

CPET 
Seminare

CPET 
Seminare

Spiroergometrie

bei arbeitsmedizinischen Erkrankungen und in
der Begutachtung

Differenzierte Betrachtung der Symptomatik

Die Belastungslimitierung bei Asbestosen bei 138 pathologischen CPX bei 490 untersuchten Schiffbauern war erklärt durch folgende Ursachen:

- 69 % kardiovaskuläre
- 18% pulmonale
- 13% neurale, muskuläre, skelettale und Adipositas

MdE = Minderung der Erwerbsfähigkeit

im Unfallrecht eine Differenzierung zwischen

Bezugsgröße

= individuelle Erwerbsfähigkeit auf dem allgemeinen
Arbeitsmarkt und

Vergleichsgröße

= individuelle Erwerbsminderung nach dem Unfall

Nur der **kausale Anteil** einer BK oder eines
Arbeitsunfalles wird berücksichtigt. Tabellen zur
Einschätzung der MdE im BK-Recht dienen als
"unverbindliche Anhaltspunkte"

Interindividueller Leistungsvergleich

Sicht unter 3 verschiedenen Aspekten:

Vergleich der individuellen Leistung mit der allgemeinen Solleistung

Vergleich mit speziellen beruflichen energetischen Anforderungen konkreter Arbeitsplätze, wobei nicht die allgemeinen Sollwerte, sondern die der speziellen Arbeit interessieren

Kenntnis sogenannter „Engpass-spezifischer“ Werte

A. Begutachtung von Herz und Kreislauf

Klappenfehler, KHK, CMP, Vitien

0- 10 v. H.

ohne wesentliche Leistungsbeeinträchtigung, keine Insuffizienzerscheinungen wie Atemnot, anginöse Beschwerden) selbst bei gewohnter stärkerer Belastung (z.B. sehr schnelles Gehen [7-8 km/h], schwere körperliche Arbeit), keine Einschränkung der Solleistung bei Ergometerbelastung.

20- 40 v. H.

mit Leistungsbeeinträchtigung bei mittelschwerer Belastung (z.B. forsches Gehen,[5-6 km/h], mittelschwere körperliche Arbeit), Beschwerden und Auftreten, pathologischer Messdaten bei Ergometerbelastung mit 75 Watt (wenigstens 2 Minuten).

die für Erwachsene angegebenen Wattzahlen sind auf mittleres Lebensalter und Belastung im Sitzen bezogen

A. Begutachtung von Herz und Kreislauf

50- 70 v. H.

mit Leistungsbeeinträchtigung bereits bei alltäglicher leichter Belastung, (z.B. Spazierengehen [3- 4 km/h], Treppensteigen bis zu einem Stockwerk, leichte körperliche Arbeit), Beschwerden und Auftreten pathologischer Messdaten bei Ergometerbelastung mit 50 Watt (wenigstens 2 Minuten).

90-100 v. H.

mit Leistungsbeeinträchtigung bereits in Ruhe (Ruheinsuffizienz, z.B. auch bei fixierter pulmonaler Hypertonie)

die für Erwachsene angegebenen Wattzahlen sind auf mittleres Lebensalter und Belastung im Sitzen bezogen

Hypoxämie in der Begutachtung von Lungenerkrankungen

MdE	20-30	30-50	50-80	80-100
Ventilation, Atemmechanik	Leicht	Mäßig	Mittel	Schwer
Dyspnoe, Zyanose		Bei Belastung	In Ruhe	In Ruhe
Blutgasanalyse			Hypoxämie in Ruhe und/oder unter Belastung	Hypoxämie in Ruhe und unter Belastung
Rechtsherzkatheter			Rechtsherzbelastung ohne Dekompensation	Cor pulmonale

Asbestose Falkensteiner Merkblatt BK 4103

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung
(DGUV)
Mittelstraße 51, 10117
Berlin
Telefon: 030/288 76 38 00
Telefax: 030/288 76 38 08
Internet: www.dguv.de
E-Mail: info@dguv.de
– Februar 2011 –

MGE %	Anamnese	Klinik	Lungenfunktion		Belastungsunter- suchung mit Blut- gasbestimmung	Spiro- ergometrie***	Therapie, indiziert nach aktuellen Leitlinien
			Spirometrie, Bodyplethys- mografie	DLCO			
10	Geringe Beschwer- den bei ausgepräg- ter körperlicher Belastung; Husten	Normalbefund	Grenzbereich (einzelne leicht patho- log. Befunde)	Grenzbereich (einzelne leicht patho- log. Befunde)	Normaler Sauer- stoffpartialdruck*	Insuffizienzkrite- rien# bei hoher Belas- tung ($\dot{V}_{O_{2max}}$ 80%-65% des \dot{V}_{max})	Keine oder bei Bronchialobstruk- tion ggf. gelegent- lich Broncho- dilatoren
20	geringgradige Be- lastungsdyspnoe; Husten	Kein unterschiedlichen Grades	Geringgrad- ige Verände- rungen	Geringgrad- ige Verminde- rung	Normaler Sauer- stoff-Partialdruck* bei sehr hoher Be- lastung**	Insuffizienzkrite- rien# bei mittlerer Belastung ($\dot{V}_{O_{2max}}$ < 65-50% des \dot{V}_{max})	Ggf. Bronchodila- toren, evtl. inha- lative Kortikoide
30					Normaler oder ver- minderter Sauer- stoff-partialdruck* bei hoher Belas- tung**		
40					Verminderter Sauerstoffpartial- druck* bei mittl- erer Belastung		
50	Mittelgradige Be- lastungsdyspnoe; Husten	Pulmonale Hyper- tonie ohne Rechtsherz- insuffizienz- zeichen	Mittelgradige Veränderun- gen	Mittelgradige Verminde- rung			Ggf. Bronchodila- toren, Kortikoide, O-Therapie bei Belastung notwendig
60							

Asbestose
Falkensteiner
Merkblatt
BK 4103

MdE %	Anamnese	Klinik	Lungenfunktion		Belastungsunter- suchung mit Blut- gasbestimmung	Spiro- metrie ^{1,2}	Therapie, indiziert nach aktuellen Leitlinien
			Spirometrie, Bodyplethys- mografie	DL _{CO}			
70	Hochgradige Be- lastungsdyspnoe; Husten	Pulmonale Hyper- tonie mit kompensierter Rechts Herz- insuffizienz	Hochgradige Veränderun- gen	Hochgradige Verminde- rung	Verminderter Sauerstoffpartial- druck* bei leichter Belastung	Insuffizienz krite- rienne bei leichter Belastung ($V_{O_{2max}}$ < 50% des $V_{O_{2max}}$)	Langzeit- O ₂ -Therapie erforderlich
80							
90	Gehstrecke ohne Pause < 100 m oder < 8 Stufen	Pulmonale Hy- pertonie mit dekompensierter Rechts Herz- insuffizienz	Forcierte Atemmanö- ver wegen der Schwere der Erkrank- ung nicht möglich	Bestim- mung wegen Schwere der Erkrankung nicht möglich	Verminderter Sauerstoffpartial- druck* in Ruhe bei Normokapnie		
100	Ruhedyspnoe (Hilfe beim Essen und/oder Kleiden notig); Husten						

Pneumologie 2011; 65: e1–e47

Obstruktive Atemwegserkrankungen, BK 4301/4302

Reichenhaller Merkblatt

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung (DGUV)
E-Mail: info@dguv.de
– November 2012 –

Pneumologie 2008; 62: 659–684

MDE %	Anamnese	Klinik	Lungenfunktion (Spirometrie, Bodyplethysmografie, D_{50})
10	Geringe Beschwerden, unter Therapie keine Beschwerden	Normalbefund	Grenzbereich
20	Keine völlige Beschwerdefreiheit unter Therapie Dyspnoe bei hoher Belastung Asthmaanfälle/ Symptome > 2 x pro Woche, nicht täglich	Giemen, Pfeifen, Brummen, verlängertes Expirium	Geringgradige Veränderungen überwiegen
30			
40			
50	Dyspnoe bei mittlerer Belastung, tägliche Atembeschwerden	Pulmonale Hypertonie ohne klinisch feststellbare Rechts- Herzinsuffizienzzeichen	Mittelgradige Veränderungen überwiegen
60			
70	Dyspnoe bei geringer Belastung, tägliche Asthmaanfälle, regelmäßig nächtliche Atemnotzustände, häufige Exazerbationen ≥ 2x / D	Pulmonale Hypertonie mit klinisch feststellbaren, reversiblen Rechts- Herzinsuffizienzzeichen	Hochgradige Veränderungen überwiegen
80			
90	Gehstrecke ohne Pause ≤ 100 m oder ≤ 8 Stufen	Pulmonale Hypertonie mit irreversiblen Rechts- Herzinsuffizienzzeichen trotz optimierter Therapie	
100	Ruhedyspnoe, täglich schwere oder bedrohliche Anfälle		Forcierte Atemmanöver nicht möglich

Obstruktive Atemwegserkrankungen, BK 4301/4302

Reichenhaller Merkblatt

*** Insuffizienz Kriterien:** Abweichung von Normwerten, vor allem von $\dot{V}O_2 \text{ max}$, $\dot{V}O_2 \text{ AT}$, $AaDO_2$, VE und ventilatorischer Reserve, Fluss-Volumen-Kurve, Atemäquivalente

***** Leichtere Belastung:** < 40 % des Sollwertes nach Reiterer 1975 werden erreicht

Belastung mit Blutgasbestimmung/ Spiroergometrie	Therapie, indiziert nach aktuellen Leitlinien		MdE %
	Asthma	COPD	
Normaler Sauerstoffpartialdruck bei hoher Belastung**	Keine oder gelegentlich kurzwirksame Bronchodilatoren u./o. Antihistaminika	Keine oder bei Bedarf kurzwirksame Bronchodilatoren	10
falls Spiroergometrie durchgeführt: Insuffizienzkriterien* bei hoher Belastung (bei einer $\dot{V}O_2$ von 80-65% des $\dot{V}O_{2 \text{ Soll}}$)	Inhalative Kortikoide in niedriger Dosis	Langwirksame β_2 -Agonisten (LABA) und/oder Tiotropium (LAMA)	20
	Taglich inhalative Kortikoide in mittlerer Dosis oder in niedriger Dosis in Kombination mit LABA, gelegentlich SCS	Langwirksame Bronchodilatoren (Kombination von LABA und LAMA)	30
Verminderter* Sauerstoffpartialdruck bei hoher oder mittlerer Belastung	Inhalative Kortikoide in hoher Dosis und langwirksame Bronchodilatoren, gelegentlich systemische Kortikosteroide	Kombination von LABA und LAMA mit inhalativen Corticosteroiden/Roflumilast	40
			50
falls Spiroergometrie durchgeführt: Insuffizienzkriterien* bei mittlerer Belastung (bei einer $\dot{V}O_2$ von <65-50% des $\dot{V}O_{2 \text{ Soll}}$)	Inhalative Kortikoide in hoher Dosis und langwirksame Bronchodilatoren, gelegentlich systemische Kortikosteroide	Kombination von LABA und LAMA mit inhalativen Corticosteroiden/Roflumilast	60
			70
Verminderter* Sauerstoffpartialdruck bei leichter Belastung***	Zusätzlich regelmäßig systemische Kortikosteroide (SCS)/ weitere zusätzliche Medikation notwendig		80
			falls Spiroergometrie durchgeführt: Insuffizienzkriterien* bei leichter Belastung (bei einer $\dot{V}O_2$ von <50% des $\dot{V}O_{2 \text{ Soll}}$)
Belastungsuntersuchung wegen Schwere der Erkrankung nicht möglich	Durchgehende Sauerstoff-Therapie Trotz maximaler Therapie nicht beherrschbare(s) Asthma/ COPD		90
			100

Pneumologie 2008; 62: 659–684

Silikose, Staublung durch Silikat BK 4101

Tab. 13 MdE-Tabelle Leitlinie Diagnostik und Begutachtung quarzstaubbedingter Erkrankungen (medizinisch-funktionelle Anteile der MdE). Die MdE-Einschätzung ist unter wertender Berücksichtigung aller Teilbereiche vorzunehmen.

MdE %	Anamnese	Klinik	Lungenfunktion (Spirometrie, Bodyplethysmografie, DLCO)	Belastung mit Blutgasbestimmung/ Spiroergometrie	Therapie, indiziert nach aktuellen Leitlinien	MdE %
10	geringe Beschwerden; unter Therapie keine Beschwerden	Normalbefund	Grenzbereich	Ergometrie ¹ : normaler Sauerstoffpartialdruck bei hoher Belastung ² Spiroergometrie: Insuffizienzkriterien (etwa entsprechend einer VO_2 von 80 – 65 % des $VO_{2\text{-Solls}}^3$)	keine oder bei Bedarf kurzwirksame Bronchodilatoren langwirksame β_2 -Agonisten (LABA) oder Anticholinergika (LAMA) langwirksame Bronchodilatoren (Kombination von LABA und LAMA)	10 20 30
				Ergometrie ¹ : verminderter Sauerstoffpartialdruck bei hoher oder mittlerer Belastung ⁴ Spiroergometrie: Insuffizienzkriterien (etwa entsprechend einer VO_2 von < 65 – 50 % des $VO_{2\text{-Solls}}^3$)	Kombination von LABA und LAMA mit inhalativen Corticosteroiden (ICS)/Roflumilast	40 50 60
70	Dyspnoe bei geringer Belastung, häufige Exazerbationen ($\geq 2 \times / J$)	pulmonale Hypertonie mit klinisch feststellbaren, reversiblen Rechtsherzinsuffizienzzeichen	schwere Veränderungen überwiegen	Ergometrie ¹ : verminderter Sauerstoffpartialdruck bei leichter Belastung ⁵ Spiroergometrie: Insuffizienzkriterien (etwa entsprechend einer VO_2 von < 50 % des $VO_{2\text{-Solls}}^3$)	zusätzlich regelmäßig (nicht notwendigerweise tägliche) systemische Kortikosteroide (SCS)/weitere zusätzliche Medikation notwendig zusätzlich Sauerstofftherapie und/oder intermittierende NIV bei hyperkapnischem Versagen im Rahmen akuter Exazerbationen.	70 80
90	Gehstrecke ohne Pause < 100m oder < 8 Stufen	pulmonale Hypertonie mit irreversiblen Rechtsherzinsuffizienzzeichen		Belastungsuntersuchung wegen Schwere der Erkrankung nicht möglich	durchgehende Sauerstoff-Therapie und/oder permanent NIV	90
100	Ruhedyspnoe	trotz optimierter Therapie	forcierte Atemmanöver nicht möglich			100

S2k-Leitlinie nach AWMF-Schema der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin und der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin „Diagnostik und Begutachtung der Berufskrankheit Nr. 4101 Quarzstaublungerkrankung (Silikose)¹ der Berufskrankheitenverordnung“

Guideline (S2k, AWMF) of the Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin and the Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin “Diagnostics and Expert Opinion in the Occupational Disease No. 4101 Silicosis (Including Coal Worker’s Pneumoconiosis)”

Pneumologie 2016;70:782-812

Praktische Anwendungsbeispiele

**Fall – Ventilation, Gasaustausch,
Zirkulation**

Begutachtung BK 4103

81J, M, 76 Kg, 174 cm, BMI 24,8

Es besteht eine anerkannte Berufskrankheit nach der Listen Nr. 4103 im Sinne einer Pleura- und Lungenasbestose.

- Infolge dieser besteht Belastungsdyspnoe, nach 1 Treppenetage starke Luftnot, progredient zur Voruntersuchung, Husten
- Auskultatorisch Sklerosiphonie und eine bekannte funktionelle Einschränkung im Sinne einer restriktiven Ventilationsstörung und einer Störung des Gastransfers.
- Gegenüber dem letzten maßgeblichen Gutachten vom 30.03.2015 ist eine Änderung in den Verhältnissen aufgetreten??
- **Wirkliche Verschlechterung oder möchte er mehr Rente??**

TCT und Lungenfunktion



Lungenfunktion:

TLC = 5,1 L = 75% EGKS (LLN = 5,7 L)

VC = 2,8 L = 75 % EGKS (LLN = 2,8 L)

FEV1 = 2,2 L (82 %), FEV1 % VC max. = 72 %

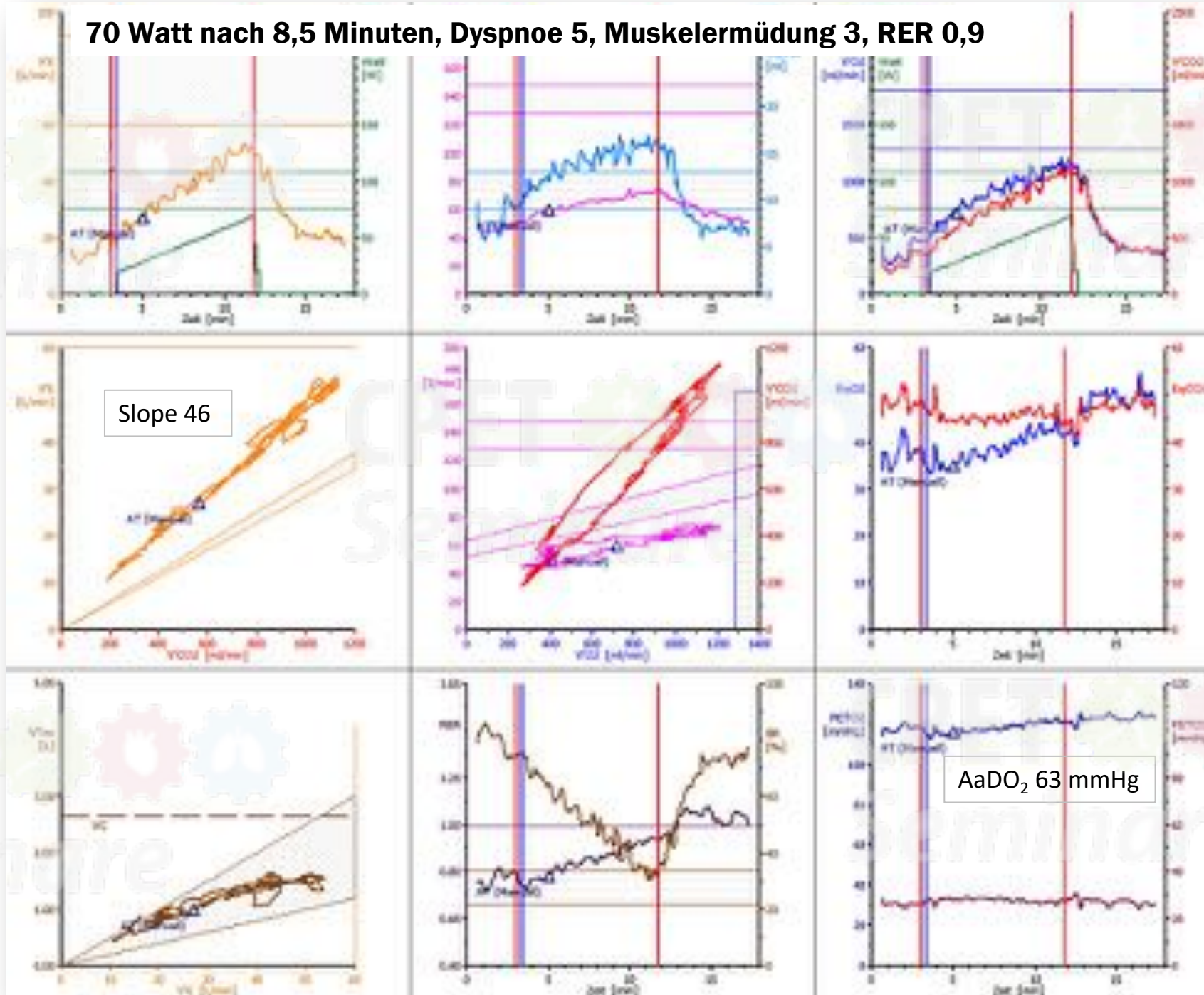
TLCOc = 41 % Soll,

TLCO/VA = 69 % Soll

➤ Leichte Restriktion, mittelschwere Gastransferstörung

Spiroergometrie

70 Watt nach 8,5 Minuten, Dyspnoe 5, Muskelermüdung 3, RER 0,9



Slope 46

AaDO₂ 63 mmHg

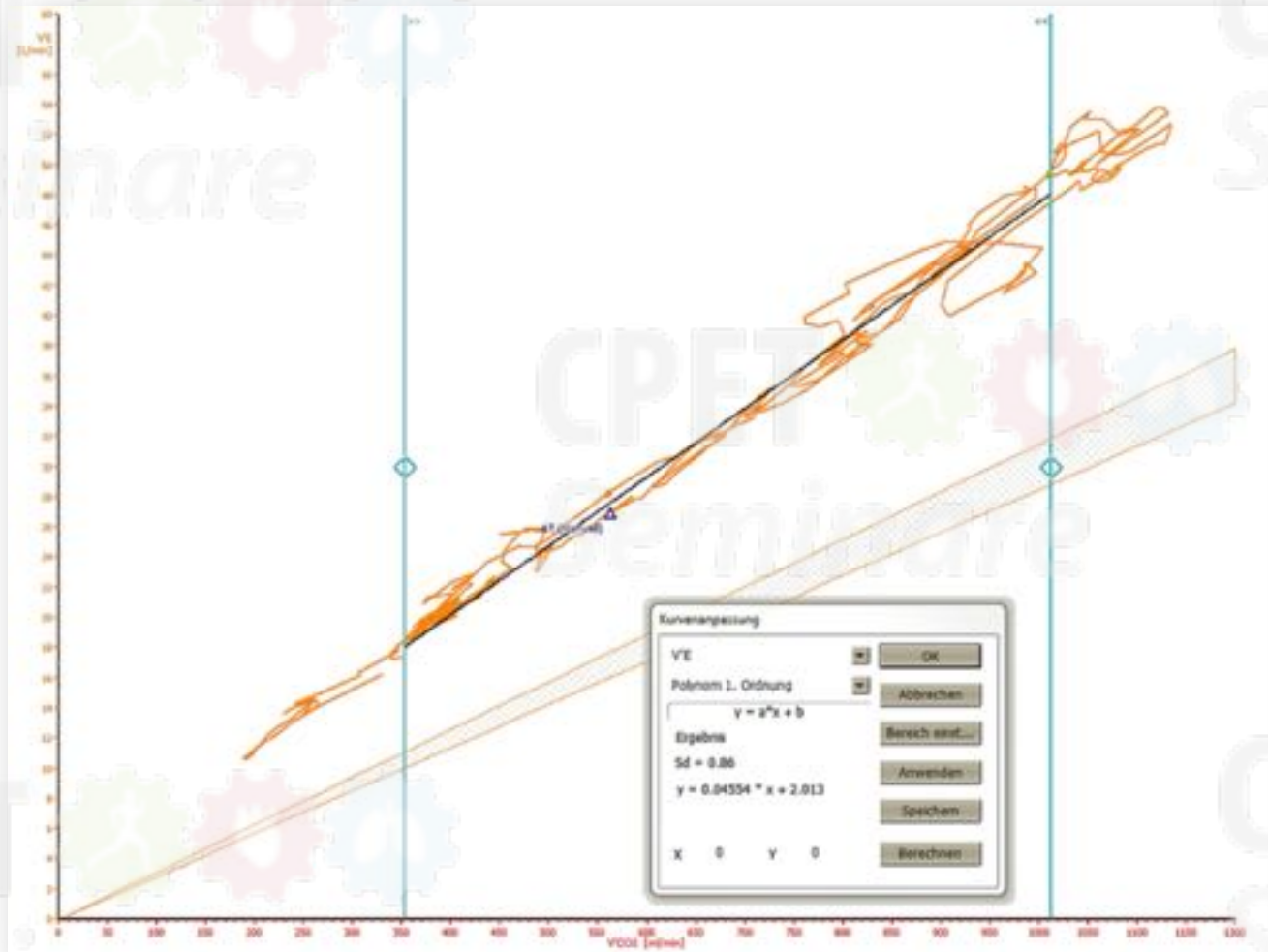
Leistung und Metabolik

Zusammenfassung		Ruhe	Ref.	AT Manuell	MaxVO2	Erhol 240 sec	Soll
Atemzugmittelung 8 Atemzüge							
Zeit	min	03:01	03:22	05:01	11:36	15:46	
Watt	W	0	0	29	68	0	93
W/kg	W/kg	0.0	0.0	0.4	0.9	0.0	
V'O2	ml/min	469	455	716	1191	377	1544
VO2/kg	ml/min/kg	6.2	6.0	9.5	15.7	5.0	20.4
V'CO2	ml/min	370	337	559	1123	377	
VO2%p	%	30	29	46	77	24	
RER		0.79	0.74	0.78	0.94	1.00	
HR	l/min	51	51	60	73	55	138
HRR	l/min	87	87	78	65	83	
O2/HR	ml	9.2	8.9	11.9	16.3	6.9	11.1
SVc	mL	93	92	99	101	76	
dO2/dW	ml/min/Watt	0.00	0.00	8.52	10.62	0.00	
Psys	mmHg	145	145	145	178	139	
Pdia	mmHg	58	58	58	79	88	

Ventilation und Gasaustausch

Zusammenfassung	Ruhe	Ref.	AT Manuell	MaxVO2	Erhol 240 sec	Soll			
Atemzugmittelung 8 Atemzüge									
Zeit	min	03:01	03:22	05:01	11:36	15:46			
V'E	L/min	20	17	26	52	19			
VTex	L	0.802	0.737	1.036	1.560	0.915			
BF	l/min	25	23	25	33	21			
BR	%	74	78	66	33	75			
EqCO2		48.9	46.3	43.8	43.9	46.8			
EqO2		38.6	34.2	34.3	41.4	46.7			
IC_d	L	0.82	-	1.09	1.66	1.51			
VDf/VT	%	42	40	43	40	41			
ti/tot	%	43	43	48	44	46			
Blutgase									
Zeit	V'O2	PaCO2	PaO2	RER	CaCO2	CaO2	BE	AaDO2	Watt
01:56	321	34.00	72.00	0.79	-	-	-2.70	36.20	0
06:11	838	34.00	58.00	0.81	-	-	-	50.87	35
09:06	1054	34.00	53.00	0.88	-	-	-	58.29	53
11:30	1097	33.00	51.00	0.94	-	-	-4.40	63.35	67
16:51	374	32.00	83.00	1.06	-	-	-5.30	35.01	0

Atemeffizienz



$$Y = 0,0455 * x + 2$$

Panel 6

Begutachtung BK 4103

Begutachtungs-Diagnosen:

1. Pleura- und Lungenasbestose
2. Aortenaneurysma
3. Arterielle Hypertonie, Linksherzhypertrophie, KHK
4. Hyperurikämie, Fettstoffwechselstörung

Medikamente:

Metobeta 100 1-0- $\frac{1}{2}$ Tbl., Eliquis 2,5 mg 1-0-1, Simvastatin 20 mg 1-0-0,
Furosemid 40 mg $\frac{1}{2}$ Tbl., Enalapril 10 mg 1-0-1 Tbl.,
Allopurinol 300 mg $\frac{1}{2}$ Tbl.

MdE - Bemessung?



Lungenfunktion und Gasaustausch:

TLC = 5,09 = 75% EGKS

VC = 2,81 = 75 % EGKS

FEV1 = 2,21 (82 %),

FEV1 % VC max. = 72 %

TLCOc = 41 % Soll

TLCO/VA = 69 % Soll

Einfache Standardabweichung = 5,7 L

Einfache Standardabweichung = 2,8 L

Spiroergometrie:

VO ₂ %p	21%	54%	68%	71%	24%	
PaO ₂	72	58	53	51	83	67
PaCO ₂	34	34	34	33	32	
AaDO ₂	36	51	58	63	35	35
Pa-ETCO ₂	8,5	5,6	6,2	6,7	5,2	
PETCO ₂	26			27	27	

„Falkensteiner Empfehlungen“

13.6.1 MdE bei Asbestose und Erkrankungen der Pleura (BK-Nr. 4103)

(in Anlehnung an DGPP/DGALIM, 2008) Einzelheiten siehe Text

MdE %	Anamnese	Klinik	Lungenfunktion		Belastungsuntersuchung mit Blutgasbestimmung	Spiroergometrie***	Therapie, indiziert nach aktuellen Leitlinien	MdE %
			Spirometrie, Bodyplethysmografie	D _{LCO}				
10	Geringe Beschwerden bei ausgeprägter körperlicher Belastung; Husten	Normalbefund	Grenzbereich (einzelne leicht patholog. Befunde)	Grenzbereich (einzelne leicht patholog. Befunde)	Normaler Sauerstoffpartialdruck*	Insuffizienzkriterien* bei hoher Belastung ($\dot{V}_{CO_{max}}$ 80-65% des \dot{V}_{CO} -Soll)	Keine oder bei Bronchialobstruktion ggf. gelegentlich Bronchodilatoren	10
20	geringgradige Belastungsdyspnoe; Husten	Knistern unterschiedlichen Grades	Geringgradige Veränderungen	Geringgradige Verminderung	Normaler Sauerstoffpartialdruck* bei sehr hoher Belastung**	Insuffizienzkriterien* bei mittlerer Belastung	Ggf. Bronchodilatoren, evtl. inhalative Kortikoide	20
30					Normaler oder verminderter Sauerstoffpartialdruck* bei hoher Belastung**			30
40			Mittelgradige Veränderungen	Mittelgradige Verminderung				40
50	Mittelgradige Belastungsdyspnoe; Husten	Pulmonale Hypertonie ohne Rechtsherzinsuffizienzzeichen			Verminderter Sauerstoffpartialdruck* bei mittlerer Belastung	($\dot{V}_{CO_{max}}$ <65-50% des \dot{V}_{CO} -Soll)	Ggf. Bronchodilatoren, Kortikoide, O ₂ -Therapie bei Belastung notwendig	50
60								60

Bewertung

- Unverändert wird eine MdE von 40 v. H. nach der Falkensteiner Empfehlung zur Anerkennung empfohlen.
- Begründung:
 - ✓ Es besteht eine gering bis mittelgradig ausgeprägte Belastungsdyspnoe und Husten, bei der Auskultation Knisterrasseln basal,
 - ✓ spirometrisch und bodyplethysmographisch besteht eine leichtgradige restriktive Ventilationsstörung (85-99% von LLN).
 - ✓ Zudem besteht eine mittelgradige Einschränkung des Gastransfers in der CO-Diffusionstestung.
 - ✓ Bei der Belastungsuntersuchung zeigen sich ein Abfall des Sauerstoffpartialdrucks bereits bei leichter bis mittlerer Belastung sowie entsprechende Insuffizienzkriterien in der Spiroergometrie.

Spiroergometrie

