

Aus der Betriebsmedizinischen Untersuchungsstelle
der Universität Würzburg

Leiter: Professor Dr. med. F.W. Schardt

**Diagnostik und Prävention von Rückenleiden bei
Hubschrauberbesatzungen der Bundeswehr auf Bell UH1D**

Differenzierung und Prävention von Rückenleiden und möglichen Berufs-
krankheiten

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Hans-Jörg Hellmuth
aus München

Würzburg, Mai 2008

Referent: Prof. Dr. med. Friedrich W. Schardt

Koreferent: Prof. Dr. med. Jochen Eulert

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 13.01.2009

Der Promovend ist Arzt

Diese Arbeit ist meiner Ehefrau Dr. med. Nicole Nellen-Hellmuth

und

meinen Kindern Ian-Felix, Kolja und Aileen gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2.1 Literaturübersicht.....	2
2.2 Propädeutik und Problemstellung.....	4
3. Material und Methodik	13
3.1 Untersuchungsmaterial	13
3.1.1 Probanden und Technik	13
3.1.2 Erhebungsbogen	13
3.1.3 Studienbeschreibung.....	13
3.2 Untersuchung.....	15
3.2.1 Untersuchungsbogen	15
3.2.2 Untersuchungsmethoden	15
3.3 Statistische Methoden.....	18
4. Ergebnisse.....	20
4.1 Demographisches	20
4.2 Berufliche Belastung	21
4.2.1 Demographisches und berufliche Belastung	21
4.3 Sport und Kuren	23
4.3.1 Demographisches und Sport, Kuren.....	24
4.3.2 Beruf und Sport/Kuren	25
4.4 Beschwerden.....	26
4.4.1 Demographisches und Beschwerden.....	27
4.4.2 Beruf und Beschwerden	27
4.4.3 Sport oder Kuren und Beschwerden.....	28
4.5 Bandscheibenvorfall	29
4.5.1 Demographisches und Bandscheibenvorfall	30
4.5.2 Beruf und Bandscheibenvorfall.....	30
4.5.3 Sport/Kuren und Bandscheibenvorfall	30
4.5.4 Beschwerden und Bandscheibenvorfall	30
4.6 Anatomische Anomalien	31
4.6.1 Demographisches und Anatomie.....	31
4.6.2 Beruf und Anatomie	33
4.6.3 Sport und Anatomie.....	34
4.6.4 Beschwerden und Anatomie.....	34
4.6.5 Bandscheibenvorfall und Anatomie	35
4.7 Befund der HWS	35
4.7.1 Demographisches und HWS-Befund	37
4.7.2 Berufliches und HWS-Befund.....	38
4.7.3 Sport und Kuren und HWS-Befund	39
4.7.4 Beschwerden und HWS-Befund.....	40
4.7.5 Bandscheibenvorfall und HWS-Befund	41
4.7.6 Anatomie und HWS-Befund	41
4.8 Befund der BWS.....	44
4.8.1 Demographisches und BWS-Befund.....	46
4.8.2 Beruf und BWS-Befund	47
4.8.3 Sport und Kuren und BWS-Befund.....	49
4.8.4 Beschwerden und BWS-Befund.....	49
4.8.5 Bandscheibenvorfall und BWS-Befund	50

4.8.6 Anatomische Anomalien und BWS-Befund	50
4.8.7 Befund HWS und Befund BWS	51
4.9 Befund der LWS	52
4.9.1 Demographisches und LWS-Befund	53
4.9.2 Berufliches und LWS-Befund	53
4.9.3 Sport und Kuren und LWS-Befund	54
4.9.4 Beschwerden und LWS-Befund	56
4.9.5 Bandscheibenvorfall und LWS-Befund.....	58
4.9.6 Anatomische Anomalien und LWS-Befund.....	58
4.9.7 Befund HWS und Befund LWS	59
4.9.8 Befund BWS und Befund LWS	59
4.10 Befunde der Iliosakralgelenke (ISG).....	59
4.10.1 Demographisches und ISG	59
4.10.2 Beruf und ISG.....	59
4.10.3 Sport, Kuren und Befunde der ISG	60
4.10.4 Beschwerden und ISG-Befund	60
4.10.5 Bandscheibenvorfall und ISG-Befund	61
4.10.6 Anatomische Anomalien und ISG-Befund.....	62
4.10.7 Befund HWS und ISG-Befund	63
4.10.8 Befund BWS und ISG-Befund	63
4.10.9 Befund LWS und ISG-Befund	63
5. Diskussion	65
5.1 Demographie, berufliche Belastung und Affektion der Wirbelsäule	65
5.2 Differenzierungen der Beschwerden bei Piloten und Technikern.....	67
5.3 Einflüsse von Sport und Präventivkuren	68
5.4 Beschwerden und Pathologien	70
5.5 Bezüge zu anatomischen Besonderheiten.....	73
5.6 Chirodiagnostik, -therapie und Anamnese	74
6. Zusammenfassung	76
7. Literaturverzeichnis	79
Anhang	84
1. Abkürzungen und Begriffserklärungen	84
2. Erhebungsbogen	87
3. Untersuchungsbogen	88
4. Abbildungsverzeichnis	91

1. Einleitung

Immer häufiger liest man Artikel mit Titeln wie „Das Kreuz mit dem Kreuz“ und „Rückenleiden kosten Milliarden“. Diese verdeutlichen, welchen enormen Stellenwert Rückenbeschwerden in der Bevölkerung und der Politik haben. Bereits 1988 konstatierte R. Caillet [9], dass die Mehrheit der Populationen in Industrieländern im Laufe ihres Lebens an Schmerzen der Lendenwirbelsäule leiden wird.

In der Tat sind Rückenschmerzen bereits in der Adoleszenz mit einer Gesamtprävalenz von 45,5% ein bedeutsames Problem in Deutschland [45], vor allem weil 26,5 % der Arbeitsunfähigkeitstage (AU-Tage) durch muskuloskelettale Erkrankungen hervorgerufen werden [40]. Geeignete Prävention ist also dringend notwendig. Die jährlichen Kosten für Erkrankungen des muskuloskelettalen Systems in der Bundesrepublik Deutschland belaufen sich auf ca. 25 Mrd. Euro. Sie steigen derzeit um durchschnittlich 370 Millionen Euro pro Jahr [8]. Im Jahre 2002 fielen davon allein 8,4 Mrd. Euro auf die Behandlung von Erkrankungen der Wirbelsäule und des Rückens, also rund 4% der direkten Kosten aller Krankheiten. Laut S. Schneider gelten körperlich belastende Aktivität am Arbeitsplatz, sitzende Tätigkeit, psychischer Stress und geringe Arbeitsplatzzufriedenheit als Risikofaktoren. Sportliche Freizeitaktivität hingegen geht mit einer geringeren Rückenschmerzprävalenz einher [41].

Die dargelegten Risikofaktoren sind die Ursache für die Berufsunfähigkeit vieler Menschen. Bereits 1925 wurde eine erste Liste von Berufskrankheiten verabschiedet, die bis heute ständig aktualisiert wird [2].

Um Schäden am Bewegungsapparat und der Wirbelsäule, verursacht durch den Arbeitsplatz, von allgemein degenerativen oder anderwärtigen Folgeschäden durch private Unfälle zu unterscheiden, wurde 2005 die arbeitsmedizinische Voruntersuchung nach G 46 eingeführt.

Mit verschiedenen Methoden wird in der medizinischen Wissenschaft versucht herauszufinden, wie bei fliegendem Personal Rückenschmerzen und Wirbelsäulenschäden vermieden werden können. Die Untersuchungen sind meist sehr aufwendig und teuer, oft an einer recht kleinen Population getestet und im Umgang mit dieser Klientel, aus beruflichen Gründen, bisher nicht routinemäßig umsetzbar. Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel mit Hilfe einer strukturierten Anamneseerhebung und einer intensiven manuel-

len Untersuchung einen Weg zur Diagnostik und Prävention von Rückenschmerzen und möglichen Berufskrankheiten vor allem bei Hubschrauberpersonal zu finden.

2.1 Literaturübersicht

Am 30.03.1984 sprach das Landessozialgericht Niedersachsen/Celle (AZ L 9 V 13/82) letztinstanzlich einem Hubschrauberpiloten des Typs Bell UH-1D der Bundeswehr eine finanzielle Entschädigung für seinen erlittenen Gesundheitsschaden zu, da es davon ausging, dass Fliegen auf diesem Hubschraubermodell ab 1500 Flugstunden zu krankhaften Wirbelsäulenveränderungen geführt hat [14]. Als Grundlage hierfür dienten die Forschungsergebnisse von Fischer et al aus dem Jahre 1980 [14]. Schon seit langem wird davon ausgegangen, dass Vibrationen von Hubschraubern und/oder die Zwangshaltung beim Fliegen der Luftfahrzeuge („Posture“, s.a. Propädeutik) für Rückenleiden der Piloten ursächlich sind [38, 49, 39, 6, 18]. Spezifischere Untersuchungen von Sheard et al haben 1996 zu dem Ergebnis geführt, dass nicht die Vibrationen der Hubschrauber die Beschwerden verursachen [44], sondern hauptsächlich die zwanghafte Sitzhaltung [17] und, laut Personal, die Sitze [21]. Das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitsschutz (BIA) hielt ebenso wie Froom et al 1986 [18] die Gesundheitsgefährdung durch das Fliegen, auch von älteren Hubschraubermodellen, für unwahrscheinlich [29] und verglich die Belastung mit Arbeitsplätzen von Bagger-/Bus-/ Stapler- und Traktorfahrern etc. [10].

Ergebnisse von Untersuchungen mittels EMG (Elektromyographie) über eine etwaige Mehrbelastung der Rückenmuskulatur sind widersprüchlich. So konnten Oliveira et al 2001 [34] sowie Oliveira und Nadal 2004 [35] keine kausalen Zusammenhänge zwischen der Rückenmuskelaktivität und den Beschwerden finden. Hingegen stellten Lopez-Lopez et al 2001 [31] eine vermehrte Anspannung der rechtsseitigen Lumbalmuskulatur fest, welche, bei Flugzeiten ab ca. 90 Minuten kausal für Rückenbeschwerden sei. Es zeigte sich hier ein deutlicher Unterschied zwischen „fliegendem und nichtfliegendem“ Piloten.

Bereits 10 Minuten tägliches Training für Rücken, Bauch und Rumpf kräftigen das Muskelkorsett und ist somit präventiv wirksam. Eine Maßnahme bei der mit geringem Aufwand viel erreicht wird und zusätzlich enorme Krankheitskosten eingespart werden.

Dies ist auch der Bundeswehr bekannt, daher wurden Freiräume für Sport und Bewegung der Soldaten aller Waffengattungen geschaffen. Das gilt besonders für spezielle Berufsgruppen wie Piloten und andere Besatzungsmitglieder von Luftfahrzeugen, deren Ausbildung teuer und lang ist und denen zusätzlich eine hohe körperliche und psychische Belastbarkeit abverlangt wird. Hier denken die Meisten spontan an Jetpiloten, aber auch und insbesondere Hubschrauberbesatzungen sind äußerst gefährdet. Bei dieser Klientel wird eine hohe körperliche Fitness vorausgesetzt. Allein durch die Vorauswahl bei den Einstellungsuntersuchungen am Flugmedizinischen Institut der Luftwaffe in Fürstenfeldbruck wird eine Positivauswahl getroffen. Pelham et al empfahlen 2005 [38] für Helikopterpiloten ein besonderes Stretchingtraining („3S-Training“) vor und nach dem Flugdienst [22], welches sich als effektiv herausgestellt hat [36, 37].

Untersuchungen bezüglich Rückenleiden bei fliegendem Personal, die mit der manuellen Diagnostik (Chirodiagnostik) durchgeführt wurden, ließen sich bei der Literaturrecherche weltweit nicht finden.

2.2 Propädeutik und Problemstellung

Hubschrauberbesatzungen wie Piloten und Techniker (Synonym: Bordmechaniker) sind während ihres Flugdienstes vielen besonderen Belastungen: Vibrationen, statische und schlechte Sitzposition, eingeschränkte Bewegungsfreiheit, körperliche Belastung durch Westen mit Inhalt (Notfallequipment), Helme, Helmaufsätze (zum Beispiel Nachtsichtgerät BIV ca. 1200g schwer) und „Geschirre“ (Stehhaltegurte etc.) sowie besondere Bewegungsabläufe. Sehr häufig klagt dieses Personal über Rückenbeschwerden. Dabei werden bisweilen, aus Angst, die Fluglizenz zu verlieren, unkorrekte Angaben über körperliche Leiden gemacht oder diese dissimuliert.

Das **Flugzeugmuster**, auf dem alle untersuchten Personen eingesetzt wurden, ist die Bell UH-1D/H „Modell 205A“ (Iroquois). Dieser Hubschrauber hat einen zweiblättrigen Rotor und nur einem Triebwerk, wodurch sehr starke und relativ niederfrequente Vibrationen erzeugt werden. Er wird in der Bundeswehr seit 1965 vor allem als Transporthubschrauber eingesetzt [4].



Bild 1: Bell UH-1 D in der Heeresversion

Dieser Helikopter erlangte seine Berühmtheit durch den Vietnamkrieg und Filme darüber. Er wird, auf Grund des Schlaggeräusches, als „Teppichklopfer“ bezeichnet. Von Christ und Dupuis durchgeführte Messungen der auftretenden Schwingungsbelastungen bei diesem Modell ergaben 1986 eine hauptsächlich vertikal gerichtete Schwingung mit

einer Grundfrequenz von 5,4 Hz, die sich auf den Resonanzbereich der Brust- und Lendenwirbelsäule auswirkt [11]. Die Hubschrauberbesatzung beim Heer besteht aus einem fliegenden und einem nicht fliegenden Piloten sowie einem Techniker.

Die Problematik für die **Piloten** ist, neben der psychischen Belastung, besonders die fast statische und unbequeme **Sitzhaltung** („Posture“).



Bild 2: Sitzhaltung Pilot von rechts seitlich, Pilotensitz seitlich

Um sein Fluggerät optimal bedienen zu können muss er eine kyphosierende Zwangssitzhaltung einnehmen. Zudem benötigt er beide Hände und Füße zur Steuerung, wobei

die Arme nicht aufgestützt werden können, um die Belastung abzufangen. Auf Grund der Anordnung der Bedienelemente im Cockpit muss er, bei durch Gurt fixiertem Becken, die rechte Schulter zur „Stick“-Führung um circa 30 Grad nach vorne drehen und die linke Schulter, je nach Sitzeinstellung, zur Bedienung des „Pitches“ absenken.



Bild 3: Sitzhaltung Pilot von innen

Die Belastung hierdurch entspricht der beim Ziehen der Handbremse im Auto, allerdings mit Rotationskomponente im Handgelenk und feinerer Dosierung. Die Sitze sind im Allgemeinen ungefedert, kaum ausreichend gepolstert und nur vertikal und horizontal verstellbar. Sie entsprechen nicht den Anforderungen, die man an Sitzarbeitsplätze stellt [16]. Daneben ergeben sich durch den Helm (evtl. mit Anbauteilen wie BIV-Brille mit 1,2 kg) und die Flugsicherheitsweste weitere körperliche Belastungen, die auf den Körper einwirken. Bei Sichtflugbedingungen kommt es durch die Konstruktion der Fenster zudem zu einer Hyperreflexionsbewegung der HWS/BWS mit Rotations- und Seitneigelementen.



Bild 4: Pilotenarbeitsplätze

Ein Flugauftrag dauert circa 2 Stunden, gelegentlich aber, durch die Kopplung mehrerer Einsätze, auch erheblich länger.

Die Problematik bei den **Technikern** ergibt sich aus dem ständigen Wechsel der **Arbeitshaltung** (liegend, kniend, gebückt, mit und ohne körperliche Belastung) und den insbesondere beim Gebirgsflug herrschenden, teils sehr unangenehmen und extremen Klimabedingungen an der offenen Hecktür (zum Beispiel beim „Einsprechen“ in unübersichtlichem Gelände, beim Transport von Außenlasten und beim Winden) außergewöhnlichen körperlichen Belastungen.



Bild 5: Techniker bei „Einsprechen“ des Rotors



Bild 6: Techniker bei „Einsprechen“ der Landung und Beobachtung der Kufen beidseits



Bild 7: Techniker bei „Einsprechen“ der Landung von innen



Bild 8: Techniker liegend mit Stehhaltegurt und Weste

Bei IFR- (Instrumental flight rules) und vielen VFR-Flügen (Visual flight rules) dagegen sind hauptsächlich sitzende Tätigkeiten zu verrichten. Die Arbeit, vor allem des Technikers, beginnt bereits weit vor Flugbeginn und endet erst deutlich danach; denn die Vor- und Nachflugkontrollen an der Maschine müssen zeitnah durchgeführt werden. Hierbei müssen die Crewmitglieder in verschiedenen unbequemen Haltungen am, auf und unter dem Hubschrauber ihre Kontrolluntersuchungen oder Reparaturen tätigen.

Unter gewissen Umständen können Erkrankungen als **Berufskrankheit** eingestuft werden. Grundlage sind das Unfallversicherungsgesetz (SGB VII) und die Berufskrankheitenverordnung mit ihrem Anhang 1 (Berufskrankheitenliste) [13; Seiten 387-401]. Bei Hubschrauberbesatzungen kann die Berufskrankheit 2110 — Erkrankung der Lendenwirbelsäule durch Ganzkörperschwingungen — zutreffen [13; Seiten 524 und 525]. Die Definition dafür ist: „Bandscheibenbedingte Erkrankungen der LWS durch langjährige, vorwiegend vertikale Einwirkung von Ganzkörperschwingungen im Sitzen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, welche für die Entstehung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können“. Eine **Schwingung** ist charakterisiert durch ihre Amplitude (a), ihre Frequenz (f) und ihre Dauer (T = Periode). Sie kann gleichförmig (periodisch => **Vibration**) oder ungleichförmig (stochastisch) sein. Bezüglich Ihrer Wirksamkeit kann man Schwingungen in verschiedene Frequenzbereiche einteilen: 0,1-1 Hz (Kinetosen), 1-80 Hz (Ganzkörperschwingungen) und 16-1000Hz (Hand-Arm-Schwingungen). Weitere Voraussetzungen für die Anerkennung dieser Berufskrankheit sind: Resonanzschwingungen der WS bei 3-5 Hz mit einer nach VDI 2057 bewerteten Tagesdosis der Schwingungsstärke von $a_{wz(8)} \geq 0,81\text{m/s}^2$, Lumbago, Lumboischialgie und ,in der Regel, mindestens 10-jährige Einwirkung mit einer Mindesttagesdosis der bewerteten Schwingstärke. Nach neueren Untersuchungen von Schwarze et al 2003 steigt das Risiko eines Lumbalsyndroms bereits bei geringeren täglichen Expositionswerten ($a_{wz(8)} \geq 0,63\text{m/s}^2$) deutlich an [43].

Die manuelle Therapie befasst sich im Rahmen der an Wirbelsäule und Gelenken üblichen diagnostischen und therapeutischen Verfahren mit den reversiblen Funktionsstörungen am Haltungs- und Bewegungsapparat. Sie benutzt alle manuellen diagnostischen und therapeutischen Techniken an der Wirbelsäule und an den Extremitätengelenken, die zur Auffindung und Behandlung dieser Störungen dienen. Manuelle Medizin besteht aus manueller Diagnostik (Chirodiagnostik) und manueller Therapie (Chirothera-

pie). Manuelle Diagnostik erfordert eine funktionelle Strukturanalyse zur Feststellung von Ort und Art der Funktionsstörung. Manuelle Therapie (MT) umfasst folgende Behandlungsverfahren: Weichteiltechniken, Mobilisation, Manipulation und neuromuskuläre Therapien. Die Chirotherapie, welche sich aus dem altgriechischen Wort Cheiros/Hand ableitet, ist so alt wie die Geschichte der Heilkunst. Bereits in Höhlenmalereien aus Mesopotamien sind Behandlungstechniken aufgezeigt, welche manualmedizinischen Behandlungsformen des Stütz- und Bewegungsapparates der aktuellen Zeit gleichen. Hippokrates hat ähnliche Behandlungsformen beschrieben, wobei hier der Begriff des "Knochensetzens" erstmals bezeichnet wurde. Unter der Überzeugung, dass die als "Blockierung" bezeichneten Wirbelsäulenschmerzen auf eine Verrenkung einzelner Wirbel zurückzuführen sind, war die Chirotherapie über viele Jahrhunderte eine Medizin der Empirie und Laienmedizinern zugeordnet.

Erst Ende des 19. Jahrhunderts wurden diese Entwicklungen in den Vereinigten Staaten durch Palmer und Still aufgenommen, wobei sich nahezu gleichzeitig die Schule der Chirotherapie und Osteopathie entwickelte.

In Deutschland ist es um 1950 Dr. Karl Sell und Dr. Gottfried Guttman zu verdanken, dass die Chirotherapie als ärztliche Behandlungsform in Fortbildungsform etabliert ist. Durch das engagierte wissenschaftliche Arbeiten von Dr. Hans Peter Bischoff und Dr. Hans Dieter Wolff ist es möglich, die Chirotherapie auf ein universitätsmedizinisches Niveau anzuheben und 1976 die Basis zu implementieren, auf der Grundlage eines strukturierten Kurrikulums mit Anerkennung der Ärztekammern Kurse zur Erlangung der Zusatzbezeichnung einzuführen. In Weiterentwicklung der ursprünglichen Griff-techniken, basierend auf den fundamentalen Arbeiten von Lewit, Wolff, Bischoff und Becker versteht sich die Chirotherapie als Reflextherapie.

Die reversible artikuläre Dysfunktion ist eine Abweichung von der normalen Gelenkfunktion im Sinne der Hypo- oder Hypermobilität (verringerte Beweglichkeit, Überbeweglichkeit). **Blockierung** ist die seit langem im deutschen Sprachraum gebräuchliche Bezeichnung für die reversible hypomobile artikuläre Dysfunktion innerhalb des physiologischen Bewegungsraumes mit eingeschränktem oder fehlendem Gelenkspiel („joint play“). Auf der Grundlage radiomorphologischer und neurophysiologischer Untersuchung ist jedoch keine Luxation oder Subluxation eines Gelenkes festzustellen. Vielmehr handelt es sich um eine Störung aufgrund eines fehlgeschalteten Reflexbogens auf Rückenmarksebene unter Beeinflussung durch zentralnervöse endogene wie

auch traumatische exogene Einflüsse. Die therapeutischen Techniken unterstützen die Wiederherstellung der physiologischen Gelenkfunktionen und sollen diese erhalten.

In der Literatur wird die Chirotherapie als mögliche Behandlung zur Beschwerdelinderung bei Hubschrauberpiloten nur bei Thomae et al 1998 erwähnt („10% der Piloten wollten Chirotherapie“)[48]. Ansonsten existieren keine weiteren Studien zu einer derartigen Therapie/Untersuchung bei dieser Klientel.

3. Material und Methodik

3.1 Untersuchungsmaterial

3.1.1 Probanden und Technik

Alle 40 in die Studie eingeschlossenen Probanden wurden 2005 aus dem „Pool“ des Transporthubschrauberregimentes 30 in Niederstetten rekrutiert und in gleichgroße Gruppen der Piloten und Techniker (Synonym: Bordmechaniker) aufgeteilt. Sie alle waren CR „combat ready“ ausgebildet, also keine Anfänger oder Schüler.

Das Flugzeugmuster, auf dem alle untersuchten Personen eingesetzt wurden, ist die Bell UH-1D/H „Modell 205A“ (Iroquois). Dieser Hubschrauber, mit einem zweiblättrigen Rotor und nur einem Triebwerk, wird seit 1965 in der Bundeswehr vor allem als Transporthubschrauber eingesetzt und erzeugt sehr starke und relativ niederfrequente Vibrationen [4].

Das Durchschnittsalter der Probanden betrug 40,9 Jahre, wobei der Jüngste 26 und der Älteste 50 Jahre alt war. Grundsätzlich ist die Gruppe der Techniker älter (43,4 zu 38,5 Jahre). Piloten sind nicht nur vom Alter und der Flugstundenanzahl, sondern auch von der Ausbildung / Lizenzierung her eine heterogenere Gruppe als die der Bordmechaniker.

3.1.2 Erhebungsbogen

Der Erhebungsbogen, der zu Hause in Ruhe ausgefüllt werden durfte, enthielt folgende Angaben: Name, anthropometrische Daten, Flugstunden, Kuren, Auslandseinsätze, körperlichen Beschwerden, Sportgewohnheiten, Schmerzen und stattgehabten, bekannte Bandscheibenvorfälle. Daten aus der Gesundheitsdatei konnten später eingefügt (zum Beispiel Lokalisation des Bandscheibenvorfalles) und der BMI berechnet werden.

Der gesamte Erhebungsbogen befindet sich im Anhang (2).

3.1.3 Studienbeschreibung

Im Rahmen dieser Studie sollten deshalb folgende Fragen beantwortet werden:

1. Sind durch manuelle Untersuchung Dysbalancen der Wirbelsäule (Blockierungen, Bewegungseinschränkungen etc.) bei den Probanden zu verifizieren, welche für diese und deren Beschwerden typisch sind?

2. Werden diese Dysbalancen durch biometrische Daten und verschiedene Präventionsmaßnahmen (Kuren, verschiedene Sportarten, Reduktion von Körpergewicht etc.) beeinflusst und wenn ja, wie?

Die Studie wurde klinisch, randomisiert und doppelblind als Diagnosestudie (prospektiv, beobachtend) angelegt. Sie entspricht einer repräsentativen Stichprobe, da es lediglich zwei Transporthubschrauberregimenter mit Bell UH-1D im Heer der Bundesrepublik Deutschland gibt, wovon mehr als 10% der Besatzungen (Piloten/Bordmechaniker) untersucht wurden.

Aus dem „Pool“ der ca. 50 Bordmechaniker/-techniker (WFV-Grad III) und 85 Piloten (WFV-Grad II) des Transporthubschrauberregiments 30 in Niederstetten (Heer) wurden je 20 Personen per Losverfahren bestimmt. Diese wurden zum Fliegerarzt einbestellt und gebeten an einer Studie teilzunehmen, wobei es nötig sei, einen Erhebungsbogen auszufüllen und sich körperlich untersuchen zu lassen. Radiologische Untersuchungen wurden nicht durchgeführt, weil bei den Probanden die Angst vor eventuellen Pathologien und den daraus möglicherweise folgenden negativen Konsequenzen für die Flugdiensttauglichkeit bestand. Mit den Studienteilnehmern wurde absolute Geheimhaltung und Anonymität vereinbart.

Ausschlussgründe für die Einbeziehung in die Studie waren: eine akute Erkrankung/Verletzung am Bewegungsapparat innerhalb eines Zeitraumes von zwei Wochen vor Erhebung der Daten und der Durchführung der Untersuchung oder dem Ausfüllen des Erhebungsbogens und der körperlichen Untersuchung. Demnach lagen zwischen dem Ausfüllen des Erhebungsbogens und der Untersuchung maximal 3 Wochen, zumeist jedoch nur 1-3 Tage. Besonderheiten bei den Angaben aus den Fragebögen (zwei Personen), Ablehnung der Studie (eine Person) oder anderer Gründe (zum Beispiel längere Abwesenheit durch Auslandseinsatz) führten zum Ausschluss von 6 Personen aus der Studie. Als Ersatz wurden sechs weitere Probanden per Los bestimmt.

Vor der Auswertung der ausgefüllten Erhebungsbögen wurde jedem Probanden eine Nummer zugeteilt und die Erhebungs- und Untersuchungsbögen verschlüsselt. Diese Kodierung erfolgte zur Gewährleistung der Neutralität des Arztes durch den Flieger-

arztgehilfen. Die eigentliche Untersuchung fand ohne Einbeziehung des Erhebungsbogens statt, um eine Beeinflussung durch die Angaben zu vermeiden. Die Probanden wurden lediglich befragt, ob seit dem Ausfüllen des Bogens, eine Änderung ihres Gesundheitszustandes eingetreten sei.

3.2 Untersuchung

3.2.1 Untersuchungsbogen

Um alle Probanden nach demselben Schema untersuchen, adäquat dokumentieren, angemessen bewerten und die Ergebnisse später statistisch auswerten zu können, wurde ein Untersuchungsbogen erstellt. Dieser enthält allgemeine Daten über den Körperbau und insbesondere solche über die einzelnen Wirbelsäulenabschnitte bis zur Hüfte. Die Befunde wurden durch Zahlen kodiert.

Der gesamte Untersuchungsbogen befindet sich im Anhang (3).

3.2.2 Untersuchungsmethoden

Bei der Untersuchung der Probanden wurden neben allgemein bekannten auch speziellere Untersuchungsmethoden aus der Manuellen Medizin, so genannte Chirodiagnostik, angewandt. Obwohl einige wenige Befunde (Beurteilung von Fett, Muskulatur, Fußform, Flachrücken sowie Hyperlordose/-kyphose) untersucherabhängig etwas variieren können, spielt dies keine wesentliche Rolle, weil sie durch andere Tests bestätigt/objektiviert werden.

In der Folge werden einige speziellere/besondere Tests und Bezeichnungen kurz beschrieben:

a) Beinlängendifferenz

Direkte Messung: Der Patient befindet sich in Rückenlage auf der Untersuchungsfläche. Mit dem Maßband erfolgt die Messung der Distanz Spina iliaca anterior superior bis Malleolus lateralis [25; Seite 436].

b) Blockierung

Zustand einer reversibel gestörten Gelenkfunktion im Sinne der Bewegungseinschränkung. Das Gelenk kann an jedem Punkt der physiologischen Bewegungsbahn verharren. Die Beweglichkeit ist nie ganz aufgehoben, sondern in eine oder mehrere

Richtungen eingeschränkt. Das Gelenkspiel ist regelmäßig beeinträchtigt; die zum Gelenk gehörende Muskulatur ist auf neurophysiologischem Wege entsprechend der Richtung der Bewegungseinschränkung verspannt; die Funktion der dem Gelenk segmental zugeordneten Gewebe und inneren Organe kann beeinträchtigt sein [33; Seite 5).

c) Federungstest

Er dient der Feststellung, ob in den einzelnen Segmenten Störungen vorliegen. Der Patient befindet sich in Bauchlage auf der Untersuchungsliege. Der Untersucher geht mit den zwei palpierenden Fingern über das zu untersuchende Wirbelgelenk. Durch Auflage der anderen Hand auf diese geht er in eine Vorspannung und steigert aus dieser heraus den federnden Druck [28].

d) Finger-Boden-Abstand

Hier wird bei gestreckten Beinen und maximaler Ventralflexion der Wirbelsäule der Abstand zwischen ausgestrecktem längstem Finger und dem Boden gemessen. Er dient als Maß für die gesamte Flexionsfähigkeit von Brust- und Lendenwirbelsäule sowie Becken und Hüfte, da diese, wegen der Komplexität der Bewegung, schwer in Grad gemessen werden kann.

e) Insertionspunkt nach *Sell*

Diese spezielle Technik für die HWS nutzt die segmentale Insertion der Nackenmuskulatur an der Linea nuchae am Occiput aus, bei der sich dort, bei positivem Befund an der HWS, eine umschriebene druckdolente Verhärtung zeigt. Die Untersuchung findet am sitzenden Patienten von vorne und in Nulllage statt [3; Seite 145 ff.].

f) Irritationspunkt

Er zeichnet sich bei einem positiven Befund durch Konsistenzvermehrung und Druckdolenz aus, welche auf einen nozizeptiven Hypertonus der kurzen autochthonen paravertebralen Muskulatur zurückzuführen sind. Dieser Reiz entstammt dem Ramus dorsalis der Spinalnerven und gibt so, unter anderem durch Gewebsverquellungen (s.a. Kiblersche Hautfalte), Hinweise auf die Störung in einem Segment [33; Seite 12] [3; Seiten 147 und 148].

g) Kiblersche Hautfalte

Durch den Ramus dorsalis der Spinalnerven wird nicht nur die autochthone Wirbelsäulenmuskulatur, sondern auch die Rückenhaut ca. eine Handbreit paravertebral

versorgt. Die betroffene Hautzone ist verdickt, hyperalginisch und stärker durchblutet. Dies zeigt sich durch eine regional verschiedene Abhebbarkeit und Konsistenz der Hautfalte sowie einer fehlenden Hautverschieblichkeit. [25] [7; Seite 6]

h) Lasègue-Test/-Zeichen

Hinweis auf eine Nervenwurzelreizung durch zum Beispiel Bandscheibenvorfall oder Tumor. Der Untersucher hebt das im Knie gestreckte Bein des sich in Rückenlage befindlichen Patienten bis dieser einen schneidenden Schmerz in Kreuz und Bein angibt [7; Seite 42]. Dieser Schmerz schießt blitzartig ins Bein und folgt dabei dem motorisch/ sensiblen Ausbreitungsgebiet der betroffenen Nervenwurzel.

i) Ott-Test

Maß für die Entfaltbarkeit der Brustwirbelsäule. Es wird der Abstand zwischen Dornfortsatz C7 und einem Punkt 30 cm kaudal davon markiert. Der Abstand vergrößert sich bei Vorneigen um 2-4 cm und verringert sich bei Rückneigen um 1-2 cm [7; Seite 5].

j) Schober-Test

Maß für die Entfaltbarkeit der Lendenwirbelsäule. Es wird der Abstand zwischen Dornfortsatz S1 und einem Punkt 10 cm kranial davon markiert. Der Abstand vergrößert sich bei Vorneigen bis auf max. 15 cm und verringert sich bei Rückneigen auf 8-9 cm [7; Seite 5].

k) Spinetest (Rücklaufphänomen)

Der Untersucher sitzt hinter dem stehenden Patienten und sucht, mit den Daumen von unten kommend, den kaudalen Punkt der Spina iliaca posterior superior und auf gleicher Höhe die Crista sacralis mediana. Hebt der Patient nun das Spinaseitige Bein etwas vom Boden ab, gleitet diese nach kaudal. Ein fehlender Rücklauf ist ein Zeichen für eine gestörte Beweglichkeit des Iliosakralgelenkes [33; Seite 12] [3; Seiten 47, 55 und 56).

l) Variable Beinlängendifferenz

Entspricht dem Vorlaufphänomen im Liegen. Liegt eine ISG-Blockierung mit fehlendem Spiel zwischen Kreuzbein und Darmbein vor, so wird das entsprechende Bein beim Aufrichten des Oberkörpers aus der Rückenlage scheinbar länger, im Liegen scheinbar kürzer oder wieder gleich [12] [7; Seite 35).

m) Vorlaufphänomen/-test (Standing Flexion-Test)

Das Vorlaufphänomen kann im Sitzen oder Stehen geprüft werden, wobei die Prüfung im Sitzen genauer ist, weil die ischiokrurale Muskulatur ausgeschaltet wird, die bei einseitiger Verkürzung das Untersuchungsergebnis beeinträchtigen würde. Der Patient muss auf einem festen Stuhl sitzen und die Fußsohlen auf den Boden aufsetzen oder stehen. Bei der Untersuchung werden die Daumen, von kaudal kommend, jeweils auf die Spina iliaca posterior superior gelegt. Bückt sich der Patient nach vorn, wird die blockierungsseitige Spina vom Kreuzbein um das Maß der fehlenden Gelenkbeweglichkeit weiter nach kranial geführt als auf der Gegenseite. Sie „überholt“ also die Gegenseite, sie „läuft“ vor [32][33; Seite 47].

3.3 Statistische Methoden

Zur Beschreibung der Ergebnisse dieser prospektiven, deskriptiv projizierten Studie wurden folgende **Tests** verwendet:

- Zur Beschreibung der Abhängigkeit zwischen zwei klassifizierten Variablen wurde im Allgemeinen der **Chi-Quadrat-Test** nach der Maximum-Likelihood-Methode berechnet. Bei zu geringen Erwartungswerten wurde bei einer 4-Felder-Tafel der **exakte Chi-Quadrat-Test nach Fisher und Yates** berechnet und bei größeren Tafeln der **exakten Chi-Quadrat-Test nach Mehta und Patel**.
- Mit dem **U-Test nach Mann und Whitney** wurde ein Messwert zwischen zwei Gruppen verglichen, wenn keine Gaußsche Normalverteilung der Messwerte angenommen werden kann.
- Die einfaktorielle **Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis** ersetzt den U-Test, wenn drei oder mehr Gruppen zu vergleichen sind.

Für die **Korrelation** wurden die folgenden Verfahren eingesetzt.

- Die **Spearmanische Rangkorrelation**, mit dem Koeffizienten rho (ρ). Diese verlangt keine Gaußsche Normalverteilung, setzt aber voraus, dass nicht zu viele „Rangbindungen“ vorkommen, d.h. zu viele gleiche Werte vorkommen.

- Die **Kendallsche Rangkorrelation**, mit dem Koeffizienten tau (τ). Dieses Verfahren verlangt ebenfalls keine Gaußsche Normalverteilung und ist zudem unempfindlich gegenüber Rangbindungen, ist aber auch der schwächste Test.
- Zur Überprüfung auf eine Gaußsche Normalverteilung die **Probitdarstellung** mit den Grenzen nach Lillefors.

Eine Korrelation beschreibt die Abhängigkeit zweier Messungen. Die Werte müssen mindestens eine Rangreihenfolge haben, wie zum Beispiel Schweregrade. Diagnosen beispielsweise kann man nicht korrelieren.

Eine Korrelation hat als Ergebnis zwei Zahlen.

Der **Korrelationskoeffizient** ist eine Zahl zwischen -1 und $+1$. $+1$ bedeutet eine ideale positive Korrelation. Je näher der Korrelationskoeffizient an 1 oder -1 ist, desto enger ist die Abhängigkeit der beiden Messungen, 0 besagt, dass keinerlei Abhängigkeit besteht. Wenn der Korrelationskoeffizient negativ ist, dann handelt es sich um eine gegensinnige Abhängigkeit. -1 ist eine solche.

Dazu gehört als Zweites der **p-Wert**, welcher besagt, ob überhaupt eine Beziehung vorhanden ist, sich der Koeffizient also signifikant von Null unterscheidet. Je mehr Patienten im Test sind, desto kleiner darf der Koeffizient sein, um noch signifikant zu sein.

Um die Testergebnisse quantitativ vergleichen zu können, wurden p-Werte berechnet. Ein p-Wert unter $0,05$ wird als signifikant bezeichnet und das Ergebnis wird als wesentlich interpretiert. Die p-Werte werden üblicherweise mit Stern-Symbolen gekennzeichnet:

$p < 0,05$ mit *, $p < 0,01$ mit ** und $p < 0,001$ mit *** .

Die p-Werte in deskriptiven Arbeiten dienen zur Beurteilung und zum Vergleich der verschiedenen Testergebnisse. Sie stellen keine Irrtumswahrscheinlichkeiten dar, weil es sich dann nicht um eine geplante prospektive Studie mit einer zu beweisenden Hypothese handelt.

Zur Erstellung der Statistik wurde das Programm MEDAS von Dr. Ch. Grund, Würzburg benutzt.

4. Ergebnisse

4.1 Demographisches

Diese Studie umfasst 40 untersuchte Personen im Alter zwischen 25 und 50 Jahren (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Alter, Körpergröße, Körpergewicht und Body Mass Index der untersuchten Personen, Mittelwert, Standardabweichung, kleinster und größter Wert. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, BMI = Body Mass Index.

	n	MW	ST	Minimum	Maximum
Alter	40	40.90	7.22	26.00	50.00
Größe	40	1.78	0.07	1.62	1.98
Gewicht	40	79.44	8.18	64.00	95.00
BMI	40	25.05	1.98	21.13	28.40

Hierbei fällt auf, dass der Body Mass Index bei kleineren Personen nicht signifikant höher war ($\tau = -0.13$, $p = 0.25$ in der Kendallschen Rangkorrelation). Mit dem Alter nahm der BMI ebenfalls nicht zu ($\tau = 0.04$, $p = 0.72$ in der Kendallschen Rangkorrelation).

7 der 40 Personen waren Linkshänder (17.5%, 95%-Konfidenzintervall = 7.34% bis 32.78%).

Neben dem Body Mass Index wurde eine Klassifikation nach Körperfett und Muskelmasse vorgenommen. Der Score für Körperfett korrelierte hoch mit dem BMI ($\tau = 0.37$, $p = 0.0008^{***}$ in der Kendallschen Rangkorrelation). Ebenso korrelierte der Score für Muskulatur mit dem BMI ($\tau = 0.41$, $p = 0.0002^{***}$ in der Kendallschen Rangkorrelation).

Der Score für Fett korrelierte auffällig mit dem Alter ($\tau = 0.29$, $p = 0.0076^{**}$ in der Kendallschen Rangkorrelation), nicht aber mit der Muskulatur ($\tau = 0.00$, $p = 1.0$) ebenso wenig wie der BMI, wie oben gezeigt, mit dem Alter korrelierte.

4.2 Berufliche Belastung

In diese Studie wurden 20 Piloten und 20 Bordmechaniker/Techniker aufgenommen. Bezüglich der Flugstunden und der Einsatzzeit im Rahmen der KFOR bzw. SFOR zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen (s. Tabelle 2).

Tabelle 2: Flugstunden der Piloten und Bordmechaniker. WFV = Wehrfliegerverwendungsfähigkeitsgrad, MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p aus dem U-Test nach Mann und Whitney.

	WFV II (Piloten)		WFV III (Bordmechaniker)		p
	MW	ST	MW	ST	
	Flugstunden auf UH-1D	1947.8	1672.2	2756.0	
Flugstunden gesamt	2572.8	2243.6	2772.0	1439.7	0.40
Monate KFOR/SFOR	3.4	2.9	2.8	1.9	0.55

3 Piloten und 1 Bordmechaniker hatten Erfahrung auf anderen Hubschrauber-Typen. Ein Pilot hatte 8000 Flugstunden, davon 1800 auf UH-1D, ein anderer 6010 Flugstunden, davon 960 auf UH-1D und der dritte 1850 Flugstunden, davon 600 auf UH-1D. Der Bordmechaniker hatte insgesamt 660 Stunden, davon 340 auf UH-1D.

Die Gesamteinsatzdauer in KFOR oder SFOR erstreckte sich bei den Testpersonen insgesamt über 2 bis 10 Monate (s. Tabelle 3).

Tabelle 3: Dauer der KFOR oder SFOR-Einsätze der Piloten und Bordmechaniker. Anzahl und Prozentsatz der Personen in Gruppen nach Zeitdauer. p aus dem Chi-Quadrat-Test.

KFOR/SFOR	Piloten		Bordmechaniker		Gesamt		p
	n	%	n	%	n	%	
nie	6	30.00 %	4	20.00 %	10	25.00 %	0.40
2 -3 Monate	5	25.00 %	9	45.00 %	14	35.00 %	
4 -10 Monate	9	45.00 %	7	35.00 %	16	40.00 %	
Gesamt	20	100.00 %	20	100.00 %	40	100.00 %	

4.2.1 Demographisches und berufliche Belastung

Die demographischen Daten der Piloten und der Bordmechaniker wiesen kaum Unterschiede auf. Die Piloten waren etwas größer, 1.80 ± 0.05 cm, als die Bordmechaniker mit 1.76 ± 0.08 cm. Dies war aber nicht signifikant ($p = 0.052$ im U-Test nach Mann

und Whitney). Nicht kennzeichnend war auch, dass nur 1/20 Piloten, aber 6/20 Bordmechanikern Linkshänder waren ($p = 0.091$ im Chi-Quadrat-Test).

Es fällt auf, dass die die Piloten mit mehr Flugstunden signifikant mehr Körperfett hatten ($\tau = 0.41$, $p = 0.011^*$ in der Kendallschen Rangkorrelation). Dies gilt allerdings nicht für die Techniker.

Die Linkshänder hatten signifikant mehr Flugstunden, 3421 ± 1600 , als die Rechtshänder, 2123 ± 1533 ($p = 0.046^*$ im U-Test nach Mann und Whitney). Abbildung 1 zeigt, dass besonders die Flugstunden der 6 linkshändigen Bordmechaniker höher lagen, als die der rechtshändigen.

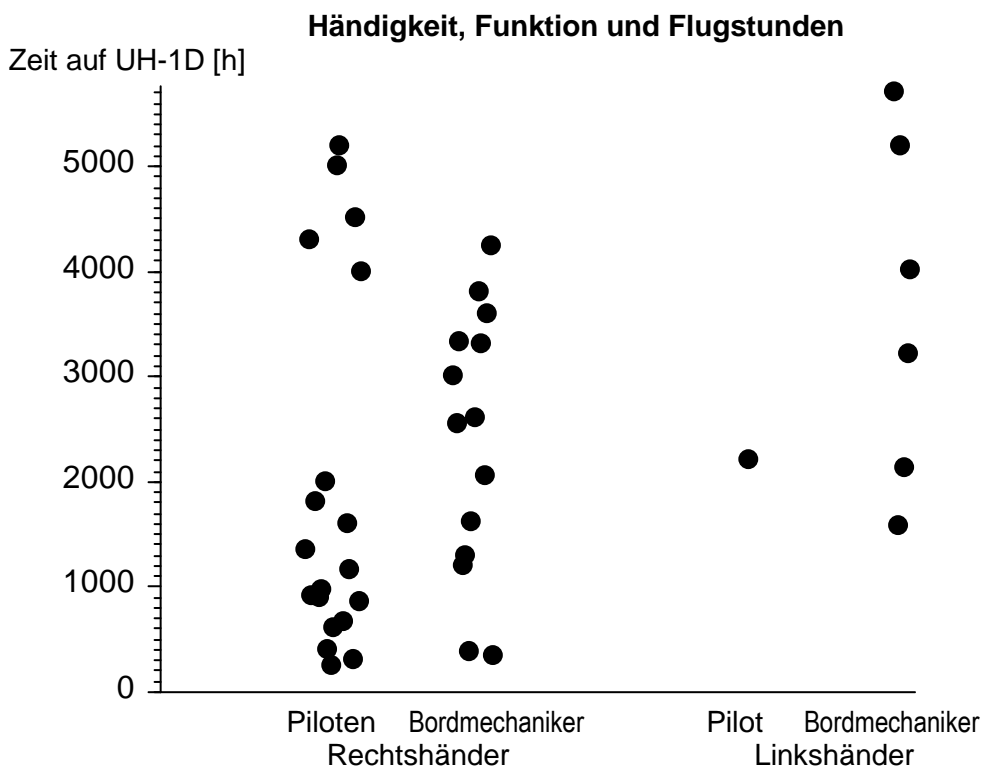


Abbildung 1: Flugstunden auf UH-1D bei Rechtshändern und Linkshändern, diese wiederum aufgeteilt nach Piloten und Bordmechanikern. Jeder Punkt stellt eine Person dar, deren Flugstunden links auf der y-Achse abzulesen sind.

Zu sehen ist auch, dass Piloten mit KFOR- oder SFOR-Einsätzen einen signifikant höheren BMI hatten ($\tau = 0.24$, $p = 0.026^*$). Dies liegt jedoch nicht am Körperfett ($\tau = 0.13$, $p = 0.23$) sondern an der Muskelmasse ($\tau = 0.28$, $p = 0.010^*$, alles in der Kendallschen Rangkorrelation).

4.3 Sport und Kuren

Insgesamt hatten die Untersuchten im Mittel 1.6 ± 1.6 Präventivkuren gemacht und nur 38% hatten noch keine solche in Anspruch genommen (s. Tabelle 5). Alle 40 Personen hatten pro Woche im Mittel 4.2 Stunden Sport getrieben.

Tabelle 4: Sport. Mittelwert (MW) und Standardabweichung (ST) angegeben; Zeit, die alle 40 Befragten für die Sportart aufwandten.

Sportart	n	Stunden pro Woche	
		MW	ST
Sport überhaupt	40	4.15	2.34
Ausdauersport	40	2.51	1.54
Fitness- und Kraftsport	40	0.75	1.39
Ballsport	40	0.89	1.31
Rückenschulung	40	0.55	0.75
Sport inclusive Rückenschulung	40	4.70	2.67

Tabelle 5: Sport und Kuren. Anzahl und Prozentsatz der Probanden die Kuren gebraucht und Sport getrieben hatten. Zusätzlich sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (ST) der Wochenstunden für diejenigen angegeben, die die oben genannte Sportart ausübten.

		n	%	Zeit [Std./ Woche]	
				MW	ST
Kuren	ja (1-5)	25	62.50 %	-	-
	nein	15	37.50 %	-	-
Kur in den letzten 2 Jahren	ja	13	33.33 %	-	-
	nein	26	66.67 %	-	-
Kurerfolg	gut	18	78.26 %	-	-
	mäßig	5	21.74 %	-	-
Sport	ja	39	97.50 %	4.256	2.274
	nein	1	2.50 %	0	-
Ausdauersport	ja	36	90.00 %	2.792	1.354
	nein	4	10.00 %	0	-
Fitness- und Kraftsport	ja	15	37.50 %	2.000	1.648
	nein	25	62.50 %	0	-
Ballsport	ja	19	47.50 %	1.868	1.342
	nein	21	52.50 %	0	-
Rückenschulung	ja	18	45.00 %	1.222	0.647
	nein	22	55.00 %	0	-
Sport incl. Rückenschulung	ja	39	97.50 %	4.821	2.597
	nein	1	2.50 %	0	-

Insgesamt gaben die Probanden an, 4.7 Stunden pro Woche (à 7 Tage) für Sport und Rückenübungen aufzuwenden. Je mehr Zeit ein Proband für Fitness- und Kraftsport

aufwandte, desto mehr nutzte er auch für Rückenübungen ($\tau = 0.31$, $p = 0.0054^{**}$ in der Rangkorrelation nach Kendall, s. Abbildung 2).

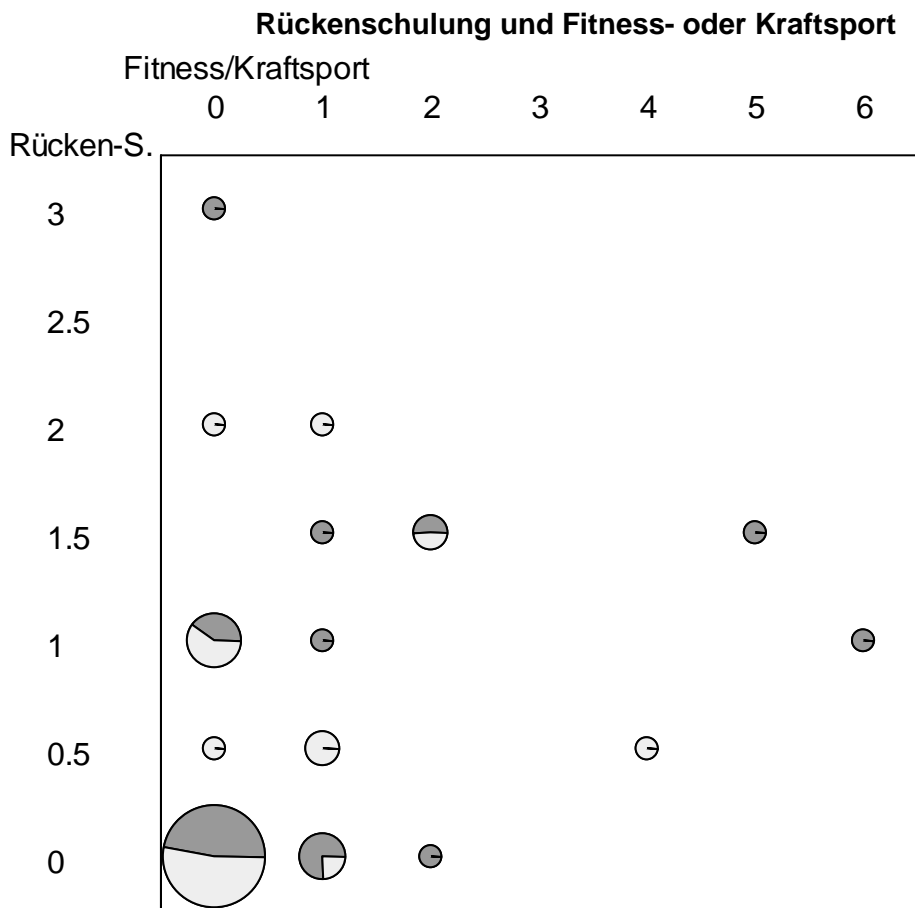


Abbildung 2: Anzahl der Personen nach Wochenstunden Rückenschulung und Wochenstunden Fitness und Kraftsport. Die Größe der Kreise entspricht der Anzahl der Personen, die Kreise sind nach WFV-Gradation (■ = II, Pilot, □ = III, Techniker) aufgeteilt

Die 8 Piloten und 9 Techniker der größte Gruppe trieben weder Kraft- oder Fitnesport noch Rückenschulung. Eine Gruppe von zwei Piloten und einem Techniker machte nur 0,5 bis 1,5 Stunden Rückenschule, trieb aber 4 oder mehr Stunden Fitness- oder Kraftsport.

4.3.1 Demographisches und Sport, Kuren

Probanden mit mehr Muskulatur machten auch mehr Kuren ($\tau = 0.22$, $p = 0.046^*$) und diejenigen, die in den letzten 2 Jahren zur Kur waren, hatten signifikant mehr Muskeln ($\tau = 0.32$, $p = 0.0038^{**}$) und waren kleiner ($\tau = -0.33$, $p = 0.0027^{**}$).

Probanden, die viel Ausdauersport trieben, waren eher kleiner ($\tau = -0.31$, $p = 0.0055^{**}$) und dicker (Fett) ($\tau = 0.26$, $p = 0.016^*$).

Testpersonen die mehr Rückenschulung betrieben, hatten mehr Muskulatur ($\tau = 0.27$, $p = 0.016^*$, alles in der Rangkorrelation nach Kendall).

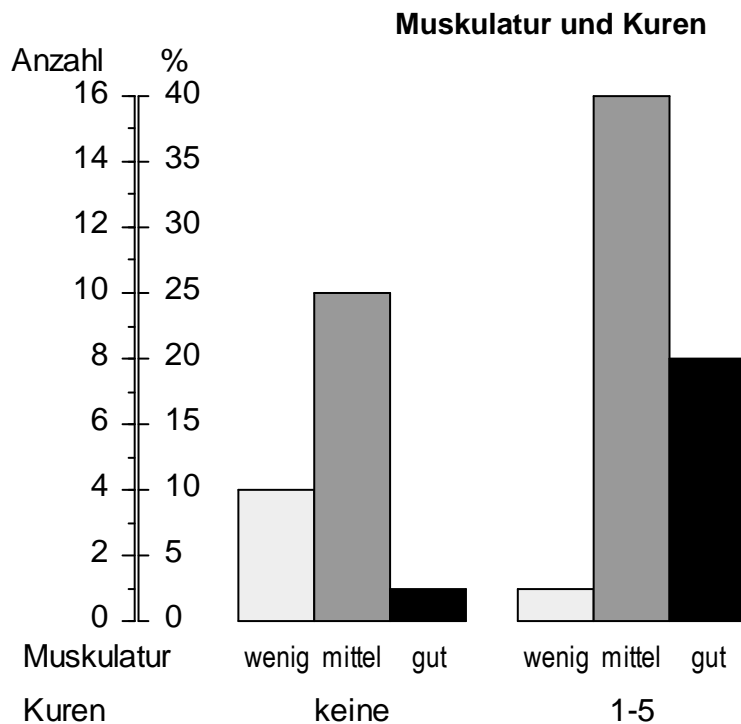


Abbildung 3: Anzahl und Prozentsatz der Personen, die keine Kur und die 1-5 Kuren gemacht hatten, mit wenig/kaum, mittel und gut ausgeprägter Muskulatur.

4.3.2 Beruf und Sport/Kuren

Die Piloten verwannten mehr Zeit auf die Sportarten Ausdauer, Fitness- und Kraftsport und Rückenübungen, die Bordmechaniker hingegen mehr für den Ballsport, vor allem für Fußball. Bei der Summe aller sportlichen Übungen ist das signifikant. Die Piloten trieben insgesamt 4.95 ± 3.13 Stunden und die Techniker 4.45 ± 2.18 Stunden Sport pro Woche (inklusive Rückenübungen).

Die Beurteilung des Kurerfolges wurde mit zunehmender Flugstunden-Anzahl schlechter ($\tau = -0.35$, $p = 0.021^*$ in der Rangkorrelation nach Spearman).

4.4 Beschwerden

Knapp ein Viertel der Untersuchten hatte keinerlei Wirbelsäulenbeschwerden und weitere 18% nur gelegentlich. Die meisten Personen litten zuweilen unter Wirbelsäulenschmerzen. Häufige Beschwerden sowie gelegentliche oder häufige Schmerzen traten bei 15% der Untersuchten auf.

Tabelle 6: Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten mit verschiedenen Wirbelsäulenbeschwerden und Wirbelsäulenschmerzen insgesamt und aufgeteilt nach Kopfschmerz.

Wirbelsäulenbeschwerden und -schmerzen	Kopfschmerz		Gesamt	
	nein	ja	n	%
keinerlei Beschwerden	7	2	9	22.5%
gelegentlich Beschwerden	5	2	7	17.5%
gelegentlich Schmerzen	6	12	18	45.0%
häufig Beschwerden, gelegentlich Schmerzen	0	1	1	2.5%
häufig Schmerzen	1	3	4	10.0%
immer Beschwerden, häufig Schmerzen	0	1	1	2.5%

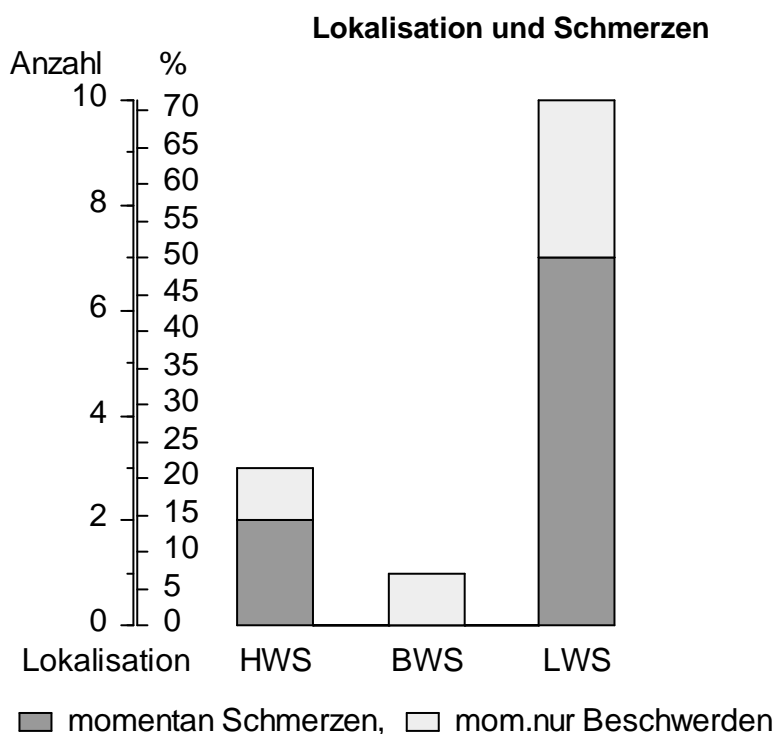


Abbildung 4: Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten mit momentanen Beschwerden oder Schmerzen an den drei angegebenen Lokalisationen. Die Säulen sind unterteilt nach Personen mit momentanen Schmerzen und solchen, die derzeit nur Beschwerden angaben.

Von den Untersuchten mit Schmerzen an der Wirbelsäule gaben 17/24 (71%) an unter Kopfschmerzen zu leiden, hingegen nur 4/16 (25%) derjenigen ohne Wirbelsäulenschmerzen ($p = 0.0038^{**}$ im Chi-Quadrat-Test).

Am Tag der Untersuchung waren von den 40 Probanden 26 beschwerdefrei. Von den übrigen gaben 5 Beschwerden und 9 Schmerzen an. Von letzteren litten 2 unter Kopfschmerzen. Die Lokalisation der Wirbelsäulenbeschwerden und Schmerzen zeigt Abbildung 4.

4.4.1 Demographisches und Beschwerden

Tabelle 7: Alter der Untersuchten in Gruppen nach Wirbelsäulenbeschwerden. Die Einteilung ist einmal nach 4 bzw. grob nach 2 Gruppen erfolgt. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p wurde aus der Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis bzw. aus dem U-Test nach Mann und Whitney bestimmt.

Wirbelsäulenbeschwerden	n	Alter		
		MW	ST	
keine	9	39.6	7.8	
gelegentlich Beschwerden	7	33.9	6.1	0.019 *
gelegentlich Schmerzen	18	42.7	6.6	
häufig Beschwerden und Schmerzen	6	45.7	2.2	
keine Schmerzen	16	37.1	7.5	0.0095**
Schmerzen	24	43.5	5.9	

Erwartungsgemäß nahm der Anteil der Untersuchten mit Schmerzen mit dem Alter zu (s. Tabelle 7). Dabei fällt auf, dass die Gruppe mit nur gelegentlichen Wirbelsäulenbeschwerden, aber ohne Schmerzen, besonders jung war.

Mit körperlichen Charakteristika, insbesondere dem Body Mass Index oder der Muskelausprägung, zeigen sich keinerlei Zusammenhänge.

4.4.2 Beruf und Beschwerden

Zwischen Piloten und Bordmechanikern fanden sich keine Unterschiede bezüglich der genannten Wirbelsäulen-Beschwerden. Jedoch litten die Bordmechaniker häufiger unter Kopfschmerzen (14/20, ~70%) als die Piloten (7/20). Dies ist signifikant ($p = 0.025^*$) im Chi-Quadrat-Test.

Der Zusammenhang zwischen UH-1D-Flugstunden und Grad der subjektiven Wirbelsäulenbeschwerden war wider Erwarten nicht signifikant.

Von den Untersuchten hatten diejenigen mit Wirbelsäulenschmerzen signifikant kürzere KFOR- und SFOR-Zeiten (s. Tabelle 7). Ein U-Test nach Mann und Whitney zwischen Untersuchten mit und ohne Schmerzen ergibt $p = 0.015^*$.

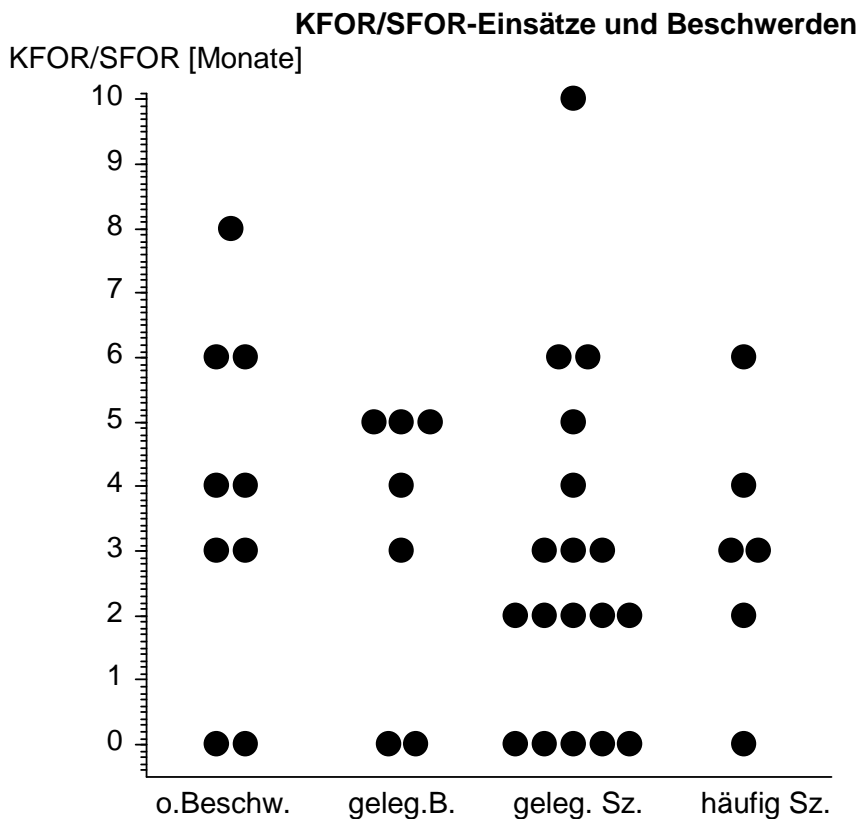


Abbildung 5: Dauer der bisherigen KFOR- oder SFOR-Einsätze der Untersuchten, aufgeteilt nach den Wirbelsäulenbeschwerden. Jeder Punkt stellt einen Piloten oder Bordmechaniker dar. Beschriftung: o.Beschw. = weder Beschwerden noch Schmerzen; geleg.B. = gelegentliche Beschwerden, keine Schmerzen; geleg. Sz. = gelegentlich Schmerzen; häufig Sz. = häufig Schmerzen.

4.4.3 Sport oder Kuren und Beschwerden

Von mäßigem Kurerfolg berichteten, mit einer Ausnahme, nur die Untersuchten mit häufigen Schmerzen oder Beschwerden ($4/6 = 67\%$). Diejenigen mit nur gelegentlichen Beschwerden oder Schmerzen sprachen immer von gutem Kurerfolg. Lediglich 25% derjenigen ohne Wirbelsäulenbeschwerden bewerteten ihren Kurerfolg als mäßig ($p = 0.010^*$ im Chi-Quadrat-Test).

Die Untersuchten mit oder ohne Wirbelsäulen-Schmerzen unterschieden sich nicht in der Zeit, die sie pro Woche für Sport aufwendeten, wohl aber in der Sportart. Der Un-

terschied bei Fitness- und Ausdauersport ist signifikant ($p = 0.045^*$ im U-Test nach Mann und Whitney).

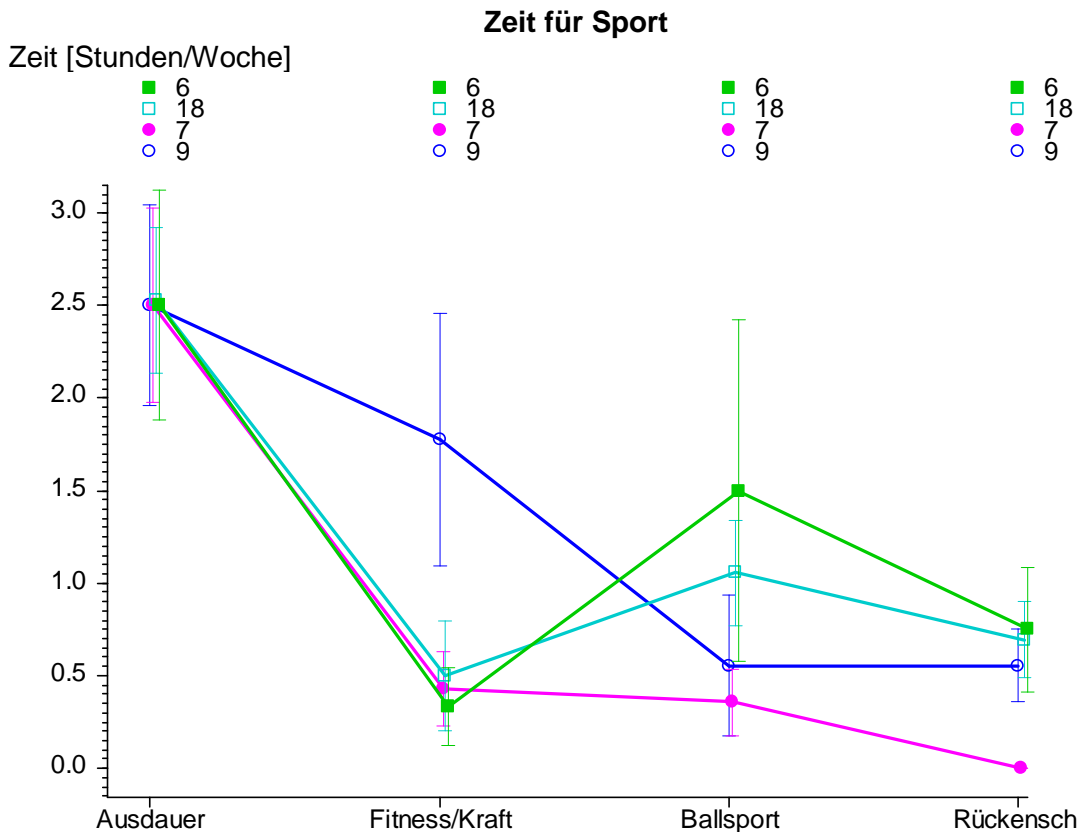


Abbildung 6: Mittlere Stundenzahl pro Woche, die die Untersuchten auf die genannten Sportarten verwenden. Die Balken begrenzen die Standardabweichung des Mittelwertes. Abkürzungen: Rückensch. = selbständige Rückenschule. ○ = Untersuchte ohne Wirbelsäulenbeschwerden, ● = gelegentliche Wirbelsäulenbeschwerden, □ = gelegentlich Wirbelsäulenschmerzen, ■ = häufig Wirbelsäulenschmerzen.

Nur die Untersuchten ohne Beschwerden betrieben viel Fitness- oder Krafttraining. Diejenigen mit nur gelegentlichen Beschwerden waren kaum sportlich aktiv. Die Probanden mit häufigen Schmerzen widmeten sich am meisten dem Ballsport (vorrangig Fußball), diejenigen ohne Beschwerden sehr selten.

4.5 Bandscheibenvorfall

6 der 40 Untersuchten (15%, 95%-Konfidenzintervall = 5.7% bis 29.8%) hatten bereits einen Bandscheibenvorfall (immer im LWS-Bereich) erlitten und waren operiert worden, vier davon in Höhe L1/L2, zwei in Segment L4/L5.

4.5.1 Demographisches und Bandscheibenvorfall

Die Untersuchten mit einem operierten Bandscheibenvorfall in der Anamnese waren signifikant älter als die anderen, 47.0 ± 1.9 Jahre gegenüber 39.8 ± 7.3 Jahre. Dies ist signifikant ($p = 0.021^*$ im U-Test nach Mann und Whitney).

Der Body Mass Index derer mit und ohne Bandscheibenvorfall zeigte keinerlei Unterschied.

4.5.2 Beruf und Bandscheibenvorfall

Es fand sich kein signifikanter Einfluss der Flugzeit auf einen Bandscheiben-Vorfall.

4.5.3 Sport/Kuren und Bandscheibenvorfall

Von den 6 Untersuchten mit Bandscheibenvorfall in der Anamnese hatten 5/6 (83%) in den letzten 2 Jahren eine Kur gemacht, von den 33 ohne Bandscheibenvorfall aber nur 8 (24%). Dies ist mit $p = 0.011^*$ signifikant im exakten Test nach Fisher und Yates.

4.5.4 Beschwerden und Bandscheibenvorfall

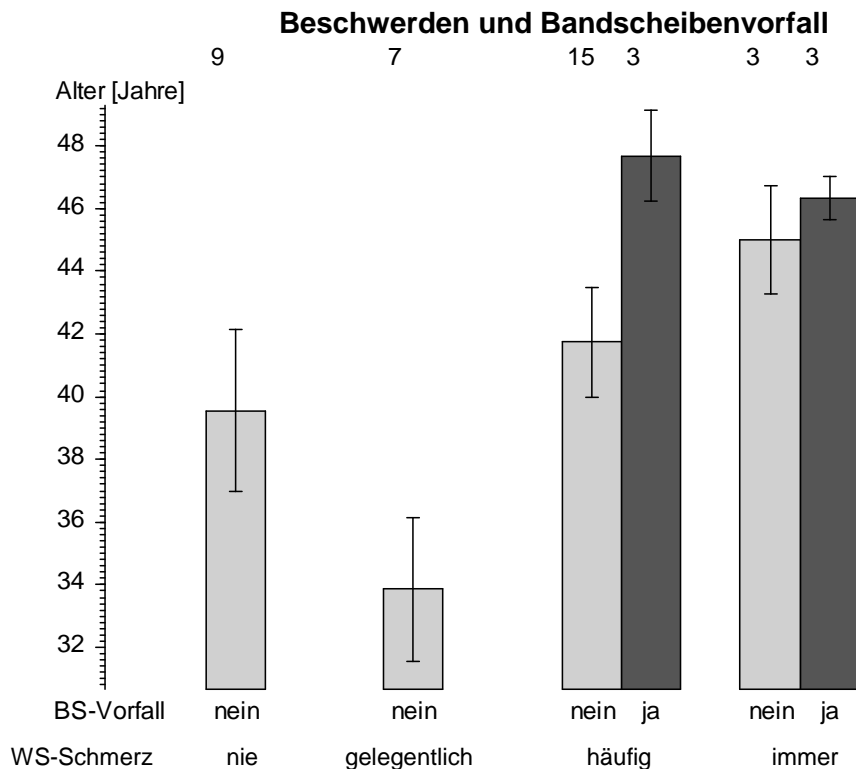


Abbildung 7: Alter und Wirbelsäulenschmerz, aufgeteilt nach Untersuchten ohne und mit Bandscheibenvorfall. Dargestellt ist der Mittelwert des Alters mit der Standardabweichung des Mittelwertes. Bezüglich der Differenzierung Piloten/Techniker ergab sich keine Signifikanz.

Von den Untersuchten ohne Wirbelsäulen-Schmerzen hatte keiner einen Bandscheiben-vorfall, von denen mit gelegentlichem Schmerz 3/18 (17%), von denen mit häufigem Schmerz aber 3/6 (50%). Dieser Unterschied ist signifikant ($p = 0.045^*$ im exakten Chi-Quadrat-Test nach Mehta und Patel).

4.6 Anatomische Anomalien

Keiner der 40 Untersuchten war gänzlich ohne eine der folgenden anatomischen Anomalien, 90% hatten Fußanomalien (s. Tabelle 8).

Tabelle 8: Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten mit den genannten anatomischen Anomalien.

Anatomische Anomalie	n	%	95 %-CI	
Anomalie überhaupt	40	100.0 %	91.19 %	100.00 %
Beckentiefstand teilw. mit Beinlängendifferenz	6	15.0 %	5.71 %	29.84 %
Schultertiefstand	37	92.5 %	79.61 %	98.43 %
Beinachse				
varisch	15	37.5 %	22.73 %	54.19 %
valgisch	2	5.0 %	0.61 %	16.92 %
Füße				
Fußanomalie überhaupt	36	90.0 %	76.34 %	97.21 %
Knickfuß	29	72.5 %	55.86 %	85.40 %
Senkfuß	32	80.0 %	63.86 %	90.95 %
Spreizfuß	28	70.0 %	53.29 %	83.44 %
Seitabweichung WS ohne Torsion	18	45.0 %	29.26 %	61.34 %
Skoliose	18	45.0 %	29.26 %	61.34 %
Finger-Bodenabstand > 0 cm	13	32.5 %	18.57 %	49.24 %
Verkürzung ischiocrural	13	32.5 %	18.57 %	49.24 %
Verkürzung M. lev. scapulae	14	35.0 %	20.63 %	51.74 %
Hyperlordose LWS	29	72.0 %	55.86 %	85.40 %
Hyperkyphose BWS	25	62.5 %	45.81 %	77.27 %
Flachrücken	5	12.5 %	4.19 %	26.80 %

4.6.1 Demographisches und Anatomie

Es fällt auf, dass sich die Hyperkyphose der Brustwirbelsäule mit zunehmendem Alter signifikant verstärkte. Die Untersuchten mit Flachrücken waren signifikant jünger. Die 25 Probanden mit Hyperkyphose waren im Mittel 43.64 ± 6.28 Jahre alt, die 15 ohne Hyperkyphose 36.33 ± 6.48 Jahre ($p = 0.00091^{***}$ im U-Test nach Mann und Whitney). Die 5 Untersuchten mit Flachrücken hatten ein Durchschnittsalter von $35.00 \pm$

6.82 Jahre, die 35 ohne Flachrücken dagegen ein solches von 41.74 ± 6.96 Jahre ($p = 0.045^*$ im U-Test nach Mann und Whitney).

Die Probanden mit höherem BMI, sei es durch mehr Körperfett oder durch stärkere Muskelmasse, wiesen eine verstärkte Hyperlordose der LWS und eine Valgus-Stellung der Beinachse auf.

Tabelle 9: Body Mass Index (BMI) im Vergleich zu einigen anatomischer Anomalien.

Anatomische Anomalie		n	BMI		p(t)	p(U)
			MW	ST		
Verkürzung des M. lev. scapulae	nein	26	24.66	2.04	0.085	0.061
	ja	14	25.79	1.69		
Hyperlordose LWS	nein	11	24.05	2.12	0.047*	0.073
	ja	29	25.43	1.82		
Hyperkyphose BWS	nein	15	24.56	1.90	0.23	0.24
	ja	25	25.35	2.00		
Flachrücken	nein	35	25.28	1.80	0.052	0.090
	ja	5	23.46	2.62		
Beinachse	orthograd	23	25.40	1.59		0.045*
	varisch	15	24.17	2.22		
	valgisch	2	27.62	0.21		

Bei einigen Untersuchten mit verstärktem und deutlichem Körperfett zeigte sich eine Valgus-Stellung der Beinachse. In dieser Gruppe war die Anzahl derer mit Hyperkyphose erhöht, was aber nicht signifikant ist.

Tabelle 10: Körperfett und anatomische Anomalien. Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten. Die Prozenze beziehen sich auf die Zeile, d.h. auf die Körperfett-Gruppe. p wurde aus dem exakten Test nach Mehta und Patel bzw. dem Chi-Quadrat-Test berechnet.

	Körperfett						p
	wenig/kaum		mittel/normal		deutlich		
	n	%	n	%	n	%	
Beinachse							
orthograd	6	46.15%	14	66.67 %	3	50.00 %	0.046 *
varisch	7	53.85%	7	33.33 %	1	16.67 %	
valgisch	0	0.00%	0	0.00 %	2	33.33 %	
Hyperkyphose BWS							
nein	8	61.54%	6	28.57 %	1	16.67 %	0.079
ja	5	38.46%	15	71.43 %	5	83.33 %	

4.6.2 Beruf und Anatomie

Zwischen Piloten und Bordmechanikern fand sich, mit einer Ausnahme, keinerlei Unterschied in den anatomischen Anomalien. 17/20 (85%) der Bordmechaniker hatten einen Spreizfuß, aber nur 11/20 (55%) der Piloten (ist mit $p = 0.035^*$ im Chi-Quadrat-Test signifikant).

Dagegen zeigten sich einige Abhängigkeiten der Flugzeiten von den anatomischen Besonderheiten. Untersuchte mit einseitigem Schultertiefstand hatten signifikant mehr Flugstunden und mehr Einsatzmonate in KFOR- oder SFOR, aber nicht mehr Flugstunden auf UH 1D. Dass diejenigen mit Hyperkyphose signifikant mehr Gesamtflugzeit, mehr Flugzeit auf UH 1D und längere Einsatzzeit in KFOR oder SFOR hatten, kann mit dem Alter zusammenhängen. Besonders fällt jedoch auf, dass Untersuchte mit Flachrücken besonders wenig Flugstunden und im Mittel nur einen Monat Einsatzzeit bei KFOR oder SFOR aufwiesen.

Tabelle 11: Flugstunden und Monate im Auslandseinsatz. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p wurde aus dem U-Test nach Mann und Whitney berechnet.

		n	MW	ST	p
Flugstunden auf UH 1D					
Schultertiefstand	ja	37	2339.32	1637.52	0.85
	nein	3	2507.33	1392.04	
Hyperkyphose BWS	ja	25	2834.00	1575.80	0.0087**
	nein	15	1548.47	1346.92	
Flachrücken	ja	5	842.60	565.84	0.011*
	nein	35	2567.54	1592.16	
Flugstunden insgesamt					
Schultertiefstand	ja	37	2685.81	1910.88	0.0019**
	nein	3	2507.33	1392.04	
Hyperkyphose BWS	ja	25	3296.80	1881.276	0.0039**
	nein	15	1631.80	1322.49	
Flachrücken	ja	5	842.60	565.84	0.0044**
	nein	35	2933.83	1839.14	
Monate KFOR- oder SFOR-Einsatz					
Schultertiefstand	ja	37	3.11	2.46	0.0019**
	nein	3	3.00	3.00	
Hyperkyphose BWS	ja	25	3.28	2.30	0.60
	nein	15	2.80	2.76	
Flachrücken	ja	5	1.00	2.24	0.040*
	nein	35	3.40	2.37	

Der Schultertiefstand war meist rechtsseitig und nicht von der Flugzeit beeinflusst. Die Untersuchten mit linksseitigem Schultertiefstand hatten weniger Flugstunden, was aber wohl wegen der geringen Fallzahl nicht signifikant war.

4.6.3 Sport und Anatomie

Tabelle 12: Zeit für Sportarten und körperliche Anomalien. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung. Die p-Berechnung erfolgte aus dem U-Test nach Mann und Whitney.

Anomalie		n	MW	ST	p
Wochenstunden Rückenschule					
Schultertiefstand	ja	37	0.49	0.72	0.032*
	nein	3	1.33	0.76	
Knickfuß	ja	29	0.45	0.76	0.057
	nein	11	0.82	0.68	
Senkfuß	ja	32	0.44	0.73	0.028*
	nein	8	1.00	0.71	
Finger erreichen Boden nicht		13	0.81	0.78	0.092
Finger erreichen den Boden		27	0.43	0.72	
Wochenstunden Ballsport					
Knickfuß	ja	29	0.55	0.79	0.042*
	nein	11	1.77	1.94	
Wochenstunden Ausdauersport					
Verkürzung M. lev. scapulae	ja	14	3.25	1.34	0.026*
	nein	26	2.12	1.51	

Untersuchte mit Schultertiefstand sowie Knick- und Senkfuß machten weniger Rückenschulung. Dagegen absolvierten die, deren Finger den Boden nicht erreichten, mehr Rückenschulung

Untersuchte mit Knickfuß trieben erheblich weniger Ballsport. Solche mit Verkürzung des Musculus levator scapulae übten signifikant länger Ausdauersport aus.

4.6.4 Beschwerden und Anatomie

Zwei der 6 Untersuchten mit häufigen oder dauernden Wirbelsäulenschmerzen hatten keinen Schultertiefstand, was sonst nur einmal, bei Untersuchten ohne jede Wirbelsäulenbeschwerden vorkam. Dies war aber nicht signifikant.

Eine Verkürzung des M. levator scapulae aber kam nur bei Untersuchten mit Wirbelsäulenbeschwerden vor. Eine Hyperkyphose der BWS war bei Untersuchten mit Schmerzen signifikant häufiger.

Tabelle 13: Wirbelsäulenbeschwerden und anatomische Anomalien. Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten. Die Prozente beziehen sich auf die Spalte, d.h. auf die Beschwerdegruppe. p wurde aus dem exakten Test nach Mehta und Patel (1. Test) und aus dem Chi-Quadrat-Test berechnet.

	Wirbelsäulenbeschwerden oder Schmerzen								p
	keine		gelegentlich Beschwerden		gelegentlich Schmerzen		häufig/immer Schmerzen		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Schultertiefstand									
ja	8	88.9 %	7	100.0 %	18	100.0 %	4	66.7 %	0.051
nein	1	11.1 %	0	0.0 %	0	0.0 %	2	33.3 %	
Verkürzung M. lev. scapulae									
ja	0	0.0 %	3	42.9 %	8	44.4 %	3	50.0 %	0.027 *
nein	9	100.0 %	4	57.1 %	10	55.6 %	3	50.0 %	
Hyperkyphose BWS									
ja	4	44.4 %	3	42.9 %	12	66.7 %	6	100.0 %	0.044 *
nein	5	55.6 %	4	57.1 %	6	33.3 %	0	0.0 %	

4.6.5 Bandscheibenvorfall und Anatomie

Es fiel auf, dass von den 6 Untersuchten mit Bandscheibenvorfall 4 (67%) einen Schultertiefstand hatten, von den übrigen 34 aber alle bis auf einen (97%). Eine Hyperkyphose der BWS wiesen alle Untersuchten mit Bandscheibenvorfall, aber nur 19/34 (56%) derjenigen ohne Bandscheibenvorfall. Beides ist jedoch nicht signifikant ($p = 0.054$ und $p = 0.067$ im exakten Chi-Quadrat-Test nach Fisher und Yates).

4.7 Befund der HWS

16 der 40 untersuchten Personen wiesen eine eingeschränkte Beweglichkeit bei einer bis 4 Bewegungsarten der Halswirbelsäule auf; das sind 40% (95%-Konfidenzintervall = 24.9% - 56.6%).

Tabelle 14: Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten mit Bewegungseinschränkungen der Halswirbelsäule. Zusätzlich ist für jeden Prozentsatz die untere und die obere Grenze des 95%-Konfidenzintervalls (CI) angegeben.

Bewegung	Eingeschränkt		Untere Grenze des CI	Obere Grenze des CI
	n	%		
Einschränkung überhaupt	16	40.0 %	24.86 %	56.61 %
Inklination	2	5.0 %	0.61 %	16.92 %
Reklination	2	5.0 %	0.61 %	16.92 %
Seitneigung	4	10.0 %	2.79 %	23.66 %
Rotation in irgendeiner HWS-Stellung	15	37.5 %	22.73 %	54.20 %
Rotation	9	22.5 %	10.84 %	38.86 %
Rotation in Inklination	8	20.0 %	9.05 %	36.14 %
Rotation in Reklination	9	22.5 %	10.84 %	38.86 %

Seitneigung rechts	2	5.0 %	0.61 %	16.92 %
Seitneigung links	3	7.5 %	1.57 %	20.39 %
irgendeine Rotation rechts	9	22.5 %	10.84 %	38.86 %
irgendeine Rotation links	9	22.5 %	10.84 %	38.86 %
Rotation rechts	4	10.0 %	2.79 %	23.66 %
Rotation links	5	12.5 %	4.19 %	26.80 %
Rotation in Inklination rechts	3	7.5 %	1.57 %	20.39 %
Rotation in Inklination links	5	12.5 %	4.19 %	26.80 %
Rotation in Reklination rechts	5	12.5 %	4.19 %	26.80 %
Rotation in Reklination links	4	10.0 %	2.79 %	23.66 %

16 Untersuchte hatten Bewegungseinschränkungen der Wirbelsäule, 24 (60%) waren ohne Einschränkung der Wirbelsäulenbeweglichkeit. Blockierungen der Halswirbelsäule wurden bei 19 der 40 Untersuchten (47.5%) festgestellt (95%-Konfidenzintervall = 31.5% bis 63.9%).

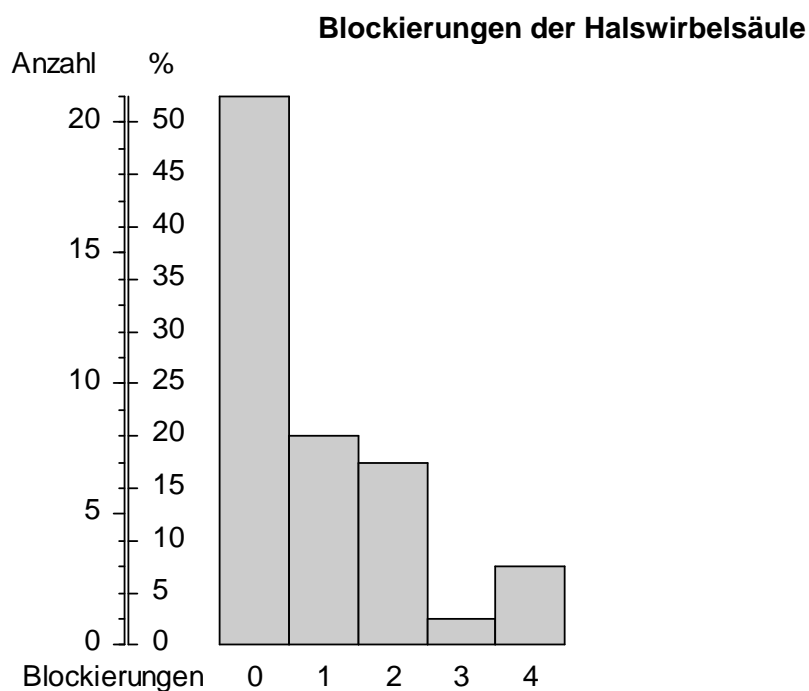


Abbildung 8: Anzahl und Prozentsatz der untersuchten Personen mit Null bis 4 Blockierungen der Halswirbelsäule.

Hier bestanden mehr rechts- als linksseitige Blockierungen (11 Personen), während mehr links- als rechtsseitige Blockierungen nur bei 4 Personen gefunden wurden. 21 Personen hatten keinerlei Blockierungen. Je zwei Probanden beider Gruppen hatten symmetrisch sowohl rechts als auch links je eine bzw. je 2 Blockierungen.

20 Personen hatten weder Bewegungseinschränkungen noch Blockierungen.

4.7.1 Demographisches und HWS-Befund

Tabelle 15: Alter der untersuchten Personen mit und ohne die genannten Einschränkungen der Beweglichkeit der Halswirbelsäule. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p wurde aus dem U-Test nach Mann und Whitney berechnet.

Eingeschränkte HWS-Beweglichkeit bei		Alter			p(U)
		n	MW	ST	
Inklination	ja	2	44.50	0.71	0.67
	nein	38	40.71	7.36	
Reklination	ja	2	38.50	2.12	0.57
	nein	38	41.03	7.38	
Seiten-Neigung	ja	4	47.25	4.86	0.028*
	nein	36	40.19	7.14	
Rotation normal	ja	9	44.67	5.27	0.071
	nein	31	39.81	7.41	
Rotation in Inklination	ja	8	45.13	6.56	0.038*
	nein	32	39.84	7.08	
Rotation in Reklination	ja	9	44.33	5.90	0.088
	nein	31	39.90	7.35	
Rotation überhaupt	ja	15	44.07	6.15	0.022*
	nein	25	39.00	7.26	
Seitenneigung rechts	ja	2	49.50	0.71	0.040*
	nein	38	40.45	7.12	
Seitenneigung links	ja	3	46.33	5.51	0.14
	nein	37	40.46	7.22	
Rotation rechts	ja	4	43.75	7.23	0.40
	nein	36	40.58	7.25	
Rotation links	ja	5	45.40	3.85	0.15
	nein	35	40.26	7.39	
Rotation in Inklination rechts	ja	3	42.67	11.02	0.51
	nein	37	40.76	7.03	
Rotation in Inklination links	ja	5	46.60	2.70	0.056
	nein	35	40.09	7.31	
Rotation in Reklination rechts	ja	5	42.00	6.04	0.85
	nein	35	40.74	7.44	
Rotation in Reklination links	ja	4	47.25	4.86	0.028*
	nein	36	40.19	7.14	
Rotation überhaupt rechts	ja	9	43.11	7.44	0.24
	nein	31	40.26	7.15	
Rotation überhaupt links	ja	9	46.78	3.49	0.0020**
	nein	31	39.19	7.15	

Eine Einschränkung der Seitneigung und der Rotation der Halswirbelsäule, insbesondere der Rotation in Inklination, fand sich signifikant bei Älteren. Berücksichtigt man zudem die Körperseite, zeigt sich, dass die Untersuchten mit Einschränkung der Seitneigung nach rechts und mit Einschränkung der Rotation nach links charakteristisch älter waren.

Je älter die Untersuchten waren, desto mehr Blockierungen und Bewegungseinschränkungen der Halswirbelsäule lagen vor.

Tabelle 16: Abhängigkeit der Blockierungen und der Bewegungseinschränkungen der Halswirbelsäule vom Alter. tau = Rangkorrelationskoeffizient nach Kendall, die p-Berechnung erfolgte aus der Kendall-schen Korrelation.

Halswirbelsäule	Korrelation mit dem Alter	
	tau	p
Anzahl Blockierungen rechts	0.1893	0.085
Anzahl Blockierungen links	0.0681	0.54
Anzahl Blockierungen insgesamt	0.2370	0.031 *
Anzahl Bewegungseinschränkungen	0.2923	0.0079**

4.7.2 Berufliches und HWS-Befund

Zwischen Piloten und Bordmechanikern fand sich ein Unterschied im Seitenvergleich der Blockierungen

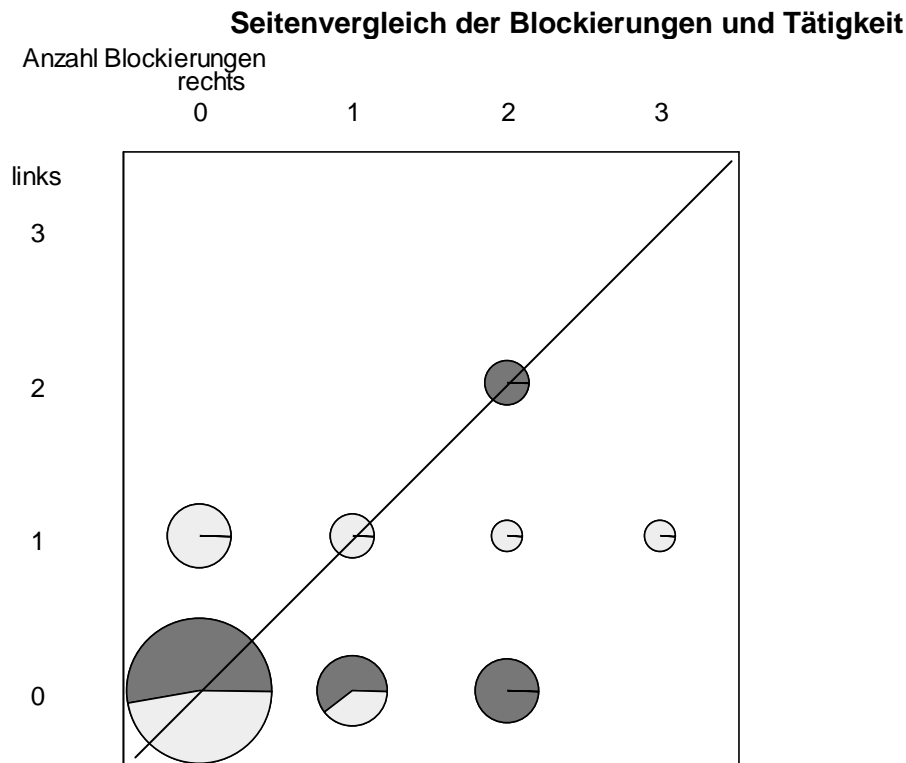


Abbildung 9: Anzahl der Blockierungen nach Körperseite und Tätigkeit. Die Kreisflächen stellen die Zahl der Untersuchten in der Blockierungsgruppe dar. Jeder Kreis ist nach Tätigkeit unterteilt. ■ = Piloten, □ = Techniker. Die schräge Linie verbindet die Personen mit symmetrischer Blockierungszahl.

Eine Blockierung links kombiniert mit 0 bis 4 Blockierungen rechts kam nur bei den Bordmechanikern vor. Die meisten Piloten hatten links keinerlei Blockierungen. Zwei hatten symmetrisch rechts und links 2 Blockierungen. Blockierungen nur rechts kamen häufiger bei den Piloten vor; 4 hatten davon 2. Der Unterschied im Verhältnis von rechtsseitigen zu linksseitigen Blockierungen zwischen Piloten und Bordmechanikern war erheblich ($p = 0.042^*$ im U-Test nach Mann und Whitney).

4.7.3 Sport und Kuren und HWS-Befund

4/5 (80%), gegenüber 9/34 (26.5%), derjenigen mit eingeschränkter Rotation rechts in Reklination hatten in den letzten 2 Jahren eine Kur in Anspruch genommen ($p = 0.035^*$ im exakten Chi-Quadrat-Test nach Fisher und Yates). Entsprechendes gilt auch für die 6/9 (66.7%) mit Einschränkung der Rotation rechts, gegenüber 7/30 (23.3%) ohne ($p = 0.039^*$ im Chi-Quadrat-Test nach Fisher und Yates).

Tabelle 17. Unterschiede der für Sport aufgewendeten Zeit in Stunden pro Woche bei Personen mit und ohne die aufgeführten Einschränkungen der Beweglichkeit der Halswirbelsäule. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, die p-Berechnung erfolgte aus dem U-Test nach Mann und Whitney.

Einschränkung der Beweglichkeit der HWS bei			Zeit für		
			Rückenschule [h]		
Inklination	ja	2	1.75	0.35	0.015*
	nein	38	0.49	0.71	
Rotation in Inklination	ja	8	0.94	0.73	0.049*
	nein	32	0.45	0.73	
Rotation in Inklination links	ja	5	1.10	0.82	0.053
	nein	35	0.47	0.72	
Rotation in Reklination	ja	9	0.17	0.50	0.042*
	nein	31	0.66	0.78	
Rotation in Reklination rechts	ja	5	0.00	0.00	0.041*
	nein	35	0.63	0.77	
			Sport gesamt [h]		
Rotation in Inklination rechts	ja	3	1.83	1.04	0.022*
	nein	37	4.34	2.32	
			Ausdauersport [h]		
Reklination	ja	2	0.50	0.71	0.047*
	nein	38	2.62	1.50	

Die Untersuchten mit Einschränkung der Inklination und der Rotation in Inklination, insbesondere links, wandten signifikant mehr Zeit für die Rückenschule auf als diejenigen mit Einschränkung der Rotation in Reklination, insbesondere rechts. Die 5 Personen mit Einschränkung der Rotation in Reklination rechts führten überhaupt keine Rückenschulung durch.

Die drei Untersuchten mit Einschränkung der Rotation in Inklination rechts hatten signifikant weniger Sport betrieben, die beiden mit Einschränkung der Reklination insbesondere weniger Ausdauersport.

4.7.4 Beschwerden und HWS-Befund

Je mehr Blockierungen der Halswirbelsäule rechts bei einer Person auftraten, desto häufiger waren deren Wirbelsäulenbeschwerden ($\tau = 0.28$, $p = 0.012^*$ in der Kendall'schen Rangkorrelation).

Die Bewegungseinschränkungen der HWS hatten nicht signifikant mit den Beschwerden zu tun, wohl aber mit der Angabe von Wirbelsäulen- und Kopfschmerzen.

Tabelle 18: Wirbelsäulenschmerz und Bewegungseinschränkungen der Halswirbelsäule. Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten, die Prozente beziehen sich auf die Spalte, d.h. auf die Gruppe mit/ohne Bewegungseinschränkung. WS = Wirbelsäule. Die p-Bestimmung erfolgte aus dem exakten Chi-Quadrat-Test nach Mehta und Patel.

Schmerzen WS	Bewegungseinschränkung der Halswirbelsäule							
	Inklination				Rotation in Inklination links			
	ja		nein		ja		nein	
Ort	n	%	n	%	n	%	n	%
Keine	0	0.0 %	31	81.6 %	2	40.0 %	29	82.9 %
HWS	0	0.0 %	2	5.3 %	1	20.0 %	1	2.9 %
BWS.	1	50.0 %	0	0.0 %	1	20.0 %	0	0.0 %
LWS	1	50.0 %	5	13.2 %	1	20.0 %	5	14.3 %
p	0.012*				0.026*			

Die beiden Untersuchten mit Bewegungseinschränkung der Halswirbelsäule bei Inklination litten nicht unter Schmerzen im Hals/Nackebereich und die beiden mit Schmerzen im Hals/Nackebereich hatten keine Bewegungseinschränkung bei Inklination. Bei Einschränkung der Rotation in Inklination nach links dagegen waren Schmerzen im Hals-Nacken- und im Brustbereich häufiger.

Von den Untersuchten, deren Rotation in der Halswirbelsäule eingeschränkt war, litten 8/9 (89%) unter Kopfschmerzen, bei den übrigen nur 13/31 (42%) ($p = 0.021^*$ im exakten Chi-Quadrat-Test nach Fisher und Yates)

4.7.5 Bandscheibenvorfall und HWS-Befund

Es zeigten sich keinerlei typische Zusammenhänge zwischen diesen Untersuchungsmerkmalen.

4.7.6 Anatomie und HWS-Befund

Bei Beinlängendifferenz und bei einseitigem Beckentiefstand fand man rechts signifikant mehr Blockierungen als links.

Als globaler Parameter in Tabelle 19 der Asymmetrie nach rechts dient der Quotient $100 \times (\text{Blockierungen re} + \text{li}) / (1 + \text{Blockierungen li})$.

Tabelle 19: Asymmetrie, Bewegungseinschränkungen, Anzahl Blockaden und Anzahl rechte Blockaden in Abhängigkeit von einigen anatomischen Anomalien. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p wurde aus dem U-Test nach Mann und Whitney berechnet.

Anatomische Anomalie		n	MW	ST	p
Asymmetrie nach rechts					
Beckentiefstand	nein	34	119.12	60.32	0.013*
	ja	6	200.00	89.44	
Schultertiefstand	nein	3	166.67	115.47	0.57
	ja	37	128.38	67.23	
Valgus	nein	38	127.63	70.42	0.062
	ja	2	200.00	0.00	
Knickfuß	nein	11	118.18	40.45	0.86
	ja	29	136.21	78.94	
Verkürzung M. lev.scap.	nein	26	125.00	66.71	0.42
	ja	14	142.86	78.10	
Anzahl rechte Blockaden					
Verkürzung M. lev. scap.	nein	26	0.39	0.70	0.043*
	ja	14	1.00	1.04	
Schultertiefstand	nein	3	0.67	1.16	0.0022**
	ja	37	0.60	0.87	
Valgus	nein	38	0.53	0.80	0.038*
	ja	2	2.00	1.41	
Knickfuß	nein	11	0.46	0.69	0.70
	ja	29	0.66	0.94	
Anzahl Blockaden					
Verkürzung M. lev. scap.	nein	26	0.62	0.98	0.042*
	ja	14	1.50	1.45	
Schultertiefstand	nein	3	0.67	1.16	0.76
	ja	37	0.95	1.25	
Valgus	nein	38	0.84	1.15	0.13
	ja	2	2.50	2.12	
Knickfuß	nein	11	0.73	1.27	0.42
	ja	29	1.00	1.23	
Anzahl Bewegungseinschränkungen					
Verkürzung M. lev. scap.	nein	26	0.65	1.23	0.10
	ja	14	1.29	1.38	
Schultertiefstand	nein	3	1.00	1.73	0.0021**
	ja	37	0.87	1.29	
Valgus	nein	38	0.84	1.33	0.22
	ja	2	1.50	0.71	
Knickfuß	nein	11	0.36	1.21	0.035*
	ja	29	1.07	1.31	

Tabelle 20: Einschränkung der Rotationsfähigkeit und anatomische Anomalien. Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten. Die Prozente beziehen sich auf die Spalte. p wurde aus dem exakten Test nach Fisher und Yates (letzter Test gewöhnlicher Chi-Quadrat-Test) bestimmt.

Genua valga					
	ja		nein		p
	n	%	n	%	
Bewegung eingeschränkt					
Rotation	1	50.0 %	8	21.0 %	0.40
Rotation in Reklination	2	100.0 %	7	18.4 %	0.046*
Rotation in Inklination links	0	0.0 %	5	13.2 %	1.0
Rotation in Reklination rechts	2	100.0 %	3	7.9 %	0.013*
Rotation allgemein rechts	2	100.0 %	7	18.4 %	0.046*
Rotation allgemein	2	100.0 %	13	34.2 %	0.13
gesamt	2	100.0 %	38	100.0 %	–

Knickfuß					
	ja		nein		p
	n	%	n	%	
Bewegung eingeschränkt					
Rotation	8	27.6 %	1	9.1 %	0.40
Rotation in Reklination	8	27.6 %	1	9.1 %	0.40
Rotation in Inklination links	4	13.8 %	1	9.1 %	1.0
Rotation in Reklination rechts	5	17.2 %	0	0.0 %	0.30
Rotation allgemein rechts	8	27.6 %	1	9.1 %	0.40
Rotation allgemein	14	48.3 %	1	9.1 %	0.030*
gesamt	29	100.0 %	11	100.0 %	–

Finger-Boden-Berührung					
	nein		ja		p
	n	%	n	%	
Bewegung eingeschränkt					
Rotation	2	15.4 %	7	25.9 %	0.69
Rotation in Reklination	0	0.0 %	9	33.3 %	0.019*
Rotation in Inklination links	2	15.4 %	3	11.1 %	1.0
Rotation in Reklination rechts	0	0.0 %	5	18.5 %	0.15
Rotation allgemein rechts	1	7.7 %	8	29.6 %	0.23
Rotation allgemein	3	23.1 %	12	44.4 %	0.30
gesamt	13	100.0 %	27	100.0 %	–

Verkürzung des M. levator scapulae					
	ja		nein		p
	n	%	n	%	
Bewegung eingeschränkt					
Rotation	6	42.9 %	3	11.5 %	0.044*
Rotation in Reklination	5	35.7 %	4	15.4 %	0.23
Rotation in Inklination links	4	28.6 %	1	3.8 %	0.043*
Rotation in Reklination rechts	4	28.6 %	1	3.9 %	0.043*
Rotation allgemein rechts	5	35.7 %	4	15.4 %	0.23
Rotation allgemein	8	57.1 %	7	26.9 %	0.061
gesamt	14	100.0 %	26	100.0 %	–

Bewegung eingeschränkt	Hyperkyphose der BWS				p
	ja		nein		
	n	%	n	%	
Rotation	7	28.0 %	2	13.3 %	0.44
Rotation in Reklination	8	32.0 %	1	6.7 %	0.12
Rotation in Inklinasion links	4	16.0 %	1	6.7 %	0.63
Rotation in Reklination rechts	4	16.0 %	1	6.7 %	0.63
Rotation allgemein rechts	8	32.0 %	1	6.7 %	0.12
Rotation allgemein	13	52.0 %	2	13.3 %	0.011*
gesamt	25	100.0 %	15	100.0 %	–

4.8 Befund der BWS

Bei 29 der untersuchten Piloten und Bordmechaniker fanden sich Bewegungseinschränkungen der Brustwirbelsäule (72%, 95%-Konfidenzintervall: 56.1% bis 85.4%). Die Funktionseinschränkungen und -anomalien sind in Tabelle 21 aufgeführt. 30/40 Personen (75%, Konfidenzintervall: 58.5% - 87.3%) hatten Blockierungen der Brustwirbelsäule.

Tabelle 21: BWS-Dysfunktion. Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten mit den pathologischen Befunden.

BWS-Funktion	n	%	95%-CI	
Ott-Test	18	45.0 %	29.26 %	61.30 %
Schober-Test	12	30.0 %	16.56 %	46.71 %
Rotation	9	22.5 %	10.84 %	38.86 %
parav. Muskel-Hartspann	11	27.5 %	14.60 %	44.14 %
Kibler-Falte	13	32.5 %	18.57 %	49.24 %

Tabelle 22: Beweglichkeit der Brustwirbelsäule nach Ott und nach Schober, im Vergleich und insgesamt. $p = 0.000022^{***}$ im dem exakten Chi-Quadrat-Test nach Mehta und Patel.

Schober-Test	Ott-Test						Gesamt	
	normal		hypomobil		hypermobil			
	n	%	n	%	n	%	n	%
normal	21	95.4 %	5	33.3 %	2	66.7 %	28	70.0 %
hypomobil	1	4.6 %	2	13.3 %	1	33.3 %	4	10.0 %
hypermobil	0	0.0 %	8	53.3 %	0	0.0 %	8	20.0 %
Gesamt	22	100.0 %	15	100.0 %	3	100.0 %	40	100.0 %

Aufgeteilt nach Hyper- und Hypomobilität im Ott- und Schober-Test ergibt sich Tabelle 22. Hierbei fällt besonders die signifikant hohe Anzahl von Personen mit hypomobilem Ott- und hypermobilem Schober-Test auf.

Tabelle 23: Seitigkeit der Bewegungsstörungen der BWS. Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten; die Procente beziehen sich auf die Spalte. p stammt aus dem Vorzeichen-Test.

BWS Bewegungsstörungen	Körperseite						
	gesamt		rechts		links		p
	n	%	n	%	n	%	
Rotationseinschränkung	9	22.5 %	8	20.0 %	6	15.0 %	0.63
paravertebraler Muskel-Hartspann	11	27.5 %	11	27.5 %	0	0.0 %	0.0026**
Kibler-Falte	13	32.5 %	12	30.0 %	2	5.0 %	0.0094**
Blockierungen	30	75.0 %	26	65.0 %	22	55.0 %	0.29
gesamt	40	100.0%	40	100.0%	40	100.0%	–

Muskelhartspann und eine positive Kibler-Falte fanden sich signifikant häufiger auf der rechten Seite.

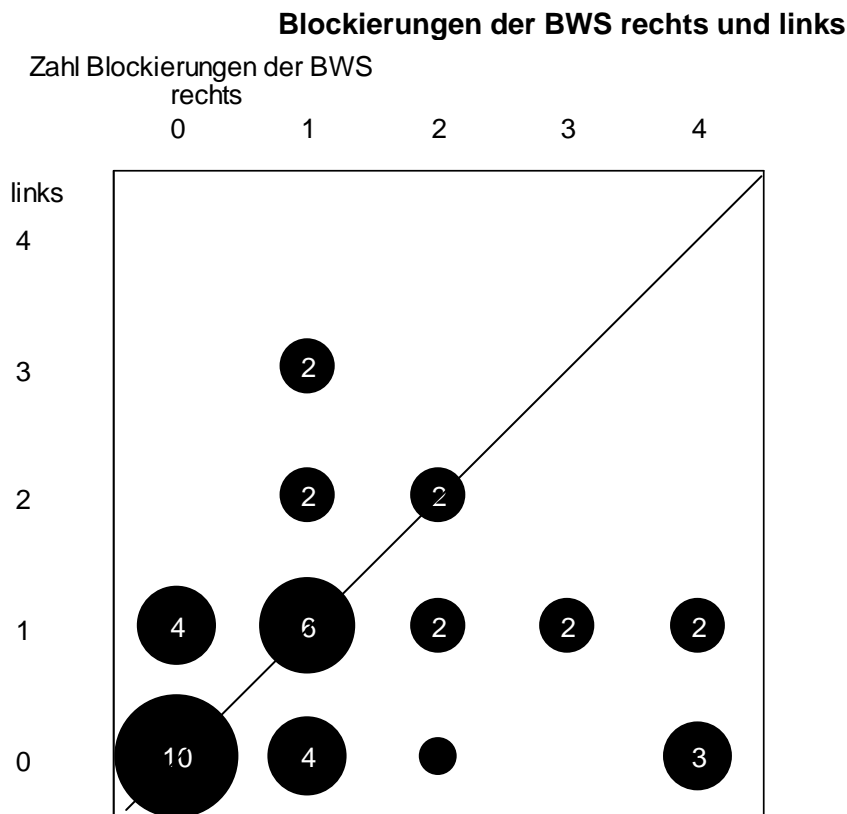


Abbildung 10: Anzahl der Untersuchten nach Anzahl der rechten und linken Blockierungen der Brustwirbelsäule. Auf der schrägen Linie = gleich viele Blockierungen rechts und links, rechts unten = mehr rechte als linke Blockierungen, links oben = mehr linke als rechte Blockierungen.

Mit dem Ausmaß der Pathologien von Ott- und Schobertests zeigten die Blockierungen keinen erkennbaren Zusammenhang. Bei paravertebralem Hartspann oder bei Vorliegen einer Kibler-Falte dagegen, sah man signifikant mehr Blockierungen (s. Tabelle 24).

Tabelle 24: Zusammenhang zwischen Zeichen der Bewegungseinschränkung und Blockierungen der Brustwirbelsäule, insgesamt und nach Körperseite aufgeteilt. p wurde aus dem U-Test nach Mann und Whitney berechnet. Die Einschränkungen links sind seltener als rechts. Ein Hartspann links fand sich bei den 40 untersuchten Personen überhaupt nicht, daher fehlt diese Zeile.

Bewegungseinschränkung der BWS		Blockierungen der BWS			p
		n	MW	ST	
Zahl Blockierungen					
Rotation	nein	31	1.48	1.44	0.00014***
	ja	9	3.78	0.97	
Hartspann	nein	29	1.48	1.43	0.0011**
	ja	11	3.36	1.43	
Kibler-Falte	nein	27	1.30	1.35	0.00006**
	ja	13	3.46	1.20	
Zahl Blockierungen rechts					
Rotation rechts	nein	32	0.94	1.19	0.0013**
	ja	8	2.50	1.20	
Hartspann rechts	nein	29	0.72	0.84	0.00010***
	ja	11	2.64	1.43	
Kibler-Falte rechts	nein	28	0.75	0.97	0.00026***
	ja	12	2.42	1.38	
Zahl Blockierungen links					
Rotation links	nein	34	0.65	0.81	0.042**
	ja	6	1.33	0.82	
Kibler-Falte links	nein	38	0.71	0.77	0.66
	ja	2	1.50	2.12	

4.8.1 Demographisches und BWS-Befund

Ott- und Schober-Zeichen sowie Rotationseinschränkungen und paravertebrales Muskelhartspann an der Brustwirbelsäule zeigten keine Zunahme mit dem Alter, wohl aber das Auftreten der Kibler-Falte.

Tabelle 25: Altersunterschiede bei Untersuchten ohne und mit pos. Kibler-Falte, insgesamt und nach Körperseite. Die p-Bestimmung erfolgte aus dem U-Test nach Mann und Whitney.

		Alter			p
		n	MW	ST	
Pos. Kibler-Falte	nein	27	39.19	6.83	0.018*
	ja	13	44.46	6.94	
Pos. Kibler-Falte rechts	nein	28	39.39	6.79	0.025*
	ja	12	44.42	7.24	
Pos. Kibler-Falte links	nein	38	40.55	7.22	0.17
	ja	2	47.50	3.54	

Der Altersunterschied der Testpersonen mit positiver Kibler-Falte links war größer als der mit einer solchen rechts, aber wegen der geringen Fallzahl (2) nicht signifikant.

Ein Unterschied zwischen Rechts- und Linkshändern fand sich, wohl wegen der geringen Fallzahl, nur beim Schobertest (s. Tabelle 26). Bei den Linkshändern ergaben sich signifikant mehr mit hypo- oder hypermobilem Schobertest.

Tabelle 26: Händigkeit und Schobertest. Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten, die Prozenze beziehen sich auf die Spalte, d.h. auf die Händigkeit. p wurde aus dem exakten Test nach Mehta und Patel berechnet.

Schober-Test	Händigkeit				p
	Rechtshänder		Linkshänder		
	n	%	n	%	
normal	26	78.79 %	2	28.57 %	0.028*
hypomobil	2	6.06 %	2	28.57 %	
hypermobil	5	15.15 %	3	42.86 %	

4.8.2 Beruf und BWS-Befund

Tabelle 27: Beweglichkeit der Brustwirbelsäule im Vergleich der Piloten mit den Bordmechanikern. p wurde aus dem Chi-Quadrat-Test berechnet.

	Piloten		Bordmechaniker		p
	n	%	n	%	
Ott					
normal	12	60.00 %	10	50.00 %	0.049 *
hypomobil	5	25.00 %	10	50.00 %	
hypermobil	3	15.00 %	0	0.00 %	
Schober					
normal	16	80.00 %	12	60.00 %	0.035 *
hypomobil	3	15.00 %	1	5.00 %	
hypermobil	1	5.00 %	7	35.00 %	

Piloten unterschieden sich signifikant von den Bordmechanikern in Ott-, Schober-Test und in der Anzahl der Blockierungen links.

Bei den Piloten fand sich im Vergleich zu den Bordmechanikern signifikant häufiger einen hypermobilen Ott-Test. Auch war der Anteil der Piloten mit hypomobilem Schober-Test signifikant größer als der der Bordmechaniker (s. Tabelle 27). Die Untersuchten mit dem hypomobilen Schober-Test wiesen weniger Flugstunden, sowohl insgesamt als auch auf UH-1D, auf. Die Personen mit hypermobilem Schober-Test waren mehr geflogen als die mit normalem Schober-Test. Für die Flugstunden auf UH-1D ist dies signifikant (s. Tabelle 28).

Tabelle 28: Flugstunden und Schober. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung. p entstammt der Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis.

Schober	n	Flugstunden			
		auf UH 1D		insgesamt	
		MW	ST	MW	ST
normal	28	2219	1561	2632	1981
hypomobil	4	1155	893	1468	852
hypermobil	8	3416	1560	3416	1560
		p = 0.047 *		p = 0.17	

Blockierungen der Brustwirbelsäule linksseitig hatten die Bordmechaniker signifikant seltener als die Piloten.

Tabelle 29: Anzahl der Blockierungen der Brustwirbelsäule im Vergleich der Piloten und der Bordmechaniker. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p entstammt dem U-Test nach Mann und Whitney.

BWS	Piloten (n = 20)		Bordmechaniker (n = 20)		p
	MW	ST	MW	ST	
Anzahl Blockierungen					
rechts	1.150	1.182	1.350	1.496	0.95
links	1.100	0.968	0.400	0.503	0.014*
insgesamt	2.250	1.585	1.750	1.713	0.31

Abbildung 11 zeigt, dass, mit einer Ausnahme, nur Piloten mehr links- als rechtsseitige BWS-Blockierungen hatten.

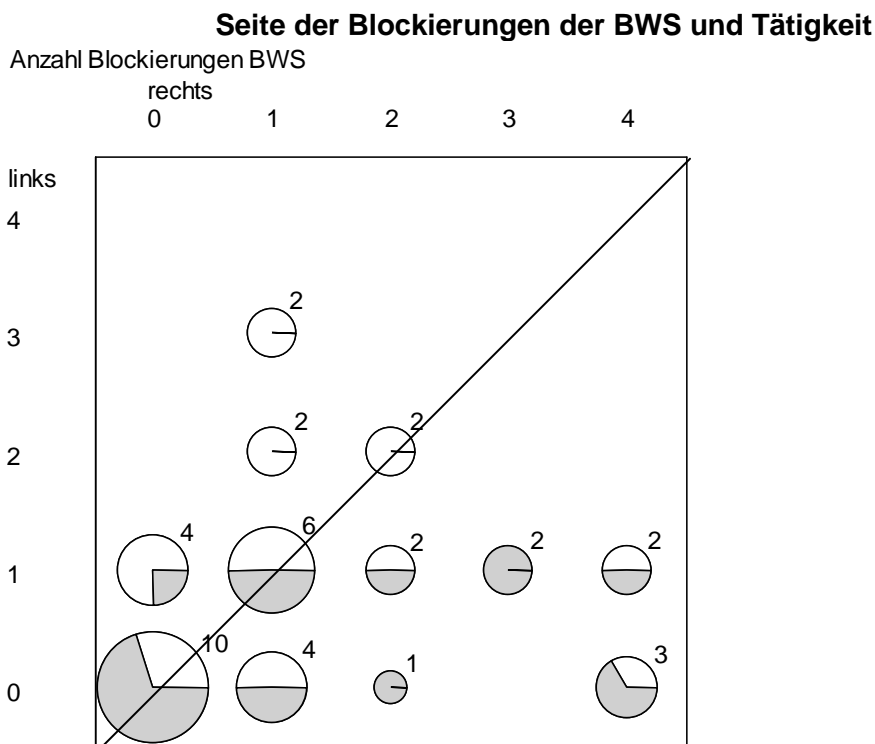


Abbildung 11: Piloten und Bordmechaniker mit verschiedener Anzahl von Blockierungen der Brustwirbelsäule rechts und links. Die Kreisflächen entsprechen der Anzahl der Personen. Die Kreise sind nach Piloten und Bordmechanikern unterteilt. □ = Piloten, ■ = Techniker.

4.8.3 Sport und Kuren und BWS-Befund

Probanden mit hypomobilem Ott-Test trieben seltener Fitness-Sport (0.40 ± 1.30 h/Woche gegen 1.00 ± 1.48 h/Woche bei denen mit normalem Ott-Test; $p = 0.020^*$ im U-Test nach Mann und Whitney). Solche mit Hypo- oder Hypermobilität im Schober-Test betrieben weniger Ausdauersport (1.62 ± 1.35 h/Woche gegen 2.89 ± 1.47 h/Woche) als die mit normalem Schober-Test ($p = 0.021^*$ im U-Test).

4.8.4 Beschwerden und BWS-Befund

Tabelle 30: Häufigkeit von Wirbelsäulenschmerz und Ott- bzw. Schober-Test. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung. p wurde aus der Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis berechnet.

		Häufigkeit Wirbelsäulen-Schmerz			
		n	MW	ST	p
Ott	normal	22	0.50	0.67	
	hypomobil	15	1.07	0.59	0.033 *
	hypermobil	3	0.67	0.58	
Schober	normal	28	0.57	0.69	
	hypomobil	4	0.75	0.50	0.033 *
	hypermobil	8	1.25	0.46	

Die Untersuchten mit hypomobilem Ott-Test und die mit hypermobilem Schober-Test litten erheblich häufiger an Schmerzen der Wirbelsäule.

4.8.5 Bandscheibenvorfall und BWS-Befund

Es war signifikant, dass die Probanden mit bekanntem Bandscheibenvorfall der LWS einen hypomobilen Ott-Test hatte n.

Tabelle 31: Korrelation zwischen Ott-Test und Bandscheibenvorfall. Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten, die Procente beziehen sich auf die Spalte. p wurde aus dem exakten Test nach Mehta und Patel berechnet.

Ott	Bandscheibenvorfall (LWS)				p
	nein		ja		
	n	%	n	%	
normal	21	61.76 %	1	16.67 %	0.037 *
hypomobil	10	29.41 %	5	83.33 %	
hypermobil	3	8.82 %	0	0.00 %	

4.8.6 Anatomische Anomalien und BWS-Befund

Die Untersuchten mit einer Skoliose hatten signifikant mehr Blockierungen (sowohl rechts, links als auch insgesamt) als diejenigen ohne Skoliose.

Tabelle 32: Anzahl Blockierungen der BWS, sowohl insgesamt als auch nach Körperseite getrennt, im Vergleich der Untersuchten mit und ohne Skoliose. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung. Der p-Wert wurde aus dem U-Test nach Mann und Whitney berechnet.

BWS	Skoliose				p
	ja (n=18)		nein (n=22)		
	MW	ST	MW	ST	
Anzahl Blockierungen					
rechts	1.611	1.29	0.96	1.33	0.043*
links	1.167	0.92	0.41	0.59	0.0045**
insgesamt	2.778	1.35	1.36	1.62	0.0048**

Die Untersuchten mit Skoliose hatten signifikant häufiger einen paravertebralen Muskel-Hartspann, eine positive Kibler-Falte und/oder Blockierungen der Brustwirbelsäule.

Tabelle 33: Skoliose und BWS-Befund. Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten. Die Prozente beziehen sich auf die Spalte. p wurde aus dem Chi-Quadrat-Test (Kibler-Falte links und rechts) und aus dem exakten Test nach Fisher und Yates (alle anderen) berechnet.

BWS	Skoliose				
	nein (n = 22)		ja (n = 18)		p
	n	%	n	%	
Paravertebraler Muskel-Hartspann	3	13.64 %	8	44.44 %	0.040*
Hartspann rechts	3	13.64 %	8	44.44 %	0.040*
Kibler-Falte	4	18.18 %	9	50.00 %	0.031 *
Kibler-Falte rechts	3	13.64 %	9	50.00 %	0.011 *
Kibler-Falte links	1	4.55 %	1	5.56 %	1.0
Blockierungen BWS	13	59.09 %	17	94.44 %	0.013*

Die 14 untersuchten Personen mit Verkürzung des M. levator scapulae hatten signifikant mehr Blockierungen, insbesondere rechts, als die 26 ohne Verkürzung (s. Tabelle 34).

Tabelle 34: Verkürzung des M. levator scapulae und Blockierungen rechts, links und gesamt. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p wurde aus dem U-Test nach Mann und Whitney berechnet.

Seite der Blockierungen	Anzahl der BWS-Blockierungen				
	Verkürzung des M. levator scapulae				
	ja (n = 14)		nein (n = 26)		p
MW	ST	MW	ST		
rechts	2.000	1.52	0.85	1.05	0.012*
links	0.857	0.77	0.69	0.88	0.38
insgesamt	2.857	1.46	1.54	1.58	0.011*

4.8.7 Befund HWS und Befund BWS

Zwischen den Befunden der Hals- und der Brustwirbelsäule fanden sich nur wenige Abhängigkeiten. Bei Einschränkung der Seitneigung der HWS war bei 3/4 (75%) die Rotation der BWS ebenfalls eingeschränkt, dagegen war bei freier Seitneigung der HWS nur bei 6/36 (17%) die BWS-Rotation eingeschränkt (p = 0.030* im exakten Test nach Fisher und Yates). Wenn die Rotation der HWS (in Normalhaltung) eingeschränkt war, dann war bei 5/9 (56%) Untersuchten auch die Rotation der BWS eingeschränkt. Bei freier Rotation der HWS indessen war nur bei 4/31 (13%) der Untersuchten die Rotation der BWS eingeschränkt (p = 0.016* im exakten Test nach Fisher und Yates).

4.9 Befund der LWS

Bei 14 der Piloten und Bordmechaniker (35%, 95%-Konfidenzintervall = 20.6% - 51.7%) zeigten sich Bewegungseinschränkungen, bei 25 (62.5%) nur Vorlaufphänomene, d.h. 25 (62.5%, 95%-Konfidenzintervall = 45.8% - 77.3%) der Untersuchten hatten keine völlig befundfreie Lendenwirbelsäule.

Tabelle 35: Bewegungsstörungen insgesamt und getrennt für die rechte und linke Körperseite. Der p-Wert wurde aus dem Vorzeichen-Test bestimmt.

LWS Bewegungsstörung	Körperseite						p
	gesamt		rechts		links		
	n	%	n	%	n	%	
Segment. Bewegungseinschränkung	14	35.0 %	–	–	–	–	–
Vorlaufphänomen	25	62.5 %	17	42.5 %	11	27.5 %	0.29
Blockierungen	25	62.5 %	21	52.5 %	12	30.0 %	0.19
gesamt	40	100.0%	40	100.0%	40	100.0%	–

Im Gegensatz zur Brustwirbelsäule fand sich bei der Lendenwirbelsäule keine Bevorzugung einer Körperseite.

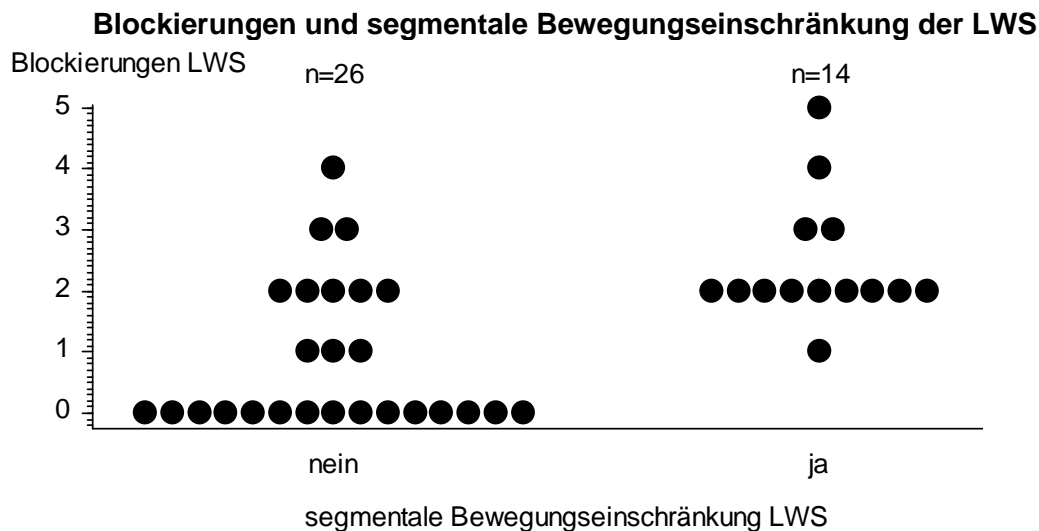


Abbildung 12: Anzahl Blockierungen der LWS aufgeteilt nach Patienten mit und ohne Bewegungseinschränkung. Jeder Punkt stellt eine Person dar, deren Blockierungen-Anzahl man auf der y-Achse abliest.

Nicht immer lagen Blockierung und Vorlaufphänomen auf der gleichen Körperseite. Von den Patienten mit Blockierungen rechts hatten 2 die Vorlaufphänomene links, die

übrigen auf der rechten Seite. Von den Patienten mit Blockierungen links hatten 3 auch links Vorlaufphänomene und einer rechts.

Wenn Bewegungseinschränkungen der LWS vorlagen, hatte der Patient auch immer Blockierungen, umgekehrt hatten 11 Patienten Blockierungen, ohne dass Bewegungseinschränkungen messbar waren. Wenn überhaupt Blockierungen vorlagen, dann war die Anzahl dieser Blockierungen bei Patienten mit segmentaler Bewegungseinschränkung nicht höher ($p = 0.43$ im U-Test nach Mann und Whitney).

4.9.1 Demographisches und LWS-Befund

Vorlaufphänomen der LWS, Blockierungen und segmentale Bewegungseinschränkungen hatten nichts mit Alter, BMI, Körperfett oder Muskelmasse zu tun.

4.9.2 Berufliches und LWS-Befund

Sowohl Vorlaufphänomen links als auch Blockierungen links waren bei Piloten signifikant häufiger, als bei Bordmechanikern, während sich auf der rechten Seite ein derartiger Unterschied nicht zeigte.

Tabelle 36: Vergleich der LWS-Beweglichkeit zwischen Piloten und Bordmechanikern. p wurde mit dem Chi-Quadrat-Test berechnet. Die Prozentwerte beziehen sich auf alle 20 Piloten bzw. Bordmechaniker.

LWS-Befund	Piloten		Bordmechaniker		p
	n	%	n	%	
segm. Bewegungseinschränkung	9	45.00 %	5	25.00 %	0.18
Vorlaufphänomen rechts	8	40.00 %	9	45.00 %	0.75
Vorlaufphänomen links	9	45.00 %	2	10.00 %	0.011 *
Vorlaufphänomen allgemein	15	75.00 %	10	50.00 %	0.100
Blockierungen rechts	12	60.00 %	9	45.00 %	0.34
Blockierungen links	9	45.00 %	3	15.00 %	0.035 *
Blockierungen allgemein	15	75.00 %	10	50.00 %	0.100
Gesamt	20	100.00 %	20	100.00 %	–

4.9.3 Sport und Kuren und LWS-Befund

Bei Probanden mit segmentaler Bewegungseinschränkung und mehr Blockierungen der LWS war die Zahl der durchgeführten Kuren höher ($\tau = 0.26$, $p = 0.019^*$ und $\tau = 0.26$, $p = 0.018^*$ in der Kendallschen Rangkorrelation). Die auffälligste Abhängigkeit aber fand sich zwischen Kurerfolg und LWS-Befund. Mit Ausnahme von Vorlaufphänomen und der Zahl der Blockierungen der linken Seite, wurde der Kurerfolg umso schlechter beurteilt, je schlechter der LWS-Befund war.

Tabelle 37: LWS-Befund und Kurerfolg. Hohe Zahlen bedeuten schlechteren Kurerfolg. Die Werte τ und p entstammen der Kendallschen Rangkorrelation. Ein Kurerfolg war bei $n=23$ Probanden angegeben.

LWS-Befund	Korrelation mit Kurerfolg	
	τ	p
segmentale Bewegungseinschränkung	0.3883	0.0095**
Vorlaufphänomen rechts	0.3395	0.023 *
Vorlaufphänomen links	0.0577	0.70
Vorlaufphänomen überhaupt	0.3486	0.020 *
Blockierungen überhaupt	0.3486	0.020 *
Anzahl Blockierungen rechts	0.3661	0.014 *
Anzahl Blockierungen links	0.0769	0.61
Anzahl Blockierungen insgesamt	0.3910	0.0090**

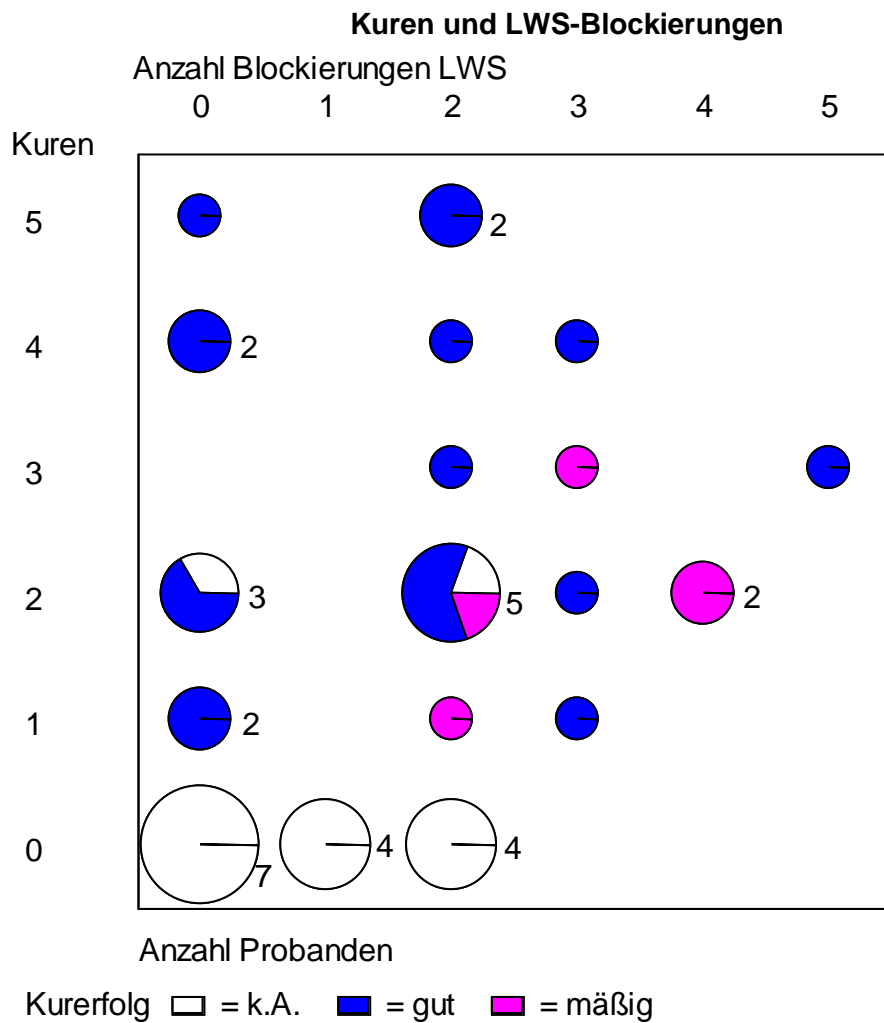


Abbildung 13: Blockierungen und Anzahl Kuren. Die Kreisflächen entsprechen der Anzahl der untersuchten Personen. Jeder Kreis ist eingeteilt nach der Beurteilung der Kur. Nicht beschriftete Kreise stellen eine Person dar. Keine Angabe zum Kurerfolg gibt es neben den Patienten, die bisher keine Kur gebraucht hatten, auch bei 2 Personen nach 2 Kuren.

Je länger die Befragten Ballsport, d.h. Fußball, spielten, desto häufiger litten sie unter einem Vorlauf-Phänomen und Blockierungen links ($\tau = 0.24$, $p = 0.033^*$ in der Kendallschen Rangkorrelation).

Sonst zeigten sich beim LWS-Befund keine Verbindungen zum Sport. Bei einer hohen Anzahl an Tests sind ansonsten lediglich Scheinsignifikanzen zu erwarten.

4.9.4 Beschwerden und LWS-Befund

Untersuchte mit Vorlaufphänomen/Blockierungen litten signifikant häufiger unter Wirbelsäulenbeschwerden. Jedoch litten diese Personen signifikant seltener unter Kopfschmerzen.

Tabelle 38: Wirbelsäulenbeschwerden und Kopfschmerzen im Zusammenhang mit dem LWS-Befund. Die Werte tau und p entstammen der Kendallschen Rangkorrelation.

Korrelation mit LWS-Befund	WS-Beschwerden		Kopfschmerzen	
	tau	p	tau	p
Segm. Bewegungseinschränkung	0.1761	0.11	-0.2467	0.025 *
Vorlaufphänomen rechts	0.1821	0.098	-0.1949	0.076
Vorlaufphänomen links	0.2499	0.023 *	-0.0869	0.43
Vorlaufphänomen überhaupt	0.3198	0.0037**	-0.3232	0.0033**
Blockierungen	0.3198	0.0037**	-0.3232	0.0033**
Anzahl Blockierungen rechts	0.2301	0.036 *	-0.1622	0.14
Anzahl Blockierungen links	0.2709	0.014 *	-0.2311	0.036 *
Anzahl Blockierungen gesamt	0.3556	0.0012**	-0.2619	0.017 *

Tabelle 39: Wirbelsäulenbeschwerden und Blockierungen der LWS. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p wurde aus der Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis berechnet.

Wirbelsäulenbeschwerden	n	MW	ST	
Anzahl Blockierungen LWS rechts				
keine	26	0.69	0.88	
HWS/BWS	4	0.00	0.00	0.0017 **
LWS	10	1.90	1.10	
Anzahl Blockierungen LWS links				
keine	26	0.46	0.81	
HWS/BWS	4	0.00	0.00	0.31
LWS	10	0.80	1.14	
Anzahl Blockierungen LWS gesamt				
keine	26	1.15	1.08	
HWS/BWS	4	0.00	0.00	0.0012 **
LWS	10	2.70	1.34	

Probanden mit Wirbelsäulenbeschwerden an der LWS hatten signifikant mehr Blockierungen der LWS, insbesondere auf der rechten Seite. Solche, die über Wirbelsäulenbeschwerden an der Hals- oder Brustwirbelsäule berichteten, hatten keinerlei Blockierungen der LWS, im Gegensatz zu Untersuchten ohne Wirbelsäulenbeschwerden. Ähnliches gilt für segmentale Bewegungseinschränkungen und Vorlaufphänomene der LWS.

Tabelle 40: Lokalisation von Wirbelsäulenbeschwerden bei segmentaler Bewegungseinschränkung, Vorlaufphänomen und Blockierungen allgemein. Die Prozentsätze beziehen sich auf die Zeile, d.h. auf die Gruppe die den LWS-Befund hat bzw. nicht hat. Der p-Wert entstammt dem Chi-Quadrat-Test.

Befund LWS	Ort der Wirbelsäulenbeschwerden						p
	Keine		HWS/ BWS		LWS		
	n	%	n	%	n	%	
Segm. Bewegungseinschränkung	8	57.14 %	0	0.00 %	6	42.86 %	0.044 *
nein	18	69.23 %	4	15.38 %	4	15.38 %	
Vorlaufphänomen rechts	9	52.94 %	0	0.00 %	8	47.06 %	0.0041 **
nein	17	73.91 %	4	17.39 %	2	8.70 %	
Vorlaufphänomen links	7	63.64 %	0	0.00 %	4	36.36 %	0.19
nein	19	65.52 %	4	13.79 %	6	20.69 %	
Vorlaufphänomen allg.	15	60.00 %	0	0.00 %	10	40.00 %	0.00016 ***
nein	11	73.33 %	4	26.67 %	0	0.00 %	
Blockierungen	15	60.00 %	0	0.00 %	10	40.00 %	0.00016 ***
nein	11	73.33 %	4	26.67 %	0	0.00 %	

Für Wirbelsäulen-Schmerzen gelten diese Aussagen ebenfalls, wenn auch wegen der geringeren Fallzahlen mit schwächerer Signifikanz.

Tabelle 41: Wirbelsäulenschmerzen und Blockierungen der LWS. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p wurde aus der Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis berechnet.

Wirbelsäulen-Schmerzen	Anzahl Blockierungen LWS rechts			p
	n	MW	ST	
Keine	31	0.77	1.02	0.018 *
HWS/BWS	3	0.33	0.58	
LWS	6	2.00	0.89	
	Anzahl Blockierungen LWS links			p
	n	MW	ST	
Keine	31	0.42	0.77	0.83
HWS/BWS	3	1.00	1.73	
LWS	6	0.67	1.03	
	Anzahl Blockierungen LWS gesamt			p
	n	MW	ST	
Keine	31	1.19	1.17	0.066
HWS/BWS	3	1.33	2.31	
LWS	6	2.67	1.37	

Tabelle 42: Lokalisation von Wirbelsäulenschmerzen bei segmentaler Bewegungseinschränkung, Vorlaufphänomen und Blockierungen allgemein. Die Prozentsätze beziehen sich auf die Zeile, d.h. auf die Gruppe die den LWS-Befund hat bzw. nicht hat. p entstammt dem Chi-Quadrat-Test. bzw. (mp) dem exakten Chi-Quadrat-Test nach Mehta und Patel.

LWS-Befund	Ort der Wirbelsäulenschmerzen						
	Keine		HWS/ BWS		LWS		
Segmentale Bewegungseinschränkung							
ja	10	71.43 %	0	0.00 %	4	28.57 %	0.075
nein	21	80.77 %	3	11.54 %	2	7.69 %	
Vorlaufphänomen rechts							
ja	12	70.59 %	0	0.00 %	5	29.41 %	0.021 *
nein	19	82.61 %	3	13.04 %	1	4.35 %	
Vorlaufphänomen links							
ja	8	72.73 %	1	9.09 %	2	18.18 %	0.84 _{mp}
nein	23	79.31 %	2	6.90 %	4	13.79 %	
Vorlaufphänomen allgemein							
ja	18	72.00 %	1	4.00 %	6	24.00 %	0.031 *
nein	13	86.67 %	2	13.33 %	0	0.00 %	
Blockierungen							
ja	18	72.00 %	1	4.00 %	6	24.00 %	0.031 *
nein	13	86.67 %	2	13.33 %	0	0.00 %	

4.9.5 Bandscheibenvorfall und LWS-Befund

Das Vorhandensein eines bekannten Bandscheibenvorfalles spiegelte sich kaum im LWS-Befund wider. Es zeigte sich lediglich, dass, von den 6 Patienten mit Bandscheibenvorfall, 4 (67%) links ein Vorlaufphänomen der LWS hatten, während es bei denen ohne BSV nur 7/34 (21%) waren ($p = 0.039^*$ im Chi-Quadrat-Test). Weiter war bei bekanntem Bandscheibenvorfall die Zahl der Blockierungen links signifikant höher und damit auch die Gesamtzahl der Blockierungen ($\tau = 0.32$, $p = 0.0033^{**}$ bzw. $\tau = 0.28$, $p = 0.011^*$ in der Kendallschen Rangkorrelation).

4.9.6 Anatomische Anomalien und LWS-Befund

Bei Beckentiefstand links hatten 2/6 (67%) der Probanden einen Vorlauf der LWS links, ohne Beckentiefstand nur 7/34 (21%) ($p = 0.039^*$ im Chi-Quadrat-Test).

Weiter hatten nur 3/17 (18%) der Studienteilnehmer mit varischer oder valgischer Beinachse eine segmentale Bewegungseinschränkung, aber 11/23 (48%) derer mit einer orthograden. Bei den Untersuchten mit O- oder X-Beinen hatten 4/17 (24%) ein Vorlaufphänomen links, aber 13/23 (57%) derer mit geraden Beinen. ($p = 0.043^*$ und $p = 0.034^*$ im Chi-Quadrat-Test).

4.9.7 Befund HWS und Befund LWS

Es zeigten sich keinerlei statistische Zusammenhänge.

4.9.8 Befund BWS und Befund LWS

Auch hier zeigten sich keinerlei statistische Zusammenhänge.

4.10 Befunde der Iliosakralgelenke (ISG)

Tabelle 43: Befund der ISG. Anzahl und Prozentsatz der untersuchten Personen (n = 40) mit pathologischem Befund der ISG, getrennt nach rechter und linker Seite und insgesamt sowie der 95%-Vertrauensbereich des beidseitigen Befundes.

Befund ISG	rechts		links		gesamt		95%-Bereich	
	n	%	n	%	n	%		
Vorlaufphänomen	19	47.5 %	14	35.0 %	33	82.5 %	67.22 %	92.66 %
Spinetest positiv	15	37.5 %	14	35.0 %	29	72.5 %	55.86 %	85.40 %
Variable BLD	8	20.0 %	25	62.5 %	33	82.5 %	67.22 %	92.66 %
Federungstest S1	–	–	–	–	22	55.0 %	38.66 %	70.74 %
Federungstest S3	–	–	–	–	1	2.5 %	0.06 %	13.16 %
Blockierungen	13	32.5 %	20	50.0 %	33	82.5 %	67.22 %	92.66 %

Bei über $\frac{3}{4}$ der untersuchten Personen fanden sich pathologische Befunde im iliosakralen Bereich. Auch der Federungstest S1 war bei über der Hälfte positiv, der von S3 aber nur bei einem der Untersuchten. Nur 6/40 (15%) der Untersuchten hatten eine völlig normal bewegliche sakrale Wirbelsäule.

4.10.1 Demographisches und ISG

Bei dieser Analyse zeigten sich nur wenige statistische Zusammenhänge, die sich aber in der Clustertest als nicht signifikant herausstellten.

4.10.2 Beruf und ISG

Untersuchte mit Vorlaufphänomen rechts hatten 2873 ± 1627 Stunden auf UH-1D, diejenigen ohne dieses Phänomen nur 1881 ± 1476 Stunden ($p = 0.045^*$ im U-Test nach Mann und Whitney). Außerdem hatten Probanden mit positivem Spinetest rechts 2983 ± 1547 Stunden auf UH-1D, solchen mit negativem Spinetest rechts nur 1973 ± 1547 Stunden ($p = 0.039^*$ im U-Test nach Mann und Whitney).

4.10.3 Sport, Kuren und Befunde der ISG

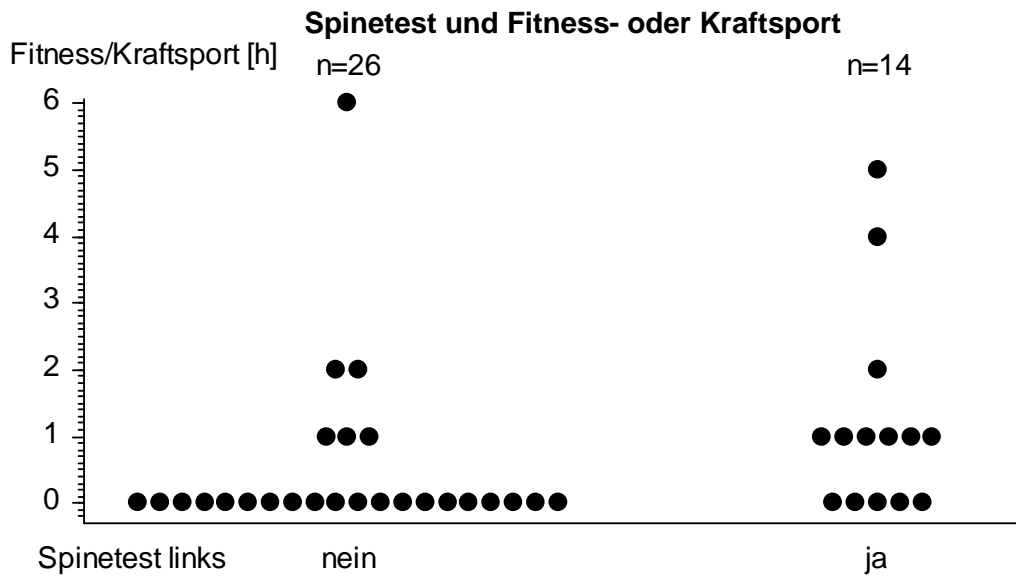


Abbildung 14: Zeit für Fitness und Kraftsport im Vergleich von Untersuchten mit negativem und mit positivem Spinetest links.

Untersuchte mit positivem Spinetest rechts verbrachten mehr Wochenstunden mit Fitness- oder Kraftsport, $1,21 \pm 1,53$ Stunden, als solche mit negativem Spinetest. Diese trieben in der Mehrzahl gar keinen Fitness- oder Kraftsport und im Mittel $0,50 \pm 1,27$ Stunden ($p = 0,020^*$ im U-Test nach Mann und Whitney) andere Sportarten.

4.10.4 Beschwerden und ISG-Befund

Patienten, bei denen sich ein Vorlaufphänomen der ISG zeigte, hatten zu 70% keine Wirbelsäulenbeschwerden. Wenn sie aber Beschwerden hatten, dann gaben sie diese meist im Bereich der LWS an. Weder Vorlaufphänomen ISG, noch der Spinetest, die variable Beinlängendifferenz noch Blockierungen der ISG allein hingen mit dem Vorliegen von Wirbelsäulenbeschwerden zusammen. Lagen aber Wirbelsäulenschmerzen oder -beschwerden vor, dann gehäuft in der Gegend der LWS (s. Tabelle 44).

Tabelle 44: ISG-Befund und Wirbelsäulenbeschwerden bzw. -schmerzen. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Zeile, d.h. auf die Personen mit bzw. ohne den genannten Befund. p wurde aus dem exakten Chi-Quadrat-Test nach Mehta und Patel berechnet.

ISG-Befund		Ort der Wirbelsäulenbeschwerden								p
		keine		Nacken/Hals		BWS		LWS		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Vorlaufphänomen	ja	23	70 %	0	0 %	0	0 %	10	30 %	0.00039 ***
	nein	3	43 %	3	43 %	1	14 %	0	0 %	
Spine-Test	ja	20	69 %	0	0 %	0	0 %	9	31 %	0.0072 **
	nein	6	55 %	3	27 %	1	9 %	1	9 %	
Variable BLD	ja	22	67 %	1	3 %	0	0 %	10	30 %	0.012 *
	nein	4	57 %	2	29 %	1	14 %	0	0 %	
Blockierungen	ja	23	88 %	1	33 %	0	0 %	9	90 %	0.020 *
	nein	3	43 %	2	29 %	1	14 %	1	14 %	
		Ort der Wirbelsäulenschmerzen								
Vorlaufphänomen	ja	26	79 %	0	0 %	1	3 %	6	18 %	0.035 *
	nein	5	71 %	2	29 %	0	0 %	0	0 %	

Weiter fällt die gegenseitige Beziehung zwischen ISG-Befund und Kopfschmerzen auf. Bei positivem Federungstest berichteten signifikant weniger Probanden über Kopfschmerzen, als bei negativem Federungstest (s. Tabelle 45).

Tabelle 45: ISG-Befund und Kopfschmerzen. Anzahl und Prozentsatz der Probanden mit und ohne Kopfschmerzen innerhalb der Gruppe mit positivem und negativem Test. Die Prozente beziehen sich auf die Zeile, d.h. auf den ISG-Befund. Der p-Wert wurde aus dem Chi-Quadrat-Test berechnet.

		Kopfschmerzen				p
		ja		nein		
		n	%	n	%	
Federungstest S1	pathologisch	7	31.82%	15	68.18%	0.0031 **
	normal	14	77.78%	4	22.22%	
Blockierungen links	ja	7	35.00%	13	65.00%	0.025 *
	nein	14	70.00%	6	30.00%	

4.10.5 Bandscheibenvorfall und ISG-Befund

Hier fanden sich keinerlei Abhängigkeiten.

4.10.6 Anatomische Anomalien und ISG-Befund

Bei Beckentiefstand hatten 4/6 (67%) der Untersuchten eine variable BLD rechts, hingegen von den Personen ohne Beckentiefstand nur 5/36 (12%) ($p = 0.0095^{**}$ im exakten Chi-Quadrat-Test nach Fisher und Yates).

Tabelle 46: Finger-Boden-Abstand und ISG-Befund. Anzahl und Prozentsatz der Probanden, die einen positiven Finger-Boden-Abstand von 5 bis 30 cm lassen müssen, und derer, die den Boden erreichen in Gruppen nach dem ISG-Befund. Die % = Prozentangaben beziehen sich auf die Zeile. p wurde aus dem exakten Chi-Quadrat-Test nach Fisher und Yates bzw. für den Federungstest aus dem Chi-Quadrat-Test berechnet.

		Finger bis zum Boden?				p
		nein		ja		
		n	%	n	%	
Vorlaufphänomen	ja	13	39.39 %	20	60.61 %	0.074
	nein	0	0.00 %	7	100.00 %	
Vorlaufphänomen rechts	ja	9	47.37 %	10	52.63 %	0.054
	nein	4	19.05 %	17	80.95 %	
Vorlaufphänomen links	ja	4	28.57 %	10	71.43 %	1.0
	nein	9	34.62 %	17	65.38 %	
Spinetest	ja	12	41.38 %	17	58.62 %	0.068
	nein	1	9.09 %	10	90.91 %	
Spinetest rechts	ja	8	53.33 %	7	46.67 %	0.041*
	nein	5	20.00 %	20	80.00 %	
Spinetest links	ja	4	28.57 %	10	71.43 %	1.0
	nein	9	34.62 %	17	65.38 %	
Variable BLD	ja	13	39.39 %	20	60.61 %	0.074
	nein	0	0.00 %	7	100.00 %	
Variable BLD rechts	ja	3	37.50 %	5	62.50 %	1.0
	nein	10	31.25 %	22	68.75 %	
Variable BLD links	ja	10	40.00 %	15	60.00 %	0.30
	nein	3	20.00 %	12	80.00 %	
Federungstest S1	ja	10	45.45 %	12	54.55 %	0.048 *
	nein	3	16.67 %	15	83.33 %	
Blockierungen	ja	6	46.15 %	7	53.85 %	0.28
	nein	7	25.93 %	20	74.07 %	
Blockierungen rechts	ja	7	35.00 %	13	65.00 %	0.74
	nein	6	30.00 %	14	70.00 %	
Blockierungen links	ja	13	39.39 %	20	60.61 %	0.074
	nein	0	0.00 %	7	100.00 %	
Gesamt		13	32.50 %	27	67.50 %	-

Bei bestehendem einseitigem Schultertiefstand fand sich nur bei 11/37 (30%) der Untersuchten ein Vorlaufphänomen links, dagegen hatten alle 3 Patienten ohne solchen dieses

Vorlaufphänomen. Numerisch das gleiche ergibt sich für den positiven Spinetest links ($p = 0.037^*$ im exakten Chi-Quadrat-Test nach Fisher und Yates).

Neben dem Beckentiefstand beeinflusste der Befund der sakralen Wirbelsäule vor allem den Finger-Boden-Abstand. Besonders bei positiven Spinetest (rechts) und bei positivem Federungstest S1 erreichten signifikant weniger Patienten den Fußboden mit den Fingerspitzen.

4.10.7 Befund HWS und ISG-Befund

Bei eingeschränkter Seitneigung der HWS war der Federungstest S1 immer negativ (0/4 = 0% positiv), bei freier Seitneigung war er bei 22/36 (61%) positiv ($p = 0.033^*$ im exakten Chi-Quadrat-Test nach Fisher und Yates).

Bei eingeschränkter Rotation zeigte sich bei 5/9 Testpersonen (56%) ein Vorlaufphänomen im ISG, bei freier Rotation aber sogar bei 28/31 (90%). Dies war mit $p = 0.034^*$ signifikant im exakten Chi-Quadrat-Test nach Fisher und Yates.

Bei Rotation in Reklination zeigte sich numerisch das gleiche Ergebnis. Auch hier hatten 5/9 Patienten (56%) mit eingeschränkter Bewegung ein Vorlaufphänomen der ISG, bei freier Bewegung 28/31 (90%).

Bei eingeschränkter Reklination wurde bei 0/2 Untersuchten (0%) eine variable BLD diagnostiziert, bei freier Reklination dagegen bei 33/38 (87%). Dies war mit $p = 0.027^*$ signifikant im exakten Chi-Quadrat-Test nach Fisher und Yates.

4.10.8 Befund BWS und ISG-Befund

Bei normalem Schober-Test bestand bei 13/28 Patienten (46%) eine Blockierung im ISG, bei hypermobilem fand sich bei 3/8 Patienten (38%) eine solche. Bei hypomobilem Schober-Test aber zeigte sich bei allen 4 Patienten (100%) eine ISG-Blockierung ($p = 0.045^*$ im Chi-Quadrat-Test).

4.10.9 Befund LWS und ISG-Befund

Bei segmentaler Bewegungseinschränkung der LWS war bei 11/14 Probanden (79%) der Federungstest positiv. Gab es dagegen keine Bewegungseinschränkung im Bereich der LWS, dann lag nur bei 11/26 Untersuchten (42%) ein positiver Federungstest vor ($p = 0.024^*$ im Chi-Quadrat-Test).

Pathologische Befunde der sakralen Wirbelsäule waren signifikant häufig verbunden mit Blockierungen der LWS. Zeigte sich im ISG kein Vorlaufphänomen, dann war auch die LWS frei von Blockierungen. Bei den 7 Patienten, die keine variable BLD aufwiesen, kam nur einmal eine LWS-Blockierung vor. Auch bei einem negativen Federungstest war die Blockierung der LWS seltener, wenn auch nicht so auffallend, wie bei Vorlaufphänomen oder variabler BLD.

Tabelle 47: Befund ISG und Blockierungen der LWS. Die Prozentwerte beziehen sich auf die Spalten, d.h. auf die Gesamtzahl der Personen mit (n=25) bzw. ohne (n = 15) Blockierungen der LWS. p wurde aus dem exakten Chi-Quadrat-Test nach Fisher und Yates und für den Federungstest S1 aus dem Chi-Quadrat-Test berechnet.

		Blockierungen LWS				p
		ja		nein		
Befund ISG		n	%	n	%	
Vorlaufphänomen	ja	25	100 %	8	53 %	0.00035***
	nein	0	0 %	7	47 %	
Variable BLD	ja	24	96 %	9	60 %	0.0071**
	nein	1	4 %	6	40 %	
Federungstest S1	ja	17	68 %	5	33 %	0.032 *
	nein	8	32 %	10	67 %	

5. Diskussion

5.1 Demographie, berufliche Belastung und Affektion der Wirbelsäule

Die 40 Studienteilnehmer waren im Mittel ca. 41 Jahre alt, 1,78 Meter groß, 79,5 kg schwer, hatten einen BMI von knapp über 25. Von ihnen sind 17,5% Linkshänder. Wichtig ist bezüglich der Anamnese über Affektionen der Wirbelsäule/des Rückens die Unterscheidung zwischen Beschwerden und Schmerzen als Gradationshilfe.

71% der Untersuchten mit Schmerzen im Bereich der Wirbelsäule litten auch unter Kopfschmerzen, dahingegen nur 25% ohne solche. Hier besteht offensichtlich ein kausaler Zusammenhang und so muss immer auch nach Cephalgien gefragt werden, die der Proband sonst eventuell nicht mit Rückenbeschwerden assoziiert.

Die Techniker waren erwartungsgemäß im Durchschnitt etwas älter als die Piloten (43,3 J. \pm 4,3 J. zu 38,4 J. \pm 8,7J.), weil sie aus dem bereits bestehendem Zeitsoldatenpool rekrutiert werden und ihre Ausbildung länger dauert. Die Piloten hingegen werden in der Regel nach der Schule und Eintritt in die Bundeswehr direkt für ihren Beruf ausgebildet. Die Arbeitslebenszeit in der Verwendung als Bordmechaniker ist durchschnittlich länger. Bei ihnen nimmt der Anteil derer mit Wirbelsäulenschmerzen erwartungsgemäß mit dem Alter zu, vergleiche auch Schochat und Jäckel 1998 [42]. Bemerkenswert ist, dass hier die Probanden mit gelegentlichen, vorübergehenden Wirbelsäulenbeschwerden aber ohne Schmerzen besonders jung sind, siehe auch Bongers et al 1990 [6]. Radiologische Untersuchungen von Aydoğ et al zeigten 2004, dass das Alter der stärkste Faktor für knöcherne Verschleißerscheinungen im zervikalen und lumbalen Bereich ist [1]. Interpretieren lässt sich das mit der durch erhöhte psychische Anspannung und ungewohnte Sitzposition bedingten vermehrten Körperspannung bei Unerfahrenen, im Gegensatz zu den Erfahrenen.

Hinsichtlich der Größe ergaben sich keine Signifikanzen zwischen Technikern (1,76m) und Piloten (1,80m).

Legt man die Bevölkerungsstatistik der BRD zu Grunde, kann man davon ausgehen, dass der BMI mit dem Alter zunimmt. Bei den Probanden allerdings zeigte sich keine

Zunahme des BMI, lediglich der Fettanteil verschob sich etwas zu Lasten der Muskelmasse. Dies hat offensichtlich mit der von fliegendem Personal der Bundeswehr geforderten körperlichen Fitness zu tun, welche jährlich bei der WFV-Untersuchung überprüft wird. Die Piloten weisen im Gegensatz zu den Technikern mit zunehmender Flugstundenzahl auch einen zunehmenden Fettanteil auf. Zutreffen scheint der Spruch „Piloten sitzen, Techniker schwitzen“ dabei auch für diese Probanden. Allerdings wird der höhere Fettanteil durch zunehmende Einsatzerfahrung, dem hierdurch geschärften Bewusstsein über körperliche Fitness und dem so vermehrten Training offenbar wieder ausgeglichen, denn dann nimmt die Muskelmasse wieder zu.

Der Anteil an Linkshändern bei den Bordmechanikern ist mit knapp 30% etwas erhöht (bei den Piloten 5%) wenn man davon ausgeht dass, je nach Quelle, der Anteil in der Bevölkerung auf 5-25% geschätzt wird [30]. Zu den Beschwerden ist allerdings auch hier kein Zusammenhang herstellbar. Kurioserweise aber hatten die Linkshänder mehr Flugstunden.

Die durchschnittliche Flugstundenzahl lag bei beiden Gruppen über 2000, was laut Literatur bereits ein erhöhtes Risiko für Rückenbeschwerden bedeutet [6, 21]. Ein hypomobiler Schober-Test (Einschränkung der LWS-Ausdehnungsfähigkeit) ist deutlich mit hohen Flugstundenzahlen assoziiert. Interessanterweise zeigte sich hier, zwischen den Probandengruppen mit mehr und weniger als 2000 Flugstunden und somit entsprechender Vibrationsbelastung, kein Unterschied bezüglich der subjektiven Wirbelsäulenbeschwerden. Aber es gab eine deutliche Signifikanz bezüglich der Wirbelsäulenschmerzen. Dies bedeutet vermutlich, dass bei den Erfahrenen bereits der Umschlag zu Schmerzen stattgefunden hat und Beschwerden weniger/nicht mehr wahrgenommen werden. Man muss demnach differenziert danach fragen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass Größe, Gewicht, BMI und Händigkeit auf die Beeinträchtigung der Wirbelsäule, siehe auch Lopez-Lopez et al 2001 [31] und Thomae et al 1998 [48], keinen Einfluss haben, wohl aber Alter, Flugstundenzahl und somit vermutlich auch Erfahrung. Die Schmerzdauer ist bei jungen Personen meist transient, bei älteren eher chronisch. Mutmaßungen, dass mit zunehmendem Alter der BMI zunimmt und damit auch die Rückenbeschwerden, lassen sich nicht halten. Bei der regelmäßigen Untersuchung von fliegendem Personal zur Einschätzung von zu erwartenden oder möglicherweise dissimulierten Beschwerden sollten diese beiden Faktoren

folglich immer miteinbezogen und die Pathologien beim „Check“ berücksichtigt werden. Mit Prävention muss nicht nur frühzeitig begonnen, sondern diese vor allem mit zunehmendem Alter intensiviert werden.

5.2 Differenzierungen der Beschwerden bei Piloten und Technikern

Die Annahme, dass Piloten mehr Rückenbeschwerden als Techniker haben, weil sie mehr Zeit in einer sitzenden, fast statischen Zwangshaltung (international „Posture“ genannt) verbringen, ist hier nicht zu belegen (vergleiche auch Bridger et al 2002 [5]). Insgesamt gaben circa 75% der Probanden beider Gruppen an, unter (davon 18% unter gelegentlichen) Rückenbeschwerden/-schmerzen zu leiden. Allerdings waren 26 Personen zum Zeitpunkt der Untersuchung beschwerdefrei.

Der Hauptbeschwerdebereich lag bei beiden Gruppen, wie in der Literatur häufig beschrieben, im LWS-Bereich, gefolgt von HWS und BWS [27, 39]. Die Händigkeit spielt für Blockierungen keine Rolle. Doppelt so viele Techniker wie Piloten (70% zu 35%) leiden unter Kopfschmerzen und zeigen bei den Blockierungen der HWS (mit Einschränkung der Rotation), die man oft als Grund dafür heranzieht, eine Seitenhäufung links. Diese Pathologien sind vermutlich auf die Bewegungsabläufe an der rechten Hecktür und die Belastungen mit Helm, Weste und Stehhaltgurten etc. zurückzuführen.

Bei Piloten hingegen findet sich im Gegensatz zu den Bordmechanikern, häufiger eine Hypermobilität in der BWS (Ott-Zeichen) und eine hypomobile LWS (Schober-Zeichen). Luftfahrzeugführer haben zudem vermehrt Blockierungen der linken BWS, LWS und des ISG. Dies wird wahrscheinlich vor allem durch die nach links rotierte, in der Brustwirbelsäule nach vorn gebeugte Sitzhaltung bei fixiertem Becken (siehe auch Pelham et al 2005 [38] und Sheard et al 1996 [44]) zur Bedienung von Pedalen, Stick und Pitch verursacht. Der dafür gefundene Begriff „Helicopter Hunch“ ist zutreffend [6]. Aus all dem ergibt sich, dass die Sitzhaltung der Piloten und die Arbeitsbedingungen der Techniker dringend verbessert werden müssen.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass Piloten und Techniker sich in der Lokalisation der Blockierungen zwar deutlich, nicht aber in der Ausprägung der Beschwerden unterscheiden. Dies ist ein gutes Merkmal für die unterschiedliche Belastung und somit auch

für eine Differenzierung hinsichtlich der Präventionsmaßnahmen (zum Beispiel 3S-Dehnungsprogramm mit Schwerpunkt LWS/ Becken/ Oberschenkel nach Holt). Da alle Versuchspersonen den Vibrationen des Hubschraubers gleichermaßen ausgesetzt sind, spricht dieser Unterschied für die „Posture-These“. Diese geht davon aus, dass die Beschwerden der Piloten hauptsächlich durch die unbequeme Sitzhaltung während des Flugdienstes bedingt sind. Eine bereits seit mehr als 20 Jahren rezidivierend empfohlene Lumbalstütze [27, 52, 17] zur Verminderung des Muskeltonus [46] kann bei Piloten, ebenso wie eine Verbesserung der Sitzergonomie [16] und die Entwicklung von leichteren Helmen [48] deutlich helfen. Das „Non plus Ultra“ im Management des „Low Back Pain“ (LBP) ist und bleibt die Prävention!

5.3 Einflüsse von Sport und Präventivkuren

Die in der Problemstellung (3.1.3) zu untersuchende Frage war, ob Probanden die mehr Sport, insbesondere Rückenschule, treiben, weniger Gewicht, eine bessere Muskulatur und Beweglichkeit haben und somit weniger unter Rückenbeschwerden und Blockierungen leiden. Präventivkuren würden dies unterstützen und zu bewusstem Verhalten (Bewegung und Ernährung sowie Haltung) inklusive Gewichts-/Fettreduktion sowie Verbesserung der Selbstdisziplin führen. Diese Annahmen sind nur eingeschränkt zu halten.

Erwartungsgemäß zeigte sich, dass Probanden mit mehr Präventivkuren genauso wie diejenigen, welche mehr Rückenschule betrieben einen größeren Muskelanteil hatten. Das spiegelte sich aber nicht in der Beschwerdefreiheit wieder. Hüppe und Raspe [23] verwiesen bereits 2005 auf Ähnliches hinsichtlich mangelnder Nachhaltigkeit von Rehabilitations-Kuren. Probanden mit segmentalen Einschränkungen und mehr Blockierungen der LWS hatten eine höhere Kurhäufigkeit, beurteilten jedoch deren Erfolg umso schlechter, je schlechter ihr LWS-Befund war.

Eine ähnliche negative Korrelation gab es zwischen großer Flugstundenzahl und dem Urteil über die Notwendigkeit von Kuren und deren Erfolg. Dies scheint kontraproduktiv, denn gerade die lange Zeit Tätigen und damit Erfahrenen sind diejenigen, welche präventiv umso mehr tun müssten. Erklären lässt sich dies nur durch die Gewohnheit, den damit verbundenen höheren Anspruch und die persistierenden Beschwerden im Bereich der Lendenwirbelsäule. Die Notwendigkeit der langfristigen Fortführung be-

gonnener Behandlungen und des körperlichen Trainings (vergleiche auch HAAF 2005) ist somit nur zu unterstreichen.

Schneider zeigte 2007 klar, dass aktive Freizeitsportler weniger unter Rückenschmerzen leiden und Belastung und Bewegung im Beruf nicht als Sportersatz gelten kann [41]. Die Schmerzreduktion durch Sport nimmt aber mit dem Alter ab [49].

Nicht die Gesamtsportstundenzahl, die bei den Piloten erwartungsgemäß höher war, ist wichtig, sondern die ausgeübte Sportart. Zu beachten ist hierbei, dass Ballsport signifikant mit häufigen Wirbelsäulenschmerzen assoziiert ist. Hierin findet sich also ein neuer Ansatz zur Prävention. Relativiert wird das etwas durch die Studie von Wanek et al. von 1998 [50]. Sie zeigte, dass Menschen mit chronisch rezidivierenden Rücken- und Nackenschmerzen in ihrer Freizeit häufiger sportlich aktiv sind, als ihre nichtbetroffenen Kollegen. Die Klientel dieser Arbeit ist nicht mit deren Studienpopulation (Mitarbeiter eines metallverarbeitenden Großbetriebes) vergleichbar, da diese anderen Belastungen ausgesetzt sind. Fryomer et al. fanden 1983 keinen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von LWS-Beschwerden und sportlicher Aktivität im Breiten- oder Leistungssport [19].

Je mehr Kraft- und Fitnesssport betrieben wurde, desto höher war auch der Rückenschulanteil. Überraschend war dabei, dass diejenigen, welche beim Finger-Boden-Test den Boden nicht erreichten, mehr Rückenschule betrieben. Ein Erklärungsansatz wäre die Verwechslung von Rückenschule (inklusive Beweglichkeitstraining) mit Krafttraining und Muskelaufbau, was zu Verkürzungen führen kann.

Dass kleinere und dickere Probanden mehr Ausdauersport betrieben, ist durch deren Bestreben Gewicht zu reduzieren, erklärbar.

Verständlich ist, dass Piloten eher als Individualisten einzustufen und ausbildungsbedingt gewohnt sind insbesondere Ausdauersportarten, Kraft- und Fitnesssport sowie Rückenschule zu betreiben.

Techniker dagegen übten verhältnismäßig viel Ballsport aus, was vermutlich deren ausgeprägterem Teamgeist entspricht. Ungeklärt ist weiterhin, welche Sportarten beschwerde- oder blockierungsmindernd wirken. Die Frage, treiben diejenigen mit Blockierungen mehr Sport (dann wäre die Sportstundenzahl derer höher) oder haben die mit Sport weniger Blockierungen, konnte letztendlich nicht beantwortet werden. Allerdings

scheint sich der Ausdauersport auf die untere (Schober-Test normal) und der Kraft-/Fitnesssport auf die obere Rückenhälfte positiv auszuwirken.

Ballsport sollte zwar eher gemieden werden; aber das lässt sich auf Grund seiner Beliebtheit wohl nicht durchsetzen.

5.4 Beschwerden und Pathologien

Die vorliegende Untersuchung zeigte, dass mehr Beschwerden im Bereich der Wirbelsäule auch mehr Pathologien bei der Chirodiagnostik bedeuteten bzw. mehr Blockierungen mehr Beschwerden brachten. Zusätzlich wurde eine Abhängigkeit zwischen Wirbelsäulenschmerzen und Kopfschmerzen gefunden. Insgesamt waren nur 25% der Untersuchten seitens der Wirbelsäule dauerhaft beschwerde- und schmerzfrei. Am Tage der Untersuchung waren 26/40 Personen beschwerdefrei, 9 hatten Schmerzen, davon 2 im Kopfbereich. Bei dieser Studie hatten demnach bis 35% der Probanden zum Zeitpunkt der Untersuchung Beschwerden und bis zu 50% segmentale Bewegungseinschränkungen im Bereich der Wirbelsäule. Ohne die Kopfschmerzpatienten waren es noch 30%. Damit bestätigten sich die Angaben aus der Literatur, die 20-80% Prävalenz für den LBP (Low Back Pain) bei Piloten [21, 5] und 30-40% Rückenschmerzen an jedem Tag [23] bei der normalen Bevölkerung konstatierten.

Es ist somit festzustellen, dass jeder Zweite der Besatzungsmitglieder auf Bell UH-1D trotz Einschränkung seiner Wirbelsäulenbeweglichkeit alle Aufgaben erledigen muss. Hier kann die Chirotherapie sicher viel helfen und so auch präventiv und flugsicherheitsbedeutsam wirken.

Bei 47,5% der Untersuchten (korrelierte auch mit dem Alter) waren Blockierungen und Bewegungseinschränkungen der Halswirbelsäule (HWS) festzustellen. Diese konnten signifikant mit der Angabe von Rücken- und Kopfschmerzen in Verbindung gebracht werden. Auffällig war, dass 89% (8/9) derer mit eingeschränkter Rotation der HWS unter Kopfschmerzen litten, jedoch nur 42% (13/31) derer mit voller Drehfähigkeit. Das bedeutet, dass, wie schon allein arbeitsanamnestisch anzunehmen war, die Mehrzahl der Kopfschmerzen auf HWS-Probleme zurückgeführt werden konnte. Diese könnten durch Chirotherapie behoben werden. Auffällig war weiterhin, dass vor allem diejenigen mit

Blockierungen der rechten Nackenseite über Rückenbeschwerden klagten. Zu der Schmerzsymptomatik war jedoch kein signifikanter Bezug herzustellen.

Bei 72% der Untersuchten zeigten sich Blockierungen und Bewegungseinschränkungen der Brustwirbelsäule. Das Auftreten einer Kibler-Falte und eines Muskelhartspannes wurden dort vor allem rechtsseitig gefunden und korrelierten mit Blockierungen. Bei dieser Klientel dürfte auch die EMG-Aktivität für die rechte Seite höher sein.

Einzig das Vorhandensein der Kibler-Falte, nicht die Bewegungseinschränkung und der paravertebrale Muskelhartspann, korrelierte mit dem Alter. Hierfür dürfte das Bindegewebe verantwortlich sein. Diejenigen mit hypomobiler BWS und Hyperkyphose (korreliert mit zunehmendem Alter und Flugstundenzahl) sowie hypermobiler LWS litten signifikant häufiger unter Rückenschmerzen als die anderen. Dabei war bedeutsam, dass die lumbal Operierten vor allem einen hypomobilen Ott-Test aufwiesen, was als Ausgleich für deren vermehrt bewegliche LWS zu sehen ist.

Die gebeugte Sitzposition mit dem nach vorne geneigten Kopf und der daraus resultierende Buckel „Helicopter Hunch“ tragen ihr Scherflein dazu bei. Erwartungsgemäß hatten Probanden mit Skoliose mehr Blockierungen der BWS, einen paravertebralen Muskelhartspann und eine positive Kibler-Falte. Zwischen HWS und BWS Befunden zeigte sich lediglich eine positive Korrelation zwischen eingeschränkter Seitneigung der HWS und verminderter Rotationsfähigkeit der BWS sowie umgekehrt. Dies ist nicht weiter erstaunlich, weil man weiß, dass Bewegungen der HWS Auswirkungen auf die BWS (bis mindestens Th4) haben. Die Prävention muss also bei der Ergonomie ansetzen.

Insgesamt 25 Probanden (62,5%) hatten Blockierungen im LWS-Bereich, die bei 14 (35%) zu messbaren Bewegungseinschränkungen führten. Blockierungen in diesem Bereich gingen signifikant mit Beschwerden einher. Erstaunlicherweise litten diese Personen aber weniger unter Kopfschmerzen.

Je 3 Piloten und Techniker waren bereits an einer Bandscheibe der LWS operiert worden. Dies ist im Vergleich zu der Bevölkerung ein sehr hoher Prozentsatz (15% zu 2%). Begründbar ist dies allerdings durch die Spezifika (Auswahl, bessere und engere medizinische Betreuung, regelmäßige Untersuchungen, Auflagen etc.) des fliegenden Personals bei der Bundeswehr [39]. Die vom Bandscheibenvorfall Betroffenen waren auch in diesem Fall deutlich älter ($47,0 \pm 1,9$ Jahre zu $39,8 \pm 7,3$ Jahre), wobei die Flugstunden-

zahl erstaunlicherweise keinen Einfluss darauf hatte. Von diesen 6 Probanden hatten 3 Schmerzen und 3 Beschwerden im Rücken. Auch die Anzahl der Blockierungen der LWS war bei ihnen, verglichen mit den Anderen, erwartungsgemäß insgesamt und besonders linksseitig höher. Eine Abhängigkeit zum BMI war nicht festzustellen. Auffällig war lediglich, dass 5 der 6 Betroffenen (83%) innerhalb der letzten 2 Jahre eine Kur in Anspruch genommen hatten. Bei denen ohne Bandscheibenvorfall waren es nur 8/13 (24%). Dies ist zum einen auf die ausgeprägten Beschwerden und die damit verbundene Anspruchshaltung zurückzuführen. Zum anderen ist das Alter dafür verantwortlich. Typische Zusammenhänge zwischen HWS/BWS und HWS/LWS gab es keine.

Übereinstimmend mit allen genannten wissenschaftlichen Studien, war auch in dieser Arbeit die LWS am stärksten betroffen und deshalb müssen hier die präventiven Maßnahmen deutlich verstärkt werden. Mit einfachen Mitteln wie 3S-Training nach Holt [22], Auswahl des richtigen Sportes und Lumbalstützen wäre dies bereits erreichbar. Die Anpassung der Ergonomie und der Ausrüstung ist sicherlich aufwendiger, aber letztendlich unumgänglich.

Obwohl circa 85% der Untersuchten Pathologien und 75% Blockierungen im Iliosakralgelenkes (ISG) aufwiesen, wurden die Wirbelsäulenschmerzen/-beschwerden von diesen auf den Lumbalbereich projiziert. Zudem war bei den Pathologien dieser benachbarten Bereiche eine signifikante gleichsinnige Verbindung festzustellen. Dies ist, aus der Praxis heraus gesehen, sehr typisch, denn die Patienten nehmen hauptsächlich die muskulären Verspannungen oberhalb des Gelenkes wahr. Bisher wurde in anderen Untersuchungen immer nur nach dem „Low Back Pain“, also dem unteren Rückenschmerz gesucht. Das Iliosakralgelenk, als Hauptursache dafür, wurde in anderen Studien nie erwähnt beziehungsweise untersucht. Es wird offensichtlich in der fachärztlichen Ausbildung viel zu wenig berücksichtigt.

Die Flugstundenzahl korrelierte mit der Zunahme der Blockierungen in diesem Bereich, was anzunehmen war. Auch dass 50% der Untersuchten mit ISG-Blockierungen beim Finger-Boden-Test (maximale Ventralflexion der Wirbelsäule) den Boden nicht erreichten, überrascht nicht, da das Gesamtgefüge dadurch enorm gestört ist.

Unverständlich war, dass bei positivem, also pathologischem Federungstest 30% der Probanden über Kopfschmerzen klagten, bei normalem Test jedoch 78%. Bestätigt wurde dies noch durch die Clusteruntersuchungen HWS/ISG, bei denen sich zeigte,

dass die Blockierungen des ISG mit einer freien Halswirbelsäule korrelierten. Allein durch falsche Befunderhebung oder -dokumentation ist das nicht erklärlich. Die Literatur nimmt zu dieser gegensinnigen Beziehung nicht Stellung. Bei der BWS-Korrelation bestätigte sich ein 100%-iger Zusammenhang zwischen einer Blockierung (mit hypomobilem Schober-Test und Kibler-Falte) der Brustwirbelsäule und der Iliosakralgelenke.

5.5 Bezüge zu anatomischen Besonderheiten

Allgemein wird die Auffassung vertreten, dass statische Probleme durch anatomische Besonderheiten (zum Beispiel Knie- und Fußdeformitäten, Schultertiefstand, erhöhten BMI etc.) im Wirbelsäulenbereich zu Blockierungen führen.

Zunächst zeigte sich, dass jüngere Personen noch einen Flachrücken hatten (korrelierte auch mit wenig Flugstunden und Auslandeinsätzen) und mehr Kraft- und Fitnesssport betrieben als die älteren, die zur BWS-Kyphose neigten.

Personen mit höherem BMI (unabhängig ob durch Fett- oder Muskelanteil) haben häufiger eine LWS-Hyperlordose und eine Valgusstellung der Knie. Ein Zusammenhang zwischen BMI und Pathologien der Wirbelsäule war nicht zweifelsfrei feststellbar. Ein einseitiger Schultertiefstand ist ohne Krankheitswert und hat häufig mit der Händigkeit bzw. der täglichen Belastung zu tun. Hingegen die Verkürzung des Musculus levator scapulae zeigte eine eindeutige Verbindung zu Wirbelsäulenbeschwerden und Blockierungen der BWS auf der betroffenen Seite. Etwas auffällig, aber nicht signifikant, war, dass die Probanden mit operiertem Bandscheibenvorfall lumbal und/oder Blockierung des ISG seltener einen Schultertiefstand und stattdessen eher eine Hyperkyphose der BWS hatten. Ein einseitiger Beckentiefstand und/oder Blockierungen des ISG beeinflussten die variable Beinlängendifferenz und den Finger-Boden-Abstand negativ. Diese Erwartungen konnte bestätigt werden.

Im Gegensatz zu den Probanden mit Seitabweichung der WS und O-Beinen, litten solche mit klinisch diagnostizierter Skoliose (Seitabiegung mit Rotationskomponente) seltener unter Cephalgien. Dies widersprach der Erwartung und es stellt sich die Frage, ob hierbei die Gewöhnung ausschlaggebend ist. Ein Grund könnte auch sein, dass die Personen mit Skoliose mehr Ausdauersport betrieben. Allerdings hatte sich gezeigt, dass diejenigen mit Skoliose insgesamt mehr thorakale Blockierungen, paravertebrale

Muskelverspannungen und dort lokalisierte Beschwerden aufwiesen. Ungewöhnlich war auch, dass Untersuchte mit orthograde Beinachse eher segmentale Bewegungsstörungen mit Vorlaufphänomenen, also eine Blockierung, der LWS zeigten.

Blockierungen der HWS fanden sich signifikant häufiger bei Personen mit einseitigem Beckentiefstand oder Beinlängendifferenz, auch wenn oder gerade weil diese keinen direkten Einfluss auf ISG-Blockierungen hatten. Das war so nicht zu erwarten, denn durch die muskuläre und nozizeptive Kopplung der einzelnen Wirbelsäulenabschnitte sind Gegenregulationen in allen Ebenen wahrscheinlich.

Bezüglich der Fußdeformitäten fand sich wenig Aussagekräftiges. Dass Techniker eher eine Spreizfußkomponente hatten, lässt sich höchstens durch mehr stehende und körperlich schwerere Arbeit begründen. Die Tatsache, dass Untersuchte mit Knickfuß weniger Ballsport betrieben, mag mit der Gefährdung von Distorsionen des Sprunggelenks und der Vermeidung derselbigen zu tun haben („Schaden macht klug“).

5.6 Chirodiagnostik, -therapie und Anamnese

Ziel dieser Untersuchung war es, auch in Verbindung mit einer standardisierten Anamneserhebung, herauszufinden, ob die Chirodiagnostik spezifische Beschwerdebereiche der Wirbelsäule bei Piloten und Technikern besser und einfacher anzeigen kann als Muskeltonusmessungen, Röntgen und andere objektivierbare Untersuchungsmethoden. Eine weitere Absicht war, darzustellen, dass diese spezielle Untersuchungstechnik, auch ohne bestehende Schmerzen/Beschwerden, mögliche zukünftige Problembereiche aufzeigen kann, damit frühzeitig präventive Maßnahmen ergriffen werden können.

Der Literaturvergleich belegte, dass durch Chirodiagnostik und eine spezielle Anamnese, gleichwertige Ergebnisse zu erzielen sind wie bei aufwendigeren Untersuchungen. Der Vorteil der Chirodiagnostik liegt allerdings darin, dass sie nicht nur leichter und kostengünstiger durchführbar ist, sondern auch zu einer spezifischen Chirotherapie und somit zu Beschwerdefreiheit/-linderung und normaler Beweglichkeit der Wirbelsäule führen kann. Nähme man noch die so genannten „Tenderpoints“ zur Diagnostik dazu, so hätte man eine weitere Möglichkeit zur Beurteilung des Schweregrades von Rücken-

schmerzen [24]. Jeder sollte allerdings nur die Untersuchungs- und Therapiegriffe anwenden, mit denen er vertraut ist.

Die Chirodiagnostik muss aber auch kritisch gesehen, denn einige Befunde lassen sich, gemäß einer von Stockendahl et al. 2006 durchgeführten Metaanalyse, sowohl intras als auch interuntersucherabhängig gut reproduzieren, viele aber nicht [47].

Die Anamnese kann künftig auf Alter, Sportart, Kopfschmerz, Beschwerdeart, -zeit, -dauer, -intensität und –ort im Wirbelsäulenbereich, berufliche Tätigkeit, Vorschädigungen und Gesamtflugstunden reduziert werden, da viele andere Punkte keine Signifikanz zeigten.

Es ist bisher nicht gelungen und vielleicht auch nicht sinnvoll, einheitliche Fragebögen über Rückenschmerzen bei Hubschrauberbesatzungen zu erstellen, weil der jeweilige Untersucher besondere Gesichtspunkte beleuchten will. Insgesamt aber gibt es große Übereinstimmungen bei der Erstellung solcher „Questionnaires“.

6. Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es zu erforschen, ob mittels einer strukturierten Anamnese und einer intensiven manueller Untersuchung ein Weg zur Prävention von Rückenschmerzen und einer möglicherweise daraus resultierenden Berufskrankheit zu finden ist.

Je 20 männliche Hubschrauberpiloten und Bordmechaniker des Transporthubschrauberegimentes 30 im Alter von 25-50 Jahren bildeten die Untersuchungsgruppen. Sie alle sind Teil der Besatzungen auf der Bell UH-1D, einem seit 1965 in der Bundeswehr eingeführtem Hubschrauber mit einem Triebwerk und 2 Rotorblättern, wodurch sehr starke und niederfrequente Vibrationen erzeugt werden.

Grundlagen der Untersuchungen waren ein validierter und standardisierter Erhebungsbogen, eine umfassende manuelle Untersuchungstechnik sowie eine genaue Kenntnis der Arbeitsplätze von und Anforderungen an Hubschrauberbesatzungen des Heeres auf Bell UH-1D. Die Untersuchungen erfolgten jeweils ohne Kenntnis der Anamnese nach den vorgegebenen Schritten des Untersuchungsbogens.

75% der Probanden gaben an, unter Rückenbeschwerden oder -schmerzen zu leiden, 18% davon nur gelegentlich. Zum Zeitpunkt der körperlichen Untersuchung waren es jedoch nur 35%. Die Hauptbeschwerden lagen bei Piloten und Technikern vor allem im Lendenwirbelsäulenbereich, gefolgt von Hals- und Brustwirbelsäule. Die Intensität und Chronifizierung von Rückenschmerzen korrelierten deutlich mit zunehmendem Alter und mehr Flugstunden.

Bis 50% der Probanden wiesen Bewegungseinschränkungen in sämtlichen Abschnitten der Wirbelsäule auf, die zum größten Teil auf Blockierungen zurückzuführen waren und therapiert werden konnten. Die bei 47,5% der Untersuchten gefundenen Blockierungen der Halswirbelsäule waren signifikant mit Kopfschmerzen verbunden. Gleiches gilt für die bei 75% der Hubschrauberbesatzungen gefundenen Blockierungen des Iliosakralgelenkes und den sogenannten „Low Back Pain“ (tiefer Rückenschmerz). Bei 72% der Studienteilnehmer wurden Blockierungen und Bewegungseinschränkungen der Brustwirbelsäule, 62,5% der Lendenwirbelsäule nachgewiesen.

Der Unterschied der Gruppen zeigte sich nicht in der Ausprägung ihrer Beschwerden, wohl aber in der Lokalisation der Blockierungen und Affektionen der Wirbelsäule.

1. Bordmechaniker litten signifikant häufiger unter Kopfschmerzen und zeigten eine Blockierungshäufigkeit der linken Halswirbelsäule. Dies ist am ehesten auf deren besondere Bewegungsabläufe zurückzuführen.

2. Bei Piloten fanden sich häufig eine Hypermobilität in der Brustwirbelsäule und eine Hypomobilität der Lendenwirbelsäule, bei Technikern umgekehrt. Die Unterschiede ergeben sich durch andere Arbeitsbedingungen, -plätze und -felder sowie Zusatzausrüstungen.

3. Luftfahrzeugführer zeigten mehr linksseitige Blockierungen der BWS, LWS und des ISG. Dies ist wahrscheinlich auf die beim Fliegen nach links rotierte Zwangssitzhaltung bei fixiertem Becken „Posture“ zurückzuführen.

4. Die Vibration eines Hubschraubers allein scheint nicht bedeutsam für die geäußerten Rückenbeschwerden zu sein und somit für die Berufskrankheit 2110 auch keine haftungsbegründende beziehungsweise haftungsauslösende Kausalität zu besitzen.

5. Eine erfolgreiche Prävention muss aus spezifischen sportlichen sowie physiotherapeutischen Übungen und Verbesserung von Ergonomie und Ausrüstung bestehen.

6. Nicht die wöchentliche Gesamtsportstundenzahl der Untersuchten, sondern die ausgeübte Sportart ist für Rückenschmerzen ursächlich. Ballsport war signifikant mit häufigen Wirbelsäulenschmerzen assoziiert. Ausdauersport wirkte sich positiv auf die untere und Fitness-/Kraftsport auf den oberen Rückenbereich aus. Muskelmasse und BMI hatten keinen Einfluss auf die Rückenbeschwerden. Hierin findet sich also ein neuer Ansatz für den Präventionssport.

7. Kuren allein haben nicht den gewünschten Präventiveffekt, wenn die erlernten therapeutischen und präventiven Maßnahmen nicht nachhaltig weitergeführt und mit zunehmendem Alter intensiviert werden.

8. Durch Chirodiagnostik und eine spezielle Anamnese lassen sich vergleichbare Ergebnisse erzielen wie bei aufwendigeren bildgebenden Untersuchungen. Die Vorteile dabei bestehen in leichter Durchführbarkeit, geringeren Kosten und der Ermöglichung spezifischer Chirotherapie. Diese kann zu Beschwerdefreiheit bzw. -linderung sowie zur

Beweglichkeitsverbesserung der Wirbelsäule und damit zur Reduktion von Ausfallzeiten und Folgekosten führen.

Die manuelle Medizin hat sich in dieser Arbeit als ausgezeichnete diagnostische Untersuchungsmethode erwiesen und sollte von jedem Fliegerarzt und Arbeitsmediziner beherrscht werden. Besonders für die gute Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung nach G46 ist die Beherrschung der manuellen Medizin unerlässlich.

7. Literaturverzeichnis

1. **Aydoğ S T, Türbedar E, Demirel A H, Tetik O, Akin A, Doral M N:** Cervical and Lumbar Spinal Changes Diagnosed in Four-View Radiographs of 732 Military Pilots. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 2004, Vol 75, No 2: 154-157
2. **Berufskrankheitenverordnung** mit Anhang 1 (Berufskrankheitenliste)
3. **Bischoff H P:** Chirodiagnostische und chirotherapeutische Technik. Spitta-Verlag GmbH, Balingen, ISBN 3-921883-57-1, 1997
4. **Bredow W:** www.bredow-web.de/ILA_2002/Helicopter/Bell_UH-1D_3 / bell_uh-1d_3.html, 2002
5. **Bridger R S, Groom M R, Jones H, Pethybridge R J, Pullinger N:** Task and Postural Factors are Related to Back Pain in Helicopter Pilots. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 2002, Vol 73, No 8: 805-811
6. **Bongers P M, Hulshof C T J, Dijkstra L, Boshuizen H C:** Back pain and exposure to whole body vibration in helicopter pilots. *Ergonomics* 1990, Vol 33, No 8: 1007-1026
7. **Buckup K:** Klinische Tests an Knochen, Gelenken und Muskeln. Thieme, Stuttgart New York, ISBN3-13-100991-8, 1995
8. **Bundesministerium für Gesundheit und soziale Sicherung:** Krankheitskosten nach Alter und Geschlecht 2004, Zugriff am 23.03.2008 unter <http://www.gbe-bund.de>
9. **Caillet R:** Low Back Pain Syndrome. (4th edition) F A Davies, Philadelphia, 1988
10. **Christ E, Fischer S, Kaulbars U, Sayn D :** Vibrationen am Arbeitsplatz. BIA-Report 6/2006, HVBG St Augustin, ISBN 3-88383-709-1
11. **Christ W, Dupuis H:** Über die Beanspruchung der Wirbelsäule unter dem Einfluss sinusförmiger und stochastischer Schwingungen. *Int Z angew Physiol* 1968, 22: 258-278

12. **Derbolowsky U:** Medizinisch-orthopädische Propädeutik für Manuelle Medizin und Chirotherapie. Fischer Verlag, Heidelberg, ISBN: 392100327x, 1976
13. **Enderle G, Seidel H-J:** Arbeitsmedizin Fort- und Weiterbildung Kurs A-C. Urban & Fischer in der Elsevier GmbH, München Jena, ISBN: 3-437-230000-X, 2004
14. **Fichtl W:** Klinisch-orthopädische Untersuchung der Wirbelsäule bei Hubschrauberpiloten unter Berücksichtigung der Anamnese im Vergleich zu einem nicht-fliegenden Kollektiv. UnivDiss, Frankfurt/Main, 1994
15. **Fischer V, Witt A, Tröger C, Tröger H, Beck H:** Vibrationsbedingte Wirbelsäulenschäden bei Hubschrauberpiloten. ASP 1980, 7: 161-163 und BMVg-FBWM 80-2 Bonn
16. **Frössler C:** Sitzen und Schulter-Nacken-Schmerzen. Manuelle Medizin 2007, 5:330-335
17. **From P, Hanegbi R, Ribak J, Gross M:** Low Back Pain in the AH-1 Cobra Helicopter. Aviation, Space and Environmental Medicine 1987, April: 315-318
18. **From P, Barzilay J, Caine Y, Margaliot S, Forecast D, Gross M:** Low Back Pain in Pilots. Aviation, Space and Environmental Medicine 1986, July: 694-695
19. **Fryomer J W, Pope M H, Clements J H, Wilder D J, Macpherson B, Ashikaga T:** Risk factors in low back pain. J Bone Joint Surg 1983, 65-A: 213-218
20. **Haaf H-G:** Ergebnisse zur Wirksamkeit der Rehabilitation. Rehabilitation 2005, 44: 259-276
21. **Hansen B, Wagstaff A S:** Low Back Pain in Norwegian Helicopter Aircrew. Aviation, Space and Environmental Medicine 2001, Vol 72, No3: 161-164
22. **Holt L E:** Scientific Stretching for Sport (3S). Sport Research Ltd., Halifax, Nova Scotia, 1974
23. **Hüppe A, Raspe H:** Zur Wirksamkeit von stationärer medizinischer Rehabilitation in Deutschland bei chronischen Rückenschmerzen: Aktualisierung und me-

- thodenkritische Diskussion einer Literaturübersicht. *Rehabilitation* 2005, 44: 24-33
24. **Hüppe A, Brockow T, Raspe H:** Chronisch ausgebreitete Schmerzen und Tender Points bei Rückenschmerzen in der Bevölkerung. *Z Rheumatol* 2004, 63:76-83: 76-83
 25. **Kibler M:** Das Störungsfeld bei Gelenkerkrankungen und inneren Krankheiten. Hippokrates Verlag, Stuttgart, 1958
 26. **Krämer K-L, Stock M, Winter M:** Klinikleitfaden Orthopädie, Untersuchung, Diagnostik, Therapie, Notfall. Jungjohann Stuttgart, ISBN 3-8243-1139-9, 1992
 27. **Landau D-A, Chapnick L, Yoffe N, Azaria B, Goldstein L, Atar E:** Cervical and Lumbar Findings in Aviators as a Function of Aircraft Type. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 2006, Vol 77, No 11: 1158-1161
 28. **Lewit K:** Manipulative therapy in rehabilitation of the motor system. Butterworths, London Boston Durban Singapore Sydney Toronto Wellington, 1985
 29. **Liedtke M, Fischer S:** Lärm- und Schwingungsbelastung von Hubschrauberpiloten. BIA-Report, Ausgabe 0109, Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (BIA) im Hauptverband der Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin, ISSN 1619-2826, 2003
 30. **Linke D B:** Das Gehirn. C. H. Beck Verlag, München, ISBN-10 340644721X, 1999
 31. **Lopez-Lopez J A, Vallejo P, Rios-Tejada F, Jiminez R, Sierra I, Garcia-Mora L:** Determination of Lumbar Muscular Activity in Helicopter Pilots: A New Approach. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 2001, Vol 72, No1: 39-43
 32. **Maigne R:** Die manuelle Wirbelsäulentherapie. In: die Wirbelsäule in Forschung und Praxis. Band 22, Hippokrates, Stuttgart, 1961
 33. **Neumann H-D:** Manuelle Medizin: Eine Einführung in Theorie, Diagnostik und Therapie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg NewYork, ISBN 3-540-57639-8, 1995

34. **Oliveira de C G, Simpson D M, Nadal J:** Lumbar back muscle activity of helicopter pilots and whole-body vibration. *Journal of biomechanics* 2001, Vol 34 (10): 1309-1315
35. **Oliveira de C G, Nadal J:** Back Muscle EMG of Helicopter Pilots in Flight: Effects of Fatigue, Vibration and Posture. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 2004, Vol 75, No 4 Section I: 317-322
36. **Pelham T W, Holt L E, Robinson M G:** Changes in range of motion resulting from varying intensities of isometric contractions during proprioceptive neuromuscular facilitations. *Biomechanics in Sports* 2001: 147-149
37. **Pelham T W, Holt L E, White H:** The influence of a PNF stretching protocol on resistive muscular activity. *Can J Appl Phys* 2002, 27: 39
38. **Pelham T W, White H, Holt L E, Lee S W:** The etiology of low back pain in military helicopter aviators: prevention and treatment. *Work* 2005, Vol 24 (2): 101-110
39. **Pippig T, Kriebel J:** Prevalence of Cervical and Lumbar Disc Disorders in Pilots of the German Armed Forces. *Eur J Med Res* 2000, 5: 5-8
40. **RKI [Robert-Koch-Institut]:** Gesundheit in Deutschland 2006. Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Robert-Koch-Institut, Kap1.3.1 Arbeitsunfähigkeit, ISBN 3-89606-173-9, Berlin, 2006
41. **Schneider S:** Zur diametralen Wirkung körperlicher Bewegung in Beruf und Freizeit auf das Rückenschmerzrisiko. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 2007, Jahrgang 58 Nr 12: 433-440
42. **Schochat T, Jäckel W H:** Prävalenz von Rückenschmerzen in der Bevölkerung. *Rehabilitation* 1998, 37: 216-223
43. **Schwarze S, Nothbohm G, Dupuis H, Hartung E:** Dosiskonzepte für Belastung und Beanspruchung durch Ganzkörperschwingungen. *Zentralblatt Arbeitsmedizin* 2003, 53: 15-23
44. **Sheard S C, Pethybridge R J, Wright J M, Macmillan G H G:** Back Pain in Aircrew – An Initial Survey. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1996, Vol 67, No 5: 474-477

45. **Spahn G, Hell A, Klinger H M, Langlotz A, Mückley T, Schiele R:** Prävalenz und assoziierte Faktoren des Rückenschmerzes bei Jugendlichen - Ergebnisse einer Querschnittsuntersuchung bei 2368 Adoleszenten. *Phys Rehab Kur Med* 2007, 17: 81-87
46. **Stevanovic S, Jovelic S:** Usefulness of the lumbar support cushion for pilots of military helicopters. *Vojnosanit Preg* 2000, 1 Nov-Dec, 57(6): 657-663
47. **Stochkendahl M J, Christensen H W, Hartvigsen J, Vach W, Haas M, Hestbaek L, Adams E, Bronfort G, Beyer L:** Manual examination of the spine: a systematic critical literature review of reproducibility. *J Manipulative Physiol Ther* 2006, 29: 475-485
48. **Thomae M K, Poteous J E, Brock J R, Allen G D, Heller R F:** Back Pain in Australian Military Helicopter Pilots: a Preliminary Study. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1998, Vol 69, No 5: 468-473
49. **Valenti M, Prosperini V, Falzano P, Hendel M, Raimondi P:** Vibrazione, dolore rachideo e attività motoria in categorie professionali a rischio: studio trasversale. *G Ital Med Lav Erg* 2004, 26:3: 180-182
50. **VDI Richtlinie 2057:** Einwirkungen mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Ganzkörperuntersuchungen. Blatt 1, Beuth Verlag GmbH Berlin Wien Zürich, 2002
51. **Wanek V, Brenner H, Novak P, Reime B:** Rückenschmerzen im Betrieb: Verbreitung, Zusammenhänge mit Arbeitsbedingungen und Änderungswünsche der Beschäftigten. *Gesundheitswesen* 1998, 60: 513-522
52. **Winfield D A:** Aircrew Lumbar Supports: An Update. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1999, Vol 70, No 4: 321-324

Anhang

1. Abkürzungen und Begriffserklärungen

bds.	beidseits
BG	Berufsgenossenschaft
BIA	Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz
BLD	Beinlängendifferenz
BM	Bordmechaniker/Techniker
BMI	Body Mass Index = Gewicht : Körpergröße in Metern ²
BRD	Bundesrepublik Deutschland
BSV	Bandscheibenvorfall
BWS	Brustwirbelsäule
CRN	chronische Rücken und Nackenschmerzen
DF	Dornfortsatz
Einsprechen	Der Pilot, welcher zum Beispiel nach unten oder zur Seite keine Sicht hat wird durch den, an der offenen Hecktür befindlichen, Bordtechniker per Funk geleitet
EMG	Elektromyogramm (Aufzeichnung von elektrischer Muskelaktivität)
et al.	et altera (und Andere)
etc.	et cetera (und weitere)
FP	Flying Pilot („fliegender Pilot“, welcher für die Steuerung zuständig ist)
Helicopter Hunch	„Hubschrauber-Buckel“, durch Sitzhaltung der Piloten
HP	Helicopter Pilot
HWS	Halswirbelsäule
HVBG	Hauptverband der Berufsgenossenschaften
Hz	Hertz (Kurzzeichen Hz) ist die SI-Einheit für die Frequenz. Die Einheit wurde nach dem deutschen Physiker Heinrich Rudolf Hertz benannt. Die Maßeinheit Hertz gibt die Anzahl der Schwin-

gungen pro Sekunde an, allgemeiner auch die Anzahl von beliebigen sich wiederholenden Vorgängen pro Sekunde. Dabei ist die Maßeinheit Hertz auf regelmäßig wiederkehrende Vorgänge – normalerweise Schwingungen – beschränkt (für die Winkelgeschwindigkeit, die als Einheit auch s^{-1} hat, ist Hz nicht zu verwenden). In der Schwingungsmesstechnik wird die Drehzahl einer Maschine in Hertz angegeben, man spricht dann von *Drehfrequenz*, technisch aber meist auf Umdrehungen in der Minute bezogen: 1 Hz = 60 rpm (die Angabe U/min ist nicht normgerecht)

i.d.R.	in der Regel
Inkl.	Inklination
ISG	Ileo-/Iliosakralgelenk (auch SIG: Sakroileakalgelenk genannt)
KFOR	Kosovo Forces, NATO-Einsatz im Kosovo
KJA	Kinn-Jugulum-Abstand
KSF	Knick-Senk-Fuß
KSSF	Knick-Senk-Spreiz-Fuß
LBP	Low Back Pain (Schmerzen des unteren Rückens)
li.	links
lev.	levator
LWS	Lendenwirbelsäule
M.	Musculus, Muskel
Mm.	Musculi, Muskeln
neg.	negativ/e
NFP	Non Flying Pilot („nicht fliegender Pilot“, der die Navigation etc. übernimmt)
ob.	oberer/oberes/oben
P	Pilot/en
pos.	positiv
Posture	Englisch für Zwangshaltung
re.	rechts
Rekl.	Reklination
Rot.	Rotation
s.a.	siehe auch

SGB VII	Sozialgesetzbuch VII
SFOR	Stabilization Forces, NATO-Einsatz in Bosnien
SSF	Senk-Spreiz-Fuß
T	Techniker/Bordmechaniker
Tender point	Schmerzender Druckpunkt im Muskel-/ Sehnenbereich an vorgegebener Lokalisation
Th	Thorakal, hier: thorakaler Wirbel = Brustwirbel
unt.	unteres/untere/unten
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VLF	Verantwortlicher Luftfahrzeugführer
WBV	Whole Body Vibration (Ganzkörperschwingung)
WFV	Wehrfliegerverwendungsfähigkeit (Grad I: Flugschüler, Grad II: Piloten, Grad III: Bordbesatzungsmitglieder)
WS	Wirbelsäule

2. Erhebungsbogen

Name, Vorname: _____ Datum: _____

Alter in Jahren: _____ Größe in cm: _____ Gewicht in kg: _____

BMI: _____ (1= 20-25; 2=25-27; 3=>27-30; 4=>30)

Händigkeit: _____ (1=re; 2=li)

Flugstunden auf Bell-UH 1D: _____ WFV-Grad: _____ (II=1; III=2)

Anzahl Kuren bisher: _____ Kur in den letzten zwei Jahren: _____ (1=ja; 2=nein)
Kurerfolg subjektiv: _____ (1=gut; 2=mäßig; 3=kaum)

Einsätze KFOR / SFOR in den letzten zwei Jahren in Monaten: _____

Allgemeine Beschwerden momentan (Infekt/Magen-Darm-Probleme/o.ä.): _____ (0=nein; 1= ja)
was: _____

Sport (Stunden / Woche): _____

davon Ausdauersport (Rad / Laufen / Schwimmen o.ä.): _____

Kraft- / Fitnessport: _____

Ball sport: _____

Rückenschule selbständig: _____ (1=ja; 0=nein)

Zeit pro Tag in Minuten: _____

Zeit pro Woche in Stunden: _____

Beschwerden Wirbelsäule: _____ (0=nie; 1=gelegentlich; 2=häufig; 3=immer)

z.B. Verspannungen / Bewegungseinschränkungen

Beschwerden momentan: _____ (0=nein; 1=ja) Ort: _____

Schmerzen Wirbelsäule: _____ (0=nie; 1=gelegentlich; 2=häufig; 3=immer)

Schmerzen momentan: _____ (0=nein; 1=ja)

Ort: __ (1=Hals/Nacken; 2=Brustwirbelsäule/Rippen/Brustbein; 3=Lendenwirbelsäule;

4=ISG/Hüfte/Po)

Kopfschmerzen: _____ (0=nie; 1=gelegentlich; 2=häufig; 3=immer)

Kopfschmerzen momentan: _____ (0=nein; 1=ja)

andere orthopädische Beschwerden: _____ (0=nein; 1=ja)

wo: _____ (1=Ellbogen; 2=Knie; 3=Füße; 4=Hüfte; 5=Schulter)

Bekannter Bandscheibenvorfall: _____ (0=nein; 1=ja) Ort: _____ (1=HWS; 2=BWS; 3=LWS)

Genaue Angabe, wenn bekannt: _____ (z.B. L4/L5=1; L5 / S1=2)

Operation: _____ (0=nein, 1=ja)

3. Untersuchungsbogen

Datum:

Verschlüsselungsnummer:

Allgemein:

Fett: _____ (0=wenig/kaum; 1=mittel/normal; 2=deutlich; 3=viel)

Muskulatur: _____ (0=wenig/kaum; 1=mittel; 2=gut ausgeprägt)

Beinlängendifferenz: _____ (0=nein; 1=<1cm; 2=<1cm; 3=>2cm)

Beckentiefstand: _____ (0=nein; 1=re.; 2=li.) in mm: _____

Schultertiefstand: _____ (0=nein; 1=re.; 2=li.)

Beinachse : _____ (0=orthograd; 1=Genua vara; 2=Genua valga)

Füße: _____ (0=normal, 1=Knickfüße (KF); 2=Senkfüße (SF); 3=Spreizfüße (SPF); 4=KSF; 5=SSPF; 6=KSSPF)

Wirbelsäule (WS):

a) Inspektion:

Seitabweichung WS: _____ (0=nein; 1=ja ohne Torsion; 2=ja mit Rippenbuckel re.(Skoliose); 3=ja m. Rippenbuckel li.)

FBA (Finger-Boden-Abstand) in cm: _____

Verkürzung ischiocrural: _____ (0=nein; 1=ja)

Verkürzung levator scapulae: _____ (0=nein; 1=ja)

Hyperlordose LWS: _____ (0=nein; 1=ja)

Hyperkyphose BWS: _____ (0=nein; 1=ja)

Flachrücken: _____ (0=nein; 1=ja)

b) Untersuchung:

Halswirbelsäule (HWS):

Stauchungsschmerz: _____ (0=nein; 1=ja)

Zugschmerz: _____ (0=nein; 1=ja)

Seitneigung: _____ (0=voll; 1=eingeschränkt re.; 2=eingeschränkt li.; 3=bds. eingeschränkt)

Normal-Null-Methode: _____/_____/_____ (Norm 45 / 0 / 45)

Rotation: _____ (0=voll; 1=eingeschränkt re.; 2=eingeschränkt li.; 3=bds. eingeschränkt)

Normal-Null-Methode: _____/_____/_____ (Norm 60-80 / 0 / 60-80)

Rotation in Inklination (oberes Segment): _____ (0=voll; 1=eingeschränkt re.; 2=eingeschränkt li.; 3=bds. eingeschränkt)

Normal-Null-Methode: _____/_____/_____ (Norm 45 / 0 / 45)

Inklination: _____ (0=voll; 1=eingeschränkt)

KJA (Kinn-Jugulum-Abstand) in cm: _____

Rotation in Reklination (unteres Segment): _____ (0=voll; 1=eingeschränkt re.; 2=eingeschr. li.; 3=bds. eingeschränkt)

Normal-Null-Methode: _____/_____/_____ (Norm 60 / 0 / 60)

Reklination: _____ (0=voll; 1=eingeschränkt) (Norm 35-45°)

Druckschmerz Dornfortsätze (DF): 1__2__3__4__5__6__7__ (0=nein; 1=ja)

Klopfeschmerz DF: 1__2__3__4__5__6__7__ (0=nein; 1=ja)

Insertionspunkte: re.: 1__2__3__4__5__6__7__ (0=neg.; 1=pos.)

li.: 1__2__3__4__5__6__7__ (0=neg.; 1=pos.)

Irritationspunkte: re.: 1__2__3__4__5__6__7__ (0=neg.; 1=pos.)

li.: 1__2__3__4__5__6__7__ (0=neg.; 1=pos.)

=> **Blockierungen HWS:** _____ (0=nein; 1=ja)
Anzahl: rechts: _____ links: _____ **gesamt:** _____

Brustwirbelsäule (BWS):

Ott: _____ (0=normal; 1=hypomobil; 2=hypermobil)
in cm: _____ / _____ (Norm 30-32 / 34 cm)
Schober: _____ (0=normal; 1=hypomobil; 2=hypermobil)
in cm: _____ / _____ (Norm 10-14 / 15 cm)
Rotation: ____ (0=normal; 1=eingeschränkt re.; 2=eingeschränkt li.; 3=bd. eingeschränkt)
Normal-Null-Methode: ____/____/____ (Norm: 30 / 0 / 30)
Seitneigung: ____ (0=voll; 1=eingeschränkt re.; 2=eingeschränkt li.; 3=bd. eingeschränkt)
Normal-Null-Methode: ____/____/____ (Norm: 30-40 / 0 / 30-40)

Segmentale Irritationspunkte:

Th. re.: 1__2__3__4__5__6__7__8__9__10__11__12__ (0=neg.; 1=pos.)

Th. li.: 1__2__3__4__5__6__7__8__9__10__11__12__ (0=neg.; 1=pos.)

Druckschmerz DF:

1__2__3__4__5__6__7__8__9__10__11__12__ (0=neg.; 1=pos.)

Klopfeschmerz DF:

1__2__3__4__5__6__7__8__9__10__11__12__ (0=neg.; 1=pos.)

paravertebraler Muskelhartspann: _____ (0=nein; 1=ja re.; 2=ja li.; 3=ja bds.)

Kibler-Falte: _____ (0=neg.; 1=pos. re.; 2=pos. li.; 3=pos. bds.)

=> **Blockierungen BWS:** _____ (0=nein; 1=ja)
Anzahl: rechts: _____ links: _____ **gesamt:** _____

Lendenwirbelsäule (LWS):

Segmentale Bewegungseinschränkung (in Flex./Rot. oder Ext./Rot.) _____ (0=nein; 1=ja)

Funktionelle segmentale Irritationspunkte re.: 1__2__3__4__5__ (0=neg.; 1=pos.)

li.: 1__2__3__4__5__ (0=neg.; 1=pos.)

Vorlaufphänomen: re.: 1__2__3__4__5__ (0=neg.; 1=pos.)

li.: 1__2__3__4__5__ (0=neg.; 1=pos.)

Druckschmerz DF: 1__2__3__4__5__ (0=neg.; 1=pos.)

Klopfeschmerz DF: 1__2__3__4__5__ (0=neg.; 1=pos.)

Lasègue: _____ (0=neg.; 1=pos. re.; 2=pos. li.)

=> **Blockierungen LWS:** _____ (0=nein; 1=ja)
Anzahl: rechts: _____ links: _____ **gesamt:** _____

Sakroileakalgelenk/Iliosakralgelenk (SIG/ISG):

Vorlaufphänomen: ____ (0=neg, 1=pos. re., 2=pos. li.)

Spinetest: _____ (0=neg.; 1=pos. re.; 2=pos. li.)

Variable Beinlängendifferenz (VBLD): _____ (0=neg.; 1=pos. re.; 2=pos. li.)

S1-Irritationspunkt: _____ (0=neg.; 1=pos. re.; 2=pos. li.)

S3-Irritationspunkt: _____ (0=neg.; 1=pos. re.; 2=pos. li.)

Federungstest S1: _____ (0=neg.; 1=pos.)

Federungstest S3: _____ (0=neg.; 1=pos.)

=> **Blockierungen ISG:** _____ (0=nein; 1=ja)
Anzahl: rechts: _____ links: _____ **gesamt:** _____

Hüfte:

Trochanterklopfschmerz: _____ (0=nein; 1=ja re.; 2=ja li.)

Beweglichkeit: _____ (0=frei; 1=eingeschränkt re.; 2=eingeschränkt li.; 3=bds. eingeschränkt)

Femurkopf-/Leistendruckschmerz: _____ (0=nein; 1=ja re.; 2=ja li.)

Stauchungsschmerz: _____ (0=neg.; 1=pos. re.; 2=pos. li.)

Rüttelschmerz: _____ (0=neg.; 1=pos. re.; 2=pos. li.)

4. Abbildungsverzeichnis

Bild 1. Bell UH-1 D in der Heeresversion.....	4
Bild 2. Sitzhaltung Pilot von rechts seitlich, Pilotensitz seitlich	5
Bild 3. Sitzhaltung Pilot von innen.....	6
Bild 4. Pilotenarbeitsplätze.....	7
Bild 5. Techniker bei „Einsprechen“ des Rotors.....	8
Bild 6. Techniker bei „Einsprechen“ der Landung und Beobachtung der Kufen beidseits	8
Bild 7. Techniker bei „Einsprechen“ der Landung von innen.....	9
Bild 8. Techniker liegend mit Stehhaltegurt und Weste.....	9
Abbildung 1. Flugstunden auf UH-1D bei Rechtshändern und Linkshändern, diese wiederum aufgeteilt nach Piloten und Bordmechanikern. Jeder Punkt stellt eine Person dar, deren Flugstunden links auf der y-Achse abzulesen sind.....	22
Abbildung 2. Anzahl der Personen nach Wochenstunden Rückenschulung und Wochenstunden Fitness und Kraftsport. Die Größe der Kreise entspricht der Anzahl der Personen, die Kreise sind nach WFV-Gradation (■ = II, Pilot, □ = III, Techniker) aufgeteilt.....	24
Abbildung 3. Anzahl und Prozentsatz der Personen mit wenig/kaum, mittel und gut ausgeprägter Muskulatur, bei solchen, die keine Kur und die 1-5 Kuren gemacht hatten.	25
Abbildung 4. Anzahl und Prozentsatz der Untersuchten mit momentanen Beschwerden oder Schmerzen an den drei angegebenen Lokalisationen. Die Säulen sind unterteilt nach Personen mit momentanen Schmerzen und solchen, die derzeit nur Beschwerden angaben.	26
Abbildung 5. Dauer der bisherigen KFOR- oder SFOR-Einsätze der Untersuchten, aufgeteilt nach den Wirbelsäulenbeschwerden. Jeder Punkt stellt einen Piloten oder Bordmechaniker dar. o.Beschw. = weder Beschwerden noch Schmerzen angegeben; geleg.B. = gelegentliche Beschwerden, keine Schmerzen; geleg. Sz. = gelegentlich Schmerzen; häufig Sz. = häufig Schmerzen.	28
Abbildung 6. Mittlere Stundenanzahl pro Woche, die die Untersuchten auf die genannten Sportarten verwenden. Die Balken begrenzen die Standardabweichung des Mittelwertes. Rückensch. = selbständige Rückenschule. ○ = Untersuchte ohne Wirbelsäulenbeschwerden, ● = gelegentliche Wirbelsäulenbeschwerden, ◻ = gelegentlich Wirbelsäulenschmerzen, ◼ = häufig Wirbelsäulenschmerzen.	29
Abbildung 7. Alter und Wirbelsäulenschmerz, aufgeteilt nach Untersuchten ohne und mit Bandscheibenvorfall. Dargestellt ist der Mittelwert des Alters mit der Standardabweichung des Mittelwertes.	30
Abbildung 8. Anzahl und Prozentsatz der untersuchten Personen mit Null bis 4 Blockierungen der Halswirbelsäule.....	36
Abbildung 9. Anzahl der Blockierungen nach Körperseite und Tätigkeit. Die Kreisflächen stellen die Zahl der Untersuchten in der Blockierungsgruppe dar. Jeder Kreis ist nach Tätigkeit unterteilt. ■ = Piloten, □ = Techniker. Die schräge Linie verbindet die Personen mit symmetrischer Blockierungszahl.	39

Abbildung 10. Anzahl der Untersuchten nach Anzahl der rechten und linken Blockierungen der Brustwirbelsäule. Auf der schrägen Linie = gleich viele Blockierungen rechts und links, rechts unten = mehr rechte als linke Blockierungen, links oben = mehr linke als rechte Blockierungen.....	45
Abbildung 11. Piloten und Bordmechaniker mit verschiedener Anzahl von Blockierungen der Brustwirbelsäule rechts und links. Die Kreisflächen entsprechen der Anzahl der Personen. Die Kreise sind nach Piloten und Bordmechanikern unterteilt. □ = Piloten, ■ = Techniker.	49
Abbildung 12. Anzahl Blockierungen der LWS aufgeteilt nach Patienten mit und ohne Bewegungseinschränkung. Jeder Punkt stellt eine Person dar, deren Blockierungs-Anzahl man auf der y-Achse abliest.....	52
Abbildung 13. Blockierungen und Anzahl Kuren. Die Kreisflächen entsprechen der Anzahl der untersuchten Personen. Jeder Kreis ist eingeteilt nach der Beurteilung der Kur. Nicht beschriftete Kreise stellen eine Person dar. Keine Angabe zum Kurerfolg gibt es neben den Patienten, die bisher keine Kur gebraucht hatten, auch bei 2 Personen nach 2 Kuren.	55
Abbildung 14. Zeit für Fitness und Kraftsport im Vergleich von Untersuchten mit negativem und mit positivem Spinetest links.....	60

Besonders danken möchte ich:

Professor Dr. med. Friedrich W. Schardt

für die Ermöglichung dieser interessanten Arbeit und die stets wohlwollende und gute Zusammenarbeit.

Professor Dr. med. Jochen Eulert

für die Übernahme der Zweitkorrektur

Frau Dr. Imme Haubitz

für ihre tatkräftige Unterstützung und ihr Engagement bei der statistischen Auswertung und Gestaltung

Den Angehörigen des Transporthubschrauberregimentes 30 Niederstetten

für ihre Unterstützung und ihr Vertrauen

Dr. med. Nicole Nellen-Hellmuth

für die wunderbare Partnerschaft und die Freiräume, die sie mir gewährt

Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Hans-Jörg Sebastian Hellmuth
Geburt: 16.07.1967 in München
Mutter: Alice Marie Hellmuth, geb. Meyrahn, MTA
Vater: Ernst Georg Hellmuth, Frauenarzt
Geschwister: Nicole und Carsten Hellmuth
Ehefrau: Dr. med. Nicole Nellen-Hellmuth, Kinder- und Jugendärztin
Kinder: Ian-Felix, Kolja, Aileen

Schulbildung:

08/73-06/76: Grundschule in Laupheim
08/76-06/77: Grundschule in Hardheim
09/77-06/87: Karl-Ernst-Gymnasium in Amorbach

Hochschulausbildung:

10/89-08/92: Freie Universität in Westberlin; Vorklinischer Abschnitt
08/92-11/96: Julius-Maximilians- Universität Würzburg; Klinischer Abschnitt und
Praktisches Jahr (Innere Medizin, Chirurgie, Orthopädie)
02/06/98: Erhalt der Approbation als Arzt

Berufliche Tätigkeit:

10/87-09/89: Zeitsoldat für 2 Jahre als Reserveoffizieranwärter im Sanitätsdienst
01/10/92: Wiedereinstellung in die Bundeswehr als Sanitätsoffizieranwärter
12/96-01/99: Arzt im Praktikum und Assistenzarzt am Bundeswehrkrankenhaus in
Amberg (Chirurgie, Orthopädie und der Inneren Medizin)
1996-2005: Teilnahme an vielen Auslandseinsätzen der Bundeswehr/NATO/UNO als
Sanitäter/Arzt (Bosnien, Kosovo, Irak, etc.)
01/97-04/03: Mannschaftsarzt des ERSC Amberg (Profi-Eishockeyteam)
seit 1999: Sportmedizinische Betreuung von Leistungssportlern aus den Bereichen
Schwimmen, Triathlon, Basketball, Eishockey, Skifahren etc.
02/99-07/99: Weiterbildungsassistent Allgemeinmedizin, Dr. Heppner, Würzburg
03/99: Erlangung der Zusatzbezeichnung Chirotherapie (252 Std. über 3 Jahre)
08/99-03/00: Weiterbildungsassistent Allgemeinmedizin, StOSanZ Hammelburg
04/00-09/05: Truppenarzt/Fliegerarzt Transporthubschrauberregiment 30 Niederstetten
01/01: Erlangung der Zusatzbezeichnung Sportmedizin nach Curriculum
05/01: Anerkennung als Facharzt für Allgemeinmedizin
05/02: Erlangung des Zertifikats für Reise und Tropenmedizin (CRM)
06/02: Anerkennung als fliegerärztliche Untersuchungsstelle
07/02: Ermächtigung zur Durchführung von Gelbfieberschutzimpfungen
01/03: Erlangung der Fachkunde Notfallmedizin
12/03: Erlangung der Qualifikation Ernährungsmedizin
10/04: Befugnis zur Weiterbildung Allgemeinmedizin (Baden-Württemberg)
05/05: Erlangung der Zusatzbezeichnung Notfallmedizin

08/05: Erlangung der Zusatzbezeichnung Betriebsmedizin
09/05: Erlangung der Zusatzbezeichnungen Flugmedizin und Akupunktur
09/09/05: Ausscheiden aus der Bundeswehr
seit 10/05: Niederlassung als Jobsharing-Partner in der Gemeinschaftspraxis für Allgemeinmedizin Dr. W. Heppner und H-J Hellmuth in Würzburg,
Akademische Lehrpraxis der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
seit 09/07 Befugnis zur Weiterbildung Allgemeinmedizin (Bayern)

Würzburg, Mai 2008