

4 Ergebnisse

Es wurden bei 32 Patienten insgesamt 480 Abschnitte der Koronararterien (Einteilung nach AHA) in den axialen Schichten, in VR und AVA jeweils im Ein-, Zwei- und Viersektorprotokoll und jeweils in den zehn Abschnitten des RR-Intervals (0 - 90%) dargestellt. Die Abschnitte 14 und 15 waren in der AVA nicht vorgesehen. So wurden insgesamt 41280 Segmente ausgewertet. Dabei konnten bei Untersucher 1: 8994 (21,8 %) und bei Untersucher 2: 8945 (21,6 %) der Koronarabschnitte nicht dargestellt werden. Unabhängig von den Mehrsektorprotokollen ließen sich in der AVA über 40 % der Segmente nicht abbilden. Im Vergleich: Die axialen Bilder stellten mit einer Ausfallrate von 10 % die einzelnen Segmente zuverlässig dar.

	Segment			Burst			Burst Plus			total
	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	
Anzahl	4800	4800	4160	4800	4800	4160	4800	4800	4160	41280
fehlend	468	728	1707	483	783	1734	473	721	1897	8994
	466	756	1720	478	716	1707	464	731	1907	8945
fehlend in %	9,8	15,2	41,0	10,1	15,4	41,7	9,9	15,0	45,6	21,8
	9,7	15,8	41,3	10,0	14,9	41,0	9,7	15,2	45,8	21,6

Tabelle 14 Verteilung der nicht abgebildeten Segmente. Der obere Wert entspricht dem Untersucher 1 der untere kursive Wert dem Untersucher 2. Das Protokoll der AVA für den RCX sah nur die Segmente 11,12 und 13 vor. Der zweite und dritte Marginalast waren in der Software routinemäßig nicht vorgesehen. Daher ist die Anzahl der Segmente in der AVA geringer.

4.1 Patientenkollektiv

4.1.1 Altersstruktur

7 Frauen und 25 Männer im Alter von 15-74 Jahren wurden untersucht. Die Patienten waren im Mittel 54 Jahre (± 17 Jahre alt).

Patienten	Alter
Anzahl	32
Mittel	54,3
Median	59,5
Standardabweichung	16,8
Varianz	238,8
Minimum	15
Maximum	74

Tabelle 15 Alter der Patienten in Jahren

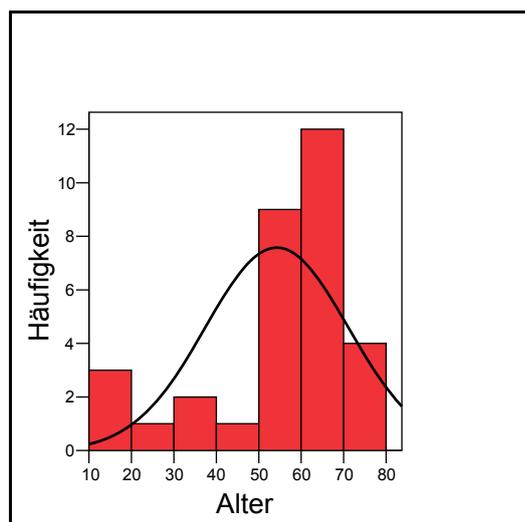


Abbildung 9 Altersverteilung des Patientenkollektives in Jahren

4.1.2 Herzfrequenz

Die Herzfrequenzen des Patientenkollektives waren zwischen 39 bis 140 Schlägen pro Minute normal verteilt. Herzfrequenzen oberhalb von 140 Schlägen in der Minute wurden gelegentlich durch eine fehlerhafte EKG-Erkennung vorgetäuscht. Eine Arrhythmie oder ein starker Anstieg der Herzfrequenz war die häufigste Ursache der fehlerhaften EKG-Erkennung.

Herzfrequenz	1/min
Mittelwert	81,5
Median	73
Varianz	1289,9
Standardabweichung	35,9
Schiefe	2,2
Minimum	39
Maximum	239
Perzentile 25%	61
50%	73
75%	85

Tabelle 16 Verteilung der Herzfrequenzen im Patientenkollektiv

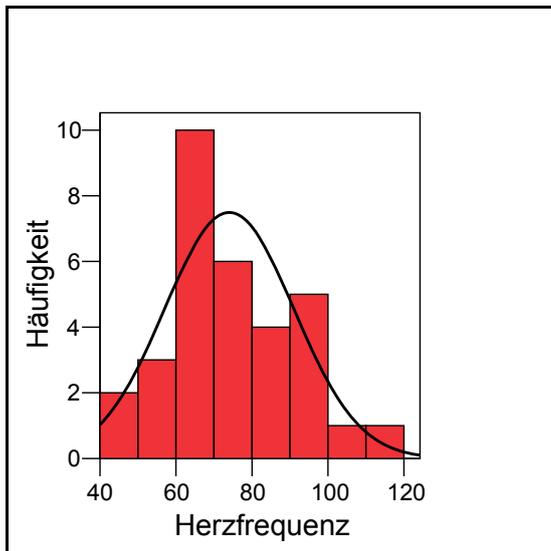


Abbildung 10 Verteilung der Herzfrequenzen des Patientenkollektives

Während eines Scans variierte die Herzfrequenz im Median um 11 Schläge pro Minute. Diese Variationen innerhalb einer Untersuchung waren nicht normalverteilt. Die Variabilität wurde hauptsächlich durch die Injektion des Kontrastmittels hervorgerufen. Weitere Ursachen waren Arrhythmien, der Atemverhalt oder Aufregung.

Herzfrequenz	1/min
Mittel	22
Median	11
Standardabweichung	38
Varianz	1442
Minimum	1
Maximum	183
Perzentile 25%	3
50%	11
75%	19

Tabelle 17 Variabilität der Herzfrequenzen während einer Untersuchung in 1/min

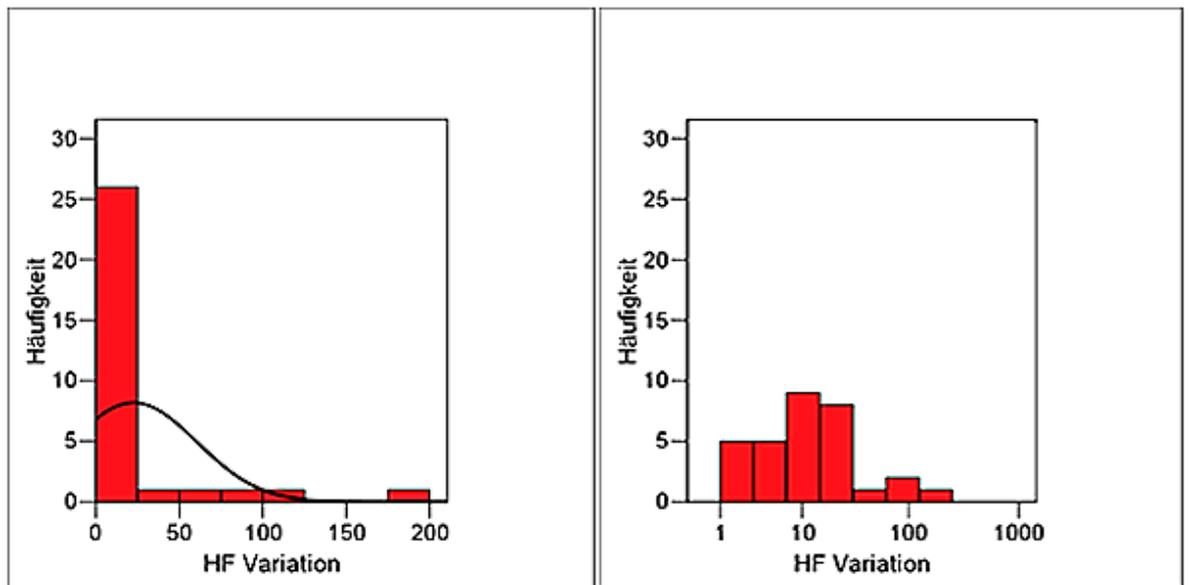


Abbildung 11 Verteilung der Häufigkeiten der Herzfrequenzvariabilität, rechts logarithmisch abgetragen

4.2 Der Vergleich Untersucher 1 und Untersucher 2 (Interraterrealibilität)

Die folgende Tabelle zeigt die Interraterrealität κ in der Beurteilung der Bildqualität durch Untersucher 1 und Untersucher 2.

	Segment			Burst			Burst Plus		
	Axial	VRT	AVA	Axial	VRT	AVA	Axial	VRT	AVA
RCA	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7
LMCA	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7
LAD	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	0,7
RCX	0,5	0,5	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7

Tabelle 18 Interraterrealität κ (0,21 - 0,4 schwach; 0,41 – 0,6 moderat; 0,61 – 0,8 gut; 0,81 -1 sehr gut) [84]

Die Beurteilung der Bildqualität zwischen Untersucher 1 und Untersucher 2 stimmte insgesamt gut überein ($\kappa = 0,7$). Proximale Segmente stimmten in der Einschätzung gut überein. Distale Segmente insbesondere mit kleinerem Lumen waren moderat übereinstimmend. Insgesamt zeigte sich, dass die Interraterreabilität in den Nachbearbeitungswerkzeugen höher war ($\kappa = 0,8$) als in den axialen Schichten ($\kappa = 0,6$).

4.3 Nichtdarstellbare Segmente pro Patient

Durch Untersucher 1 konnten bei 19 Patienten (68,8 %), durch Untersucher 2 bei 15 Patienten (48,0 %) alle Segmente der Koronararterien dargestellt werden. Nicht darstellbar waren hauptsächlich distale, kleinlumige Gefäße oder der mittlere Abschnitt der rechten Koronararterie im Verlauf zwischen dem rechten Atrium und dem rechten Ventrikel.

Patient	Nicht darstellbare Segmente nach AHA		Patient	Nicht darstellbare Segmente nach AHA	
	Interrater 1	Interrater 2		Interrater 1	Interrater 2
1	10, 14, 15	10, 14, 15	17	13, 14, 15	8, 12, 13, 14, 15
2	15	15	18	10, 14, 15	10, 14, 15
3	10, 15	2, 10, 15	19	15	15
4	1, 2, 3, 15	1, 2, 3, 14, 15	20	15	2, 15
5	-	15	21	-	-
6	-	-	22	10, 15	10, 15
7	-	-	23	-	-
8	-	-	24	-	12, 15
9	-	-	25	-	-
10	-	-	26	-	-
11	-	8, 14	27	-	-
12	4, 8	4, 8	28	4, 8	1, 2, 4, 8
13	-	-	29	-	-
14	-	-	30	4, 8	4, 8
15	-	-	31	-	10, 15
16	2, 8, 14	8, 14	32	-	-

Tabelle 19 Übersicht über die nicht darstellbaren Segmente, d.h. Segmente die weder in den axialen Schichten oder mit Hilfe von Nachbearbeitungswerkzeugen zu keinem Zeitpunkt des RR-Intervalls dargestellt werden konnten (die Quantifizierung der Bildqualität findet sich in der Tabelle 21, 22 für die RCA, in der Tabelle 23, 24 für LMCA, in der Tabelle 26, 27 für die LAD und in der Tabelle 29, 30 für den RCX)

4.4 Die Arteria coronaria dextra (RCA)

Die Abbildung 12 zeigt noch einmal schematisch die Einteilung der RCA in die einzelnen Segmente nach AHA.

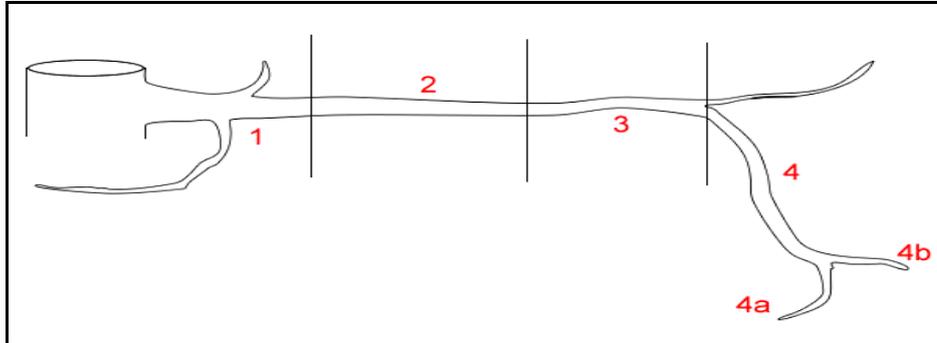


Abbildung 12 Einteilung der RCA nach AHA

Insgesamt wurden 11520 Abschnitte der RCA ausgewertet. Dabei konnten bei Untersucher 1 insgesamt 2420 (21,0 %) und bei Untersucher 2 insgesamt 2456 (21,4 %) der Segmente nicht evaluiert werden. In der AVA war die Ausfallrate mit 43 % sehr hoch. Distale Abschnitte ließen sich im Vergleich zu proximalen Segmenten schwerer abbilden.

Segment	Segment			Burst			Burst Plus		
	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA
AHA-1	2,8	6,9	39,4	5,0	7,2	37,8	3,8	6,6	34,1
	<i>3,4</i>	<i>6,8</i>	<i>39,1</i>	<i>5,0</i>	<i>7,1</i>	<i>39,4</i>	<i>4,1</i>	<i>6,6</i>	<i>35,0</i>
AHA-2	7,5	11,3	43,4	8,4	11,3	38,8	7,8	11,9	40,0
	<i>7,7</i>	<i>12,1</i>	<i>44,5</i>	<i>7,2</i>	<i>10,9</i>	<i>43,4</i>	<i>8,1</i>	<i>12,2</i>	<i>39,7</i>
AHA-3	8,1	14,1	44,4	7,8	14,1	46,6	6,9	15,0	44,1
	<i>7,8</i>	<i>15,0</i>	<i>44,3</i>	<i>8,1</i>	<i>15,1</i>	<i>44,4</i>	<i>7,5</i>	<i>15,3</i>	<i>44,7</i>
AHA-4	12,5	19,7	49,4	13,8	18,4	46,3	11,3	19,1	49,7
	<i>14,3</i>	<i>18,8</i>	<i>47,8</i>	<i>14,1</i>	<i>17,8</i>	<i>49,1</i>	<i>12,2</i>	<i>19,7</i>	<i>41,9</i>
RCA	7,7	13,0	44,2	8,8	12,8	42,4	7,5	13,2	42,0
	<i>8,3</i>	<i>13,2</i>	<i>43,9</i>	<i>8,6</i>	<i>12,7</i>	<i>44,1</i>	<i>8,0</i>	<i>13,5</i>	<i>40,3</i>

Tabelle 20 Verteilung der nicht abgebildeten Segmente in %. Der obere Wert entspricht dem Untersucher 1 der untere kursive Wert dem Untersucher 2.

Die rechte Koronararterie wurde mit einer Note von 3,1 befriedigend abgebildet. Die Segmente 1 und 3 stellten sich gut dar. Das Segment 2 konnte durch Überlagerungseffekte mit dem rechten Vorhof nur mäßig abgebildet werden. Des Weiteren stellte sich das Segment 4 im Verlauf zwischen den beiden Ventrikeln aufgrund von Bewegungsartefakten und dem kleinen Lumen schlechter dar.

Segment	Segment			Burst			Burst Plus		
	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA
AHA-1	2,4	2,9	2,8	2,5	2,8	2,6	2,5	2,9	2,6
	2,4	2,8	2,6	2,4	2,8	2,8	2,4	2,8	2,5
AHA-2	3,8	3,8	3,5	3,8	3,7	3,4	3,7	3,7	3,4
	3,7	3,7	3,4	3,8	3,7	3,5	3,7	3,7	3,4
AHA-3	2,4	3,3	3,5	2,8	3,2	3,5	2,9	3,3	3,6
	2,8	3,3	3,4	2,7	3,3	3,5	2,8	3,3	3,5
AHA-4	3,8	2,8	3,5	2,3	2,7	3,4	2,3	2,7	3,5
	2,3	2,6	3,4	2,1	2,7	3,5	2,3	2,6	3,4
RCA	3,0	3,2	3,3	2,8	3,1	3,2	2,8	3,2	3,2
	2,8	3,1	3,2	2,7	3,1	3,3	2,8	3,1	3,2

Tabelle 21 Mittel der Bildqualität in Noten von 1 bis 5 (die 6 entspricht nicht abgebildet und wurde in die Bewertung der Bildqualität nicht mit eingeschlossen). Der obere Wert entspricht dem Untersucher 1 der untere kursive Wert dem Untersucher 2.

Die RCA ließ sich mit einer guten Bildqualität im RR-Intervall von 40-50 % am besten abbilden. Die einzelnen Darstellungen erreichten dagegen in mittel- und spätdiastolischen Abschnitten der Herzaktion nur eine befriedigende Bildqualität.

RR- Intervall (%)	Segment			Burst			Burst Plus		
	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA
0	2,7	3,4	3,2	2,9	3,1	3,2	2,9	3,1	3,7
	2,8	3,0	3,2	2,7	3,0	3,1	2,7	3,0	3,5
10	2,9	3,0	3,5	2,9	3,2	3,6	3,0	3,3	3,6
	2,8	3,2	3,4	2,9	3,2	3,5	2,9	3,2	3,7
20	2,9	3,5	3,8	3,0	3,1	3,5	3,1	3,3	3,5
	3,0	3,3	3,6	2,8	3,2	3,7	3,0	3,3	3,3
30	2,8	3,1	3,0	2,8	2,9	2,9	2,7	3,0	2,8
	2,8	3,0	2,9	2,9	3,0	3,0	2,8	2,9	2,9
40	2,6	3,0	2,7	2,5	3,0	2,7	2,4	3,1	2,8
	2,5	3,0	2,6	2,4	3,0	2,7	2,5	3,0	2,8
50	2,6	3,2	3,5	2,6	3,2	3,2	2,6	3,3	3,1
	2,6	3,1	3,3	2,6	3,3	3,5	2,5	3,0	2,7
60	3,0	3,3	3,2	3,1	3,4	3,6	3,0	3,3	3,2
	3,1	3,4	3,3	3,1	3,4	3,2	3,0	3,5	3,3
70	2,9	3,5	3,4	2,9	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1
	3,0	3,2	3,2	3,0	3,2	3,4	3,0	3,1	3,1
80	2,7	3,2	3,2	2,8	3,1	3,1	2,8	3,0	3,3
	2,8	3,1	3,2	2,9	3,0	3,2	2,8	3,1	3,2
90	2,9	3,1	3,6	2,9	3,1	3,2	2,9	2,9	2,9
	2,9	3,1	3,4	2,9	3,0	3,5	2,9	3,1	3,0
total	3,0	3,2	3,3	2,8	3,1	3,2	2,8	3,2	3,2
	2,8	3,1	3,2	2,7	3,1	3,3	2,8	3,1	3,2

Tabelle 22 Mittel der Bildqualität der RCA (Segment 1-4) in den einzelnen RR-Intervallen in Noten von 1 bis 5 (6 entspricht nicht abgebildet und wurde in die Bewertung nicht mit eingeschlossen). Der obere Wert entspricht dem Untersucher 1 der untere kursive Wert dem Untersucher 2.

4.5 Die Arteria coronaria sinistra (LMCA)

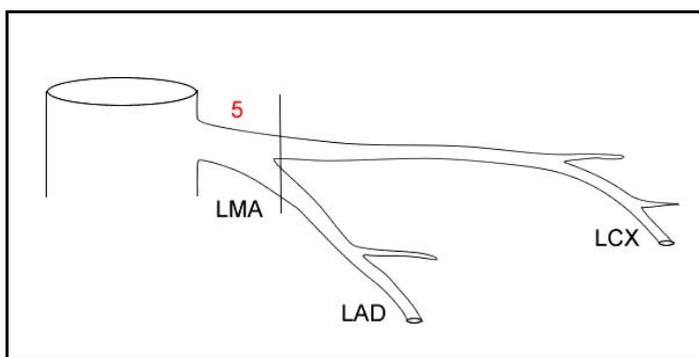


Abbildung 13 Einteilung der LMCA nach der AHA

Insgesamt wurden 2880 Segmente ausgewertet. Davon ließen sich bei Untersucher 1 insgesamt 407 (14,1 %) und bei Untersucher 2 insgesamt 388 (13,5 %) der Abschnitte nicht darstellen. Im Vergleich zu anderen Koronarabschnitten war die Ausfallrate von 30 % in der AVA geringer.

Segment	Segment			Burst			Burst Plus		
	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA
LMA	3,1	6,9	29,7	4,7	6,3	30,3	3,4	5,3	37,5
	<i>3,1</i>	<i>6,5</i>	<i>27,5</i>	<i>3,1</i>	<i>5,3</i>	<i>29,7</i>	<i>3,1</i>	<i>5,3</i>	<i>37,9</i>

Tabelle 23 Verteilung der nicht abgebildeten Segmente in %. Der obere Wert entspricht dem Untersucher 1 der untere kursive Wert dem Untersucher 2.

Die LMCA erreichte eine gute Bildqualität. Im Vergleich zur AVA imponierten die axialen Bilder und das VR mit einer überdurchschnittlich guten Bildqualität.

Segment	Segment			Burst			Burst Plus		
	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA
LMA	1,8	1,9	2,2	1,9	1,7	2,0	1,8	1,8	2,0
	<i>1,9</i>	<i>1,8</i>	<i>2,2</i>	<i>1,9</i>	<i>1,8</i>	<i>2,2</i>	<i>1,9</i>	<i>1,8</i>	<i>2,1</i>

Tabelle 24 Mittel der Bildqualität in Noten von 1 bis 5 (die 6 entspricht nicht abgebildet und wurde in die Bewertung der Bildqualität nicht mit eingeschlossen). Der obere Wert entspricht dem Untersucher 1 der untere kursive Wert dem Untersucher 2.

Die LMCA ließ sich mit zum Teil sehr guter Bildqualität bei 50-60 % des RR-Intervalls am besten auswerten.

RR- Intervall (%)	Segment			Burst			Burst Plus		
	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA
0	1,8	2,0	2,2	1,8	1,7	2,0	1,9	1,7	2,4
	1,7	1,7	2,0	1,7	1,7	2,1	1,7	1,6	2,4
10	1,9	2,4	2,8	2,2	2,3	2,6	2,1	2,1	2,9
	2,1	2,3	2,7	2,1	2,1	2,8	2,1	2,3	2,8
20	2,0	2,0	2,5	2,0	1,9	1,9	1,8	2,2	1,9
	2,0	1,8	2,2	2,1	2,1	2,5	2,0	2,1	1,9
30	1,7	1,9	2,3	1,9	1,7	2,2	1,8	1,9	2,1
	1,9	1,7	2,0	1,9	1,8	2,3	1,9	1,9	2,1
40	1,7	1,8	2,2	1,7	1,6	1,9	1,7	1,7	1,8
	1,7	1,6	2,0	1,7	1,6	2,2	1,9	1,9	2,1
50	1,5	1,8	2,2	1,7	1,7	2,1	1,6	1,8	1,8
	1,7	1,7	2,5	1,6	1,8	2,3	1,7	1,8	2,0
60	1,6	1,7	1,7	1,8	1,7	2,1	1,8	1,8	2,1
	1,9	1,8	2,0	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	2,2
70	1,7	1,7	2,1	2,1	1,5	2,0	2,0	1,7	2,2
	2,1	1,6	2,3	2,1	1,7	1,7	2,1	1,7	2,3
80	1,9	1,7	2,0	1,9	1,5	2,0	1,7	1,6	1,5
	1,8	1,5	2,0	2,0	1,6	2,0	1,8	1,6	1,6
90	1,7	1,8	2,4	1,7	1,6	1,8	1,9	1,6	1,5
	1,7	1,7	2,1	1,7	1,6	2,4	1,7	1,7	1,5
total	1,8	1,9	2,2	1,9	1,7	2,0	1,8	1,8	2,0
	1,9	1,8	2,2	1,9	1,8	2,2	1,9	1,8	2,1

Tabelle 25 Mittel der Bildqualität der LMA (Segment 5) in den einzelnen RR-Intervallen in Noten von 1 bis 5 (6 entspricht nicht abgebildet und wurde in die Bewertung nicht mit eingeschlossen). Der obere Wert entspricht dem Untersucher 1 der untere kursive Wert dem Untersucher 2.

4.6 Der Ramus interventricularis anterior (LAD)

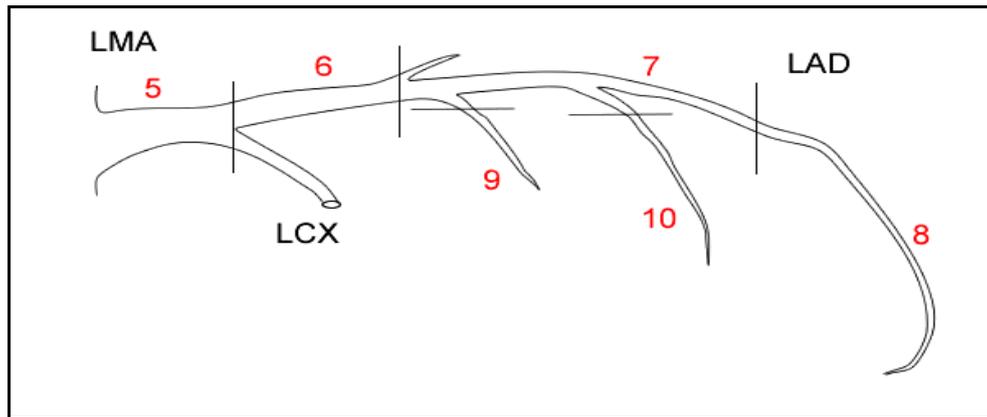


Abbildung 14 Einteilung der LAD nach der AHA

Insgesamt wurden 14400 Segmente ausgewertet. Dabei ließen sich bei Untersucher 1 insgesamt 3499 (24,3 %) und bei Untersucher 2 insgesamt 2725 (23,9 %) Abschnitte nicht abbilden. Insbesondere distale Gefäßanteile mit kleinem Lumen konnten nicht dargestellt werden. Vor allem in den axialen Bildern ließen sich proximale Anteile der LAD regelmäßig zeigen. Mit hohen Ausfallraten (Segment 9: 40 %, Segment 10: 70 %) konnten in der AVA insbesondere die Diagonalen nicht abgebildet werden.

Segment	Segment			Burst			Burst Plus		
	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA
AHA-6	6,6	11,3	31,9	8,1	7,8	31,3	8,4	6,6	40,3
	6,9	10,9	31,3	7,8	6,6	31,9	7,8	7,2	40,3
AHA-7	8,1	3,8	28,1	4,1	3,8	31,9	6,9	5,0	43,1
	6,9	3,7	29,7	4,3	5,0	28,1	6,9	5,1	43,4
AHA-8	18,4	26,6	41,3	16,9	25,0	44,4	20,6	26,6	51,9
	16,3	25,3	40,3	17,5	26,7	41,2	18,6	26,7	52,5
AHA-9	8,4	6,9	40,0	3,1	7,8	40,9	3,1	6,6	49,4
	8,4	7,5	44,1	3,4	6,6	40,0	5,9	6,5	48,1
AHA-10	10,6	30,0	74,4	17,5	33,1	75,3	17,5	31,3	79,4
	10,3	34,1	74,3	15,9	31,2	74,3	10,3	31,2	79,3
LAD	10,4	15,7	43,1	9,9	15,5	44,8	11,3	15,2	52,8
	9,7	14,3	43,9	9,7	15,2	43,1	9,9	15,3	52,7

Tabelle 26 Verteilung der nicht abgebildeten Segmente der LAD (Segmente 6-10) in %. Der obere Wert entspricht dem Untersucher 1 der untere kursive Wert dem Untersucher 2.

Die Bildqualität der proximalen LAD war gut. Auch distale Gefäße mit kleinem Lumen wurden noch befriedigend abgebildet. Die in der AVA darstellbaren Gefäße hatten eine befriedigende Bildqualität.

Segment	Segment			Burst			Burst Plus		
	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA
AHA-6	2,8	3,6	3,7	3,1	3,5	3,6	2,9	3,6	4,0
	2,6	3,0	2,9	2,5	3,0	2,8	2,6	3,0	3,9
AHA-7	1,8	2,0	2,5	1,9	2,0	2,2	1,9	1,9	2,2
	1,9	2,0	2,3	1,8	1,9	2,4	1,9	2,0	2,3
AHA-8	2,5	3,2	2,8	2,6	3,1	2,8	2,7	3,0	2,9
	2,6	3,3	3,3	3,2	3,7	3,3	2,3	2,8	3,3
AHA-9	3,4	3,8	3,3	3,4	3,8	3,3	3,5	3,7	3,4
	3,4	3,5	3,6	3,4	3,5	3,9	3,4	3,7	3,7
AHA-10	2,3	2,8	3,9	2,4	2,8	3,6	2,3	2,8	3,7
	3,0	2,9	3,5	2,9	2,8	3,7	3,0	3,5	3,8
LAD	2,5	3,0	3,1	2,7	3,0	3,0	2,6	2,9	3,1
	2,7	2,9	3,2	2,8	3,0	3,2	2,5	3,0	3,4

Tabelle 27 Mittel der Bildqualität in Noten von 1 bis 5 (die 6 entspricht nicht abgebildet und wurde in die Bewertung der Bildqualität nicht mit eingeschlossen). Der obere Wert entspricht dem Untersucher 1 der untere kursive Wert dem Untersucher 2

Die LAD wurde nahezu in der gesamten Diastole gut abgebildet. Die Bildqualität war bei 60-80 % des RR-Intervalls am besten.

RR- Intervall (%)	Segment			Burst			Burst Plus		
	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA
0	2,5	3,1	3,5	2,5	2,7	3,1	2,5	2,8	3,5
	2,4	2,8	3,1	2,4	2,8	3,4	2,4	2,8	3,4
10	2,9	3,4	3,8	3,0	3,6	3,7	3,0	3,4	3,8
	2,9	3,5	3,7	2,9	3,4	3,8	2,9	3,4	3,8
20	3,0	3,4	3,1	3,0	3,2	2,9	3,0	3,3	2,8
	3,0	3,2	2,9	2,9	3,3	3,1	3,0	3,3	2,9
30	2,7	3,0	2,9	2,6	2,9	3,0	2,6	2,9	3,0
	2,6	2,9	2,9	2,7	2,8	2,9	2,5	2,8	2,9
40	2,4	2,8	2,9	2,6	2,8	2,8	2,5	2,9	2,9
	2,5	2,8	2,8	2,5	2,9	2,9	2,5	2,8	2,8
50	2,5	3,0	3,0	2,8	3,2	3,1	2,7	3,1	3,0
	2,7	3,1	2,9	2,7	3,1	3,0	2,7	3,1	3,1
60	2,3	3,2	3,0	2,6	3,1	3,0	2,7	3,0	3,0
	2,6	3,2	3,0	2,5	3,0	3,0	2,6	3,1	3,1
70	2,4	2,9	3,0	2,5	2,7	2,8	2,5	2,7	3,1
	2,4	2,8	2,8	2,3	2,7	3,0	2,5	2,8	3,1
80	2,4	2,7	3,2	2,6	2,8	2,9	2,4	2,8	2,8
	2,6	2,8	3,1	2,4	2,8	3,2	2,6	2,8	2,9
90	2,4	2,7	3,1	2,5	2,7	2,6	2,4	2,7	2,5
	2,4	2,7	2,8	2,4	2,7	3,1	2,4	2,6	2,7
total	2,5	3,0	3,1	2,7	3,0	3,0	2,6	2,9	3,1
	2,7	2,9	3,2	2,8	3,0	3,2	2,5	3,0	3,4

Tabelle 28 Mittel der Bildqualität der LAD (Segment 6-10) in den einzelnen RR-Intervallen in Noten von 1 bis 5 (6 entspricht nicht abgebildet und wurde in die Bewertung nicht mit eingeschlossen).

Der obere Wert entspricht dem Untersucher 1 der untere kursive Wert dem Untersucher 2

4.7 Der Ramus circumflexus (RCX)

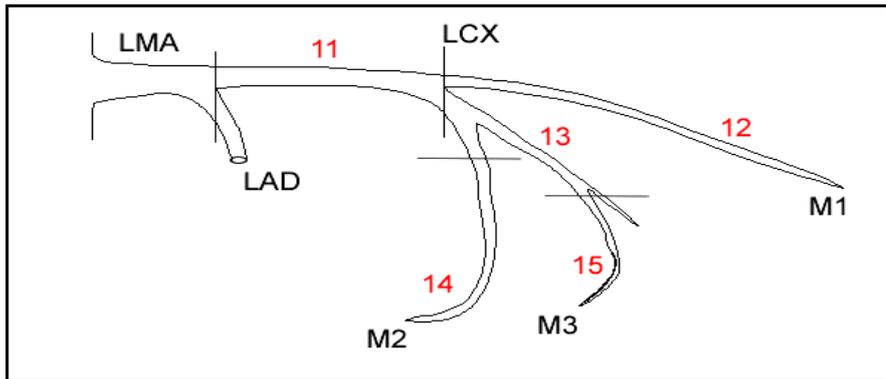


Abbildung 15 Einteilung des RCX nach der AHA

Insgesamt wurden 12480 Segmente des RCX ausgewertet. Davon ließen sich bei Untersucher 1 insgesamt 3077 (24,7 %) und bei Untersucher 2 insgesamt 3173 (25,4 %) Abschnitte nicht darstellen. In den axialen Bildern und dem Volume Rendering ließen sich die einzelnen Segmente zuverlässig abbilden. Aufgrund der engen Lage zum Ventrikel, durch Überlagerungen mit dem Sinus coronarius und der linken Koronarvene, war es schwierig in der AVA den Gefäßverlauf darzustellen. Vor allem distale Abschnitte wurden mit hohen Ausfallraten (bis 49 %) abgebildet.

Segment	Segment			Burst			Burst Plus		
	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA
AHA-11	2,5	6,3	30,9	3,4	6,9	32,8	3,4	5,3	40,3
	<i>2,5</i>	<i>6,2</i>	<i>32,5</i>	<i>2,5</i>	<i>5,3</i>	<i>30,9</i>	<i>2,5</i>	<i>5,3</i>	<i>40,6</i>
AHA-12	5,0	4,7	49,1	4,1	5,3	46,3	3,8	5,6	50,6
	<i>4,7</i>	<i>4,1</i>	<i>46,7</i>	<i>6,6</i>	<i>5,6</i>	<i>49,1</i>	<i>4,8</i>	<i>5,7</i>	<i>50,0</i>
AHA-13	8,8	16,9	43,1	7,8	17,5	46,4	5,9	14,7	51,9
	<i>8,1</i>	<i>18,8</i>	<i>43,4</i>	<i>8,1</i>	<i>14,7</i>	<i>43,1</i>	<i>8,4</i>	<i>15,0</i>	<i>52,2</i>
AHA-14	13,8	23,4	-	15,3	26,9	-	16,9	26,3	-
	<i>13,1</i>	<i>26,9</i>		<i>15,6</i>	<i>26,3</i>		<i>13,8</i>	<i>26,7</i>	
AHA-15	30,0	39,1	-	30,9	39,4	-	28,1	39,7	-
	<i>31,0</i>	<i>39,3</i>		<i>30,0</i>	<i>39,7</i>		<i>30,9</i>	<i>40,3</i>	
RCX	12,0	18,1	41,0	12,3	19,2	41,8	11,6	18,3	47,6
	<i>11,8</i>	<i>19,1</i>	<i>40,9</i>	<i>12,7</i>	<i>18,3</i>	<i>41,0</i>	<i>18,9</i>	<i>18,6</i>	<i>47,5</i>

Tabelle 29 Verteilung der nicht abgebildeten Segmente des RCX (Segmente 11 - 15) in %. Der obere Wert entspricht dem Untersucher 1 der untere kursive Wert dem Untersucher 2. Die Segmente 14 und 15 waren in der AVA nicht vorgesehen

Proximale Abschnitte (Segment 11 und 12) wurden mit einer befriedigenden Bildqualität abgebildet. Vor allem die kleinlumigen Anteile (Segment 13, 14 und 15) wurden nur ausreichend dargestellt. Ein Befund wäre hier sehr schwierig gewesen. Die in der AVA abgebildeten Gefäße erreichten eine befriedigende Bildqualität.

Segment	Segment			Burst			Burst Plus		
	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA
AHA-11	2,3	2,4	2,9	2,5	2,4	3,0	2,3	2,5	2,9
	<i>2,5</i>	<i>2,6</i>	<i>3,1</i>	<i>2,3</i>	<i>2,5</i>	<i>2,9</i>	<i>2,5</i>	<i>2,5</i>	<i>3,0</i>
AHA-12	2,8	3,2	3,4	3,1	3,0	3,6	3,0	3,3	3,5
	<i>3,0</i>	<i>3,1</i>	<i>3,5</i>	<i>2,8</i>	<i>3,3</i>	<i>3,7</i>	<i>3,0</i>	<i>2,2</i>	<i>3,5</i>
AHA-13	3,5	3,5	4,0	3,4	3,8	4,2	3,4	3,6	4,2
	<i>3,4</i>	<i>3,6</i>	<i>4,0</i>	<i>3,4</i>	<i>3,6</i>	<i>4,0</i>	<i>3,4</i>	<i>2,7</i>	<i>4,1</i>
AHA-14	3,4	3,6	-	3,5	3,6	-	3,4	3,7	-
	<i>3,5</i>	<i>3,6</i>		<i>3,4</i>	<i>3,7</i>		<i>3,5</i>	<i>3,7</i>	
AHA-15	3,8	3,8	-	4,1	4,0	-	3,9	3,9	-
	<i>4,0</i>	<i>4,0</i>		<i>3,8</i>	<i>3,9</i>		<i>4,0</i>	<i>3,9</i>	
RCX	3,1	3,2	3,4	3,3	3,3	3,6	3,1	3,3	3,5
	<i>3,3</i>	<i>3,4</i>	<i>3,5</i>	<i>3,1</i>	<i>3,4</i>	<i>3,5</i>	<i>3,3</i>	<i>3,0</i>	<i>3,7</i>

Tabelle 30 Mittel der Bildqualität des RCX in den einzelnen Segmenten in Noten von 1 bis 5 (die 6 entspricht nicht abgebildet und wurde in die Bewertung der Bildqualität nicht mit eingeschlossen). Der obere Wert entspricht dem Untersucher 1 der untere kursive Wert dem Untersucher 2.

Der RCX ließ sich in der gesamten Diastole befriedigend abbilden. Die Bildqualität war früh- und spätdiastolisch am besten.

RR-Intervall (%)	Segment			Burst			Burst Plus		
	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA	Axial	VR	AVA
0	3,1 3,2	3,3 3,1	3,4 3,4	3,2 3,0	3,1 3,1	3,8 3,4	3,2 3,2	3,1 3,0	3,6 3,5
10	3,4 3,6	3,5 3,7	3,7 3,7	3,6 3,4	3,7 3,6	3,8 3,7	3,5 3,5	3,6 3,6	3,8 3,8
20	3,4 3,6	3,6 3,3	3,7 3,8	3,3 3,3	3,3 3,5	3,6 3,7	3,3 3,3	3,5 3,5	3,4 3,5
30	3,1 3,3	3,1 3,2	3,5 3,5	3,3 3,1	3,3 3,4	3,6 3,5	3,2 3,2	3,4 3,4	3,4 3,6
40	3,0 3,1	3,1 3,1	3,2 3,4	3,1 3,0	3,1 3,1	3,5 3,2	3,0 3,0	3,1 3,2	3,7 3,6
50	3,2 3,1	3,2 3,5	3,5 3,4	3,2 3,1	3,5 3,5	3,3 3,5	3,0 3,1	3,5 3,5	3,4 3,4
60	3,0 3,3	3,5 3,4	3,6 3,7	3,3 3,2	3,4 3,6	3,6 3,7	3,3 3,3	3,5 3,4	3,6 3,8
70	3,1 3,2	3,1 3,1	3,0 3,1	3,2 3,1	3,2 3,3	3,2 3,0	3,1 3,2	3,3 3,4	3,1 3,2
80	3,0 3,1	3,0 3,2	3,1 3,3	3,2 3,0	3,2 3,0	3,4 3,1	3,0 3,1	3,0 3,2	3,1 3,1
90	3,0 3,1	3,1 3,1	3,5 3,4	3,2 3,0	3,1 3,1	3,4 3,5	3,0 3,1	3,1 3,2	3,3 3,3
total	3,1 3,3	3,2 3,4	3,4 3,5	3,3 3,1	3,3 3,4	3,6 3,5	3,1 3,3	3,3 3,0	3,5 3,7

Tabelle 31 Mittel der Bildqualität des RCX (Segmente 11-15) in den einzelnen RR-Intervallen in Noten von 1 bis 5 (6 entspricht nicht abgebildet und wurde in die Bewertung nicht mit eingeschlossen). Der obere Wert entspricht dem Untersucher 1 der untere kursive Wert dem Untersucher 2

4.8 Vergleich der Bildqualität in den Mehrsektorprotokollen

Zwischen den Ein- und Mehrsektorprotokollen konnte kein signifikanter Unterschied in der Bildqualität gefunden werden. Der Einsegmentmode (Segment, mittlere Bildqualität 2,7) wurde im Vergleich zum Zweisegmentmode (Burst, mittlere Bildqualität 2,9; $p=0,4$) und zum Viersegmentmode (Burst Plus, mittlere Bildqualität 2,8; $p=0,6$) am besten bewertet. Auch ein Vergleich der beiden Mehrsektorprotokolle Burst und Burst Plus zeigte keine signifikanten Unterschiede ($p=0,7$).

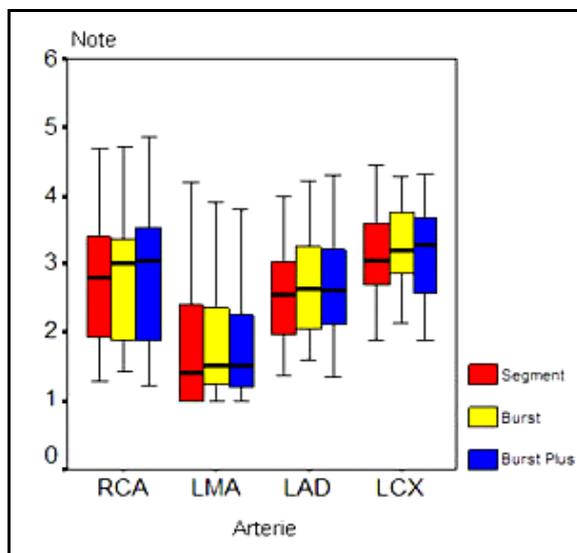


Abbildung 16 Vergleich der Bildqualität der Ein- und Mehrsektorprotokolle

4.9 Einfluss der Belichtungszeit auf die Bildqualität

Bei bewegten Strukturen sollte eine kürzere Belichtungszeit eine höhere Bildqualität bedingen. Aufgrund der fehlenden Unterschiede in den Ein- und Mehrsektorprotokollen, wurde das Verhalten der Bildqualität zur Belichtungszeit analysiert. Der Trend zeigte eine Verschlechterung der Bildqualität bei kürzeren Belichtungszeiten.

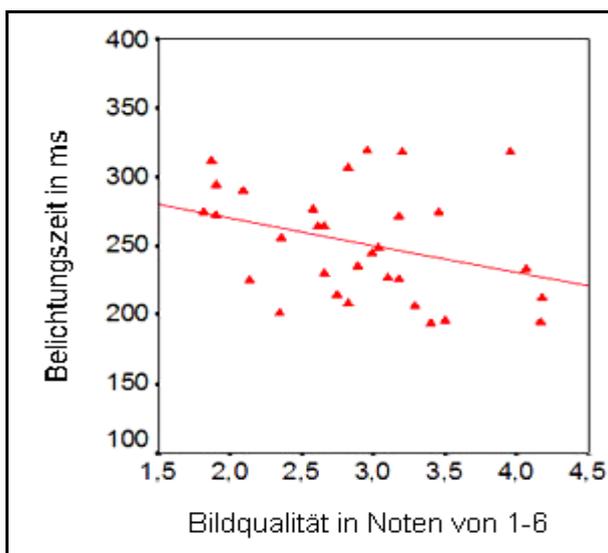


Abbildung 17 Regressionsanalyse Belichtungszeit und Bildqualität

Daraufhin wurde die nominelle zeitliche Auflösung aller axialen Bilder in den Mehrsektorprotokollen überprüft. Die mittlere nominelle Belichtungszeit des Burst-Mode war 252 ms. Nahezu jedes zweite Bild wurde mit 328 ms im Segment-Mode abgebildet. Der Burst-Plus-Mode wurde in keinem der Bilder ausgeführt. Die Belichtungszeiten entsprachen dem Burst-Mode. Aber ein direkter Zusammenhang der Bildqualität mit dem Wechsel zwischen Segment und Burst konnte nicht gefunden werden.

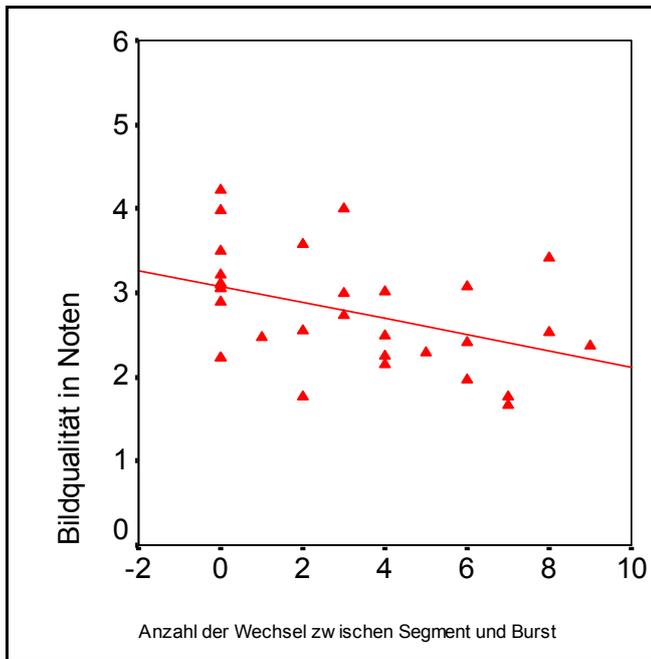


Abbildung 18 Zusammenhang der Bildqualität mit der Häufigkeit eines Wechsels zwischen Segment und Burst

4.10 Einfluss der Herzfrequenz auf die Bildqualität

Die Herzfrequenz lag im Median bei 73 Schläge pro Minute. Während einer Untersuchung variierte die Herzfrequenz durchschnittlich um 7 Schläge die Minute. Der Trend zeigt eine Verschlechterung der Bildqualität bei höherer Schlagzahl. Bis zu einer Herzfrequenz von 78 Schlägen pro Minute wurde die Bildqualität mit gut bewertet.

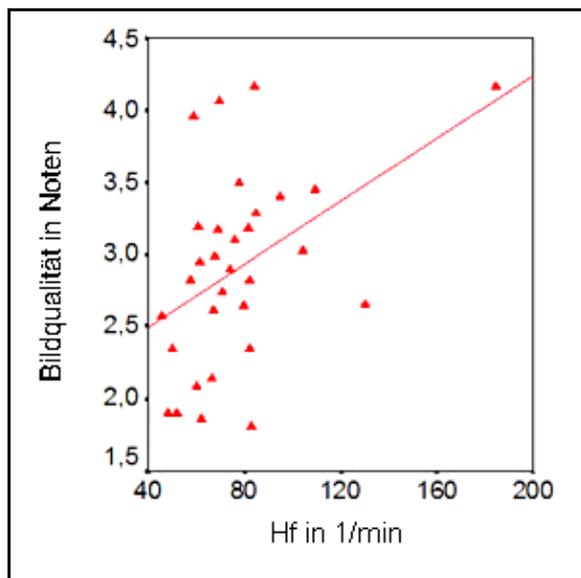


Abbildung 19 Regressionsanalyse Bildqualität Herzfrequenz

4.11 Einfluss der Herzfrequenzvariation auf die Bildqualität

Die Herzfrequenz variierte um 7 Schläge pro Minute während einer Untersuchung, wobei die Hälfte der Untersuchungen eine mittlere Herzfrequenzvariation und 5 Schlägen in der Minute hatte. Ein Vergleich der Bildqualität von Untersuchungen mit einer Herzfrequenzvariation kleiner 5 Schläge die Minute zu Untersuchungen mit höherer Variabilität ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Untersuchungen mit der kleinen Variabilität haben eine deutlich bessere Bildqualität als Untersuchungen mit höheren Abweichungen.

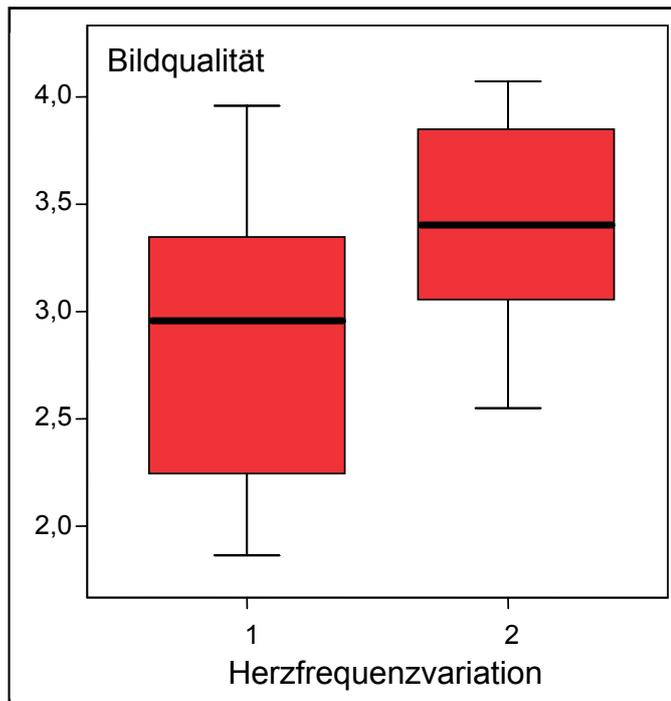


Abbildung 20 Bildqualität in Noten bei Herzfrequenzvariationen für 1: <5 /min und 2: >5 /min, p=0,047 signifikant

4.12 Einfluss des Pitch auf die Bildqualität

Ein Vergleich der mittleren Bildqualität zeigt: Ein kleinerer Pitch (zwischen 0.275:1 und 0.325:1) produziert eine bessere Bildqualität. Die Fallzahl war bei einem Pitch von 0.269:1 und 0.35:1 zu gering, um eine sichere Aussage zu treffen.

Pitch	Mittelwert	n	Standardabweichung
0.269:1	3,07	72	1,039
0.275:1	2,23	150	1,342
0.3:1	2,47	1422	1,185
0.325:1	2,93	2444	1,375
0.35:1	3,59	96	1,228

Tabelle 32 Bildqualität für verschiedenen Pitch

4.13 Vergleich der Bildqualität in den Nachbearbeitungswerkzeugen

Die Bildqualität der axialen Schichten war im Vergleich zum VR ($p=0,04$) und zur AVA ($p<0,01$) signifikant besser. Zwischen dem VR und der AVA wurde kein signifikanter Unterschied ($p=0,3$) gefunden. In der AVA wurden nur die MPR und MIP bewertet. Über ein Splittscreen ist es möglich, die axialen Bilder und das VR mit einzubeziehen.

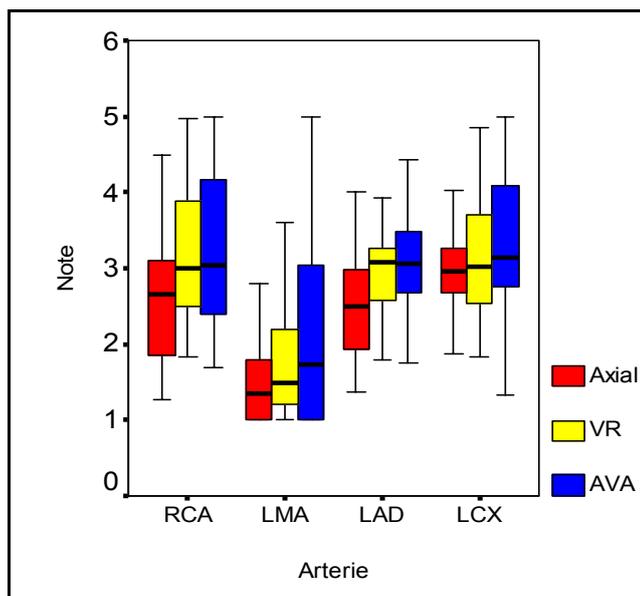


Abbildung 21 Vergleich der Nachbearbeitungswerkzeuge