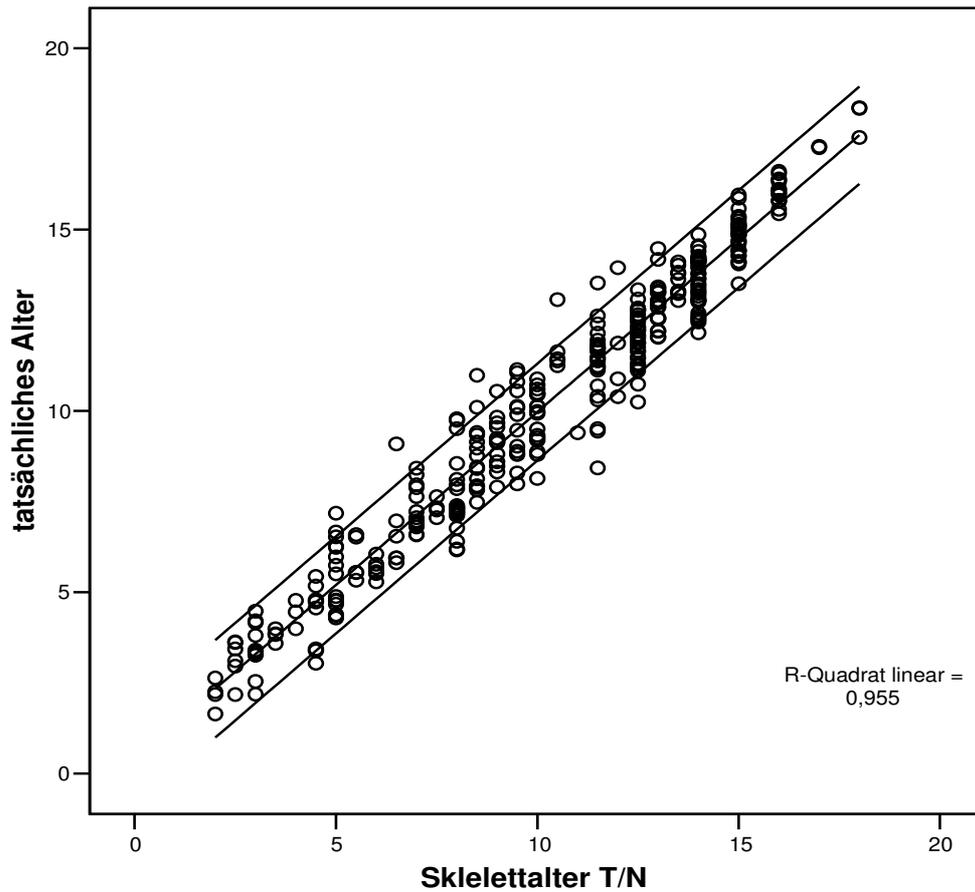


Abb. 6: Lineare Regression von insgesamt 347 einzelnen Daten der Knaben. Das chronologische Alter ist als Funktion des geschätzten Skeletalters nach T/N dargestellt. Durch die parallelen äußeren Linien wird das 95%-Konfidenzintervall markiert und der Vorhersagewert des Skeletalters veranschaulicht.

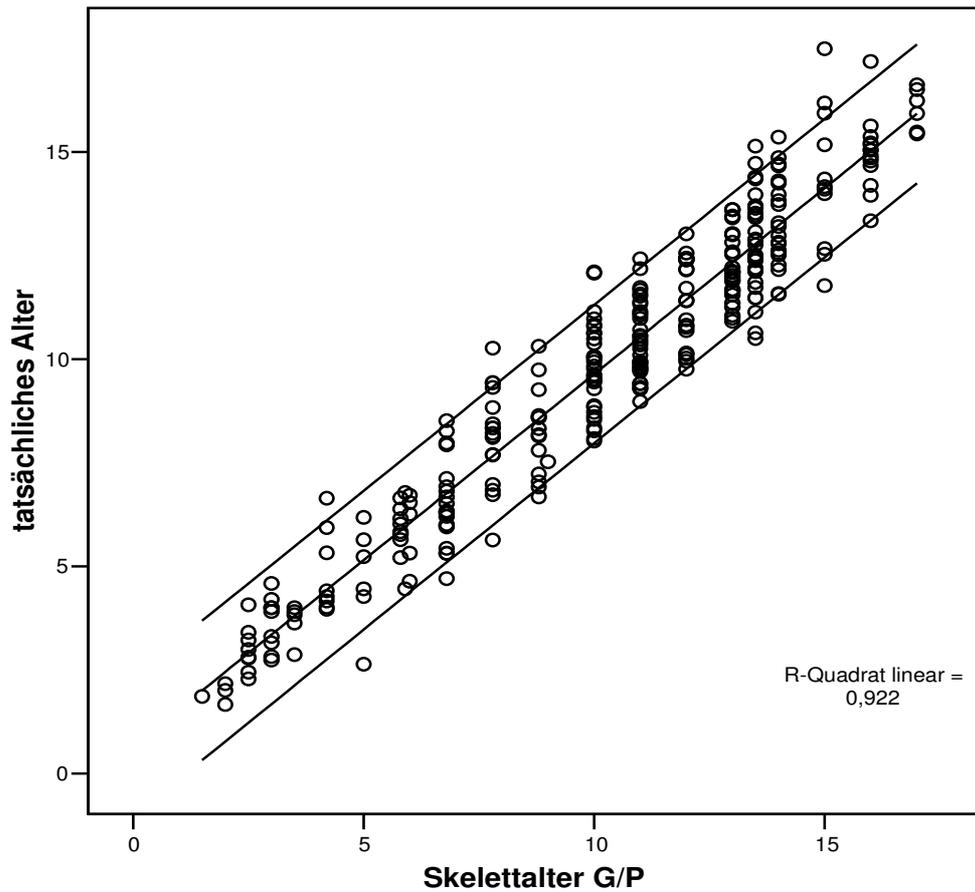


Abb. 7: Lineare Regression von insgesamt 303 einzelnen Daten der Mädchen. Das chronologische Alter ist als Funktion des geschätzten Skeletalters nach G/P dargestellt. Durch die parallelen äußeren Linien wird das 95%-Konfidenzintervall markiert und der Vorhersagewert des Skeletalters veranschaulicht.

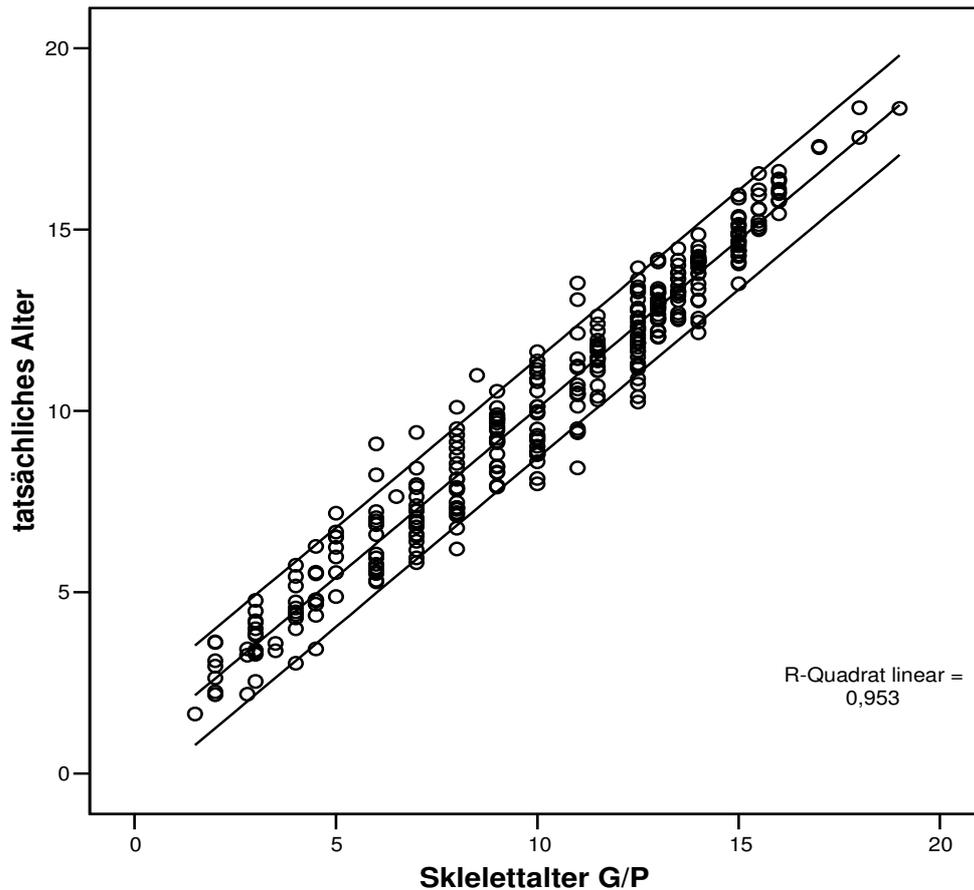


Abb. 8: Lineare Regression von insgesamt 347 einzelnen Daten der Knaben. Das chronologische Alter ist als Funktion des geschätzten Skelettalters nach G/P dargestellt. Durch die parallelen äußeren Linien wird das 95%-Konfidenzintervall markiert und der Vorhersagewert des Skelettalters veranschaulicht.

Die Abbildungen 5 bis 8 zeigen die einfache lineare Regression, wobei das chronologische Alter für beide Geschlechter als Funktion des geschätzten Skelettalters nach Thiemann & Nitz (1991) beziehungsweise Greulich & Pyle (1959) dargestellt ist.

Für alle 4 Abbildungen zeigt sich eine enge Korrelation um die Regressionsgerade, die durch die hohen Regressionskoeffizienten bestätigt wird.

Für die Mädchen führt die Regressionsanalyse nach Thiemann & Nitz (1991) zu einem Regressionskoeffizienten von 0,963 (Abb. 5), nach Greulich & Pyle (1959) zu einem Wert von 0,960 (Abb. 7).

Mit steigendem Skelettalter zeigt sich für die Mädchen nach beiden Methoden eine zunehmende Streuung der Kalenderalterwerte um die Regressionsgerade (Abb. 5, Abb. 7).

Das mit $R^2=0,927$ nach Thiemann & Nitz (1991) und das mit $R^2=0,922$ nach Greulich & Pyle (1959) angegebene Bestimmtheitsmaß der Regressionsgleichung zeigt bei den Mädchen einen großen linearen Zusammenhang zwischen der abhängigen (Kalenderalter) und der erklärenden (Methodenalter) Variablen (Abb. 5, Abb. 7).

Die vorliegende einfache lineare Regressionsanalyse führt bei den Knaben nach Thiemann & Nitz (1991) zu einem Regressionskoeffizienten von 0,977 (Abb. 6), nach Greulich & Pyle (1959) ergibt sich ein Wert von 0,976 (Abb. 8). Es zeigt sich eine Abnahme der Streuung der Kalenderalterwerte um die Regressionsgerade ab einem Skelettalter von 13,0 Jahren nach Thiemann & Nitz (1991), beziehungsweise einem Knochenalter von 12,0 Jahren nach Greulich & Pyle (1959).

Das mit $R^2=0,955$ nach Thiemann & Nitz (1991), beziehungsweise $R^2=0,953$ nach Greulich & Pyle (1959) angegebene Bestimmtheitsmaß der Regressionsgleichung zeigt bei den Knaben einen geringfügig größeren linearen Zusammenhang zwischen der abhängigen (Kalenderalter) und der erklärenden (Methodenalter) Variablen (Abb. 6, Abb. 8).

Es kann festgehalten werden, dass anhand der einfachen lineare Regressionsanalyse für beide Methoden ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem chronologischen und dem geschätzten Skelettalter besteht.

Beide Verfahren betreffend, zeigt sich bei den Knaben im Vergleich zu den Mädchen ein geringfügig engerer Zusammenhang zwischen dem Kalenderalter und dem geschätzten Skelettalter. Grundsätzlich werden die Erkenntnisse aus den Boxplot-Darstellungen (Abb. 1-4) durch die einfache lineare Regression bestätigt.

4.3 Multiple Regressionsanalysen

Die Tatsache, dass sich das Bestimmtheitsmaß der Regressionsgleichung durch das Hinzufügen weiterer erklärender Variablen niemals verschlechtern kann, verführt zunächst leicht zu der Strategie, möglichst viele erklärende Variablen in das Regressionsmodell aufzunehmen, um so ein hohes R^2 ausgewiesen zu bekommen, und damit eine vermeintlich gute Regressionsschätzung zu erzielen. Um entscheiden zu können, ob die Aufnahme einer erklärenden Variablen in das Regressionsmodell zweckmäßig ist, ob also deren positiver Beitrag zum R^2 die Zunahme an Unsicherheit in den Schätzergebnissen überwiegt, wird häufig neben dem R^2 noch ein sogenanntes korrigiertes R^2 betrachtet, bei dessen Bewertung zusätzlich die Anzahl der bei der Schätzung verwendeten erklärenden Variablen berücksichtigt wird.

Tab. 6: Prozentuale Signifikanz der Einzelknochen an der Bestimmung des Skeletalters nach Thiemann & Nitz (1991) für die Mädchen.

Koeffizienten(a)

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
		B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	-.117	.908		-.129	.897
	Skeletalter	.952	.064	.987	14.976	.000
	T/N					
	HL	.015	.019	.103	.782	.435
	OM III	-.001	.028	-.004	-.049	.961
	BP III	.019	.037	.035	.519	.604
	MP III	-.072	.059	-.080	-1.219	.224
	TP III	.028	.064	.021	.440	.660
	Os C (H)	.062	.050	.071	1.240	.216
	Os C (B)	.051	.054	.044	.939	.349
	Os H (H)	-.108	.052	-.113	-2.076	.039
	Os H (B)	-.057	.076	-.046	-.747	.456
	Dis Re (H)	.095	.036	.108	2.619	.009
	Dis Re (B)	-.090	.042	-.161	-2.131	.034

a Abhängige Variable: tatsächliches Alter

Tab.7: Prozentuale Signifikanz der Einzelknochen an der Bestimmung des Skeletalters nach Thiemann & Nitz (1991) für die Knaben.

Koeffizienten(a)

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
		B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	-1.055	.603		-1.748	.081
	Skeletalter T/N	.920	.035	.942	25.910	.000
	HL	.019	.011	.135	1.639	.102
	OM III	.027	.024	.076	1.126	.261
	BP III	-.024	.038	-.042	-.639	.523
	MP III	-5.828E-05	.046	.000	-.001	.999
	TP III	.032	.041	.026	.799	.425
	Os C (H)	-.027	.036	-.035	-.752	.452
	Os C (B)	-.082	.034	-.076	-2.406	.017
	Os H (H)	-.055	.042	-.063	-1.300	.195
	Os H (B)	.009	.042	.008	.224	.823
	Dis Re (H)	.023	.025	.027	.931	.353
	Dis Re (B)	-.010	.027	-.020	-.381	.704

a Abhängige Variable: tatsächliches Alter

Anhand der Tabellen 6 und 7 sollte herausgearbeitet werden, mit welcher Signifikanz die einzelnen vermessenen Knochen der Mädchen und Knaben, nach Thiemann & Nitz (1991), in die Bestimmung des Skeletalters einfließen. Dazu wurden zunächst sämtliche Messwerte als Einflussvariablen dem chronologischen Alter als abhängige Variable gegenübergestellt. Anschließend erfolgte durch schrittweise Reduktion der nicht signifikanten Einflussvariablen die Feststellung der signifikantesten Parameter bei der Bestimmung des Skeletalters.

Das korrigierte R^2 liegt für die Mädchen bei 0,929, für die Knaben ergibt sich ein Wert von 0,956. Lediglich für die Distale Radiusepiphyse und das Os hamatum in seiner Höhe bei den Mädchen, beziehungsweise das Os capitatum in seiner Breite bei den Knaben, konnte eine hohe Signifikanz bezüglich des Einflusses auf die Skeletalterschätzung nachgewiesen werden (Tab. 6, Tab. 7). Der signifikanteste Zusammenhang bezüglich der Skeletalterschätzung besteht jedoch zwischen dem ermittelten Methodenalter, welches sich aus dem Gesamteindruck der Handskelettreife ergibt, und dem tatsächlichen Alter (Tab. 6, Tab. 7).

4.4 Korrelationsanalysen

Tab. 8: Die vorliegende Tabelle zeigt, die anhand der Gegenüberstellung von geschätzten Skelettaltern nach der jeweiligen Methode und den chronologischen Altern berechneten Intraklassenkorrelationskoeffizienten (IKK).

Methode und Geschlecht	IKK
T/N für das weibliche Geschlecht	0.9535
T/N für das männliche Geschlecht	0.977
G/P für das weibliche Geschlecht	0.9526
G/P für das männliche Geschlecht	0.9751

Die Berechnungen der Intraklassenkorrelationskoeffizienten (IKK) erbrachten für beide Methoden und Geschlechter Werte mit hoher Reliabilität.

Mit einem IKK von 0,9535 nach Thiemann & Nitz (1991) und einem IKK von 0,9526 nach Greulich & Pyle (1959) besteht bei den Mädchen eine enge Korrelation und große Verlässlichkeit zwischen dem geschätzten Skelettalter und dem chronologischen Alter. Ähnlich verhält es sich bei den Knaben. Mit einem IKK von 0,977 nach Thiemann & Nitz (1991) und einem IKK von 0,9751 nach Greulich & Pyle (1959), besteht für die Knaben im Vergleich zu den Mädchen eine noch engere Korrelation und größere Verlässlichkeit zwischen dem geschätzten Skelettalter und dem chronologischen Alter.

Es zeigt sich, dass beide Methoden zu fast identischen Intraklassenkorrelationskoeffizienten führen.