

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Klinische Befunde

Bei 19/63 (30%) Patienten bestand eine koronare Herzerkrankung, bei 11/63 (17%) Patienten zusätzlich ein Zustand nach Myokardinfarkt. Bei 36/63 (57%) Patienten bestand eine arterielle Hypertonie und bei 8/63 (13%) Patienten eine dilatative Kardiomyopathie (Abb. 6).

Die linksventrikuläre Ejektionsfraktion war bei 59 Patienten bekannt. Bei 16/59 (27%) Patienten war sie leichtgradig (41-60%), bei 3/59 (5%) Patienten mittelgradig (31-40%) und bei 8/59 (14%) Patienten hochgradig ( $\leq 30\%$ ) eingeschränkt. Bei 32/59 (54%) Patienten lagen Normwerte vor.

Der linksventrikuläre enddiastolische Diameter war bei 52 Patienten bekannt. Ein enddiastolisch vergrößerter Ventrikel ( $> 55$  mm) bestand bei 16/52 (31%) Patienten, bei 36/52 (69%) Patienten lag dieser Wert im Normbereich ( $\leq 55$  mm).

#### 3.2 Ergebnisse bei AAI-Stimulation

Bei insgesamt 56 von 63 Patienten wurde eine AAI-Stimulation durchgeführt (Abb. 7). Dabei wurde eine mittlere Herzfrequenz von  $96 \pm 15$  Schlägen/Minute erreicht. Die mittlere PQ-Zeit betrug dabei  $300 \pm 80$  msec. Bei 7/63 Patienten (11%) war die AAI-Stimulation aufgrund eines AV-Blocks zweiten oder dritten Grades nicht möglich. Ein AV-Block zweiten Grades führte zu einer Herzfrequenz, die unter der Schwellenfrequenz von 90 Schlägen/Minute ( $< 50$  Schläge/Minute) lag.

Einen positiven TWA (pos) hatten 12/63 Patienten (19%), einen negativen (neg) 28/63 Patienten (44%) und bei 16/63 Patienten (25%) waren die TWA-Befunde nicht bestimmbar (nb). Sie waren entweder aufgrund von Störfaktoren nicht sicher auswertbar, oder die Herzfrequenz von 90 Schlägen/Minute wurde bei negativem Ergebnis nicht erreicht.

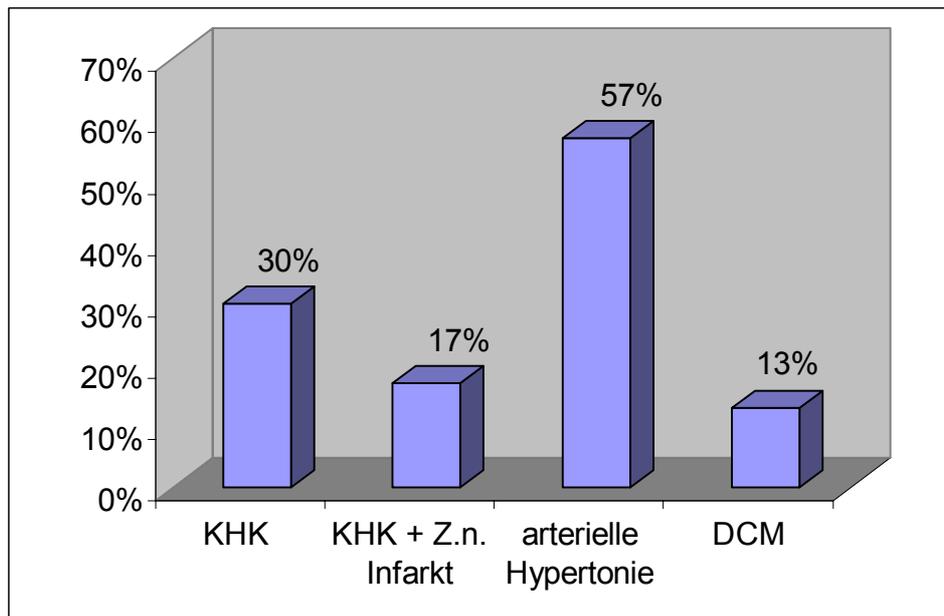


Abbildung 6: Kardiale Grunderkrankungen bei den 63 Patienten (KHK = koronare Herzerkrankung, DCM = dilatative Kardiomyopathie).

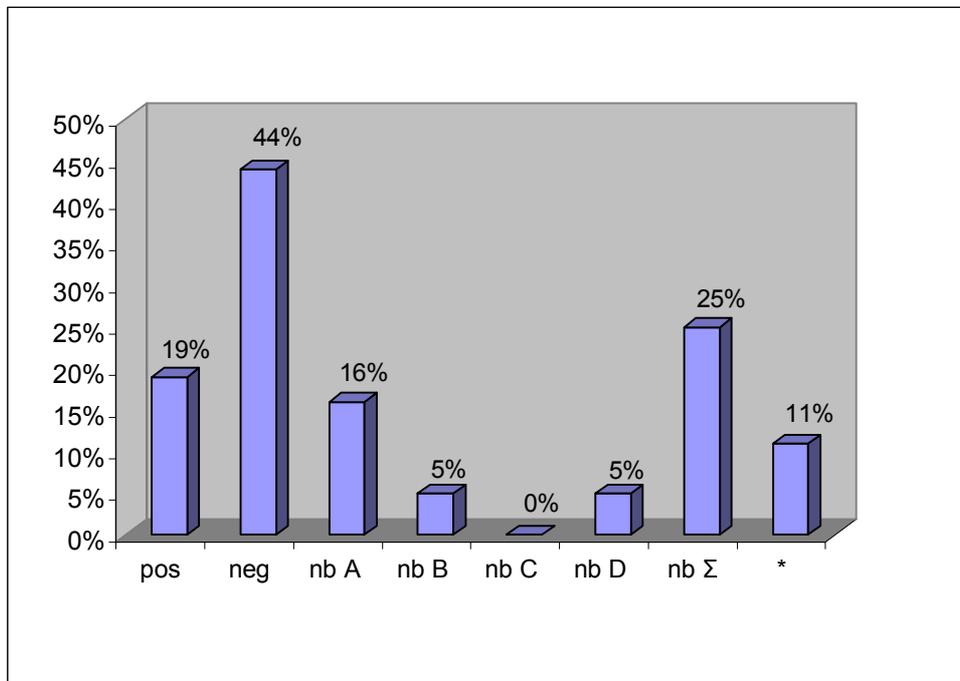


Abbildung 7: Ergebnisse von 63 Patienten bei AAI-Simulation (pos: positiv, neg: negativ, nb = nicht bestimmbar, nb A: Es wurde ein negativer TWA gemessen, und die Herzfrequenz lag unterhalb der Schwelle von 90 Schlägen/Minute, nb B: Es traten mehr als 10% frühzeitige oder ektope Schläge auf, nb C: Es wurden bei negativem TWA Störsignale  $\geq 1,8 \mu\text{V}$  gemessen, nb D: Bei positivem TWA wurden ein RR-Alternans, zu große Herzfrequenz-Schwankungen oder ein respiratorisches Artefakt gemessen,  $\Sigma$ : Summe, \*: Messung nicht möglich).

In 10/63 Fällen (16%) konnte bei negativem TWA die Schwellenherzfrequenz von 90 Schlägen/Minute nicht erreicht werden (nb A). Oberhalb von 90 Schlägen/Minute traten starke Herzfrequenzschwankungen auf, die eine Messung verhinderten. Ein positiver TWA oberhalb der Schwellenfrequenz konnte daher nicht ausgeschlossen werden. In 3/63 Fällen (5%) traten mehr als 10% frühzeitige oder ektope Schläge auf, der TWA-Befund war möglicherweise falsch positiv oder falsch negativ (nb B). In weiteren 3/63 Fällen (5%) konnte entweder ein RR-Alternans gemessen werden, es traten zu große Herzfrequenzschwankungen auf, oder die Analyse war durch respiratorische Artefakte so gestört, daß eine Bestimmung nicht möglich war (nb D).

### 3.3 Ergebnisse bei VVI-Stimulation

Eine VVI-Stimulation wurde bei allen 63 Patienten durchgeführt (Abb. 8). Dabei wurde eine mittlere Herzfrequenz von  $99 \pm 12$  Schlägen/Minute erreicht. 11/63 Patienten (17%) hatten einen positiven (pos), 26/63 Patienten (41%) einen negativen TWA (neg), bei 26/63 Patienten (41%) war eine Bestimmung nicht möglich (nb). Bei 6/63 Patienten (10%) lag die Frequenz unter 90 Schlägen/Minute (nb A), bei 5/6 dieser Fälle wurde die gleiche Frequenz wie bei der vorher durchgeführten AAI-Stimulation gewählt, um eine Vergleichbarkeit zu erreichen. In 1/6 dieser Fälle konnte die Messung bei höherer Herzfrequenz aufgrund von Störfaktoren nicht ausgewertet werden. Bei 13/63 Patienten (21%) kamen mehr als 10% frühzeitige oder ektope Schläge vor (nb B). Bei 5/63 Patienten (8%) lagen bei negativem TWA die Störsignale  $> 1,8 \mu\text{V}$ , ein falsch negativer TWA konnte nicht ausgeschlossen werden (nb C). Bei 2/63 Patienten (3%) konnte ein falsch positiver Alternans nicht ausgeschlossen werden (nb D).

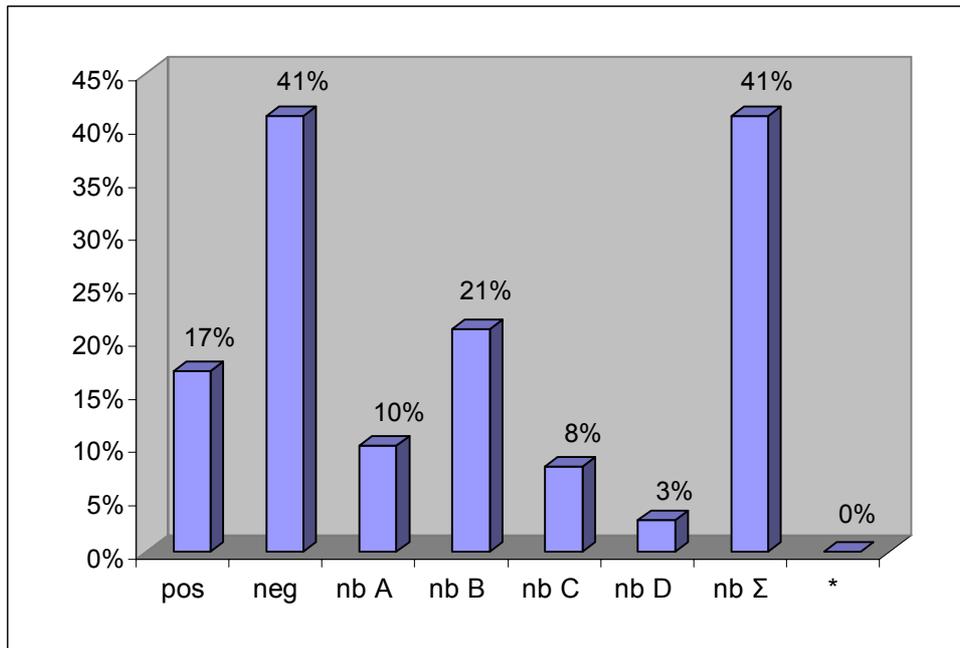


Abbildung 8: Ergebnisse von 63 Patienten bei VVI-Stimulation (pos: positiv, neg: negativ, nb: nicht bestimmbar, nb A: Es wurde ein negativer TWA gemessen, und die Herzfrequenz lag unterhalb der Schwelle von 90 Schlägen/Minute, nb B: Es traten mehr als 10% frühzeitige oder ektope Schläge auf, nb C: Es wurden bei negativem TWA Störsignale  $\geq 1,8 \mu\text{V}$  gemessen, nb D: Bei positivem TWA wurden ein RR-Alternans, zu große Herzfrequenz-Schwankungen oder ein respiratorisches Artefakt gemessen,  $\Sigma$ : Summe, \*: Messung nicht möglich).

### 3.4 Ergebnisse bei DDD-Stimulation

Bei 62/63 Patienten wurde eine DDD-Stimulation durchgeführt (Abb. 9). Dabei wurde eine mittlere Herzfrequenz von  $99 \pm 12$  Schlägen/Minute erreicht, das mittlere AV-Verzögerungsintervall betrug  $150 \pm 40$  msec. Bei einem Patienten (2%) konnte eine DDD-Stimulation nicht vorgenommen werden, da die Messung wegen Unwohlsein und Übelkeit abgebrochen wurde. Positiv (pos) war das Ergebnis bei 15/63 Patienten (24%), negativ (neg) bei 28/63 (44%) und bei 19/63 Fällen (30%) war eine Bestimmung nicht möglich (nb).

Bei 4/63 Patienten (6%) lag die Herzfrequenz unter der Schwelle von 90 Schlägen/Minute (nb A), in 3/4 dieser Fälle wurde die gleiche Frequenz wie bei AAI Stimulation gewählt, in 1/4 dieser Fälle war die Messung bei höherer Herzfrequenz nicht auswertbar. Bei 13/63 Patienten (21%) kamen mehr als 10% frühzeitige oder ektope Schläge (nb B) vor, in 2/63 Fällen (3%) verhinderten Störsignale die Auswertung (nb C).

### 3.5 Vergleich der Ergebnisse bei verschiedenen Stimulationsarten

Zwischen AAI- und VVI-Stimulation wurden die TWA-Befunde von 56 Patienten verglichen, bei 7 Patienten konnten die TWA-Befunde aufgrund einer nicht durchführbaren AAI- Stimulation nicht verglichen werden (Tab. 1, Abb. 10). Insgesamt lag bei 29 der 56 (52%) Patienten eine Übereinstimmung der TWA-Befunde vor. Bei 4/29 Patienten waren die TWA-Befunde in beiden Stimulationsarten positiv, bei 15/29 in beiden Stimulationsarten negativ, und bei 10/29 Patienten waren beide TWA-Befunde nicht bestimmbar.

	<b>AAI pos</b>	<b>AAI neg</b>	<b>AAI nb</b>	<b>Gesamt</b>
<b>VVI pos</b>	4	4	1	9 (16%)
<b>VVI neg</b>	4	15	5	24 (43%)
<b>VVI nb</b>	4	9	10	23 (41%)
<b>Gesamt</b>	12 (21%)	28 (50%)	16 (29%)	56 (100%)

Tabelle 1: Anzahl der möglichen Kombinationen von TWA-Befunden der einzelnen Patienten im Vergleich von AAI- und VVI-Stimulation und Gesamtanzahl der bei AAI- oder VVI-Stimulation als positiv, negativ oder als nicht bestimmbar gewerteten TWA-Befunde (pos: positiv, neg: negativ, nb: nicht bestimmbar).

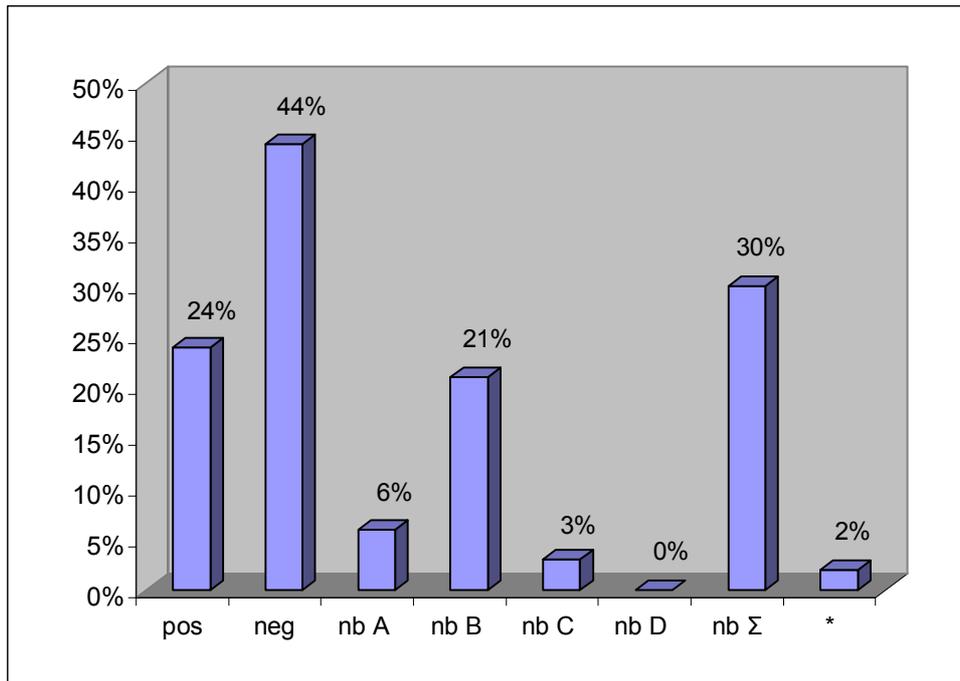


Abbildung 9: Ergebnisse von 63 Patienten bei DDD-Stimulation (pos: positiv, neg: negativ, nb: nicht bestimmbar, nb A: Es wurde ein negativer TWA gemessen, und die Herzfrequenz lag unterhalb der Schwelle von 90 Schlägen/Minute, nb B: Es traten mehr als 10% frühzeitige oder ektope Schläge auf, nb C: Es wurden bei negativem TWA Störsignale  $\geq 1,8 \mu\text{V}$  gemessen, nb D: Bei positivem TWA wurden ein RR-Alternans, zu große Herzfrequenz-Schwankungen oder ein respiratorisches Artefakt gemessen,  $\Sigma$ : Summe, \*: Messung nicht möglich).

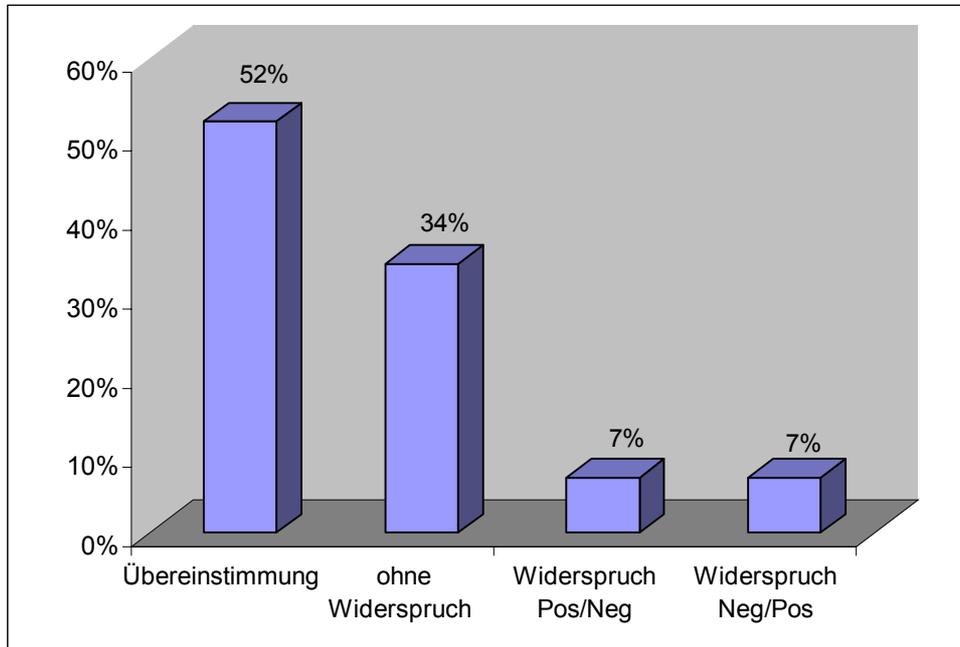


Abbildung 10: Anteil von übereinstimmenden TWA-Befunden (in beiden Stimulationsarten positiver, negativer oder nicht bestimmbarer TWA-Befund), TWA-Befunden ohne Widerspruch (TWA-Befund einer Stimulationsart positiv oder negativ und der der anderen nicht bestimmbar) und sich widersprechenden TWA-Befunden (TWA-Befund bei AAI-Stimulation positiv und bei VVI-Stimulation negativ oder bei AAI-Stimulation negativ und bei VVI-Stimulation positiv) im Vergleich von AAI- und VVI-Stimulation bei 56 Patienten.

Von den 10 in beiden Stimulationsarten nicht bestimmbareren TWA-Befunden (Tab. 2) lag bei 8/10 die gleiche Ursache vor. Davon waren 5/10 in beiden Stimulationsarten negativ, wobei die Schwellenherzfrequenz nicht erreicht wurde (nb A). Mehr als 10% frühzeitig oder ektop einfallende Schläge in beiden Stimulationsarten wiesen 2/10 Messungen auf (nb B). In 1/10 Fällen waren die TWA-Befunde beider Stimulationsarten positiv bei respiratorischem Artefakt (nb D). In 2/10 Fällen lagen unterschiedliche Gründe vor, hier ergab sich keine exakte Übereinstimmung.

Widersprüchlich fielen die TWA-Befunde bei 8/56 (14%) Patienten aus, 4/8 hatten einen positiven TWA-Befund bei AAI-Stimulation und einen negativen TWA-Befund bei VVI-Stimulation, weitere 4/8 einen negativen bei AAI- und einen positiven bei VVI-Stimulation. Die TWA-Befunde der übrigen 19/56 (34%) Patienten wiesen weder Übereinstimmung noch Gegensatz auf. Hierbei war der TWA-Befund einer Stimulationsart positiv oder negativ und der der anderen war nicht bestimmbar.

Zusammenfassend stimmten die TWA-Befunde bei 48/56 (86%) Patienten entweder überein, oder es ergab sich zumindest kein Widerspruch. Bei 8/56 (14%) Patienten widersprachen sich die TWA-Befunde. Von 40 Patienten mit sicher positiven oder negativen TWA-Befunden bei AAI-Stimulation konnten bei VVI-Stimulation nur 27/40 (68%) bestimmt werden. Eine statistische Auswertung wurde nur bei diesen 27 übereinstimmenden oder sich widersprechenden Vergleichen mit positiven oder negativen TWA-Befunden vorgenommen (Abb. 11). Die nicht bestimmbareren TWA-Befunde wurden hier nicht berücksichtigt. Es stimmten 19/27 TWA-Befunde (70%) überein. Widersprüchlich waren 8/27 TWA-Befunde (30%). Der exakte Fisher-Test ergab mit  $p > 0,05$  (= NS) keine statistisch signifikante Abhängigkeit zwischen den Befunden (Sensitivität 50%, Spezifität 79%, Akkuratheit 70% bei einem Konfidenzintervall von 50 – 86%).

	<b>nb A AAI</b>	<b>nb B AAI</b>	<b>nb C AAI</b>	<b>nb D AAI</b>
<b>nb A VVI</b>	5	/	/	/
<b>nb B VVI</b>	2	2	/	/
<b>nb C VVI</b>	/	/	/	/
<b>nb D VVI</b>	/	/	/	1

Tabelle 2: Anzahl möglicher Kombinationen von sowohl bei AAI- als auch bei VVI-Stimulation aus verschiedenen Gründen als nicht bestimmbar (nb) gewerteten TWA-Befunden im Vergleich von AAI- und VVI-Stimulation (nb A = Neg TWA unterhalb Schwellenherzfrequenz, nb B =  $\geq 10\%$  frühzeitige oder ektope Schläge, nb C = Störsignale  $\geq 1,8 \mu\text{V}$  bei negativem TWA, nb D = Pos TWA durch Artefakt möglich).

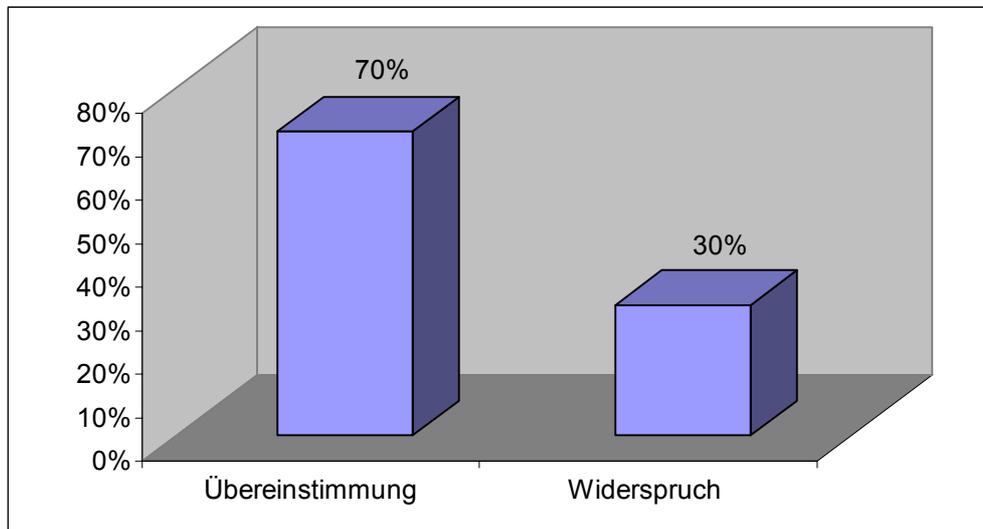


Abbildung 11: Anteile der übereinstimmenden (TWA-Befunde sowohl bei AAI- als auch bei VVI-Stimulation positiv oder negativ) und der sich widersprechenden (TWA-Befund bei AAI-Stimulation positiv und bei VVI-Stimulation negativ oder TWA-Befund bei AAI-Stimulation negativ und bei VVI-Stimulation positiv) TWA-Befunde an den 27 statistisch ausgewerteten Vergleichen von AAI- und VVI-Stimulation.

Im Vergleich von AAI- und DDD-Stimulation wurden die TWA-Befunde von 55 Patienten verglichen. Bei 7 Patienten konnte eine AAI- Stimulation, in einem Fall die DDD-Stimulation nicht durchgeführt und somit die TWA-Befunde nicht verglichen werden (Tab. 3, Abb. 12). Bei 29/55 (53%) Patienten stimmten die TWA-Befunde überein. Davon waren bei 8/29 Patienten beide TWA-Befunde positiv, bei 15/29 beide negativ, und bei 6/29 Patienten waren beide TWA-Befunde nicht bestimmbar.

	<b>AAI pos</b>	<b>AAI neg</b>	<b>AAI nb</b>	<b>Gesamt</b>
<b>DDD pos</b>	8	2	2	12 (22%)
<b>DDD neg</b>	2	15	8	25 (45%)
<b>DDD nb</b>	1	11	6	18 (33%)
<b>Gesamt</b>	11 (20%)	28 (51%)	16 (29%)	55 (100%)

Tabelle 3: Anzahl der möglichen Kombinationen von TWA-Befunden der einzelnen Patienten im Vergleich von AAI- und DDD-Stimulation und Gesamtanzahl der bei AAI- oder DDD-Stimulation als positiv, negativ oder als nicht bestimmbar gewerteten TWA-Befunde (pos: positiv, neg: negativ, nb: nicht bestimmbar).

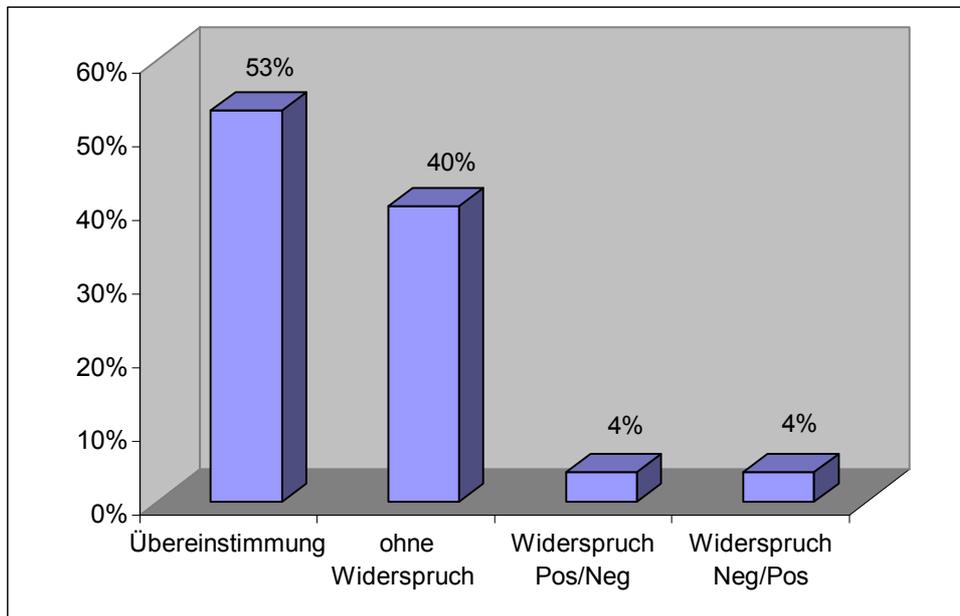


Abbildung 12: Anteil von übereinstimmenden TWA-Befunden (in beiden Stimulationsarten positiver, negativer oder nicht bestimmbarer TWA-Befund), TWA-Befunden ohne Widerspruch (TWA-Befund einer Stimulationsart positiv oder negativ und der der anderen nicht bestimmbar) und sich widersprechenden TWA-Befunden (TWA-Befund bei AAI-Stimulation positiv und bei DDD-Stimulation negativ oder bei AAI-Stimulation negativ und bei DDD-Stimulation positiv) im Vergleich von AAI- und DDD-Stimulation bei 55 Patienten (Pos = positiv, Neg = negativ).

Von den 6 bei beiden Stimulationsarten nicht bestimmbar TWA-Befunden (Tab. 4) lag bei 3/6 die gleiche Ursache vor. Diese waren in beiden Stimulationsarten negativ, wobei die Schwellenherzfrequenz nicht erreicht wurde (nb A). In 3/6 Fällen lagen unterschiedliche Gründe vor, diese stimmten nicht exakt überein.

Widersprüchlich waren die TWA-Befunde bei 4/55 (7%) Patienten. Bei AAI-Stimulation positiv und bei DDD-Stimulation negativ waren 2/4 TWA-Befunde, weitere 2/4 negativ bei AAI-Stimulation und positiv bei DDD-Stimulation. Die TWA-Befunde der übrigen 22/55 (40%) Patienten zeigten weder Übereinstimmung noch Widerspruch.

Zusammenfassend waren die TWA-Befunde bei 51/55 (93%) Patienten entweder übereinstimmend oder zeigten zumindest keinen Widerspruch. Bei 4/55 (7%) Patienten lagen sich widersprechende TWA-Befunde vor. Von 40 Patienten mit sicher positiven oder negativen TWA-Befunden bei AAI-Stimulation konnten bei DDD-Stimulation nur 27/40 (68%) bestimmt werden. Von diesen 27 statistisch ausgewerteten Vergleichen mit positiven oder negativen TWA-Befunden stimmten 23/27 (85%) überein. Widersprüchlich waren 4/27 TWA-Befunden (15%) (Abb. 13). Der exakte Fisher-Test ergab mit  $p < 0,001$  eine statistisch signifikante Abhängigkeit zwischen den Befunden (Sensitivität 80%, Spezifität 88%, Akkuratheit 85% bei einem Konfidenzintervall von 66 – 96%).

Die TWA-Befunde bei VVI- und DDD-Stimulation konnten bei 62 Patienten verglichen werden. Bei einem Patienten war eine DDD-Stimulation und somit ein Vergleich nicht möglich (Tab. 5, Abb. 14). Bei 30/62 Patienten (48%) stimmten die TWA-Befunde überein. Bei 5/30 Patienten wurden beide TWA-Befunde als positiv gewertet, bei 14/30 beide als negativ und bei 11/30 Patienten beide als nicht bestimmbar.

Von den Vergleichen mit in beiden Stimulationsarten nicht bestimmbar TWA-Befunden waren 3/11 in beiden Stimulationsarten negativ, wobei die Schwellenherzfrequenz nicht erreicht wurde (nb A), 3/11 wiesen in beiden Stimulationsarten mehr als 10% frühzeitige oder ektope Schläge auf (nb B) (Tab. 6). In 5/11 Fällen lagen unterschiedliche Gründe vor, diese stimmten nicht exakt überein.

	nb A AAI	nb B AAI	nb C AAI	nb D AAI
nb A DDD	3	/	/	/
nb B DDD	1	/	/	1
nb C DDD	1	/	/	/
nb D DDD	/	/	/	/

Tabelle 4: Anzahl möglicher Kombinationen von sowohl bei AAI- als auch bei DDD-Stimulation aus verschiedenen Gründen als nicht bestimmbar (nb) gewerteten TWA-Befunden im Vergleich von AAI- und DDD-Stimulation (nb A = Neg TWA unterhalb Schwellenherzfrequenz, nb B =  $\geq 10\%$  frühzeitige oder ektope Schläge, nb C = Störsignale  $\geq 1,8 \mu\text{V}$  bei negativem TWA, nb D = Pos TWA durch Artefakt möglich).

	VVI pos	VVI neg	VVI nb	Gesamt
DDD pos	5	6	4	15 (24%)
DDD neg	4	14	10	28 (45%)
DDD nb	2	6	11	19 (31%)
<b>Gesamt</b>	11 (18%)	26 (42%)	25 (40%)	62 (100%)

Tabelle 5: Anzahl der möglichen Kombinationen von TWA-Befunden der einzelnen Patienten im Vergleich von VVI- und DDD-Stimulation und Gesamtanzahl der bei VVI- oder DDD-Stimulation als positiv, negativ oder als nicht bestimmbar gewerteten TWA-Befunde (pos: positiv, neg: negativ, nb: nicht bestimmbar)

	<b>nb A VVI</b>	<b>nb B VVI</b>	<b>nb C VVI</b>	<b>nb D VVI</b>
<b>nb A DDD</b>	3	/	/	/
<b>nb B DDD</b>	1	3	2	1
<b>nb C DDD</b>	1	/	/	/
<b>nb D DDD</b>	/	/	/	/

Tabelle 6: Anzahl möglicher Kombinationen von sowohl bei VVI- als auch bei DDD-Stimulation aus verschiedenen Gründen als nicht bestimmbar (nb) gewerteten TWA-Befunden im Vergleich von VVI- und DDD-Stimulation (nb A = Neg TWA unterhalb Schwellenherzfrequenz, nb B =  $\geq 10\%$  frühzeitige oder ektope Schläge, nb C = Störsignale  $\geq 1,8 \mu\text{V}$  bei negativem TWA, nb D = Pos TWA durch Artefakt möglich).

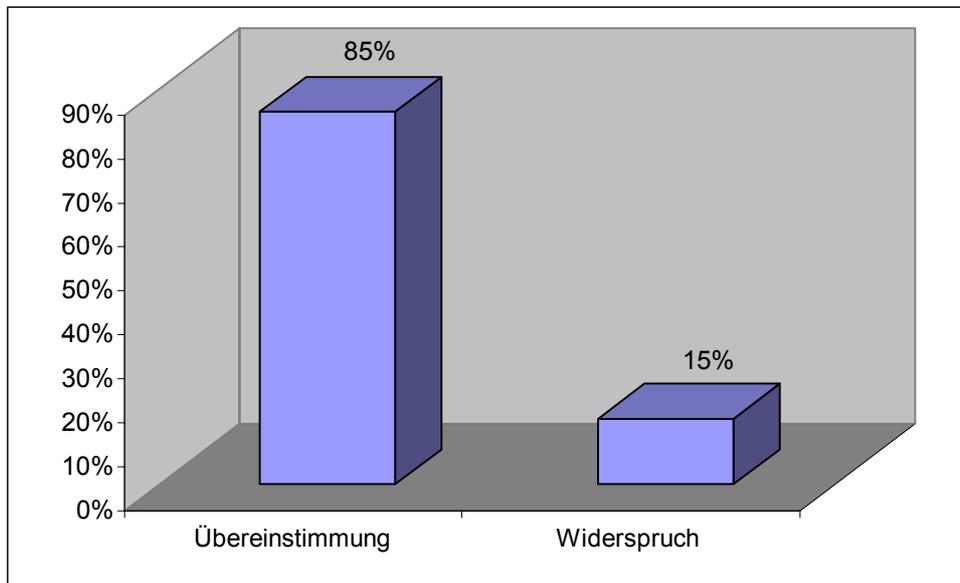


Abbildung 13: Anteile der übereinstimmenden (TWA-Befunde sowohl bei AAI- als auch bei DDD-Stimulation positiv oder negativ) und der sich widersprechenden (TWA-Befund bei AAI-Stimulation positiv und bei DDD-Stimulation negativ oder TWA-Befund bei AAI-Stimulation negativ und bei DDD-Stimulation positiv) TWA-Befunde an den 27 statistisch ausgewerteten Vergleichen von AAI- und DDD-Stimulation.

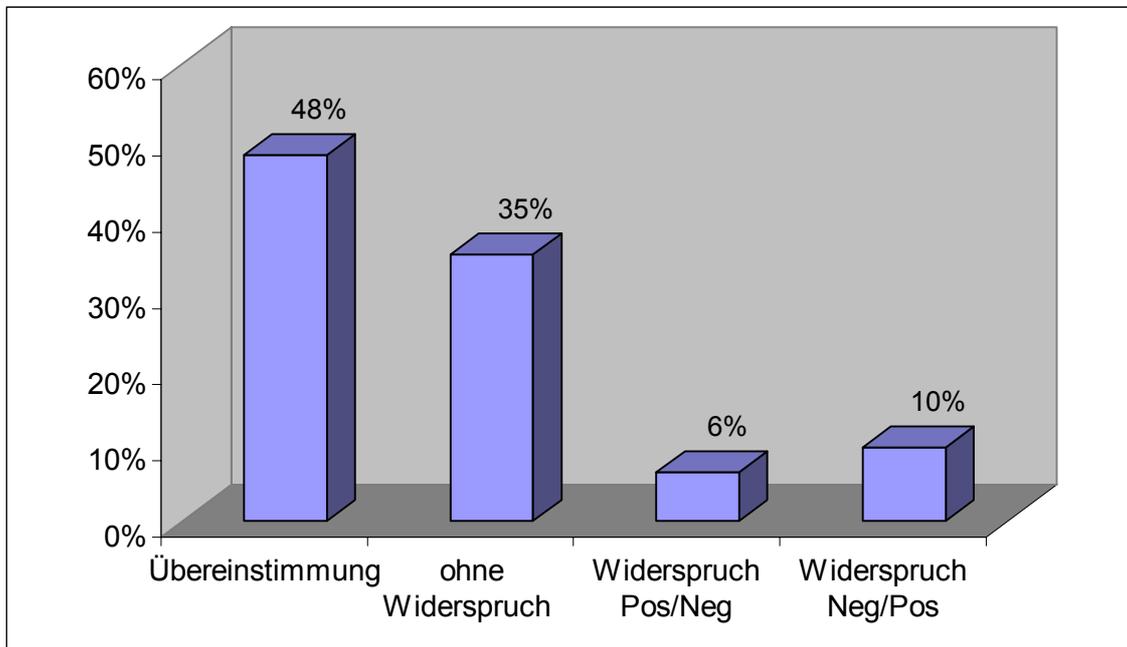


Abbildung 14: Anteil von übereinstimmenden TWA-Befunden (in beiden Stimulationsarten positiver, negativer oder nicht bestimmbarer TWA-Befund), TWA-Befunden ohne Widerspruch (TWA-Befund einer Stimulationsart positiv oder negativ und der der anderen nicht bestimmbar) und sich widersprechenden TWA-Befunden (TWA-Befund bei VVI-Stimulation positiv und bei DDD-Stimulation negativ oder bei DDD-Stimulation negativ und bei VVI-Stimulation positiv) im Vergleich von VVI- und DDD-Stimulation bei 62 Patienten (Pos = positiv, Neg = negativ).

Widersprüchlich waren die TWA-Befunde bei 10/62 (16%) Patienten, 4/10 positiv bei VVI-Stimulation und negativ bei DDD-Stimulation, 6/10 negativ bei VVI-Stimulation und positiv bei DDD-Stimulation. Die TWA-Befunde der übrigen 22/62 (35%) Patienten zeigten weder Übereinstimmung noch Widerspruch.

Bei 52/62 (84%) Patienten stimmten die TWA-Befunde entweder überein oder zeigten zumindest keinen Widerspruch, bei 10/62 (16%) Patienten widersprachen sich die TWA-Befunde. Von den 29 statistisch ausgewerteten Vergleichen mit positiven oder negativen TWA-Befunden stimmten 19/29 (66%) überein, es widersprachen sich 10/29 (34%) TWA-Befunde (Abb. 15). Cohen's Kappa-Koeffizient lag bei 0,254 (25%), der exakte Fisher-Test ergab mit  $p > 0,05$  ( $p = \text{NS}$ ) keine statistisch signifikante Abhängigkeit zwischen den Befunden.

### 3.6 Zusammenhang zwischen linksventrikulärer Ejektionsfraktion, linksventrikulärem enddiastolischen Diameter und auswertbaren Ergebnissen bei AAI-Stimulation

Bei 36 Patienten mit auswertbarem TWA-Befund bei AAI-Stimulation wurde eine Korrelation zur linksventrikulären Ejektionsfraktion hergestellt. Bei 12/36 dieser Patienten konnte bei AAI-Stimulation ein positiver TWA gemessen werden (Abb. 16). Der Mittelwert der linksventrikulären Ejektionsfraktion lag hier bei  $48 \pm 19\%$ . Bei 24/36 Patienten konnte bei AAI-Stimulation ein negativer TWA gemessen werden, der Mittelwert der linksventrikulären Ejektionsfraktion lag bei  $64 \pm 17\%$ . Patienten mit einem positiven TWA-Befund hatten somit eine signifikant niedrigere linksventrikuläre Ejektionsfraktion als Patienten mit einem negativen TWA-Befund ( $p < 0,05$ ).

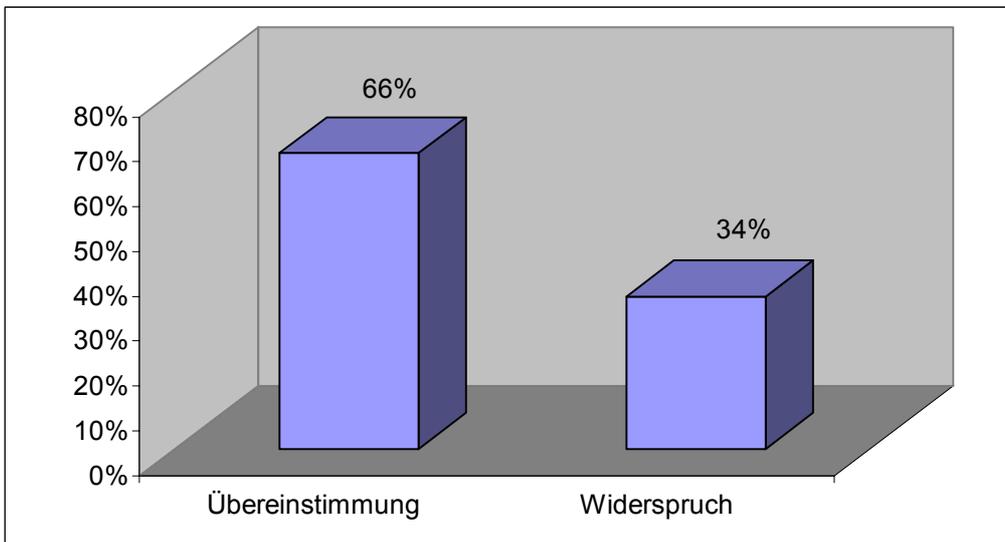


Abbildung 15: Anteile der übereinstimmenden (TWA-Befunde sowohl bei VVI- als auch bei DDD-Stimulation positiv oder negativ) und der sich widersprechenden (TWA-Befund bei VVI-Stimulation positiv und bei DDD-Stimulation negativ oder TWA-Befund bei VVI-Stimulation negativ und bei DDD-Stimulation positiv) TWA-Befunde an den 29 statistisch ausgewerteten Vergleichen von VVI- und DDD-Stimulation.

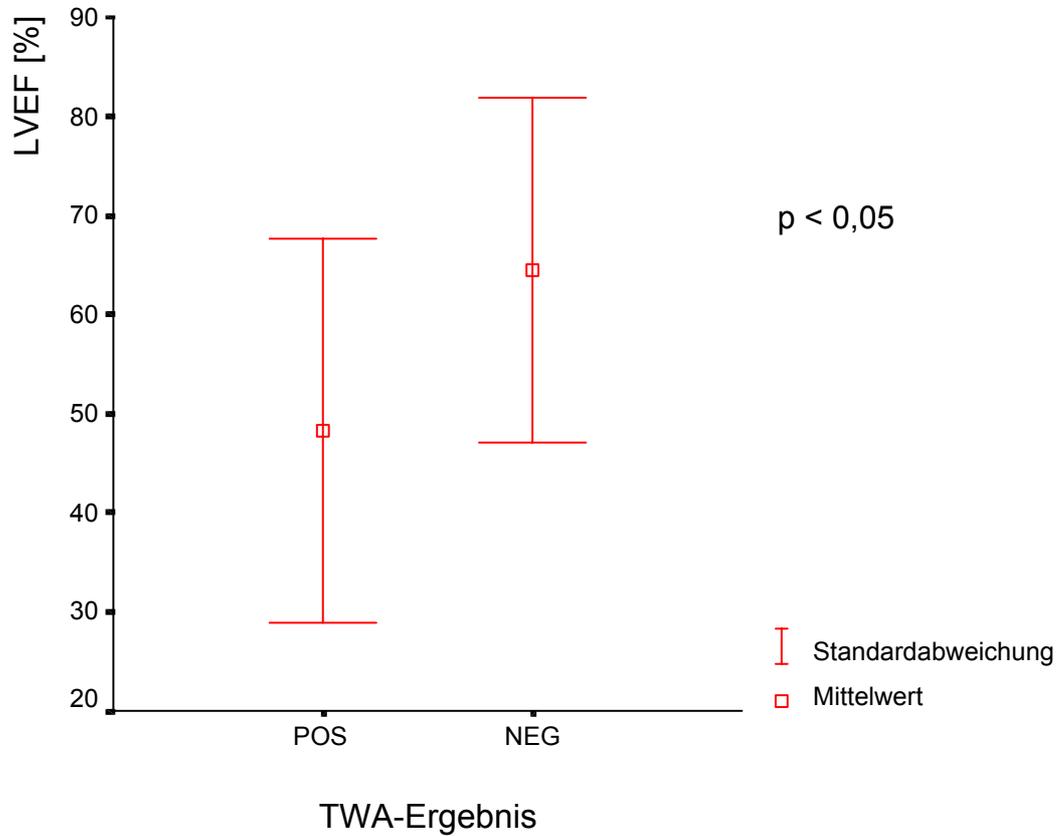


Abbildung 16: Zusammenhang zwischen der linksventrikulären Ejektionsfraktion (LVEF) und dem TWA-Befund bei AAI-Stimulation. Patienten mit positivem TWA-Befund bei AAI-Stimulation hatten eine signifikant niedrigere linksventrikuläre Ejektionsfraktion als Patienten mit negativem TWA-Befund (POS = positiv, NEG = negativ).

Der Zusammenhang zwischen dem linksventrikulären enddiastolischen Diameter und dem TWA-Befund bei AAI-Stimulation ist in Abbildung 17 dargestellt. Bei positivem TWA (n=10) lag der Mittelwert des linksventrikulären enddiastolischen Diameters bei  $60 \pm 11$  mm, bei negativem TWA (n=21) bei  $50 \pm 7$  mm. Patienten mit einem positiven TWA-Befund hatten einen signifikant größeren linksventrikulären enddiastolischen Diameter als Patienten mit einem negativen TWA-Befund ( $p < 0,05$ ).

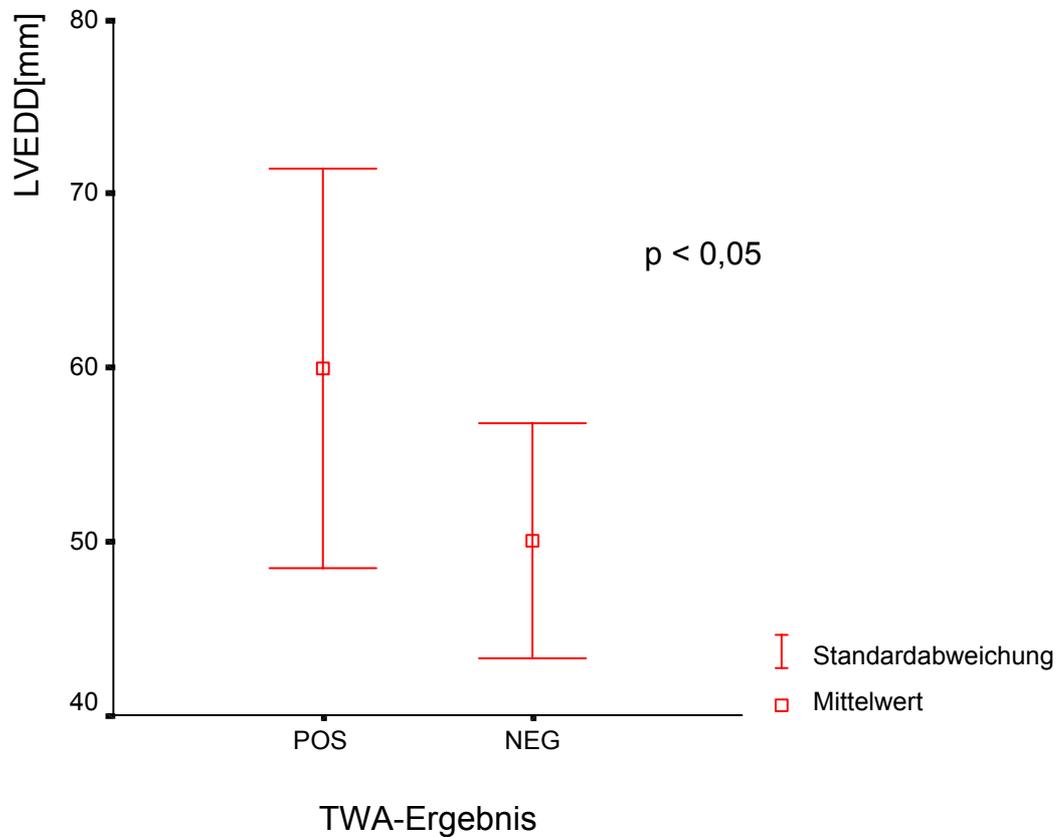


Abbildung 17: Zusammenhang zwischen dem linksventrikulären enddiastolischen Diameter (LVEDD) und dem TWA-Befund bei AAI-Stimulation. Patienten mit positivem TWA-Befund bei AAI-Stimulation hatten einen signifikant größeren linksventrikulären enddiastolischen Diameter als Patienten mit negativem TWA-Befund (POS = positiv, NEG = negativ).

### 3.7 Einfluß von Fusionsschlägen auf die Ergebnisse

Es wurde der Einfluß von Fusionsschlägen auf das Auftreten von sich widersprechenden TWA-Befunden im Vergleich von VVI- und DDD-Stimulation untersucht. Fusionsschläge treten auf, wenn eine eigene, physiologisch weitergeleitete atriale Erregung zusammen mit einer ventrikulären Schrittmacher-Stimulation den Ventrikel erreicht.

Hierzu wurden alle bei VVI- und DDD-Stimulation aufgezeichneten EKG von Patienten mit sich widersprechenden TWA-Befunden und 18/19 EKG von Patienten mit übereinstimmenden TWA-Befunden auf Unterschiede von QRS-Breite und Richtung des Hauptvektors, das heißt des Lagetyps, untersucht (Tab. 7). Unterschiede bestehen beim Auftreten von Fusionsschlägen. Bei 17 Patienten traten entweder übereinstimmende TWA-Befunde auf und im Vergleich der EKG konnten auch keine Fusionsschläge gefunden werden (15/17), oder die TWA-Befunde widersprachen sich bei gleichzeitig auftretenden Fusionsschlägen im EKG (2/17). Bei 11 Patienten traten entweder übereinstimmende TWA-Befunde trotz nachgewiesener Fusionsschläge im EKG (3/11) auf, oder die TWA-Befunde widersprachen sich, obwohl keine Fusionsschläge im EKG gefunden wurden (8/11).

Es konnte keine statistisch signifikante Häufung von EKG mit Fusionsschlägen bei sich widersprechenden TWA-Befunden oder von EKG ohne Fusionsschläge bei übereinstimmenden TWA-Befunden gefunden werden ( $p = \text{NS}$ ).

<b>VVI/DDD</b>	<b>EKG ohne Fusions-schläge</b>	<b>EKG mit Fusions-schlägen</b>
<b>Übereinstimmung</b>	15	3
<b>Widerspruch</b>	8	2

Tabelle 7 Zusammenhang zwischen sich widersprechenden TWA-Befunden und dem Auftreten von Fusionsschlägen im EKG (morphologisch hinsichtlich QRS-Breite und Hauptvektor, das heißt des Lagetyps, unterschiedliche EKG). Es wurde untersucht, ob bei Auftreten von Fusionsschlägen, die zu morphologisch ungleichen EKG führen können, vermehrt sich widersprechende TWA-Befunde oder bei morphologisch gleichen EKG vermehrt übereinstimmende TWA-Befunde im Vergleich von VVI- und DDD-Stimulation zu finden sind. Es konnte keine statistisch signifikante Häufung von EKG mit Fusionsschlägen bei sich widersprechenden TWA-Befunden oder von EKG ohne Fusionsschläge bei übereinstimmenden TWA-Befunden gefunden werden ( $p = \text{NS}$ ) (EKG = Elektrokardiogramm).

### 3.8 Einfluß der Herzfrequenz auf die Ergebnisse

Es wurde untersucht, welchen Einfluß die Herzfrequenz auf das Ergebnis der TWA-Bestimmung bei den unterschiedlichen Stimulationsmodi (AAI-, VVI- und DDD-Stimulation) hat. Hierzu wurde eine Unterteilung in TWA-Befunde bei hoher Herzfrequenz ( $\geq 105/\text{min}$ ) versus TWA-Befunde bei niedriger Herzfrequenz ( $< 105/\text{min}$ ) vorgenommen um zu untersuchen, ob es zu einer Häufung von positiven TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $\geq 105/\text{min}$  oder von negativen TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $< 105/\text{min}$  kam.

Bei AAI-Stimulation ergab die TWA-Bestimmung in 19/40 (48%) Fällen entweder einen positiven TWA-Befund bei einer stimulierten Herzfrequenz von  $\geq 105/\text{min}$  (10/19) oder einen negativen TWA-Befund bei einer Herzfrequenz von  $< 105/\text{min}$  (9/19) (Tab. 8). Einen positiven TWA-Befund bei einer stimulierten Herzfrequenz von  $< 105/\text{min}$  (2/21) oder einen negativen TWA-Befund bei einer Herzfrequenz von  $\geq 105/\text{min}$  (19/21) ergab die TWA-Bestimmung in 21/40 (53%) Fällen. Es gab keine statistisch signifikante Häufung von positiven TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $\geq 105/\text{min}$  oder von negativen TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $< 105/\text{min}$  ( $p = \text{NS}$ ).

Bei VVI-Stimulation waren von 37 TWA-Befunden 18/37 (49%) entweder positiv bei einer Herzfrequenz von  $\geq 105/\text{min}$  (9/18) oder negativ bei einer Herzfrequenz von  $< 105/\text{min}$  (9/18) (Tab. 9). Entweder positiv bei einer stimulierten Herzfrequenz von  $< 105/\text{min}$  (2/19) oder negativ bei einer Herzfrequenz von  $\geq 105/\text{min}$  (17/19) waren 19/37 TWA-Befunde (51%). Auch hier zeigte sich keine statistisch signifikante Häufung von positiven TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $\geq 105/\text{min}$  oder von negativen TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $< 105/\text{min}$  ( $p = \text{NS}$ ).

<b>AAI</b>	<b>Pos</b>	<b>Neg</b>
<b>Hf <math>\geq</math> 105/min</b>	10	19
<b>Hf <math>&lt;</math> 105/min</b>	2	9

Tabelle 8: Einfluß der Herzfrequenz auf das Auftreten von positiven oder negativen TWA-Befunden bei AAI-Stimulation. Untersucht wurde, ob es zu einer Häufung von positiven TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $\geq$  105/min oder von negativen TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $<$  105/min kam. Es gab keine statistisch signifikante Häufung von positiven TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $\geq$  105/min oder von negativen TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $<$  105/min ( $p = \text{NS}$ ) (Pos = Positiv, Neg = Negativ).

<b>VVI</b>	<b>Pos</b>	<b>Neg</b>
<b>Hf <math>\geq</math> 105/min</b>	9	17
<b>Hf <math>&lt;</math> 105/min</b>	2	9

Tabelle 9: Einfluß der Herzfrequenz auf das Auftreten von positiven oder negativen TWA-Befunden bei VVI-Stimulation. Untersucht wurde, ob es zu einer Häufung von positiven TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $\geq$  105/min oder von negativen TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $<$  105/min kam. Es gab keine statistisch signifikante Häufung von positiven TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $\geq$  105/min oder von negativen TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $<$  105/min ( $p = \text{NS}$ ) (Pos = Positiv, Neg = Negativ).

Von 43 TWA-Befunden bei DDD-Stimulation waren 23/43 (53%) entweder positiv bei einer Herzfrequenz von  $\geq 105/\text{min}$  (12/23) oder negativ bei einer Herzfrequenz von  $< 105/\text{min}$  (11/23) (Tab. 10). Entweder positiv bei einer Herzfrequenz von  $< 105/\text{min}$  (3/20) oder negativ bei einer Herzfrequenz von  $\geq 105/\text{min}$  (17/23) waren 20/43 TWA-Befunde (47%). Hier gab es ebenfalls keine statistisch signifikante Häufung von positiven TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $\geq 105/\text{min}$  oder von negativen TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $< 105/\text{min}$  ( $p = \text{NS}$ ).

Es wurde auch eine mögliche Häufung von sich widersprechenden oder übereinstimmenden TWA-Befunden oberhalb oder unterhalb einer Herzfrequenz von 105 Schlägen/min im Vergleich von AAI-/VVI-, AAI-/DDD- und VVI-/DDD-Stimulation untersucht. Im Falle von unterschiedlichen Schwellenwerten der verglichenen Stimulationsarten könnten sich widersprechende Ergebnisse aufgetreten sein, wenn nur der Schwellenwert einer Stimulationsart überschritten wurde. Andererseits wäre denkbar, daß sich widersprechende Befunde erst bei Überschreiten einer höheren Schwellenfrequenz von  $\geq 105$  Schlägen/min auftreten und darunter alle TWA-Befunde übereinstimmend, aber negativ waren. Im Vergleich von AAI- und VVI-Stimulation widersprachen sich bei einer Herzfrequenz von  $\geq 105/\text{min}$  5/17 TWA-Befunde (29%) (Tab. 11), bei einer Herzfrequenz von  $< 105/\text{min}$  waren die sich widersprechenden TWA-Befunde mit 3/10 (30%) annähernd gleich verteilt. Ähnlich war es im Vergleich von AAI- und DDD-Stimulation (Tab. 12). Hier widersprachen sich bei einer Herzfrequenz von  $\geq 105/\text{min}$  3/17 (18%) TWA-Befunde und bei einer Herzfrequenz von  $< 105/\text{min}$  1/10 (10%) TWA-Befunden. Im Vergleich von VVI- und DDD-Stimulation widersprachen sich bei einer Herzfrequenz von  $\geq 105/\text{min}$  6/18 (33%) TWA-Befunde und  $< 105/\text{min}$  4/11 (36%) (Tab. 13) TWA-Befunde. Auch hier war keine eindeutige Häufung von sich widersprechenden TWA-Befunden ober- oder unterhalb einer Herzfrequenz von 105/min zu erkennen.

<b>DDD</b>	<b>Pos</b>	<b>Neg</b>
<b>Hf <math>\geq</math> 105/min</b>	12	17
<b>Hf <math>&lt;</math> 105/min</b>	3	11

Tabelle 10: Einfluß der Herzfrequenz auf das Auftreten von positiven oder negativen TWA-Befunden bei DDD-Stimulation. Untersucht wurde, ob es zu einer Häufung von positiven TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $\geq$  105/min oder von negativen TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $<$  105/min kam. Es gab keine statistisch signifikante Häufung von positiven TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $\geq$  105/min oder von negativen TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz  $<$  105/min ( $p = \text{NS}$ ) (Pos = Positiv, Neg = Negativ).

<b>AAI/VVI</b>	<b>Übereinstimmung</b>	<b>Widerspruch</b>
<b>Hf <math>\geq</math> 105</b>	12	5
<b>Hf <math>&lt;</math> 105</b>	7	3

Tabelle 11: Zusammenhang zwischen der Herzfrequenz und dem Auftreten von sich widersprechenden TWA-Befunden im Vergleich von AAI- und VVI-Stimulation. Es wurde eine mögliche Häufung von sich widersprechenden oder übereinstimmenden TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz (Hf) von  $\geq$  105/min im Vergleich zu einer Herzfrequenz von  $<$  105/min untersucht. Es war keine eindeutige Häufung von sich widersprechenden TWA-Befunden ober- oder unterhalb einer Herzfrequenz von 105/min zu erkennen.

<b>AAI/DDD</b>	<b>Übereinstimmung</b>	<b>Widerspruch</b>
<b>Hf <math>\geq</math> 105</b>	14	3
<b>Hf <math>&lt;</math> 105</b>	9	1

Tabelle 12: Zusammenhang zwischen der Herzfrequenz und dem Auftreten von sich widersprechenden TWA-Befunden im Vergleich von AAI- und DDD-Stimulation. Es wurde eine mögliche Häufung von sich widersprechenden oder übereinstimmenden TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz (Hf) von  $\geq$  105/min im Vergleich zu einer Herzfrequenz von  $<$  105/min untersucht. Es war keine eindeutige Häufung von sich widersprechenden TWA-Befunden ober- oder unterhalb einer Herzfrequenz von 105/min zu erkennen.

<b>VVI/DDD</b>	<b>Übereinstimmung</b>	<b>Widerspruch</b>
<b>Hf <math>\geq</math> 105</b>	12	6
<b>Hf <math>&lt;</math> 105</b>	7	4

Tabelle 13: Zusammenhang zwischen der Herzfrequenz und dem Auftreten von sich widersprechenden TWA-Befunden im Vergleich von VVI- und DDD-Stimulation. Es wurde eine mögliche Häufung von sich widersprechenden oder übereinstimmenden TWA-Befunden bei einer Herzfrequenz (Hf) von  $\geq$  105/min im Vergleich zu einer Herzfrequenz von  $<$  105/min untersucht. Es war keine eindeutige Häufung von sich widersprechenden TWA-Befunden ober- oder unterhalb einer Herzfrequenz von 105/min zu erkennen.

### 3.9 Einfluß einer koronaren Herzerkrankung auf die Ergebnisse

Es wurde ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Bestehen einer koronaren Herzerkrankung (KHK) und dem Auftreten von sich widersprechenden TWA-Befunden untersucht. Bei Bestehen einer KHK und dem Auftreten einer Ischämie während der Stimulation kann es aufgrund eines alternierenden Leitungsblockes in das ischämische Gebiet zu einem TWA kommen. Im Vergleich von AAI-/VVI- und AAI-/DDD-Stimulation können sich widersprechende TWA-Befunde auftreten, wenn dieser Leitungsblock nur bei Stimulation eines der beiden Orte auftritt.

Im Vergleich von AAI- und VVI-Stimulation wurde bei 12 Patienten bei einer der beiden Stimulationsarten oder gleichzeitig bei beiden ein positiver TWA gemessen (Tab. 14). Diese Fälle wurden näher betrachtet. In 9/12 Fällen konnten folgende Kombinationen gefunden werden, die auf einen Zusammenhang zwischen dem Bestehen einer KHK und dem Auftreten von sich widersprechenden TWA-Befunden hindeuten: bei 5/9 Fällen widersprachen sich die TWA-Befunde bei gleichzeitigem Bestehen einer KHK, bei 4/9 Fällen stimmten die TWA-Befunde überein wobei auch keine KHK bestand. Es konnte allerdings auch folgende Kombination gefunden werden, die gegen einen Zusammenhang spricht: in 3/12 Fällen widersprachen sich die TWA-Befunde bei Fehlen einer KHK.

Im Vergleich von AAI- und DDD-Stimulation wurde bei 12 Patienten bei einer der beiden Stimulationsarten oder gleichzeitig bei beiden ein positiver TWA gemessen (Tab. 15). In 9/12 dieser Fälle konnten folgende Kombinationen gefunden werden, die auf einen Zusammenhang zwischen dem Bestehen einer KHK und dem Auftreten von sich widersprechenden TWA-Befunden hindeuten: bei 3/9 Fällen widersprachen sich die TWA-Befunde bei gleichzeitigem Bestehen einer KHK und bei 6/9 Fällen stimmten die TWA-Befunde überein, wobei auch keine KHK bestand. Bei 3/12 Patienten konnten folgende gegen einen Zusammenhang sprechende Kombinationen gefunden werden: in 1/3 Fällen widersprachen sich die TWA-Befunde, obwohl bei dem Patienten keine KHK bestand, und bei 2/3 Fällen stimmten die TWA-Befunde trotz bestehender KHK überein.

<b>AAI/VVI</b>	<b>Mit KHK</b>	<b>Ohne KHK</b>
<b>Übereinstimmend Pos</b>	0	4
<b>Widerspruch</b>	5	3

Tabelle 14: Zusammenhang zwischen dem Bestehen einer KHK und dem Auftreten von sich widersprechenden TWA-Befunden im Vergleich von AAI- und VVI-Stimulation. Ein hoher Anteil sich widersprechender TWA-Befunde konnte bei Bestehen einer KHK und ein hoher Anteil von übereinstimmenden TWA-Befunden bei Fehlen einer KHK gefunden werden. Sich widersprechende TWA-Befunde traten aber auch bei Fehlen einer KHK auf (KHK = koronare Herzerkrankung, Pos = Positiv).

<b>AAI/DDD</b>	<b>Mit KHK</b>	<b>Ohne KHK</b>
<b>Übereinstimmend Pos</b>	2	6
<b>Widerspruch</b>	3	1

Tabelle 15: Zusammenhang zwischen dem Bestehen einer KHK und dem Auftreten von sich widersprechenden TWA-Befunden im Vergleich von AAI- und DDD-Stimulation. Ein hoher Anteil sich widersprechender TWA-Befunde konnte bei Bestehen einer KHK und ein hoher Anteil von übereinstimmenden TWA-Befunden bei Fehlen einer KHK gefunden werden. Ein sich widersprechender TWA-Befund trat aber auch bei Fehlen einer KHK auf (KHK = koronare Herzerkrankung, Pos = Positiv).

Es konnte ein hoher Anteil sich widersprechender TWA-Befunde bei Bestehen einer KHK und ein hoher Anteil von übereinstimmenden TWA-Befunden bei Fehlen einer KHK gefunden werden. Sich widersprechende TWA-Befunde im Vergleich von AAI-/VVI- und AAI-/DDD-Stimulation traten aber auch bei Fehlen einer KHK, übereinstimmende TWA-Befunde trotz Bestehens einer KHK auf.