

---

## Vortriebsleistung Sledge-Eishockey

(AZ 070406/08-09)

Uwe Tegtbur<sup>1</sup> (Projektleiter), Senoussi Kaba<sup>2</sup> & Heinz Nowoisky<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Medizinische Hochschule Hannover, Institut für Sportmedizin

<sup>2</sup>Klinikum Agnes-Karll Laatzen, Sportmedizinisches Zentrum

<sup>3</sup>Olympiastützpunkt Niedersachsen

### Problem

Sledge-Eishockey wird von Sportlern mit körperlicher Behinderung, überwiegend beinamputiert oder querschnittsgelähmt, gespielt. Internationale Wettkämpfe gibt es seit 30 Jahren. Spielregeln, Tore und Spielfeld sind mit Eishockey vergleichbar. Die reine Spielzeit beträgt dreimal 15 Minuten. Die Fortbewegung auf dem Eis erfolgt mit einem speziell angefertigten Metallschlitten. Zur Übertragung der Vortriebskraft, die vorrangig über die Arm- und Schultermuskulatur erfolgt, dienen zwei kurze Schläger. Ein Griffende ist mit Spikes versehen. Das andere Griffende beidseits wird zum Schlagen und Schieben des Pucks genutzt.

Es gibt bisher keine publizierten wissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse zur Kraftdiagnostik und Vortriebsleistung im Sledge-Eishockey. Daher ist Ziel des Projekts, die Vortriebsleistung zu analysieren und in Relation zu medizinischen und leistungsdiagnostischen Charakteristika von Sledge-Eishockey-Spielern der deutschen Nationalmannschaft zu untersuchen.

### Methode

Im Sportmedizinischen Zentrum in Hannover wurden bei 16 Spielern der deutschen Sledge-Eishockey-Nationalmannschaft medizinische Untersuchungen und mehrere leistungsdiagnostische Tests absolviert: Drehkurbelergometrie, isokinetische Diagnostik der Maximalkraft und Kraftausdauer beider Schultergelenke, 10-m-Eissprints. Ausgewertet wurden die Sportlercharakteristika (Trainingsalter, Trainingsumfang, Körpergröße/-gewicht, Körperfettanteil, Herzvolumen echokardiographisch, VC, FEV1, FEV1/ %VC), die Leistungsdiagnostik als Drehkurbelergometrie (Leistung, HF, Blutdruck, Laktat), die isokinetische Diagnostik (Maximalkraft und Kraftausdauer rechter und linker Arm, jeweils Extension und Flexion Schulter; Maximalkraft und Kraftausdauer rechte und linke Schulter, jeweils Innenrotation und Außenrotation; nach den Empfehlungen von Mayer et al., 1994 und Mayer et al., 2001) sowie die 10-m-Sprinttests (Analyse der ersten 5 Anschübe mit Beschleunigung, Geschwindigkeit, Dauer auch der Rückholbewegung, Strecke, Winkelbeschleunigung und Winkelgeschwindigkeit).

## Ergebnisse

### Sportlercharakteristika

Die Athleten der Nationalmannschaft sind im Mittel 34 Jahre alt, spielen seit durchschnittlich 7-8 Jahren Sledge-Eishockey und trainieren viermal wöchentlich (siehe Tab. 1). Die Athleten mit Amputation (N = 9) sind tendenziell etwas älter, haben ein tendenziell größeres Herzvolumen und kleinere FEV1 als die querschnittsgelähmten Athleten (N = 7). Die VC beträgt bei den Athleten mit Amputation 100 % des Sollwertes, bei den querschnittsgelähmten Athleten 90 % des Sollwertes. Im Vergleich zu etwa gleichaltrigen Leistungssportlern unterschiedlicher Sportarten (N = 154, Alter  $30 \pm 4$  Jahre, Herzvolumen  $492 \pm 101$  ml) ist das in der Echokardiographie ermittelte Herzvolumen mit  $625 \pm 95$  ml signifikant vergrößert.

Tab. 1. *Sportlercharakteristika (N = 16) (MW  $\pm$  SD; Signifikanzen \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ )*

	Alter	Trainingsjahre Hauptsportart	Trainings- einheiten pro Woche	Körpergröße (cm)	Körpergewicht (kg)	Körperfettanteil (%)
Gesamt	34,02 $\pm$ 11,90	7,69 $\pm$ 3,07	3,88 $\pm$ 1,54	178,50 $\pm$ 10,11	73,51 $\pm$ 9,88	18,29 $\pm$ 4,16
Querschnitt.	31,56 $\pm$ 10,42	7,00 $\pm$ 2,71	4,00 $\pm$ 1,63	177,29 $\pm$ 11,18	72,86 $\pm$ 11,32	18,19 $\pm$ 5,26
Amputation	36,01 $\pm$ 7,91	8,22 $\pm$ 3,38	3,78 $\pm$ 1,56	179,44 $\pm$ 9,77	74,01 $\pm$ 9,28	18,38 $\pm$ 3,30

	HV durch Echo (ml)	VC (l)	FEV 1 (l)	FEV1 % (in % der VC)
Gesamt	625,00 $\pm$ 94,87	5,07 $\pm$ 0,83	4,23 $\pm$ 0,66	84,22 $\pm$ 7,52
Querschnitt.	600,00 $\pm$ 115,47	4,74 $\pm$ 0,89	4,17 $\pm$ 0,71	88,50 $\pm$ 5,36
Amputation	644,44 $\pm$ 76,83	5,31 $\pm$ 0,73	4,28 $\pm$ 0,66	80,90 $\pm$ 7,49 **

### Drehkurbelergometrie

In Tab. 2 sind die Ergebnisse der Drehkurbelergometrie (Beginn 50W, Steigerung 16,6 Watt/min) dargestellt (ergoline 800 Drehkurbelergometer).

Tab. 2. *Testdaten der Drehkurbelergometrie (MW  $\pm$  SD; Signifikanzen \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ )*

	Belastungsstufe max (Watt)	Herzfrequenz max (S/ min)	Lactat max (mmol)	RRsys max (mmHg)	RRdia max (mmHg)
Gesamt	146,06 $\pm$ 19,83	173,25 $\pm$ 11,37	8,92 $\pm$ 1,76	160,94 $\pm$ 16,95	76,25 $\pm$ 5,18
Querschnitt.	150,00 $\pm$ 11,55	179,14 $\pm$ 10,40	9,40 $\pm$ 1,86	161,43 $\pm$ 21,16	75,71 $\pm$ 5,35
Amputation	143,00 $\pm$ 24,77	168,67 $\pm$ 10,36	8,44 $\pm$ 1,65	160,56 $\pm$ 14,24	78,89 $\pm$ 7,82

Die querschnittsgelähmten Athleten (N = 7) erreichen mit 150 W im Mittel eine tendenziell, aber nicht signifikant höhere Leistung als die Athleten mit Amputation (N = 9). Die maximale Herzfrequenz und Laktatkonzentration sind bei den jüngeren querschnittsgelähmten Athleten geringfügig höher.

## Isokinetische Diagnostik

### Maximalkraft Extension und Flexion Schulter (Tab. 3a)

Die Messwerte des linken und rechten Armes unterscheiden sich nicht signifikant. Das maximale Drehmoment rechts beträgt  $216,19 \pm 34,48$  Nm, links  $215,44 \pm 33,21$  Nm.

Das maximale Drehmoment der querschnittsgelähmten Athleten ist mit  $219,15 \pm 35,22$  Nm rechts und  $226,98 \pm 33,11$  Nm links nicht signifikant unterschiedlich zu dem der Athleten mit Amputation (rechts  $212,25 \pm 36,35$  Nm, links  $200,05 \pm 28,91$  Nm).

Tab. 3a. *Maximalkraft Extension und Flexion Schulter (MW  $\pm$  SD; Signifikanzen \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ )*

Rechtes Schultergelenk Extension und Flexion 80° Isokinetik klassisch Kon/Kon 60/60 (Messung: 5 Wdhlg. Pause 60s)						
	D.Moment max Ext (Nm)	D.Moment max Flex (Nm)	D.Moment max Mw. Ext (Nm)	D.Moment max Mw. Flex (Nm)	D.Moment max Mw Flex/ Ext (%)	D.Moment max Mw.Ext/kg (Nm/kg)
Gesamt	216,19 $\pm$ 34,48	-162,66 $\pm$ 27,33	203,58 $\pm$ 36,82	-153,67 $\pm$ 25,03	76,34 $\pm$ 10,22	2,81 $\pm$ 0,58
Querschnitt.	219,15 $\pm$ 35,22	-170,94 $\pm$ 31,32	207,14 $\pm$ 36,22	-161,16 $\pm$ 29,23	78,14 $\pm$ 9,63	2,80 $\pm$ 0,48
Amputation	212,25 $\pm$ 36,35	-151,62 $\pm$ 17,70	198,83 $\pm$ 40,50	-143,68 $\pm$ 14,95	73,93 $\pm$ 11,38	2,82 $\pm$ 0,74
Linkes Schultergelenk Extension und Flexion 80° Isokinetik klassisch Kon/Kon 60/60 (Messung: 5 Wdhlg. Pause 60s)						
	D.Moment max Ext (Nm)	D.Moment max Flex (Nm)	D.Moment max Mw. Ext (Nm)	D.Moment max Mw. Flex (Nm)	D.Moment max Mw Flex/ Ext (%)	D.Moment max Mw.Ext/kg (Nm/kg)
Gesamt	215,44 $\pm$ 33,21	-157,00 $\pm$ 25,83	198,03 $\pm$ 35,16	-146,70 $\pm$ 27,87	74,66 $\pm$ 11,83	2,71 $\pm$ 0,51
Querschnitt.	226,98 $\pm$ 33,11	-159,49 $\pm$ 18,24	212,56 $\pm$ 30,25	-150,75 $\pm$ 16,19	71,90 $\pm$ 10,43	2,86 $\pm$ 0,39
Amputation	200,05 $\pm$ 28,91	-153,68 $\pm$ 35,29	178,65 $\pm$ 33,83*	-141,30 $\pm$ 39,88	78,33 $\pm$ 13,54	2,52 $\pm$ 0,63

### Kraftausdauer Extension und Flexion Schulter (Tab. 3b)

Die Messwerte der Kraftausdauer des linken und rechten Armes unterscheiden sich nicht signifikant. Wesentliche Messgrößen sind hier die Anzahl der Wiederholungen, die totale Arbeit der Flexion und Extension sowie der Abfall der Arbeit im Laufe der 60 sec. Die Kraftausdauer der querschnittsgelähmten Athleten ist nicht signifikant unterschiedlich zu dem der Athleten mit Amputation.

Tab. 3b. *Kraftausdauer Extension und Flexion Schulter (MW  $\pm$  SD; Signifikanzen \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ )*

Rechtes Schultergelenk Extension und Flexion 80° Isokinetik klassisch Kon/Kon 180/180 (Messung: Zeit 60s Pause 60s)								
	Anzahl Bewegungen Ext (n)	Mittl.Arbeit Flex/Ext	Total Arbeit Ext (J)	Total Arbeit Flex (J)	Mittl. Arbeit Ext/kg (J/kg)	Mittl. Arbeit Flex/kg (J/kg)	Abfall Arbeit Ext (J/s)	Abfall Arbeit Flex (J/s)
Gesamt	62,07 $\pm$ 7,62	94,63 $\pm$ 12,35	2633,96 $\pm$ 673,58	2463,60 $\pm$ 422,92	0,60 $\pm$ 0,22	0,57 $\pm$ 0,17	-0,42 $\pm$ 0,31	-0,37 $\pm$ 0,29
Querschnitt.	64,00 $\pm$ 7,71	100,04 $\pm$ 12,08	2491,43 $\pm$ 384,64	2465,88 $\pm$ 267,78	0,53 $\pm$ 0,08	0,53 $\pm$ 0,11	-0,44 $\pm$ 0,36	-0,45 $\pm$ 0,32
Amputation	59,50 $\pm$ 7,34	85,98 $\pm$ 7,07*	2824,00 $\pm$ 946,92	2460,57 $\pm$ 603,84	0,70 $\pm$ 0,30	0,61 $\pm$ 0,23	-0,39 $\pm$ 0,28	-0,26 $\pm$ 0,23
Linkes Schultergelenk Extension und Flexion 80° Isokinetik klassisch Kon/Kon 180/180 (Messung: Zeit 60s Pause 60s)								
	Anzahl Bewegungen Ext (n)	Mittl.Arbeit Flex/Ext	Total Arbeit Ext (J)	Total Arbeit Flex (J)	Mittl. Arbeit Ext/kg (J/kg)	Mittl. Arbeit Flex/kg (J/kg)	Abfall Arbeit Ext (J/s)	Abfall Arbeit Flex (J/s)
Gesamt	60,31 $\pm$ 6,16*	93,35 $\pm$ 15,28	2833,88 $\pm$ 531,97	2621,20 $\pm$ 407,21	0,66 $\pm$ 0,15	0,62 $\pm$ 0,16	-0,49 $\pm$ 0,29	-0,37 $\pm$ 0,23
Querschnitt.	61,63 $\pm$ 6,57	91,28 $\pm$ 19,21	2885,44 $\pm$ 571,11	2591,65 $\pm$ 288,90	0,63 $\pm$ 0,12	0,58 $\pm$ 0,12	-0,51 $\pm$ 0,26	-0,39 $\pm$ 0,20
Amputation	58,20 $\pm$ 5,40	96,66 $\pm$ 5,70	2751,38 $\pm$ 514,18	2668,48 $\pm$ 588,94	0,71 $\pm$ 0,20	0,69 $\pm$ 0,20	-0,44 $\pm$ 0,35	-0,35 $\pm$ 0,29

### Maximalkraft Innenrotation und Außenrotation der Schulter (Tab. 4a)

Die Messungen des linken und rechten Armes unterscheiden sich in der Innenrotation, aber nicht in der Außenrotation signifikant voneinander. Das maximale Drehmoment der Innenrotation rechts, des dominierenden Armes, beträgt  $71,81 \pm 12,53$  Nm, links  $63,26 \pm 10,85$  Nm,  $p = 0,007$ . Das maximale Drehmoment der Außenrotation rechts beträgt  $-38,74 \pm 7,04$  Nm, links  $-38,68 \pm 6,73$  Nm,  $p < 0,05$ .

Tab. 4a. *Maximalkraft Innenrotation und Außenrotation der Schulter (MW  $\pm$  SD; Signifikanzen \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ )*

Rechtes Schultergelenk IR/AR 45° Abd Isokinetik klassisch Kon/Kon 60/60 (Messung: 5 Wdhlg. Pause 60s)							
	D.Moment max IR (Nm)	D.Moment max AR (Nm)	D.Moment max Mw. IR (Nm)	D.Moment max Mw. AR (Nm)	D.Moment max Mw AR/IR (%)	D.Moment max Mw.IR/kg (Nm/kg)	D.Moment max Mw. AR/kg (Nm/kg)
Gesamt	71,81 $\pm$ 12,53	-38,74 $\pm$ 7,04	66,49 $\pm$ 12,35	-36,53 $\pm$ 6,69	56,36 $\pm$ 13,40	0,92 $\pm$ 0,19	-0,50 $\pm$ 0,08
Querschnitt.	71,06 $\pm$ 16,21	-37,76 $\pm$ 5,52	66,49 $\pm$ 16,21	-35,64 $\pm$ 5,59	55,58 $\pm$ 12,81	0,90 $\pm$ 0,21	-0,48 $\pm$ 0,08
Amputation	72,82 $\pm$ 6,18	-40,05 $\pm$ 9,09	66,50 $\pm$ 5,34	-37,72 $\pm$ 8,35	57,40 $\pm$ 15,33	0,94 $\pm$ 0,18	-0,52 $\pm$ 0,08
Linkes Schultergelenk IR/AR 45° Abd Isokinetik klassisch Kon/Kon 60/60 (Messung: 5 Wdhlg. Pause 60s)							
	D.Moment max IR (Nm)	D.Moment max AR (Nm)	D.Moment max Mw. IR (Nm)	D.Moment max Mw. AR (Nm)	D.Moment max Mw AR/IR (%)	D.Moment max Mw.IR/kg (Nm/kg)	D.Moment max Mw. AR/kg (Nm/kg)
Gesamt	63,26 $\pm$ 10,85**	-38,68 $\pm$ 6,73	59,06 $\pm$ 10,90*	-36,47 $\pm$ 6,28	62,86 $\pm$ 10,83**	0,81 $\pm$ 0,17**	-0,50 $\pm$ 0,07
Querschnitt.	58,50 $\pm$ 9,77	-35,91 $\pm$ 4,82	54,55 $\pm$ 9,86	-34,15 $\pm$ 4,27	63,88 $\pm$ 11,04	0,74 $\pm$ 0,13	-0,46 $\pm$ 0,06
Amputation	69,60 $\pm$ 9,37*	-42,37 $\pm$ 7,52*	65,07 $\pm$ 9,84*	-39,57 $\pm$ 7,55	61,50 $\pm$ 11,41	0,91 $\pm$ 0,16*	-0,55 $\pm$ 0,07*

### Kraftausdauer Innenrotation und Außenrotation der Schulter (Tab. 4b)

Auch bei der Kraftausdauer zeigt die Innenrotation der rechten Schulter signifikant höhere Werte als die der linken Schulter, während die Werte der Außenrotation rechts und links nahezu gleich sind. Die totale Arbeit der Innenrotation als Anzahl/60sec mal mittlere Arbeit pro IRO beträgt rechts  $1349,12 \pm 306,62$  J und  $1187,57 \pm 248,38$  J links. Die Außenrotation ist im Sinne einer Gegenregulation rechts ( $764,64 \pm 132,00$  J) im Vergleich zu links ( $792,68 \pm 146,90$  J) tendenziell, aber nicht signifikant reduziert.

Tab. 4b. *Kraftausdauer Innenrotation und Außenrotation der Schulter (MW  $\pm$  SD; Signifikanzen \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ )*

Rechtes Schultergelenk IR/AR 45° Abd Isokinetik klassisch Kon/Kon 180/180 (Messung: Zeit 60s Pause 60s)								
	Anzahl Bewegungen IR (n)	Mittl.Arbeit AR/IR	Total Arbeit IR (J)	Total Arbeit AR (J)	Mittl. Arbeit IR/kg (J/kg)	Mittl. Arbeit AR/kg (J/kg)	Abfall Arbeit IR (J/s)	Abfall Arbeit AR (J/s)
Gesamt	55,43 $\pm$ 5,00	57,91 $\pm$ 10,01	1349,12 $\pm$ 306,62	764,64 $\pm$ 132,00	0,33 $\pm$ 0,06	0,19 $\pm$ 0,02	-0,11 $\pm$ 0,10	-0,09 $\pm$ 0,03
Querschnitt.	54,75 $\pm$ 5,73	55,58 $\pm$ 8,56	1411,73 $\pm$ 336,07	768,85 $\pm$ 127,40	0,34 $\pm$ 0,04	0,19 $\pm$ 0,02	-0,09 $\pm$ 0,09	-0,10 $\pm$ 0,03
Amputation	56,33 $\pm$ 4,18	61,02 $\pm$ 11,74	1265,65 $\pm$ 267,75	759,03 $\pm$ 150,04	0,32 $\pm$ 0,07	0,19 $\pm$ 0,02	-0,13 $\pm$ 0,11	-0,08 $\pm$ 0,04
Linkes Schultergelenk IR/AR 45° Abd Isokinetik klassisch Kon/Kon 180/180 (Messung: Zeit 60s Pause 60s)								
	Anzahl Bewegungen IR (n)	Mittl.Arbeit AR/IR	Total Arbeit IR (J)	Total Arbeit AR (J)	Mittl. Arbeit IR/kg (J/kg)	Mittl. Arbeit AR/kg (J/kg)	Abfall Arbeit IR (J/s)	Abfall Arbeit AR (J/s)
Gesamt	54,07 $\pm$ 5,23	66,57 $\pm$ 8,61	1187,57 $\pm$ 248,38	792,68 $\pm$ 146,90	0,30 $\pm$ 0,06	0,20 $\pm$ 0,03	-0,07 $\pm$ 0,09	-0,11 $\pm$ 0,03
Querschnitt.	54,13 $\pm$ 5,96	63,88 $\pm$ 8,81	1173,51 $\pm$ 230,61	759,95 $\pm$ 131,33	0,29 $\pm$ 0,02	0,19 $\pm$ 0,02	-0,05 $\pm$ 0,08	-0,11 $\pm$ 0,04
Amputation	54,00 $\pm$ 4,60	70,17 $\pm$ 7,53	1206,32 $\pm$ 291,91	836,32 $\pm$ 167,21	0,31 $\pm$ 0,08	0,22 $\pm$ 0,04*	-0,11 $\pm$ 0,10	-0,11 $\pm$ 0,04

## Sprinttests über 10 m

Tab. 5 zeigt die Dauer der Anschübe und Ausholbewegungen im Sprinttest.

Tab. 5. *Dauer der Anschübe und Ausholbewegungen*

	MW ± SD (s)
Dauer erster Schub	0,87 ± 0,27
Dauer zweiter Schub	0,39 ± 0,12
Dauer dritter Schub	0,34 ± 0,09
Dauer vierter Schub	0,32 ± 0,08
Dauer fünfter Schub	0,31 ± 0,08
Dauer erste Ausholbewegung	0,27 ± 0,16
Dauer zweite Ausholbewegung	0,29 ± 0,08
Dauer dritter Ausholbewegung	0,33 ± 0,07
Dauer vierter Ausholbewegung	0,36 ± 0,09

Der erste und zweite Anschub sind signifikant besser bei den Sportlern mit Amputation als bei den querschnittsgelähmten Sportlern. Die schnellere Geschwindigkeit von 2,4 vs 1,9 m/s bleibt auch nach dem fünften Anschub bestehen (3,8 vs. 3,4 m/s). Auch die Dauer des ersten Anschubes mit  $0,76 \pm 0,23$  sec ist bei den Sportlern mit Amputation schneller als bei den querschnittsgelähmten Sportlern ( $1,23 \pm 0,45$  sec;  $p = 0.002$ ).

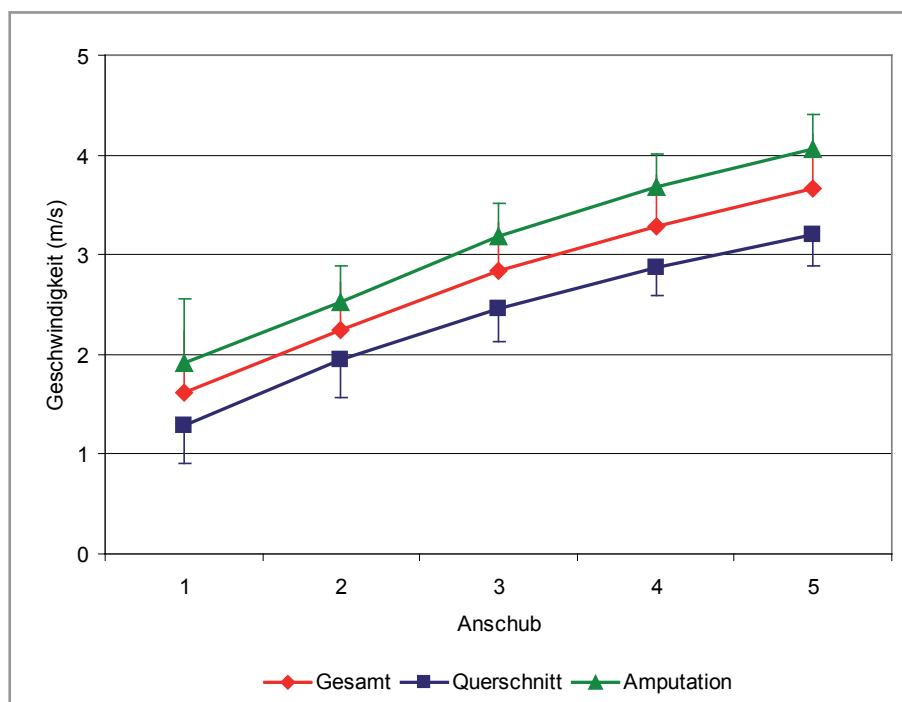


Abb. 1a. Geschwindigkeit über die ersten fünf Anschübe.

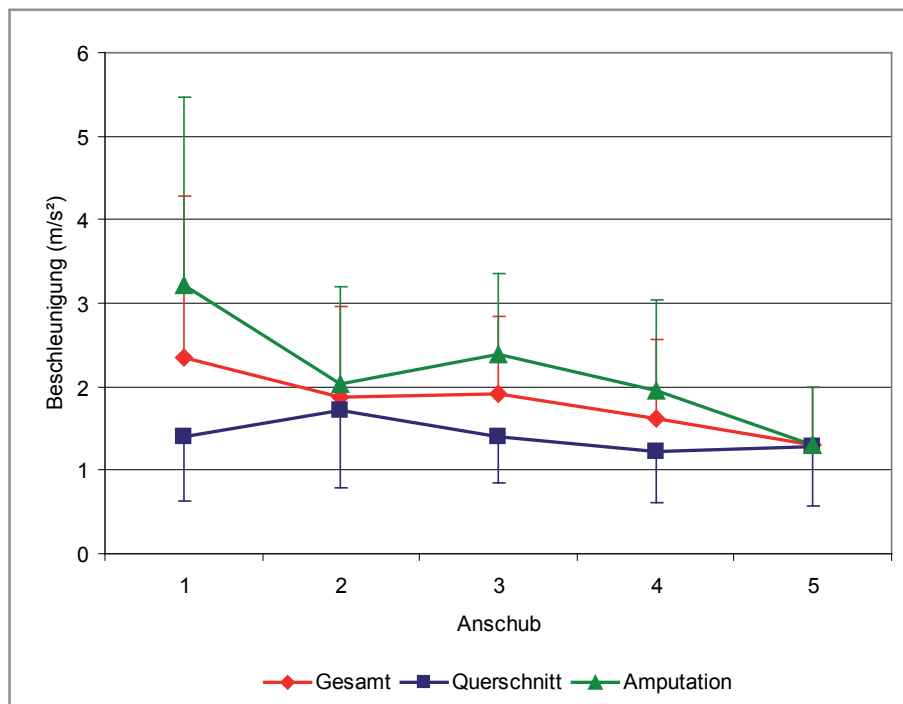


Abb. 1b. Beschleunigung über die ersten fünf Anschläge

Die Beschleunigung nimmt über die 5 Anschläge stetig ab, die Geschwindigkeit nimmt zu. Die Sportler mit Amputation haben einen besseren ersten Anschlag, der Vorsprung in m/s wird bis zum 5. Anschlag beibehalten.

## Diskussion und Praxisbezug

Die Sledge-Eishockey Athleten zeigen eine ausgeprägte Trainingsanpassung des Herzens. Die Lungenfunktion ist nahe normal. Die durchschnittlich erreichte Maximalleistung beträgt 146 Watt, was 70 % der altersnormierten Sollleistung Altersgleicher auf dem Fahrradergometer entspricht. Die Leistungsfähigkeit an der Drehkurbel und das maximale Drehmoment unterscheiden sich nicht signifikant zwischen den Behinderungsarten. Das maximale Drehmoment der Schulter liegt 2-4 mal höher als bei Untrainierten. Daher sind die Belastungen von Bindegewebe, Knorpel und Knochen erheblich höher. Da Schulterschäden bei Rollstuhlathleten bzw. -athleten durch die starke Muskulatur kompensiert werden und oft asymptomatisch verlaufen, sollte der Verletzungsprävention eine hohe Bedeutung beigemessen werden. Die Kraftausdauer unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den Behinderungsarten. Das maximale Drehmoment der Innenrotation der dominanten Schulterseite ist signifikant stärker als das der nicht-dominanten Schulter. Gerade auch für die Alltagsbelastungen mit dem Rollstuhl ist hier eine Verbesserung der nichtdominanten Seite durch gezieltes Training anzustreben.

Die Geschwindigkeit nimmt vom ersten bis zum fünften Anschlag stetig zu und erreicht noch kein Plateau nach 10 m. Die Athleten mit Amputation haben einen signifikant schnelleren ersten Anschlag als die Athleten mit Querschnittslähmung. Die Beschleunigung vom 2.-5. Anschlag ist gleich gut.

Die Sprintgeschwindigkeit wird vor allem durch die Bewegungsgeschwindigkeit der Schulter beim Anschlag determiniert. Eine hohe Bewegungsgeschwindigkeit mit der komplexen Aushol- und Rückholbewegung sollte als Trainingsziel definiert werden. Krafttraining sollte danach ausgerichtet werden.

## Literatur

- Mayer F., Horstmann T., Röcker K., Heitkamp H. C. & Dickhuth H. H. (1994). Normal values of isokinetic maximum strength, the strength/velocity curve, and the angle at peak torque of all degrees of freedom in the shoulder. *International journal of sports medicine*, 15 (1), S. 19-25.
- Mayer, F., Horstmann, T., Bäurle, W., Grau, S., Handel, M. & Dickhuth, H. H. (2001). Diagnostic with isokinetic devices in shoulder measurements – potentials and limits. *Isokinetics and exercise science*, 9, S. 19-25.