

Aus dem Institut und Poliklinik für Arbeits-,
Sozial- und Umweltmedizin,
Klinikum der Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. Dennis Nowak

**Präventionsmaßnahmen bei physischen Belastungen im Fertigungsbereich – Airplane Door Systems / Produktionslinien Long Range Passagiertüren und Notausstiegstüren – bei
Airbus Helicopters Deutschland GmbH**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von
Sabine Sturm
aus
Regen

2015

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. med. Dennis Nowak
Mitberichterstatter:	Priv. Doz. Dr. Holger Dressel
	Priv. Doz. Dr. Johannes Scherr
Mitbetreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Dr. med. Uta Ochmann
Dekan:	Prof. Dr. med. dent. Reinhard H.
Tag der mündlichen Prüfung:	08.10.2015

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	4
1.1 Hintergrund	4
1.2 Fragestellung	9
1.3 Studiendesign	9
1.4 Zeitplan	11
2 Methoden	14
2.1 Leitmerkmalmethode	14
2.2 Probandenauswahl	17
2.3 Messung der Muskelkraft	18
2.4 Anamneseerhebung und körperliche Untersuchung	19
2.5 Präventionstraining und Anwendungsphase	24
3 Ergebnisse	34
3.1 Analyse der Arbeitsplätze nach LMM	34
3.2 Kollektiv	38
3.2.1 Anamnestische Angaben zu Rückenschmerzen bei Erstuntersuchung	40
3.2.2 Ärztliche Befunde bei Erstuntersuchung	41
3.2.3 Anamnestische Angaben zur Abschlussuntersuchung	41
3.2.4 Ärztliche Befunde bei Abschlussuntersuchung	42
3.3 Ergebnisse der Messungen der Muskelkraft	43
3.3.1 Rückenmuskulatur	45
3.3.2 Bauchmuskulatur	50
3.3.3 Korrelationen zwischen Kraft von Bauch- und Rückenmuskulatur	54
3.3.4 Einflussfaktoren für Kraftzuwachs	55
4 Diskussion	57
4.1 Studiendesign	57
4.2 Arbeitsplatzanalyse nach LMM	60
4.3 Kollektiv	60
4.4 Outcome der Intervention	61
4.5 Feedback der Mitarbeiter aus dem Fertigungsbereich	62
4.6 Ausblick	63
5 Zusammenfassung	65
6 Verzeichnisse	68

6.1 Literaturverzeichnis	68
6.2 Abbildungsverzeichnis.....	71
6.3 Tabellenverzeichnis	72
7 Anhang.....	73
8 Danksagung	83

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Krankheiten des Muskel-Skelett-Systems und des Bindegewebes haben eine hohe Prävalenz in der Allgemeinbevölkerung (1-4). Die meisten Menschen erfahren irgendwann einmal im Laufe ihres Lebens Schmerzen im unteren Rückenbereich. Zudem nehmen Häufigkeit und Ausmaß der körperlichen Einschränkung durch untere Rückenschmerzen weltweit zu (5).

Man geht davon aus, dass die Lebenszeitprävalenz zwischen 60% und 85% liegt, und nahezu jeder Arbeitnehmer im Laufe seines Berufslebens betroffen ist, Frauen und Männer dabei gleichermaßen häufig (2, 6-13). In Großbritannien liegt die 1-Jahres-Prävalenz bei 49%, in den nordischen Ländern die 1-Monats-Prävalenz für untere Rückenschmerzen bei 35% (1).

Die volkswirtschaftlichen Folgen sind erheblich (13). In Deutschland sind 23% aller Arbeitsunfähigkeitstage bei gesetzlich Krankenversicherten auf musculoskeletale Krankheitsbilder zurückzuführen. Die geschätzten Produktionsausfallkosten liegen bei 12 Milliarden Euro jährlich ([http://www.baua.de/de/Informationen-für-die-Praxis/Statistiken/Arbeitsunfaehigkeit/Kosten.html](http://www.baua.de/de/Informationen-fuer-die-Praxis/Statistiken/Arbeitsunfaehigkeit/Kosten.html)) (12, 14-16).

Bei Industriearbeitern werden Jahresinzidenzen von unspezifischen Rückenschmerzen im lumbalen Bereich von 2% beschrieben (17).

Rückenschmerzen werden in Abhängigkeit von der Ursache in spezifische und unspezifische Rückenschmerzen klassifiziert [Nationale Versorgungsleitlinie Kreuzschmerz]. Erstere können auf Infektionen, Tumorerkrankungen, Osteoporose, Frakturen oder Bandscheibenvorfälle zurückgeführt werden und sind nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Letztere sind dem Verständnis eines psychosozialen Krankheitsmodells folgend multifaktorieller Genese.

Dabei konnten mehr als 100 Risikofaktoren identifiziert werden (18). Eine Vielzahl von Studien belegen, dass neben psychosozialen Einflussfaktoren (19-22) physische Belastungen wie häufige repetitive Rückenbeanspruchungen, Arbeiten in ungünstigen Positionen, häufiges Vorbeugen oder Drehen, langes Stehen und Heben oder Tragen von schweren Lasten zu einer erhöhten Morbidität führen (18, 22-26). Diese Effekte zeigen sich unabhängig von genetischen Einflüssen und

Umweltfaktoren (18, 27). Aber auch individuelle Eigenschaften spielen eine Rolle (8).

Ätiologisch bedeutend sind hierbei oftmals Faktoren, die mit dem Arbeitsplatz assoziiert sind. Berufliche körperliche Belastung gilt als Risikofaktor für untere Rückenschmerzen, auch wenn immer noch über den Evidenzgrad diskutiert wird (28). Die Evidenz für einen Zusammenhang zwischen körperlicher Belastung und Erkrankungen des muskuloskeletalen Systems ist komplex und häufig schwach, zum Teil sogar widersprüchlich. Es besteht der allgemeine Konsens, dass arbeitsbezogene körperliche Belastung nur teilweise die hohe Prävalenz dieses Problems erklären kann (5, 29). Es ist hier insbesondere die hohe Hintergrundprävalenz und Rückfallquote unterer Rückenbeschwerden in der erwachsenen Allgemeinbevölkerung zu berücksichtigen (29).

Trotzdem können etwa 30% aller Fälle von unteren Rückenschmerzen einer beruflichen Exposition zugeordnet werden (25). Zu den beruflichen Expositionsfaktoren gehören insbesondere ungünstige Rückenhaltungen, körperliche Anstrengung inklusive manueller Arbeit bei der Handhabung von Gegenständen oder Menschen, vor allem durch häufiges Heben, sowie die Exposition gegenüber Ganzkörpervibrationen (2, 7, 25). Dabei steigt das Risiko für untere Rückenschmerzen zusätzlich, wenn eine Kombination dieser einzelnen ergonomischen Risikofaktoren vorliegt, also beispielsweise manuelle Arbeit oder körperliche Anstrengung in Kombination mit ungünstigen Rückenhaltungen (25). Häufiges Heben konnte als Risikofaktor für erneutes Auftreten von unteren Rückenschmerzen identifiziert werden und ist ein ausschlaggebender Faktor für den Übergang von akuten zu chronischen Rückenschmerzen (2). Bestimmte Berufe oder auch bestimmte Arbeitsaufgaben scheinen dabei ein höheres Risiko für untere Rückenschmerzen zu beherbergen (5).

Zu den am einheitlichsten berichteten Prädiktoren für Langzeitkrankheit infolge unterer Rückenschmerzen gehören: Alter über 50 Jahre, ein hohes Maß an Schmerzintensität, weibliches Geschlecht, ein in Selbsteinschätzung hohes Maß an Einschränkung körperlicher Funktionen, Ischialgien, soziale oder psychische Probleme, niedrige Erwartungen, an den Arbeitsplatz zurückzukehren, niedrige Arbeitszufriedenheit, wiederkehrende Arbeitsunfähigkeitszeiten, Beschäftigungslosigkeit und wirtschaftlicher Nutzen (zum Beispiel Rente) (3).

Doch nicht nur bei Erwachsenen steigt die Häufigkeit von Erkrankungen des Bewegungsapparates, auch bei Jugendlichen (Alter 10 bis 19 Jahre nach der Definition der WHO = World Health Organization) kann eine Zunahme muskuloskeletterer Beschwerden in den vergangenen Jahren beobachtet werden (30). Die Prävalenz von unteren Rückenschmerzen steigt dabei hauptsächlich zwischen 15 und 20 Jahren deutlich an und es besteht ein direkter Zusammenhang zum weiblichen Geschlecht, schnellem Wachstumsschub, früher Degeneration der Bandscheiben, Übergewicht, Rauchen, einem hohen Maß an körperlicher Aktivität in der Freizeit und psychosozialen Risikofaktoren (30). Diese führen in der Regel zu anhaltenden Symptomen im Erwachsenenalter, so dass in Zukunft eine noch höhere Belastung der Gesellschaft infolge Beschwerden des unteren Rückenbereiches zu erwarten ist (30). Das unterstreicht die Notwendigkeit einer entsprechenden Prävention nicht nur bei erwachsenen oder älteren Arbeitnehmern, sondern insbesondere auch in der Gruppe der Auszubildenden, um spätere Probleme diesbezüglich zu vermeiden.

Im Rentenalter liegt eine höhere Prävalenz für Episoden von schwerwiegenden Rückenschmerzen vor und die Häufigkeit von Rückenproblemen steigt mit zunehmendem Lebensalter (28).

Neben den bereits erwähnten physischen Belastungsfaktoren ist auch arbeitsbezogener psychosozialer Stress von ätiologischer Bedeutung für die Entstehung von unteren Rückenschmerzen (5, 22, 25). Arbeitsbelastung („job strain“) ist nach dem Anforderungs-Kontroll-Modell („job demand control model“) nach Karasek definiert als eine Kombination von hohen psychologischen Arbeitsanforderungen und niedrigem Entscheidungsspielraum („job control“). Eine Assoziation von „job strain“ und unteren Rückenschmerzen konnte in zwei prospektiven und zwei Querschnittsstudien gezeigt werden (18, 25). Ein schlechtes psychosoziales Arbeitsumfeld, Unzufriedenheit mit der Arbeit, Monotonie, hohe psychische Anforderungen und fehlende soziale Unterstützung sind ebenso assoziiert mit unteren Rückenschmerzen und Entwicklung einer Chronizität, obwohl hier zum Teil widersprüchliche Ergebnisse berichtet werden (5, 7, 18). Eine Studie von Kulin und Reaston konnte mit hohem Evidenzgrad belegen, dass psychosoziale Faktoren im Allgemeinen mehr Einfluss auf die Entstehung arbeitsassozierter Nacken- und unterer Rückenschmerzen haben als biomechanische Faktoren. Auffällig ist,

dass die Prävalenz von Persönlichkeitsstörungen bei Patienten mit chronischen Rückenschmerzen deutlich höher ist als in der Allgemeinbevölkerung, diese liegt nämlich bei 70% im Vergleich zu 10-13% in der Allgemeinbevölkerung (31).

Die Prognose von unkomplizierten Rückenschmerzen ist insgesamt gut. Bei der Mehrheit aller Patienten sind diese zeitlich begrenzt, etwa 90% aller Patienten stellt die Behandlung durch den Allgemeinarzt innerhalb eines Monats nach Beginn der Therapie ein und etwa 80% erholen sich innerhalb von sechs Wochen ausreichend, um ihre Arbeit wieder aufnehmen zu können (2). Dabei ist meist keine spezifische Therapie notwendig, die meisten Betroffenen genesen innerhalb weniger Tage oder Wochen ohne spezielle Maßnahmen (6, 18).

Allerdings ist die Rezidivrate für untere Rückenschmerzen relativ hoch. 60% aller Rückenpatienten aus Allgemeinarztpraxen erleiden einen Schmerzrückfall innerhalb eines Jahres. Die jährliche Rückfallquote variiert zwischen 64% und 77%, wobei nur wenige Arbeitnehmer über eine dauernde An- oder Abwesenheit von unteren Rückenschmerzen innerhalb eines 4-Jahres-Zeitraumes berichten (2). Meistens kommt es zu wiederholten Schmerzepisoden (4). Hierbei spielen auch psychische Faktoren eine große Rolle. Die Angst vor einem erneuten Schmerzergebnis verdoppelt dabei fast das Risiko einer erneuten Episode von unteren Rückenschmerzen (8).

Des Weiteren besteht auch die Gefahr der Chronifizierung (Schmerzen und körperliche Einschränkung länger als 3 Monate). Es besteht eine ansteigende Prävalenz chronischer Schmerzen und man schätzt, dass etwa 15% der erwachsenen Allgemeinbevölkerung betroffen sind. Diese verursachen jedoch etwa 80% der Kosten im Gesundheitswesen aufgrund von Rückenschmerzen. Gerade für diese Gruppe sind entsprechende Arbeitsplatzinterventionen erforderlich (4, 21, 32, 33).

Therapeutisch steht neben der Edukation die Förderung der körperlichen Aktivität sowohl beim akuten als auch beim chronischen unspezifischen Rückenschmerz im Vordergrund (34). Kurzzeitig kann eine begleitende medikamentöse Schmerztherapie notwendig sein, um den Circulus vitiosus von schmerzbedingter Inaktivität zu durchbrechen [Versorgungsleitlinie Kreuzschmerz]. Insbesondere

Bewegungsprogramme mit einem verhaltenstherapeutischen Ansatz fördern eine schnellere Rückkehr zur Arbeit (4). Kontraindikationen ergeben sich allenfalls aus der einer Operationsindikation (35).

Dabei scheint eine Kombination von manueller Therapie, therapeutischen Übungen und Maßnahmen der Gesundheitserziehung bei Normalgewichtigen am effektivsten zu sein, sie führen zu einer Schmerzreduktion, Verbesserung der körperlichen Funktionsfähigkeit, der Arbeitsfähigkeit, Verminderung von Depression und Angst vor Schmerzen sowie zur Verbesserung der allgemeinen Gesundheit (4, 9, 36-40).

Die „European Guidelines for Management of Chronic Non-Specific LBP (= low back pain)“ empfehlen eine Übungstherapie unter Aufsicht als Therapie erster Wahl bei chronischen unteren Rückenschmerzen (4).

Eine pragmatische und praxisnahe Evaluationsmethode von muskuloskelettalen Beschwerden im betrieblichen Setting wurde von Spallek und Mitarbeitern entwickelt (41). Die Ergebnisse einer von Spallek und Mitarbeitern in der Automobilindustrie durchgeführten Studie unterstreichen die Wichtigkeit eines individuellen Trainings am Arbeitsplatz sowie von ergonomischen Präventionsmaßnahmen, individuellen Gymnastikübungen und Rehabilitationsprogrammen (24). Weitere Studien konnten belegen, dass sich durch regelmäßig durchgeführte Gymnastikübungen sowohl krankheitsbedingte Fehltage (6, 42) als auch die Rezidivrate von unteren Rückenschmerzen reduzieren lassen (6).

Auch die Primärprävention von Rückenschmerzen basiert im Wesentlichen auf einer Steigerung der körperlichen Aktivität. Hierbei sollten die motorischen Grundeigenschaften Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit, Schnelligkeit und Koordinationsfähigkeit gefördert werden [Nationale Versorgungsleitlinie]. Auch im Hinblick auf den demographischen Wandel in der Arbeitswelt und entsprechend zu erwartenden steigenden Beschwerden im physischen Bereich erhärtet sich die Notwendigkeit zur Konzipierung geeigneter Präventionsmaßnahmen.

1.2 Fragestellung

Der konkrete Hintergrund zur Konzipierung von Präventionsmaßnahmen im Rahmen dieses Projektes waren vermehrt geklagte Beschwerden der Mitarbeiter des Fertigungsbereiches „Long Range Passagiertüren und Notausstiegstüren“ bezüglich hoher Arbeitsbelastung und Rückenproblemen.

Die Studie soll folgende Fragen beantworten:

- Welche physischen Belastungen bzw. subjektiven Beschwerden und objektiven pathologischen Befunde bei der orthopädischen Untersuchung bestehen bei Mitarbeitern im Fertigungsbereich „Long Range Passagiertüren und Notausstiegstüren“?
- Lassen sich diese Belastungen durch entsprechende Bewegungsübungen und physiotherapeutische Maßnahmen verbessern?
- Wie wirken sich die physiotherapeutischen Maßnahmen auf die Gesundheit der Probanden aus?
- Lassen sich aus den Ergebnissen langfristige Konzepte zur Prävention ableiten und können diese auch auf andere Fertigungsbereiche des Unternehmens ausgedehnt werden?

1.3 Studiendesign

In einer Voruntersuchung wurden 101 Arbeitsplätze im Fertigungsbereich „Long Range Passagiertüren und Notausstiegstüren“ nach der Leitmerkmalmethode (im Folgenden kurz LMM) durch den Projektleiter (Ingenieur und geschulter Ergonom) des betreffenden Fertigungsbereiches unter dem Gesamtbereichsleiter zusammen mit entsprechend instruierten Mitarbeitern des Fertigungsbereiches analysiert, um die bestehenden Belastungen und Arbeitsbedingungen beurteilen und vergleichen zu können. Davon befanden sich 24 Arbeitsplätze im Bereich Struktur 1, 13 im Bereich Struktur 2, 15 im Bereich Lackierer, 27 im Bereich Kinematik und 22 im Bereich Notausstiegstürenfertigung.

Anschließend wurde eine klinische prospektive Interventionsstudie mit prä- / post-Design durchgeführt. Die Zustimmung der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der LMU lag vor. Jeder Studienteilnehmer willigte schriftlich in die Teil-

nahme am Projekt ein (siehe Anhang, Abbildung 39: Einverständniserklärung und datenschutzrechtliche Einwilligung).

Zu Beginn erfolgten eine fragebogenunterstützte ärztliche Anamneseerhebung zu Vorerkrankungen, aktuellen Beschwerden und subjektiver Schmerzsymptomatik in Kombination mit einer ärztlichen Funktionsuntersuchung der Wirbelsäule sowie Messungen der Kraft der Rumpf- und Rückenmuskulatur (siehe Anhang, Abbildung 41: Ärztlicher Anamnese- und Untersuchungsbogen).

Als externer Partner für die Interventionen konnte die in Donauwörth ansässige Praxis für Rehabilitation und Physiotherapie „Reha-Fit GbR“ gewonnen werden. Diese entwickelten ein entsprechendes Konzept von Bewegungsübungen zunächst als Grundübungen für alle teilnehmenden Mitarbeiter.

Die Phase 1 der Intervention (Präventionstraining) bestand aus Bewegungsübungen unter physiotherapeutischer Anleitung mit Gruppen- und Einzelschulungen siebenmal innerhalb von 8 Wochen.

Im Anschluss hatten die Mitarbeiter über 9 Wochen weiterhin einmal pro Woche die Möglichkeit, für jeweils 20 Minuten während der Arbeitszeit gruppenweise die erlernten Übungen durchzuführen (Phase 2 der Intervention = 1. Anwendungsphase). Im Verlauf dieser Phase 2 wurden zwischenzeitlich durch die Physiotherapeuten spezifische, den individuellen Anforderungen des Arbeitsplatzes angepasste Übungen entwickelt.

Danach trainierten die Physiotherapeuten die Teilnehmer an zwei Terminen bezüglich der spezifischen Bewegungsübungen. In der darauffolgenden Phase 3 (= 2. Anwendungsphase) bestand für die Mitarbeiter weiterhin die Möglichkeit, einmal wöchentlich die Grundübungen und spezifischen Übungen durchzuführen. Nach 9 Wochen 1. Anwendungsphase erfolgte eine Zwischenevaluation mit Befragung der Studienteilnehmer und erneute Messung der Kraft der Rumpf- und Rückenmuskulatur.

13 Wochen nach der Zwischenevaluation wurden eine ärztliche Abschlussuntersuchung mit Erhebung der aktuellen Beschwerden und subjektiven Schmerzsymptomatik in Kombination mit einer ärztlichen Funktionsuntersuchung der Wirbelsäule sowie Messungen der Kraft der Rumpf- und Rückenmuskulatur durchgeführt.

1.4 Zeitplan

Im Dezember 2012 fanden zur Projektdefinition und -planung mehrere Besprechungen zusammen mit Vorgesetzten und Tuto ren des Fertigungsbereiches, Vertretern der Arbeitssicherheit und Arbeitsmedizin, des Betriebsrates sowie externer Partner für Rehabilitation und Physiotherapie statt. In Kooperation sämtlicher Beteiligter wurden ein Zeitplan entwickelt und spezielle Belastungsgruppen innerhalb des Fertigungsbereiches definiert.

In der zweiten Januarwoche 2013 erfolgte eine Informationsveranstaltung für alle Mitarbeiter zum geplanten Projektablauf, Hintergrund des Projektes, Zielsetzungen, Zeitplan sowie Projektorganisation. Der im betreffenden Bereich als Ingenieur tätige Projektleiter gab hierzu entsprechende Informationen, die „Reha-Fit GbR“ stellte ihr geplantes Konzept dazu vor und Vertreter der Arbeitsmedizin, Arbeitssicherheit und des Betriebsrates ergänzten diese Informationen.

Am 31.01.2013 wurden die Anfangsmessungen am spine-MAXX-Gerät der Firma Schnell (siehe Abbildung 1: spine-MAXX-Gerät der Firma Schnell) in Kombination mit einer ersten ärztlichen Untersuchung und Anamneseerhebung durchgeführt.



Abbildung 1: spine-MAXX-Gerät der Firma Schnell

In der anschließenden Präventions- und 1. Anwendungsphase fanden in Abstimmung mit dem Fertigungsbereich in der Regel einmal wöchentlich donnerstags Ausgleichsübungen unter Anleitung eines Physiotherapeuten statt. Diese Zeit wurde den Mitarbeitern als Arbeitszeit angerechnet. Die genauen Termine hierzu waren folgende: 14.02., 21.02., 28.02., 14.03., 21.03., 28.03. und 04.04.2013. Ein für den 07.03.2013 vorgesehener Termin musste aufgrund doppelter Raumbelegung entfallen. Im Anschluss konnten die Mitarbeiter über einen Zeitraum von insgesamt 9 Wochen die erlernten Übungen selbstständig einmal wöchentlich für 20 Minuten durchführen.

Am 18.04.2013 fand ein Treffen des Lenkungsausschusses (Vertreter des werksärztlichen Dienstes, der Arbeitssicherheit, des Betriebsrates und des Fachbereiches sowie Physiotherapeuten der Reha-Fit GbR) zur Besprechung des Projektstandes und des weiteren Prozedere statt.

Um je nach bestehender körperlicher Belastung gezieltere Übungen entwickeln zu können, erfolgte am 11.04. und 25.04.2013 eine Analyse der einzelnen Arbeitsplätze. Teilnehmer waren hier der die Übungen entwickelnde und die Mitarbeiter anleitende Physiotherapeut der „Reha-Fit GbR“, ein Meister des Fertigungsbereiches zur Erklärung der Tätigkeiten an den jeweiligen Arbeitsplätzen und ein Vertreter der Arbeitsmedizin. Hier erfolgten auch gezielte Befragungen der Mitarbeiter zu subjektiv empfundenen Belastungen oder Beschwerden ausgehend vom Arbeitsplatz.

Am 06.06.2013 wurde dann die Zwischenmessung mit Hilfe des spine-MAXX-Gerätes (siehe Abbildung 1) durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt erfolgte keine erneute körperliche Untersuchung, jedoch eine kurze Befragung der Mitarbeiter bezüglich etwaiger Beschwerden und deren subjektive Bewertung der Maßnahmen.

Am 13.06. und 27.06.2013 wurden die zwischenzeitlich durch die Physiotherapeuten entwickelten neuen Übungen, angepasst an die jeweilige Belastungsgruppe, den betroffenen Mitarbeitern demonstriert und eingeübt.

Im weiteren Verlauf waren dann die Mitarbeiter in der sogenannten 2. Anwendungsphase angehalten, eigenständig die Übungen durchzuführen, dabei waren weiterhin einmal wöchentlich je 20 Minuten pro Gruppe fest während der Arbeitszeit vorgesehen. Die Anwendungsphase erstreckte sich zeitlich gesehen bis zur Abschlussmessung und -untersuchung, also über einen Zeitraum von insgesamt 9 Wochen. Unterbrochen war diese Zeit durch einen zweiwöchigen Betriebsurlaub im Sommer.

Die Endmessung mit Hilfe des spine-MAXX-Gerätes und die anschließende Abschlussuntersuchung durch den werksärztlichen Dienst wurden am 05.09.2013 analog der am 31.01.2013 durchgeführt.

Am 01.10.2013 fand schließlich eine Abschlusspräsentation mit anschließender Diskussion des Lenkungsausschusses zum Projekt statt. Teilnehmer waren der Projektleiter, die Physiotherapeuten der „Reha-Fit GbR“, Vertreter der Arbeitssicherheit, der Arbeitsmedizin, des Betriebsrates sowie des Fertigungsbereiches.

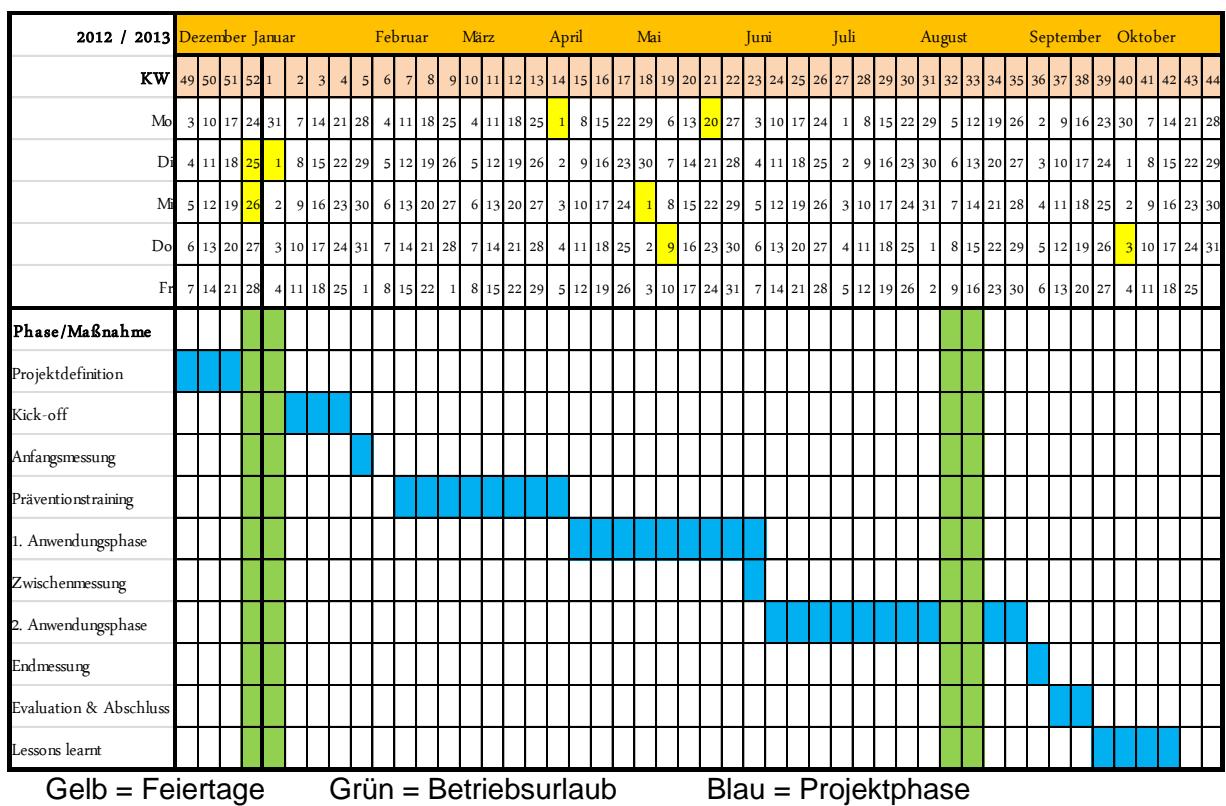


Abbildung 2: Zeitplan des Projektes

2 Methoden

2.1 Leitmerkmalmethode

Wenn an Arbeitsplätzen eine Gefährdung von Mitarbeitern bei der manuellen Handhabung von Lasten nicht sicher auszuschließen ist, muss auf Grundlage des Arbeitsschutzgesetzes (§§ 5 und 6) und der Lastenhandhabungsverordnung (§ 2) eine Beurteilung der Arbeitsbedingungen durchgeführt werden. Für diese Gefährdungsbeurteilung empfehlen die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und der Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) die Leitmerkmalmethode.

Die LMM ist ein orientierendes Verfahren, das ohne besondere arbeitswissenschaftliche Vorkenntnisse angewendet werden kann. Voraussetzung für die Anwendung der LMM ist eine gute Kenntnis der zu beurteilenden Tätigkeit, am besten erfolgt die Analyse also in unmittelbarer Zusammenarbeit mit dem betreffenden Mitarbeiter. Ergonomische oder sicherheitstechnische Zusatzkenntnisse sind nicht erforderlich, so dass die LMM nach kurzer Instruktion auch von nicht ergonomisch Geschulten in kurzer Zeit erlernt und angewendet werden kann.

Als Bewertungsgrundlage dienen biomechanische Wirkungsmechanismen und Dosismodelle. Die tatsächliche interne Belastung der Lendenwirbelsäule hängt dabei von der Oberkörpervorneigung und dem Lastgewicht ab und nimmt mit steigender Belastungsdauer und -häufigkeit, Seitneigung und / oder Verdrehung der Wirbelsäule zu. Die LMM basiert auf einem Beurteilungsverfahren des National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). Während beim NIOSH-Verfahren sieben verschiedene Sachverhalte am Arbeitsplatz zu erfassen sind, wurde diese beim LMM-Verfahren zu vier Sachverhalten = Leitmerkmalen zusammengefasst:

- Zeitdauer / Häufigkeit
- Lastgewicht
- Körperhaltung und
- Ausführungsbedingungen

Die Beurteilung erfolgt dabei für Teiltätigkeiten in Bezug auf einen Arbeitstag. Falls innerhalb einer Teiltätigkeit Lastgewichte und / oder Körperhaltungen wech-

seln, müssen Mittelwerte gebildet werden. Treten innerhalb einer Gesamttätigkeit mehrere Teiltätigkeiten mit deutlich unterschiedlichen Lastenhandhabungen auf, sind diese getrennt einzuschätzen und zu dokumentieren. Die Aussagefähigkeit der LMM ist für die Bewertung mehrerer Teiltätigkeiten geringer, hier sind meist weitere arbeitsanalytische Verfahren erforderlich.

Praktische Durchführung der LMM

Schritt 1: Bestimmung der Zeitwichtung

Diese erfolgt getrennt für drei mögliche Formen der Lastenhandhabung:

1. Tätigkeiten mit regelmäßigem Wiederholen kurzer Hebe-, Absenk- oder Umsetzvorgänge: Anzahl der einzelnen Vorgänge
2. Tätigkeiten mit Halten einer Last: Gesamtdauer des Haltens = Anzahl der Haltevorgänge x Dauer für einen einzelnen Haltevorgang.
3. Tätigkeiten mit Tragen einer Last: Gesamtweg, der mit der Last gegangen wird, unter Annahme einer mittleren Geschwindigkeit beim Laufen von 4 km/h, entsprechend 1 m/s.

Der maximale Punktwert für das Merkmal Zeit beträgt 10.

Schritt 2: Bestimmung der Wichtung von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen

Last

Die Bewertung der Last erfolgt getrennt für Männer und Frauen, je nach vorliegendem Lastgewicht. Falls im Verlauf der zu beurteilenden Tätigkeit unterschiedliche Lasten gehandhabt werden, kann ein Mittelwert gebildet werden, sofern die größte Einzellast 40 kg bei Männern und 25 kg bei Frauen nicht übersteigt. Bei Hebe-/ Halte-/ Trage- und Absetztätigkeiten ist die wirksame Last zugrunde zu legen. Diese ist die Gewichtskraft bzw. Zug- oder Druckkraft, die der Mitarbeiter tatsächlich bei der Lastenhandhabung ausgleichen muss. Sie entspricht jedoch nicht immer dem Gewicht des Gegenstandes, da zum Beispiel beim Kippen eines Kartons nur etwa 50%, bei Verwendung einer Sackkarre oder Schubkarre nur etwa 10% der Lastmasse wirken.

Der maximale Punktwert für das Merkmal Lastgewicht beträgt 25.

Körperhaltung

Die Körperhaltungswichtung wird anhand der Abbildungen im Formblatt bestimmt. Auch die Position der Last ist mitentscheidend. Dabei sind die für die Teiltätigkeit charakteristischen Körperhaltungen beim Handhaben der Lasten zu verwenden. Auch hier kann ein Mittelwert gebildet werden, falls verschiedene Körperhaltungen eingenommen werden.

Der maximale Punktwert für das Merkmal Körperhaltung beträgt 8.

Ausführungsbedingungen

Hier werden Ergonomie, Bewegungsfreiheit und Arbeitsumgebung beurteilt. Bei der Bestimmung der Ausführungsbedingungen sind die zeitlich überwiegenden Bedingungen zu verwenden.

Der maximale Punktwert für das Merkmal Ausführungsbedingungen beträgt 2.

Schritt 3: Bewertung

Aus den in Schritt 2 ermittelten Punktwerten wird eine Punktsumme durch Addition der Einzelpunktwerte für Last-, Haltungs- und Ausführungsbedingungen errechnet. Diese Punktsumme wird dann mit der in Schritt 1 ermittelten Zeitwichtung multipliziert.

Risikowichtung **Last**

- + Risikowichtung **Haltung**
- + Risikowichtung **Ausführungsbedingungen**

$$\text{Zwischensumme} \quad \times \quad \text{Zeitwichtung} = \textbf{Risikowert}$$

Je höher der Gesamt-Punktwert = Risikowert, umso höher ist die Belastung des Muskel-Skelett-Systems.

Aus der LMM abgeleitet werden können je nach Höhe des Punktwertes entsprechende Gestaltungsnotwendigkeiten durch organisatorische Regelungen, Reduzierung des Lastgewichtes oder Verbesserung der Arbeitsplatzgestaltung.

Werte unter 25 gelten als praktisch sicher, das heißt es besteht hier kein Handlungsbedarf.

Im Bereich von 25 bis 50 ist eine Risikoabschätzung unter Berücksichtigung der individuellen Belastbarkeit der Mitarbeiter vorzunehmen. Die Mitarbeiter sollten hier bezüglich individueller Arbeitsbeanspruchung und eventueller gesundheitlicher Beschwerden befragt werden. Daraus lassen sich arbeitsbedingte Zusammenhänge und eventuell erforderliche Gestaltungsnotwendigkeiten ableiten. Werte oberhalb von 50 gelten als stark risikobehaftet und ergeben die dringende Notwendigkeit einer technischen und / oder organisatorischen Umgestaltung des Arbeitsplatzes. (siehe hierzu Abbildung 3: Schematische Darstellung der Risikoabschätzung nach LMM und Formblatt LMM der BAuA im Anhang, Abbildung 40).

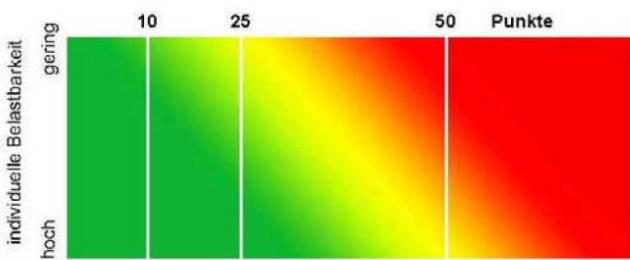


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Risikoabschätzung nach LMM

2.2 Probandenauswahl

Die Teilnahme an der Interventionsstudie zu Präventionsmaßnahmen wurde allen Mitarbeitern des Fertigungsbereiches Airplane Door Systems – Pulse-Line Long Range Passagiertüren und Notausstiegstüren – bei Airbus Helicopters Deutschland GmbH während einer Informationsveranstaltung im Januar 2013 angeboten. Voraussetzungen für die Teilnahme an der Studie waren ein Alter ≥ 18 Jahre und die schriftliche Einwilligung zur Teilnahme. Hierzu erfolgte vor der Erstuntersuchung und -messung ein ausführliches individuelles Aufklärungsgespräch. Die Einwilligung der Probanden wurde durch eigenhändige Unterzeichnung der Einwilligungserklärung schriftlich festgehalten (siehe Anhang, Abbildung 39: Einverständniserklärung und datenschutzrechtliche Einwilligung). Ausschlusskriterien für die Studie waren ein Alter < 18 Jahre, die ausdrückliche Ablehnung der Teilnahme an der Studie und medizinische Kontraindikationen zur Teilnahme, zum Beispiel akute Erkrankung des Bewegungsapparates.

Abbruchkriterien waren der individuelle Wunsch des Probanden hierzu oder das Auftreten von medizinischen Kontraindikationen.

2.3 Messung der Muskelkraft

Zur Feststellung der Kraft der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur der Probanden wurde das spine-MAXX-Gerät der Firma Schnell (siehe Abbildung 1) verwendet. Es handelt sich hierbei um eine Rücken-Teststation mit patentierter Drehmoment-Messtechnik zur Messung der isometrischen Maximalkraft der geraden Bauch- und langen Rückenstreckmuskulatur in der Einheit Newtonmeter (Nm). Durch Fixierung im offenen System kann die ischiocrurale Muskulatur ausgeschaltet und so isoliert die Hauptfunktionsmuskulatur des Rückens gemessen werden. Die Messposition, in der eine optimale Muskelkontraktion möglich ist, wurde wissenschaftlich ermittelt (siehe Abbildung 4).



Abbildung 4: Praktische Durchführung der Muskelkraftmessung am spine-MAXX-Gerät

Zur besseren Veranschaulichung der Ergebnisse kann anschließend die Abweichung zum Referenzwert dargestellt werden. Die Referenzwerte wurden von der Firma Schnell mit dem spine-MAXX-Gerät differenziert nach Geschlecht, Alter, Größe und Gewicht an über 4000 beschwerdefreien und wirbelsäulenspezifisch untrainierten Personen ermittelt (siehe hierzu Abbildung 5).

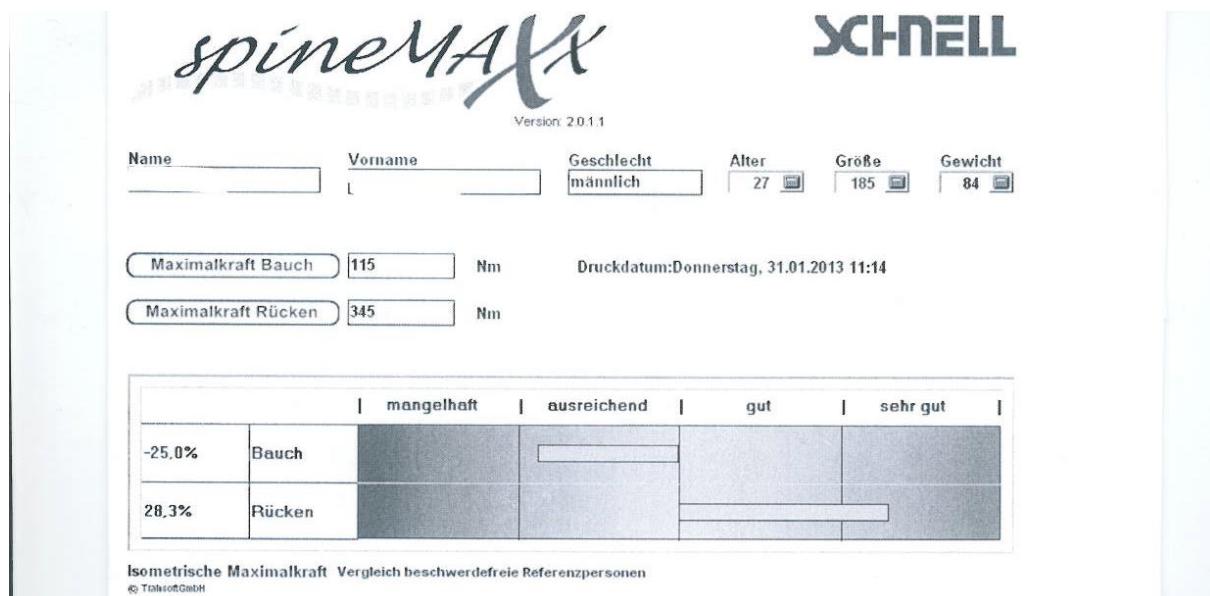


Abbildung 5: Exemplarischer Ausdruck der Muskelkraftmessung am spine-MAXX-Gerät

2.4 Anamneseerhebung und körperliche Untersuchung

Es wurden zunächst allgemeine Angaben erhoben wie Größe, Gewicht, Alter, genaue berufliche Tätigkeit und seit wann und welche Sportart in welchem zeitlichen Umfang in der Freizeit betrieben wird, beziehungsweise ob gezielt Übungen zur Kräftigung der Rücken- und Bauchmuskulatur durchgeführt werden.

Anschließend wurden weitere anamnestische Daten erhoben bezüglich in der Vorgeschichte oder derzeit bestehender Rückenbeschwerden und ob deshalb eine konservative (medikamentöse Therapie, Rehabilitationsmaßnahme, ambulante Physiotherapie) oder operative Therapie erfolgt ist. Des Weiteren wurden die genaue Lokalisation der Beschwerden sowie die subjektive Einschätzung der Schmerzintensität auf einer Skala von 1 bis 10 erfragt.

Die körperliche Untersuchung umfasste zunächst eine Inspektion des Wirbelsäulenprofils sowie des Beckens auf vorliegende Deformationen oder Asymmetrien,

also auf das Vorliegen einer Hyperkyphose, Hyperlordose, eines Flachrückens oder einer Skoliose. Es wurde geprüft, ob ein Beckengeradstand vorliegt.

Zu den Funktionsprüfungen, angelehnt an die funktionsorientierte körperliche Untersuchungssystematik nach Spallek und Kuhn (siehe Anhang Abbildung 41: Ärztlicher Anamnese- und Untersuchungsbogen), gehörten die Überprüfung des Zehen- und Hackenganges, des Einbeinstandes, der HWS-Beweglichkeit in Bezug auf Drehung, Beugung, Streckung und Seitneigung, der BWS-LWS-Beweglichkeit in Bezug auf Drehung und Seitneigung im Sitzen und Messung des Finger-Boden-Abstandes. Des Weiteren wurden die Klopfschmerhaftigkeit der gesamten Wirbelsäule und die Druckschmerhaftigkeit der Iliosakralgelenke untersucht. Außerdem wurden anamnestisch periphere Sensibilitätsstörungen der oberen und unteren Extremitäten eruiert.

Bei der Abschlussuntersuchung wurde neben der bereits dargestellten körperlichen Untersuchung die aktuelle Schmerz- und Beschwerdeanamnese erhoben und erfragt, ob sich subjektiv eine Verbesserung oder Verschlechterung nach erfolgter Präventions- und Anwendungsphase eingestellt hat und ob die erlernten Übungen auch selbstständig durchgeführt wurden (zur Veranschaulichung der körperlichen Untersuchung siehe Abbildung 6, Abbildung 7, Abbildung 8, Abbildung 9, Abbildung 10, Abbildung 11 und Abbildung 12).



Abbildung 6: Ärztliche Untersuchung, Hackengang



Abbildung 7: Ärztliche Untersuchung, Einbeinstand



Abbildung 8: Ärztliche Untersuchung, Wirbelsäulen-Klopfsschmerz



Abbildung 9: Ärztliche Untersuchung, Druckschmerz ISG



Abbildung 10: Ärztliche Untersuchung, Seitneigen HWS



Abbildung 11: Ärztliche Untersuchung, Kompression HWS



Abbildung 12: Ärztliche Untersuchung, Messung FBA

2.5 Präventionstraining und Anwendungsphase

Die Phase des Präventionstrainings umfasste die Erarbeitung der Ausgleichsbewegungen in Anlehnung an die Analyse nach LMM, Vorstellung der Ausgleichsübungen durch den Physiotherapeuten und Anleitung der Mitarbeiter zur korrekten Durchführung sowie die Visualisierung der Übungen, d.h. deren bildliche Darstellung. In der anschließenden Anwendungsphase sollten die Mitarbeiter des Fertigungsbereiches eigenständig ohne physiotherapeutische Begleitung die erlernten Übungen in der dafür während der Arbeit vorgesehenen Zeit sowie auch in der Freizeit durchführen.

Für das Präventionstraining wurde in der Fertigungshalle ein Aufenthaltsraum entsprechend umfunktioniert. Die insgesamt 5 Gruppen wurden nacheinander in 20 bis 25-minütigen Einheiten in die verschiedenen Übungen instruiert. Es handelte sich dabei zunächst um ein Grundprogramm, d.h. die Übungen waren für al-

Die 5 Belastungsgruppen zu Beginn gleich. Es ging dabei um eine Grundstabilisierung insbesondere der Bauch-, Rücken- und Rumpfmuskulatur.

Als Grundübungen vorgestellt und unter Anleitung durchgeführt wurden anfangs die 5 folgenden:

Crunch:

Hinlegen in Rückenlage, Beine werden etwa 90° angewinkelt aufgestellt, Anheben des Oberkörpers. Der Kopf wird dabei gerade in Verlängerung der Wirbelsäule gehalten, die Arme sind parallel zum Körper gestreckt ohne den Boden zu berühren. Dann wird langsam Wirbel für Wirbel der Oberkörper angehoben bis sich die Schulterblätter vom Boden lösen. Anschließend wieder langsames Abrollen, die LWS bleibt dabei ständig auf dem Boden.

Eine Variante des Crunches ist, die Arme nicht seitlich neben dem Körper zu positionieren, sondern die Finger an die Schläfe zu führen (Abbildung 13).



Abbildung 13: Crunch 1 und 2 (Mit angewinkelten Beinen auf dem Boden liegend den Oberkörper gerade anheben, bis die Schulterblätter sich vom Boden abheben, bei Crunch 1 die Arme seitlich neben den Körper positionieren, bei Crunch 2 seitlich an die Schläfe legen.)

T-Kniebeuge:

Ausgangshaltung: Schulterbreit stehend, die Fußspitzen zeigen leicht nach aussen, der Bauch ist angespannt, die Brust rausgestreckt, die Arme werden in Schulterhöhe T-förmig zur Seite ausgestreckt. Nun werden die Knie gebeugt, so als würde man sich auf einen Stuhl setzen. Anschließend aus dem Gesäß und Oberschenkeln wieder langsam nach oben drücken bis in die Ausgangsposition (Abbildung 14).



Abbildung 14: T-Kniebeuge (In schulterbreitem Stand, die Arme seitlich T-förmig ausgestreckt, die Knie beugen, so als würde man sich auf einen Stuhl setzen.)

Ausfallschritt, Ausfallschritt mit Rotation und Ausfallschritt zur Seite:

Ausgangsposition ist der gerade Stand. Es erfolgt ein großer Schritt nach vorne, die Arme sind dabei 90° neben dem Körper angewinkelt, der Fuß wird von der Ferse bis zur Spitze abgerollt, dann mit geradem Oberkörper so weit wie möglich nach unten gehen, das Knie darf dabei den Boden nicht berühren. Anschließend aus dem Ausfallschritt wieder langsam in den Stand zurückkehren. Als Variante können zusätzlich beim Ausfallschritt der Oberkörper und die Arme in eine Richtung gedreht werden. Dabei gibt es keine Regel, in welche Richtung der Oberkörper gedreht wird, wichtig ist aber, dass der Rücken immer gerade bleibt. Eine weitere Variante ist der Ausfallschritt zur Seite. Dabei geht das seitliche Bein in die Hocke, das andere Bein bleibt gerade ausgestreckt (Abbildung 15).



Abbildung 15: Ausfallschritt mit Rotation und Ausfallschritt zur Seite (Aus dem geraden Stand mit nach vorne ausgestreckten Armen einen Ausfallschritt nach vorne machen und soweit nach unten gehen, dass das Knie fast den Boden berührt, dabei den Oberkörper zur Seite drehen. Als Variante den Ausfallschritt zur Seite durchführen.)

Wandliegestütz:

Ausgangsposition: Füße hüftbreit auseinander etwa einen halben Meter von der Wand entfernt mit Blick zur Wand hinstellen, dabei auf Ganzkörperspannung achten. Die Hände etwas mehr als Schulterbreit seitlich vom Kopf an die Wand legen, die Finger zeigen dabei nach oben und die Daumen nach innen, die Ellenbogen sind gestreckt. Anschließend werden beide Arme gebeugt bis die Oberarme waagerecht sind, d.h. der gestreckte Körper geht nach vorne bis der Kopf fast die Wand berührt. Dann die Arme wieder strecken bis die Ausgangsposition erreicht ist. Wichtig dabei ist, dass man dabei nicht mit der LWS einbricht, d.h. dass der Rücken ganz gerade gehalten wird (Abbildung 16).

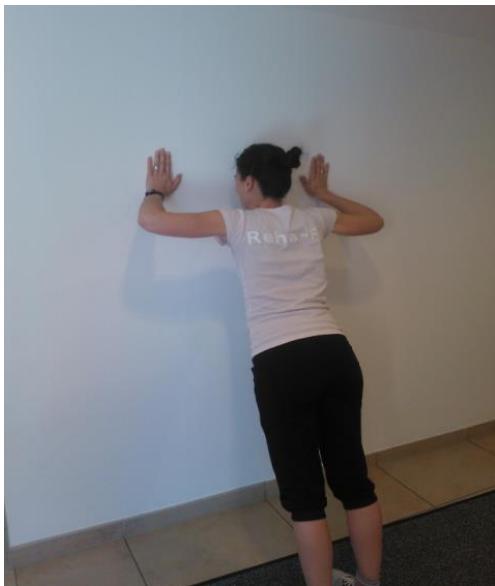


Abbildung 16: Wandliegestütz (Im hüftbreitem Stand die Hände etwa schulterbreit an die Wand legen, beide Arme beugen bis die Oberarme waagerecht sind und der Kopf fast die Wand berührt.)

Y-Schulterkräftigung:

Ausgangsposition: Etwa Schulterbreit aufstellen, die Arme werden etwas weiter als Schulterbreit nach oben gestreckt, die Daumen zeigen dabei nach hinten. Die Arme werden aus den Schulterblättern heraus nach hinten gezogen, der Rumpf wird dabei nicht bewegt, die Schulterblätter wandern nach innen. Anschließend wieder in die Grundposition zurückkehren (Abbildung 17).

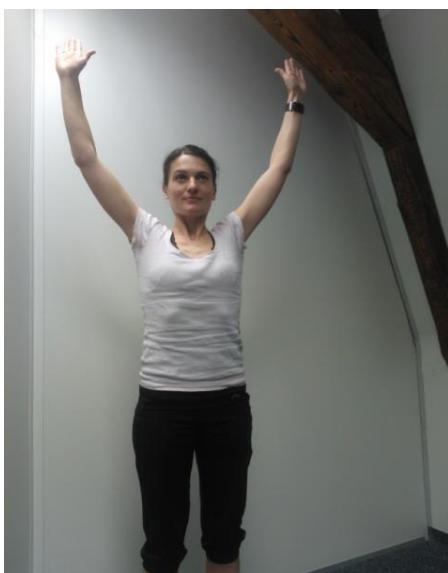


Abbildung 17: Y-Schulterkräftigung (Im geraden Stand die Arme gut Schulterbreit nach oben strecken, Daumen zeigen nach hinten, die Arme aus den Schulterblättern heraus nach hinten ziehen.)

Sämtliche Übungen werden mehrfach wiederholt und bei Bedarf durch den Physiotherapeuten korrigiert.

Im weiteren Verlauf der Präventionsphase wurden diese Grundübungen etwas variiert, zusätzliche Übungsmittel wie Stab oder Theraband mit eingebaut und Übungen abwechselnd im Stehen oder auf einem Stuhl sitzend durchgeführt.

Die initial eingeführte Crunch-Übung wurde nach wenigen Trainingseinheiten auf Wunsch der Mitarbeiter wieder aus dem Übungsprogramm gestrichen, da trotz vorhandener Bodenmatten es von den meisten Mitarbeitern als unangenehm empfunden wurde, sich auf den Boden zu legen.

Die physiotherapeutischen Maßnahmen wurden während der Präventionsphase durch die Betriebsärzte begleitet, so dass auch regelmäßig ein Ansprechpartner für medizinische Fragen für die Mitarbeiter zur Verfügung stand.

In der anschließenden 1. Anwendungsphase war kein Physiotherapeut mehr vor Ort, sondern das erlernte Übungsprogramm wurde in Eigenregie von den Mitarbeitern gruppenweise durchgeführt. Die Auswahl der Übungen war dabei den Mitarbeitern freigestellt. Zur Koordinierung wurde hierzu aus jeder Fertigungsgruppe ein Tutor ausgewählt.

Das Übungsprogramm wurde nach der eingehenderen Analyse der einzelnen Arbeitsplätze durch spezifisch auf die einzelnen Belastungsgruppen abgestimmte Übungen erweitert, so z.B. gezielte Dehnungsübungen. Damit standen den Mitarbeitern im Rahmen der 2. Anwendungsphase mehrere Übungen zur Auswahl.

Im Folgenden dazu noch einige Beispiele:

Schulter-Dehnung:

Den rechten Arm gestreckt Richtung linke Schulter führen. Dabei fasst die linke Hand den rechten Oberarm. Es darf kein Schmerz vorn an der Schulter entstehen. Der Zug sollte an der Außenseite der Schulter sein. Spannung für ca. 30 Sekunden halten, danach Wiederholung der Übung mit der anderen Seite (Abbildung 18).



Abbildung 18: Schulter-Dehnung (Im geraden Stand die Arme abwechselnd gestreckt zur anderen Schulter führen, mit der Hand dabei leichten Druck ausüben und Spannung ca. 30 Sek. halten.)

Brustumkeldehnung:

Diese Übung ist sowohl einarmig als auch mit beiden Armen durchführbar.

Die Arme werden zur Seite weg gestreckt und bei 90° gebeugtem Ellenbogen an die Wand angelehnt.

Ein Bein wird nach vorne gestellt, welches die Belastung übernimmt, dann lehnt man sich mit dem gesamten Körper nach vorne, wobei die Arme locker bleiben.

Der Zug entsteht vorne und darf nicht an den Schultern sein. Spannung für 30 Sekunden halten, Übung beidseits dreimal wiederholen. Wichtig ist eine langsame Ausführung ohne Wippbewegungen. Ziel ist eine Verbesserung der Beweglichkeit des Brustkorbes und Entlastung der aufrichtenden Muskulatur (Abbildung 19).



Abbildung 19: Brustmuskeldehnung (Arm im Ellenbogengelenk 90° angewinkelt seitlich weggestreckt und an die Wand anlehnen, mit dem zur Wand stehenden Bein einen Schritt nach vorne machen und mit dem gesamten Körper nach vorne lehnen.)

Oberschenkeldehnung:

Gerader und aufrechter Stand, die linke Hand fasst den linken Fuß und zieht diesen an das Gesäß heran. Dabei mit der rechten Hand ggf. an einem Stuhl oder ähnlichem abstützen. Die Übung entsprechend für die andere Seite ausführen. Anschließend einen Fuß mit der Ferse auf einen Stuhl stellen, mit dem Oberkörper so weit nach vorne gehen, dass ein leichter Zug im Oberschenkel zu spüren ist. Auch diese Übung beidseits ausführen (Abbildung 20).

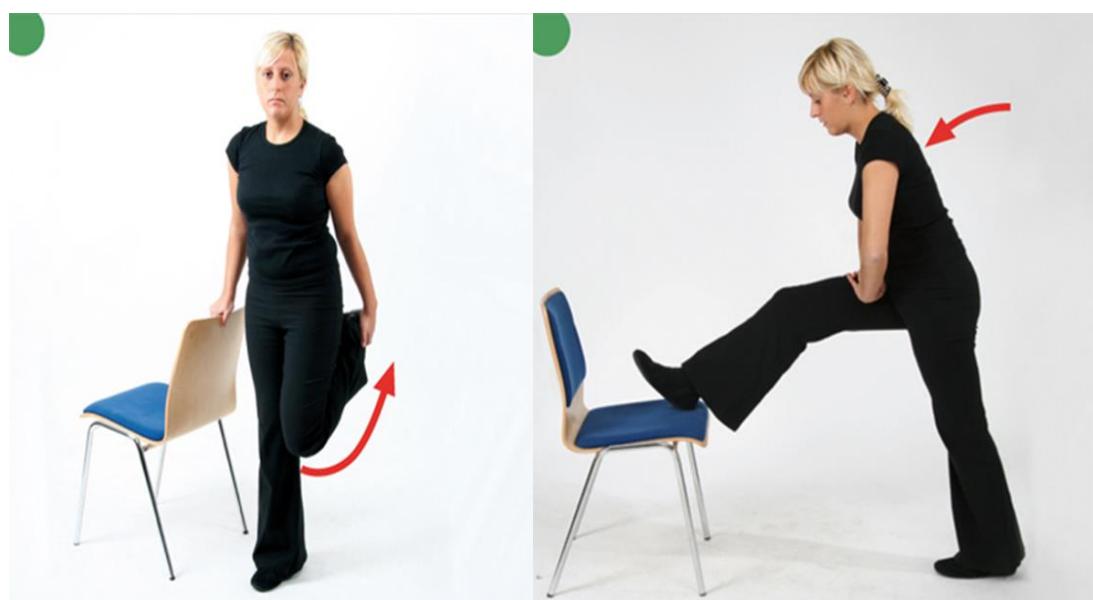


Abbildung 20: Oberschenkeldehnung (Im geraden Stand einen Fuß mit der Hand der gleichen Seite zum Gesäß ziehen, anschließend einen Fuß auf einen Stuhl stellen und mit dem Oberkörper nach vorne gehen bis ein Zug im Oberschenkel zu spüren ist.)

In der 2. Anwendungsphase sollten die Mitarbeiter die Übungen erneut selbstständig durchführen, dabei war die Auswahl der Übungen freigestellt. Idealerweise sollten die Grundübungen und die anschließend erlernten zusätzlichen Übungen abhängig von der körperlichen Belastung der jeweiligen Arbeitsgruppe kombiniert werden. Jede Arbeitsgruppe legte hierzu zur Koordination einen Tutor fest. Den Mitarbeitern wurde in der 2. Anwendungsphase weiterhin der umfunktionierte Aufenthaltsraum jeden Donnerstag zu einem definierten Zeitpunkt für jeweils 20 Minuten zur Verfügung gestellt. Eine physiotherapeutische oder ärztliche Begleitung fand nicht mehr statt, die Mitarbeiter hatten aber die Möglichkeit, bei gesundheitlichen Problemen jederzeit Kontakt mit den Betriebsärzten aufzunehmen. Die praktische Durchführung des Präventionstrainings ist in Abbildung 21, Abbildung 22 und Abbildung 23 dargestellt.

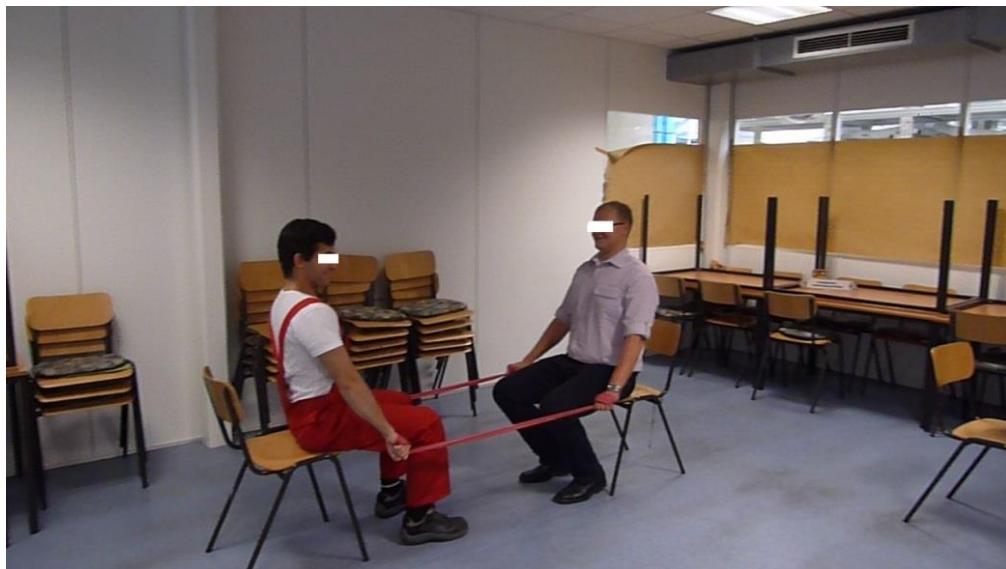


Abbildung 21: Praktische Durchführung des Präventionstrainings (2 Mitarbeiter sitzen aufrecht jeweils an der vorderen Stuhlkante sich gegenüber, beide Hände umfassen dabei ein Thera-band. Nun ziehen die Mitarbeiter abwechselnd mit der rechten und linken Hand am Band, d.h. diese bewegen sich gegensinnig.)



Abbildung 22: Praktische Durchführung des Präventionstrainings (Gerader Stand, ein Theraband entsprechender Länge wird mittig mit beiden Füßen am Boden fixiert und abwechselnd mit dem rechten und linken Arm gerade nach oben gezogen.)



Abbildung 23: Praktische Durchführung des Präventionstrainings (Als Variante zum Ausfallschritt vgl. Abbildung 15 wird ein Theraband in die Übung mit eingebaut. Aus dem geraden Stand dabei einen großen Ausfallschritt nach vorne machen, dabei mit den Armen gleichzeitig ein Theraband nach vorne und hinten auseinanderziehen.)

3 Ergebnisse

3.1 Analyse der Arbeitsplätze nach LMM

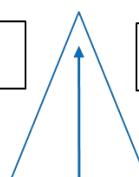
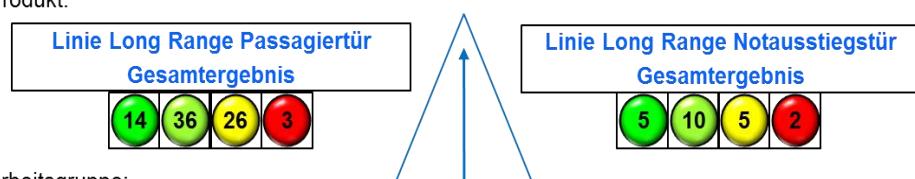
Bei 5 von insgesamt 101 analysierten unterschiedlichen Arbeitsplätzen ergab sich ein Punktwert > 50 („roter“ Bereich), das heißt starker Risikobehaftung und Notwendigkeit einer technischen und / oder organisatorischen Umgestaltung, bei 31 Arbeitsplätzen ein Punktwert von 25 bis 50 („gelber“ Bereich), das heißt bestehender Notwendigkeit der Ermittlung der individuellen Belastungswahrnehmung der Beschäftigten durch Fragen zur Arbeitsbeanspruchung und Fragen zu gesundheitlichen Beschwerden. Die restlichen 65 Arbeitsplätze lagen im „grünen“ Bereich, das heißt es besteht kein Handlungsbedarf. Die Verteilung der Risikoklassen zeigt Abbildung 24.

Ergebnisse der Analysen nach der Leitmerkmalmethode:

Gesamtverteilung der Risikoklassen:



Risikoklassen je Produkt:



Risikoklassen je Arbeitsgruppe:

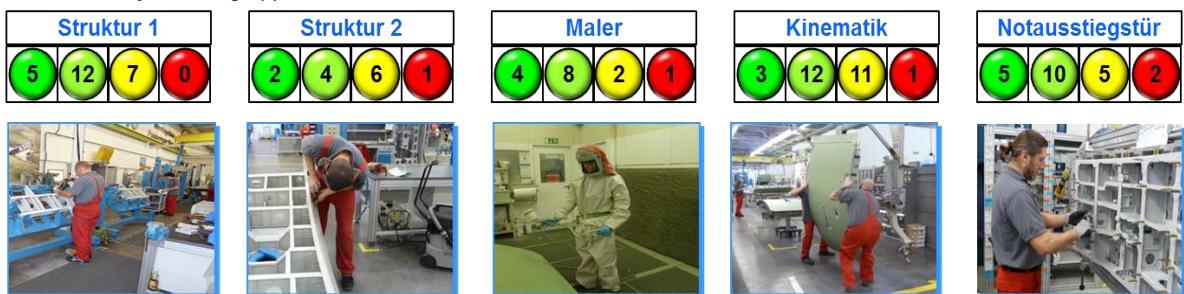


Abbildung 24: Ergebnisse der Analysen nach LMM

In der folgenden Abbildung 25 ist ein Beispiel für eine Analyse im „roten Bereich“ dargestellt:

Arbeitsplatz/Teiltätigkeit:

Center: EXD – Airplane Door Systems

Programm: Long Range PAX

Halle: D2

Bereich: Oberfläche

Tätigkeit: Innen kitten

Berufsgruppe: Lackierer

Analysenr.: ADS-R-LRPAX-441

Datum: 2012-02-20

Ersteller: Sachs

Status: Freigegeben



Methode: Heben, Halten Tragen

<u>Kategorie / Kriterien</u>	<u>Wichtungsfaktor</u>	<u>Wichtung</u>
------------------------------	------------------------	-----------------

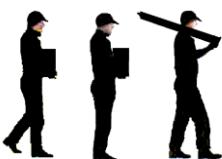
Bestimmung der Zeitwichtung (Z)

Hebe- oder Umsetz- vorgänge (<5s)	Halten (>5s)	Tragen (>5m)	Zeitwichtung	
Anzahl am Arbeits- tag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag		
< 10	< 5 min	< 300 m	1	
10 bis < 40	5 bis 15 min	300 m < 1 km	2	
40 bis < 200	15 min bis < 1 h	1 km < 4 km	4	
200 bis < 500	1 h bis < 2 h	4 km < 8 km	6	8
500 bis < 1000	2 h bis < 4 h	8 km < 16 km	8	
≥ 1000	≥ 4 h	≥ 16 km	10	

Wirksame Last (L)

< 5 kg	1	
5 bis < 10 kg	2	1
10 bis < 15 kg	4	
15 bis < 25 kg	7	
≥ 25 kg	25	

Körperhaltung, Position der Last (H)



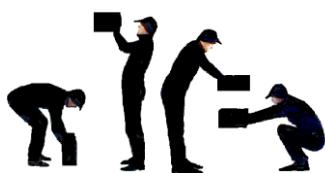
- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht
- Last am Körper

1



- Geringes Vorneigen/Verdrehen des Oberkörpers
- Last am Körper oder körpernah

2



- Tiefes Beugen oder weites Vorbeugen des Oberkörpers
- geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers
- Last körperfern oder über Schulterhöhe

4

4



- Weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers
- Last körperfern
- Eingeschränkte Haltungsstabilität beim Stehen
- Hocken oder Knien

8

Ausführungsbedingungen (B)

Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener, rutschfester Boden ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen

0

Einschränkung der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt

1

2

Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und / oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)

2

Ergebnis

(L+H+B) x Z

56

Bemerkung: Die Mitarbeiterin streicht den zuvor aufgetragenen Kitt mit Hilfe einer Spachtel glatt. Um alle Hohlräume und Kanten erreichen zu können und Details gut zu sehen, lehnt sie sich weit über das Bauteil. Die Mitarbeiterin trägt PSA gemäß den Anforderungen.

Abbildung 25: Beispiel für Analyse nach LMM im „roten Bereich“

3.2 Kollektiv

2 Mitarbeiterinnen und 36 Mitarbeiter von insgesamt 60, denen die Maßnahme angeboten wurde, konnten rekrutiert werden. Aufgrund dieser Geschlechterverteilung wurde keine Differenzierung nach Geschlecht vorgenommen. Die deskriptiven Daten dieses Kollektivs sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt (Tabelle 1: Deskriptive Daten der Studienteilnehmer).

Variable	Mittelwert (Standardabweichung)	Range
Alter [Jahre]	34,6 (11,5)	21 - 57
Größe [cm]	178,4 (7,6)	160 - 195
Gewicht [kg]	85,7 (15,8)	54 - 130
BMI [kg/m^2]	26,7 (4,7)	18 - 40
Jahre am Arbeitsplatz	6,9 (8,1)	0,25 - 35
Private sportliche Aktivitäten [Minuten/Woche]	98,2 (109)	0 - 360

Tabelle 1: Deskriptive Daten der Studienteilnehmer

Private sportliche Aktivitäten, Häufigkeiten:

Kein Sport: 15

\leq 1 Stunde pro Woche: 4

> 1 bis \leq 2 Stunden pro Woche: 9

> 2 bis \leq 3 Stunden pro Woche: 0

> 3 bis \leq 4 Stunden pro Woche: 5

> 4 bis \leq 5 Stunden pro Woche: 4

6 Stunden pro Woche: 1

Regelmäßiges rückspezifisches Training: 8

Das Untersuchungskollektiv wurde nach Tätigkeitsfeldern entsprechend auch der Einteilung bei der Analyse nach LMM in 5 Gruppen eingeteilt.

Diese waren im Bereich der Passagiertürenfertigung die Arbeitsgruppen Struktur 1, Struktur 2, Lackierer sowie Kinematik und eine Arbeitsgruppe im Bereich der Notausstiegstürenfertigung.

Tabelle 2 zeigt die Verteilung der Studienteilnehmer auf die jeweilige Arbeitsgruppe.

Struktur 1	Struktur 2	Lackierer	Kinematik	Notausstiegstüren
13	9	6	5	5

Tabelle 2: Anzahl der Studienteilnehmer pro Belastungsgruppe

Dabei werden in den einzelnen Arbeitsgruppen folgende Tätigkeiten ausgeführt:

Struktur 1: Montage der einzelnen Bauteile an die Tür bzw. das Trägergerüst, Nieten, Bohren und Senken, Türen bewegen und schieben sowie Fertigungsprüfung.

Struktur 2: Nieten mit Niethammer mit Gegenhalten, Senken, Bohren, manuelles Wenden und Transport der Tür zwischen den Arbeitsstationen.

Lackierer: Reinigungsarbeiten an der Tür innen und außen einschließlich der Hohlräume, Maskieren (Abklebearbeiten) und Demaskieren, Kitten und Glätten, Spritzen und Streichen von Lacken, Vorbereitung von Farbe und Bedienung des Kittmischers, manueller Transport oder Wenden der Tür.

Kinematik: Montagetätigkeiten z.B. von Kinematikbauteilen, Kabelbaum, Kleinteilen oder des Traglenkers, Einbau der Isolierung, Bohrungen, Transport der Tür zwischen den Arbeitsstationen, Einstellarbeiten an der Tür und Prüfung der Einstellungen, Lackierung und Grundierung von Kleinteilen, Versiegelung, Spritzen von Schutzwachs und Kitten.

Notausstiegstüren: überwiegend Montagetätigkeiten mit z.B. Nieten, Bohren, Verschrauben, Fräsen, des Weiteren Einstellarbeiten sowie Reinigen und Kitten und manueller Transport der Tür zwischen den Arbeitsstationen.

3.2.1 Anamnestische Angaben zu Rückenschmerzen bei Erstuntersuchung

Zu Beginn des Projektes gaben 20 von 38 Studienteilnehmern an, jemals behandlungsbedürftige Rückenschmerzen gehabt zu haben, 17 von diesen im Bereich der Lendenwirbelsäule (LWS), 2 im Bereich der Brustwirbelsäule (BWS) und 1 im Bereich der Halswirbelsäule (HWS). 5 Studienteilnehmer mit Rückenschmerzen im LWS-Bereich und der eine Studienteilnehmer mit HWS-Schmerzen hatten bei Studieneinschluss akut Beschwerden. Bei 3 Studienteilnehmern mit Rückenschmerzen im LWS-Bereich und bei dem Studienteilnehmer mit HWS-Schmerzen bestanden die Schmerzen seit 5 bis 6 Monaten, bei den anderen beiden mit LWS-Beschwerden seit 12 beziehungsweise 5 Jahren. Die Schmerzen waren jeweils bei der Arbeit und zu Hause gleich stark ausgeprägt. Auf einer Skala von 1 bis 10 variierte die Schmerzintensität zwischen 1 und 8. Bei dem Studienteilnehmer mit der größten Schmerzintensität waren die Schmerzen im Bereich der LWS.

Einer Rehabilitationsmaßnahme aufgrund von Rückenbeschwerden in der Vorgeschichte hatten sich insgesamt 4 Probanden unterzogen, 3 hatten in der Vorgeschichte physiotherapeutische Behandlung.

2 Probanden hatten sich in der Vorgeschichte bereits einer Bandscheibenoperation unterzogen, davon beklagte bei der Eingangsuntersuchung 1 Proband Beschwerden im Bereich der LWS (Schmerzintensität 2 auf einer Skala von 1-10), der andere war beschwerdefrei.

Eine regelmäßige Therapie mit Analgetika, Physiotherapie oder Wärmetherapie bestand bei keinem Studienteilnehmer, 5 der 38 Probanden gaben an, bedarfsweise Analgetika zu nehmen.

3.2.2 Ärztliche Befunde bei Erstuntersuchung

Bezüglich der Wirbelsäulenform zeigte sich bei 2 von 38 Probanden eine Hyperkyphose, bei 4 ein Flachrücken, bei 18 eine Skoliose und bei 15 Probanden konnte keine Deformierung festgestellt werden. 1 Proband wies zugleich einen Flachrücken und eine Skoliose auf. Bei 1 Person war die Wirbelsäule nicht lotrecht, bei 1 Probanden stand das Becken nicht gerade, alle anderen waren in diesen Punkten unauffällig. Der Hacken- und Zehengang sowie der Einbeinstand waren bei allen Studienteilnehmern unauffällig, ebenso konnte bei niemandem ein Klopfschmerz über der gesamten Wirbelsäule oder ein Druckschmerz im Bereich der Iliosakralgelenke nachgewiesen werden. Im Bereich der HWS-Beweglichkeit war bei 1 Probanden eine Einschränkung zu verzeichnen, dieser war jedoch völlig beschwerdefrei. Der HWS-Kompressionstest war bei allen Untersuchten ohne pathologischen Befund. Bezüglich der BWS-LWS-Beweglichkeit fiel bei 7 Probanden eine Einschränkung auf, davon gaben 2 Beschwerden im Bereich der LWS und 1 im Bereich der HWS an, die anderen waren beschwerdefrei. Eine Sensibilitätsstörung lag subjektiv bei 3 Studienteilnehmern vor, davon beklagte 1 LWS-Beschwerden mit einer Schmerzintensität von 2 auf einer Skala von 1 bis 10, welche zu Hause und in der Arbeit gleich stark ausgeprägt waren.

3.2.3 Anamnestische Angaben zur Abschlussuntersuchung

Aufgrund personeller Veränderungen innerhalb der Abteilung sowie Abwesenheit infolge Urlaub oder Krankheit nahmen von den anfangs 38 Studienteilnehmern bei der Abschlussuntersuchung nur 31 teil.

Im Vergleich zu anfangs 6 Studienteilnehmern bestanden nun bei 9 Probanden akute Beschwerden. Zu diesen gehörten weiterhin die 6 Personen, die auch eingangs schon Probleme hatten, davon unverändert 1 mit HWS-Beschwerden und 5 mit LWS-Symptomatik. Bei dem Teilnehmer mit HWS-Beschwerden hat die Schmerzintensität auf einer Skala von 1 bis 10 von 2 auf 8 zugenommen. Bei 3 Probanden konnte eine zwischenzeitlich neu aufgetretene LWS-Symptomatik erfragt werden, die zwischen 1 und 6 Monaten bestand. Einer davon gab an, nur bei der Arbeit Schmerzen zu haben, dieser befand sich auch in physiotherapeutischer Behandlung, während bei allen anderen keine Therapie stattfand.

3.2.4 Ärztliche Befunde bei Abschlussuntersuchung

Die Inspektion zur Feststellung der Wirbelsäulenform ergab keine Veränderung im Vergleich zur Eingangsuntersuchung, es zeigte sich weiterhin 1 Mitarbeiter mit nicht im Lot befindlicher Wirbelsäule und 1 mit einem Beckenungeradstand.

Hacken- und Zehengang sowie Einbeinstand waren weiterhin bei allen unauffällig.

Bei 1 Probanden konnte neu eine Klopfschmerhaftigkeit im Bereich der LWS nachgewiesen werden. Dieser gab seit etwa einem Monat bestehende Beschwerden im Bereich der LWS mit einer Schmerzintensität von 7 an, die bei der Arbeit stärker als zu Hause ausgeprägt seien.

Die Iliosakralgelenke waren unverändert bei allen Teilnehmern nicht druckdolent. Bei der HWS-Beweglichkeit fand sich wie in der Erstunteruntersuchung eine Einschränkung bei 1 beschwerdefreien Probanden, zusätzlich zeigte nun 1 Teilnehmer mit LWS-Beschwerden eine Einschränkung in diesem Bereich, die Schmerzintensität im Bereich der LWS hatte bei ihm von 8 auf 4 abgenommen. Der HWS-Kompressionstest war bei allen Probanden negativ. Bezuglich der BWS-LWS-Beweglichkeit war unverändert zum 31.01.2013 bei 5 Probanden eine Einschränkung zu verzeichnen.

Abbildung 26 zeigt die Veränderung des Finger-Boden-Abstands von jedem Einzelnen der 31 Probanden, die an beiden Untersuchungen teilgenommen haben. Der mittlere Finger-Boden-Abstand hat von 6,2 cm (SD 7,3) auf 5,0 cm (SD 6,4) abgenommen, die Verbesserung ist im t-Test für gepaarte Stichproben mit $p=0,04$ statistisch signifikant. Bei genauer Betrachtung der Einzelwerte in Abbildung 26 ist dies vor allem auf Abnahmen des Finger-Boden-Abstandes bei Probanden zurückzuführen, die zu Beginn höhere Werte aufwiesen.

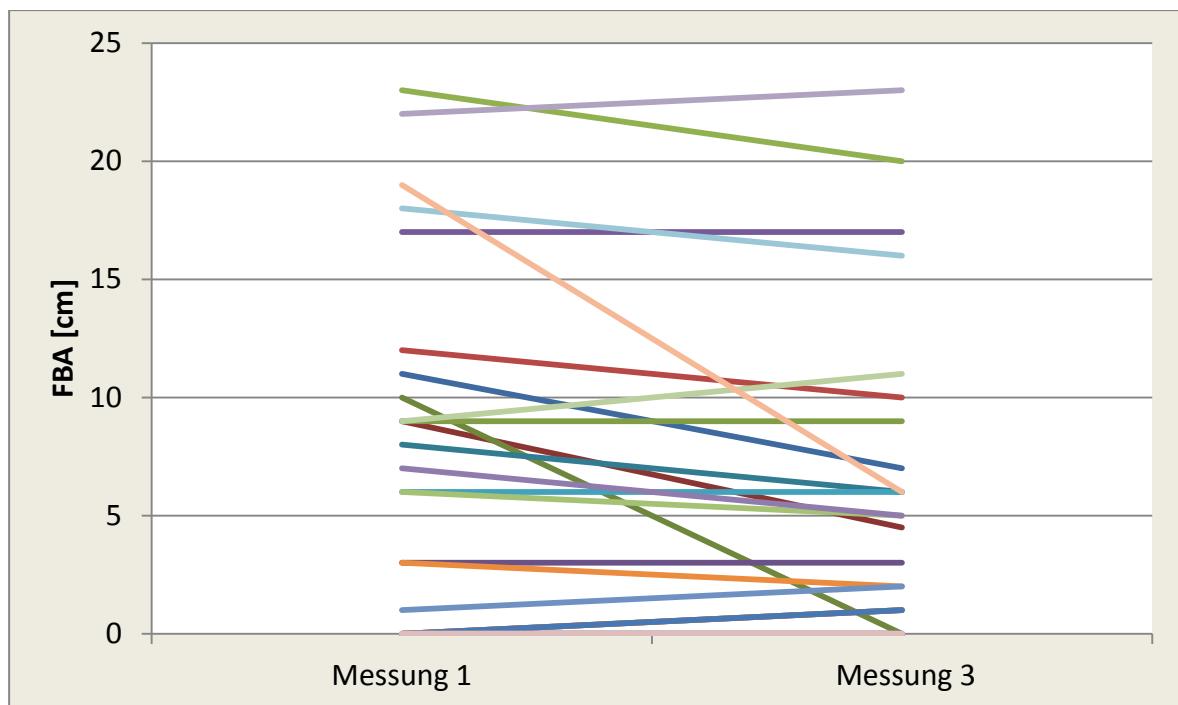


Abbildung 26: Einzelmesswerte Finger-Boden-Abstand (FBA) vor und nach Intervention

3.3 Ergebnisse der Messungen der Muskelkraft

Infolge Abwesenheit durch Urlaub, Krankheit oder personeller Veränderungen haben von den rekrutierten 38 Probanden (Gesamtgruppe) 32 Probanden (Subgruppe 1) an Messung 1 (M1) und 2 (M2), 31 Probanden (Subgruppe 2) an Messung 1 (M1) und 3 (M3) und 25 Probanden (Subgruppe 3) an allen 3 Messungen teilgenommen. Jeder Proband hat zumindest einen Folgetermin wahrgenommen. Während zwischen Messzeitpunkt 1 und 2 die Intervention unter Anleitung durch die Physiotherapeuten erfolgte, führten die Probanden im zweiten Abschnitt zwischen Messzeitpunkt 2 und 3 die Übungen alleine durch. Die folgenden Tabellen stellen die Charakteristika der einzelnen Subgruppen dar (Tabelle 3, Tabelle 4, Tabelle 5).

Variable	Mittelwert (SD)	Range
Alter [Jahre]	35,5 (12,1)	21 - 57
Größe [cm]	177,8 (7,6)	160 - 190
Gewicht [kg]	86,4 (15,9)	54 - 130
BMI [kg/m^2]	27,3 (4,6)	18 - 40
Jahre am Arbeitsplatz	7,3 (8,6)	0,25 - 35
Private sportliche Aktivitäten [Minuten]	96,9 (98,9)	0 - 300

	ja	Nein
Privates Rückentraining	7	25
Jemals Rückenschmerzen gehabt	16	16
Aktuell Rückenschmerzen	4	28

Tabelle 3: Charakteristika Subgruppe 1 (n=32): Probanden, die an Messung 1 (M1) und Messung 2 (M2) teilgenommen haben

Variable	Mittelwert (SD)	Range
Alter [Jahre]	34,2 (11,1)	21 - 57
Größe [cm]	177,9 (7,8)	165 - 195
Gewicht [kg]	84,3 (16,3)	54 - 130
BMI [kg/m^2]	26,6 (4,8)	18 - 40
Jahre am Arbeitsplatz	7,1 (8,6)	0,25 - 35
Private sportliche Aktivitäten [Minuten]	97,7 (111,9)	0 - 360

	ja	Nein
Privates Rückentraining	8	23
Jemals Rückenschmerzen gehabt	17	14
Aktuell Rückenschmerzen	5	26

Tabelle 4: Charakteristika Subgruppe 2 (n=31): Probanden, die an Messung 1 (M1) und Messung 3 (M3) teilgenommen haben

Variable	Mittelwert (SD)	Range
Alter [Jahre]	35,2 (12,1)	21 - 57
Größe [cm]	177,0 (7,7)	160 - 190
Gewicht [kg]	84,9 (16,5)	54 - 130
BMI [kg/m^2]	26,6 (4,8)	18 - 40
Jahre am Arbeitsplatz	7,6 (9,4)	0,25 - 35
Private sportliche Aktivitäten [Minuten]	96,0 (98,7)	0 - 300

	ja	Nein
Privates Rückentraining	7	18
Jemals Rückenschmerzen gehabt	13	12
Aktuell Rückenschmerzen	3	22

Tabelle 5: Charakteristika Subgruppe 3 (n=25): Probanden, die an Messung 1 (M1), Messung 2 (M2) und Messung 3 (M3) teilgenommen haben

3.3.1 Rückenmuskulatur

Die Mittelwerte und Standardabweichungen bei den jeweiligen Messungen in der Gesamtgruppe und den Subgruppen stellen sich wie folgt dar:

	Messung 1		Messung 2		Messung 3	
	Nm (SD)	%Soll (SD)	Nm (SD)	%Soll (SD)	Nm (SD)	%Soll (SD)
Gesamtgruppe (n=38),	345 (135)	124 (37)				
Subgruppe 1 (n=32), Teilnahme an M1 und M2	348 (134)	124 (38)	395 (124)	142 (30)		
Subgruppe 2 (n=31), Teilnahme an M1 und M3	330 (132)	121 (38)			375 (114)	138 (26)
Subgruppe 3 (n=25), Teilnahme an M1, M2 und M3	329 (131)	121 (40)	378 (110)	140 (29)	374 (107)	137 (23)

Tabelle 6: Mittelwerte mit Standardabweichungen (SD) Kraft Rückenmuskulatur in Gesamtgruppe und Subgruppen

Bei 25 Probanden lagen Messwerte von allen 3 Messzeitpunkten vor (Subgruppe 3). Die Werte an den Messzeitpunkten 1 und 3 unterschieden sich nicht von den

anderen Gruppen. Abbildung 27 gibt die Einzelwerte der 25 Probanden in Prozent des Sollwerts des Geräteherstellers wieder.

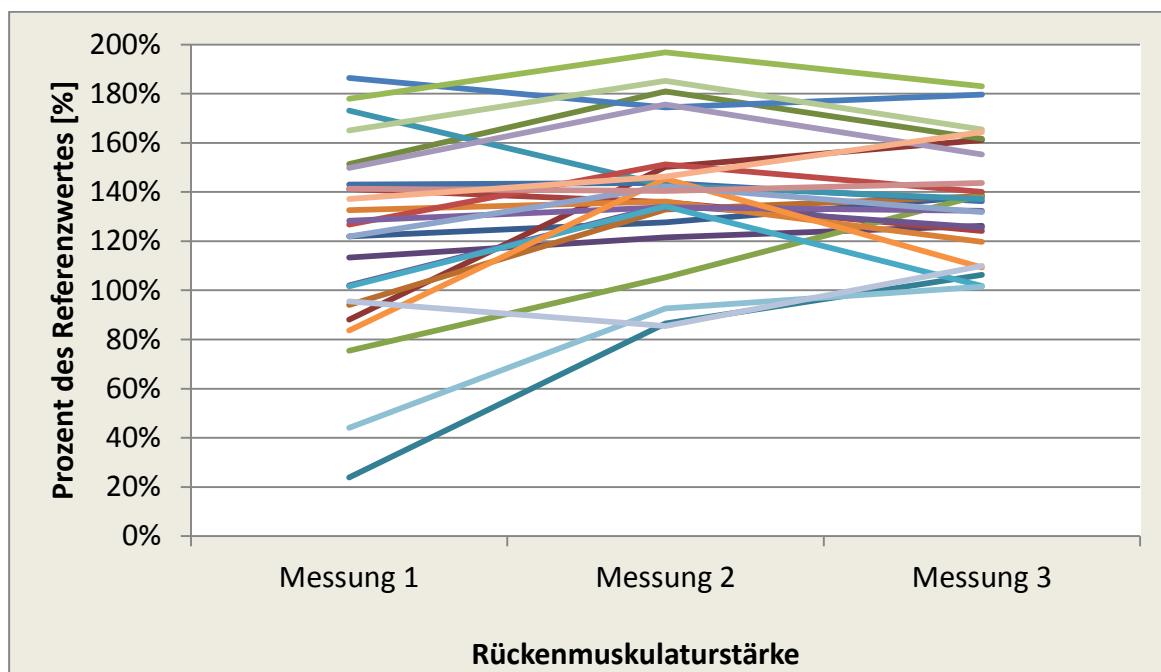


Abbildung 27: Einzelmesswerte Rückenmuskulatur in %Soll in Subgruppe 3 (n=25) an allen 3 Messzeitpunkten

Tabelle 7 zeigt die mittleren Zunahmen mit Standardabweichungen. Der Unterschied der Mittelwerte zwischen erster und zweiter Messung beziehungsweise erster und dritter Messung waren im t-Test für gepaarte Stichproben mit $p<0,001$ hoch signifikant. Der Vergleich der Prozentwerte bezogen auf die vom Gerätehersteller erstellten Normwerte (% Soll) ergab gleiche Ergebnisse.

	Delta M1 / M2		Delta M1 / M3		Delta M2 / M3	
	Nm (SD)	%Soll (SD)	Nm (SD)	%Soll (SD)	Nm (SD)	%Soll (SD)
Subgruppe 1 (n=32), Teilnahme an M1 und M2	47 (64) $p<0,001$	18 (23) $p<0,001$				
Subgruppe 2 (n=31), Teilnahme an M1 und M3			46 (72) $p<0,001$	17 (26) $p=0,002$		
Subgruppe 3 (n=25), Teilnahme an M1, M2 und M3	49 (66) $p=0,001$	19 (24) $p=0,001$	45 (78) $p=0,008$	17 (29) $p=0,008$	-4 (49) $p=0,721$	-3 (17) $p=0,427$

Tabelle 7: Mittlere Unterschiede mit Standardabweichungen zwischen Messung 1 (M1) und 2 (M2), Messung 1 (M1) und 3 (M3), Messung 2 (M2) und 3 (M3) in den einzelnen Subgruppen

Bei den 25 Probanden, die an allen drei Messungen teilgenommen haben (Subgruppe 3), zeigte sich, dass der Kraftzuwachs ausschließlich im ersten Teil der Intervention mit Training durch die Physiotherapeuten erzielt wurde, während in der selbstständigen Übungsphase der Kraftzuwachs im Mittel gehalten, jedoch nicht verbessert werden konnte.

Abbildung 28 zeigt die Veränderung der Rückenmuskelkraft über die gesamte Interventionsdauer in Abhängigkeit vom Ausgangswert in Subgruppe 3 (n=25).

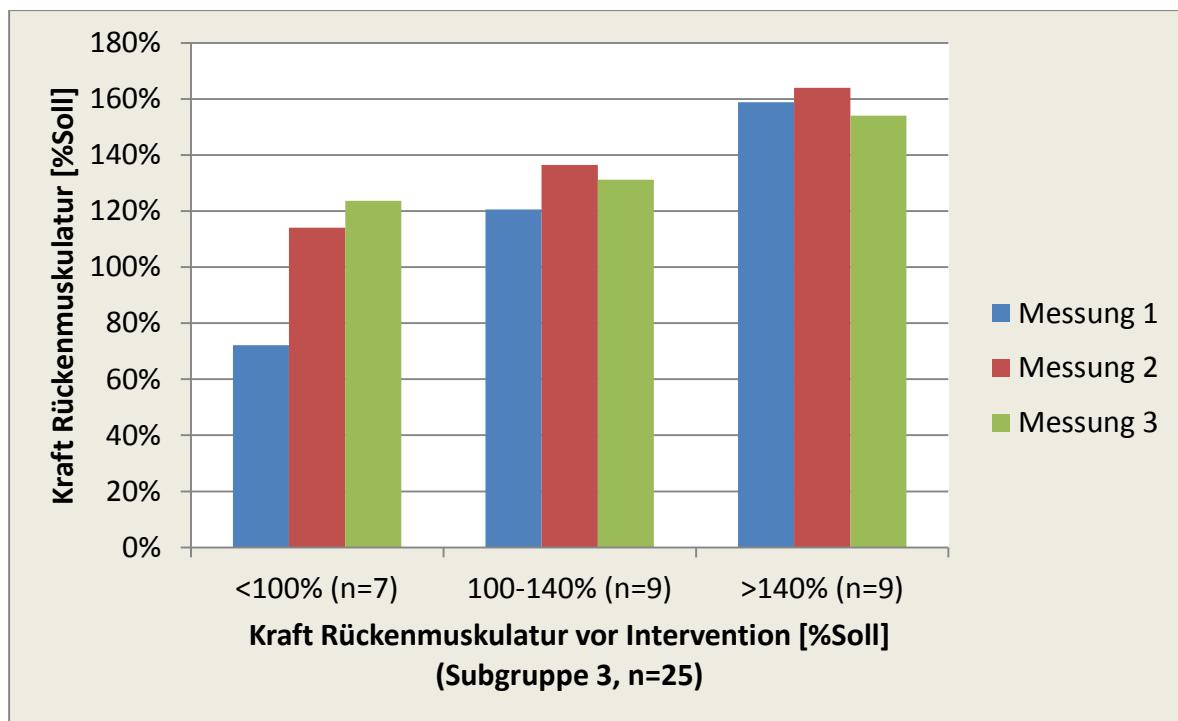


Abbildung 28: Änderung Mittelwerte Kraft Rückenmuskulatur in Abhängigkeit vom Ausgangswert (Subgruppe 3, n=25)

Gruppiert man die Probanden, die beide Teile der Intervention durchlaufen haben (Subgruppe 2), nach der jeweiligen Rückenmuskelkraft vor Intervention, wird deutlich, dass vor allem die schlechter Trainierten, insbesondere Probanden mit Werten unter 100% Soll, von der Maßnahme profitierten (Abbildung 29).

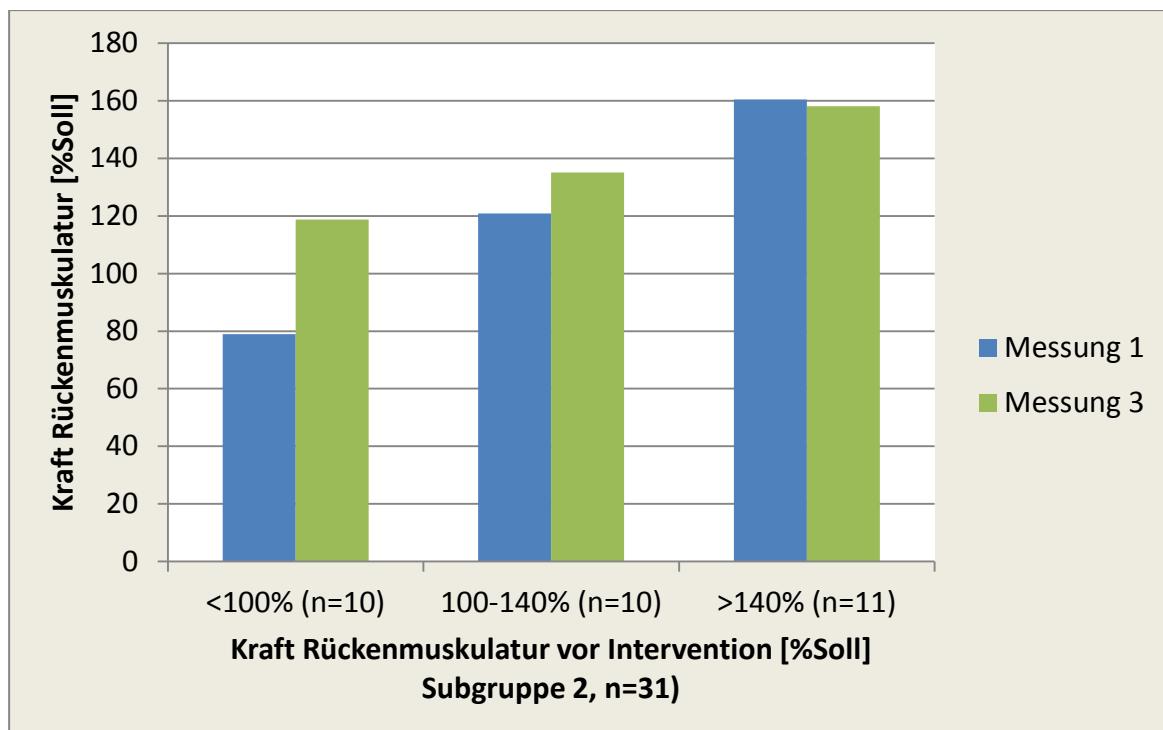


Abbildung 29: Änderung Mittelwerte Kraft Rückenmuskulatur in Abhängigkeit vom Ausgangswert (Subgruppe 2, n=31)

In dieser Untergruppe hatte nach Intervention keiner der Probanden Werte unter 98% Soll, sie verbesserten sich im Mittel von 80 auf 120% Soll. In der Untergruppe der gut Trainierten mit Ausgangswerten über 140% Soll konnte keine Leistungssteigerung mehr erzielt werden. Diese Ergebnisse geben allerdings nur Tendenzen wieder, eine statistische Auswertung war aufgrund der geringen Untergruppengröße nicht möglich.

Die Gruppierung nach Alterskategorien zeigt bei Betrachtung der mittleren Gruppenwerte in Subgruppe 2 und 3, dass keine deutlichen Unterschiede sowohl in der Ausgangsleistung als auch bezüglich des Kraftzuwachses zu verzeichnen sind (siehe Abbildung 30 und Abbildung 31).

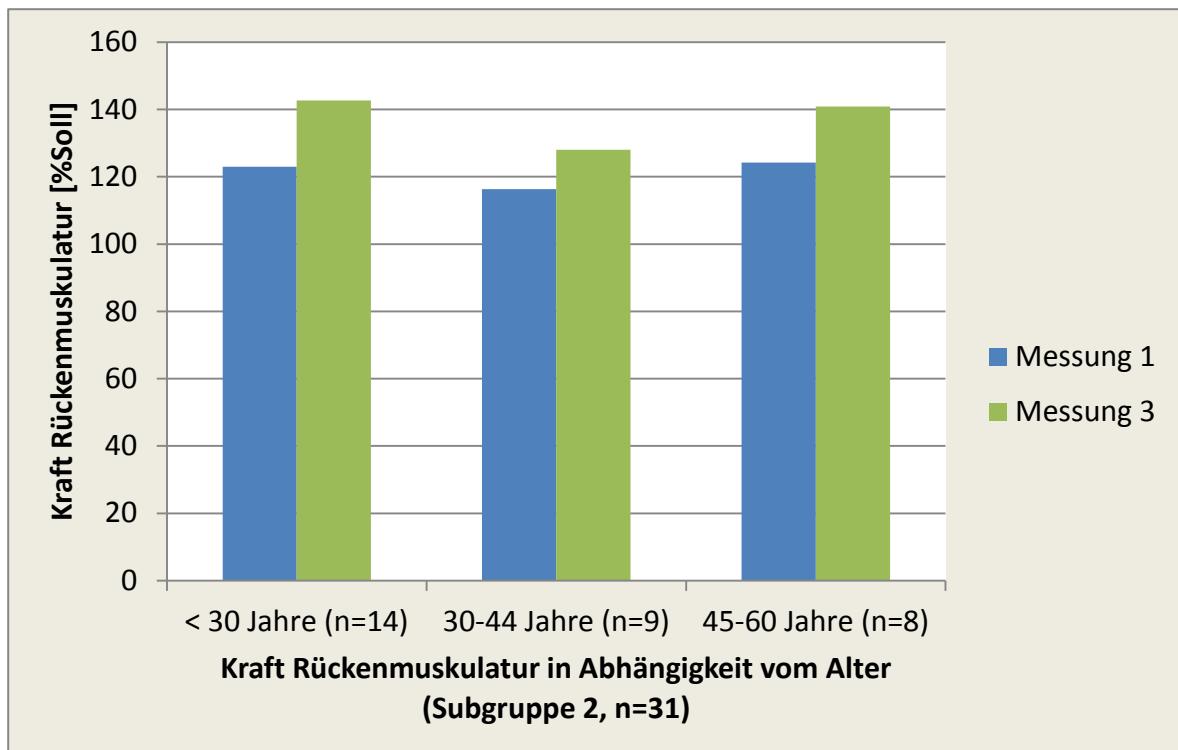


Abbildung 30: Änderung Mittelwerte Kraft Rückenmuskulatur in Abhängigkeit vom Alter (Subgruppe 2, n=31)

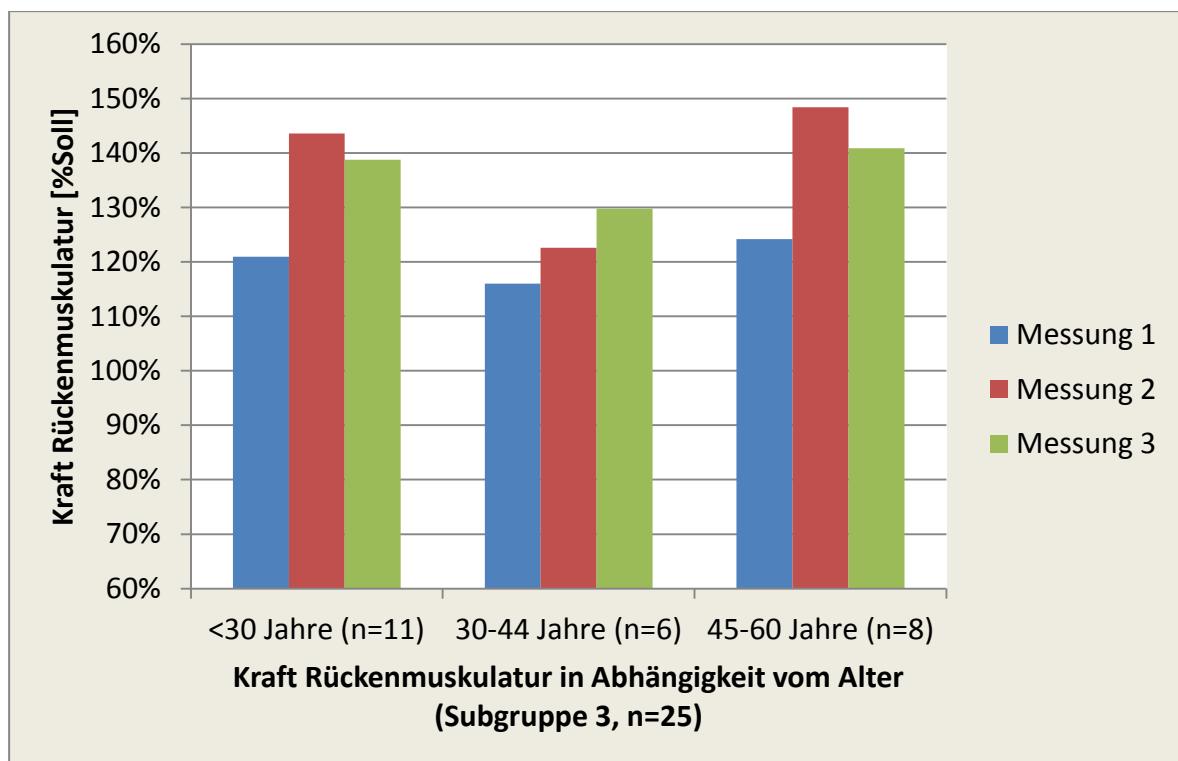


Abbildung 31: Änderung Mittelwerte Kraft Rückenmuskulatur in Abhängigkeit vom Alter (Subgruppe 3, n=25)

3.3.2 Bauchmuskulatur

Die Mittelwerte und Standardabweichungen bei den jeweiligen Messungen in der Gesamtgruppe und den Subgruppen stellt Tabelle 8 dar.

	Messung 1		Messung 2		Messung 3	
	Nm (SD)	%Soll (SD)	Nm (SD)	%Soll (SD)	Nm (SD)	%Soll (SD)
Gesamtgruppe (n=38)	150 (47)	99 (24)				
Subgruppe 1 (n=32), Teilnahme an M1 und M2	149 (47)	97 (24)	165 (49)	109 (23)		
Subgruppe 2 (n=31), Teilnahme an M1 und M3	145 (49)	97 (26)			166 (44)	112 (24)
Subgruppe 3 (n=25), Teilnahme an M1, M2 und M3	143 (49)	95 (26)	158 (46)	107 (24)	165 (45)	111 (23)

Tabelle 8: Mittelwerte mit Standardabweichungen (SD) Kraft Bauchmuskulatur in Gesamtgruppe und Subgruppen

Bei 25 Probanden lagen Messwerte von allen 3 Messzeitpunkten vor (Subgruppe 3). Die Werte an den Messzeitpunkten 1 und 3 unterschieden sich nicht von den anderen Gruppen. Abbildung 32 gibt die Einzelwerte der 25 Probanden in Prozent des Sollwerts des Geräteherstellers wieder.

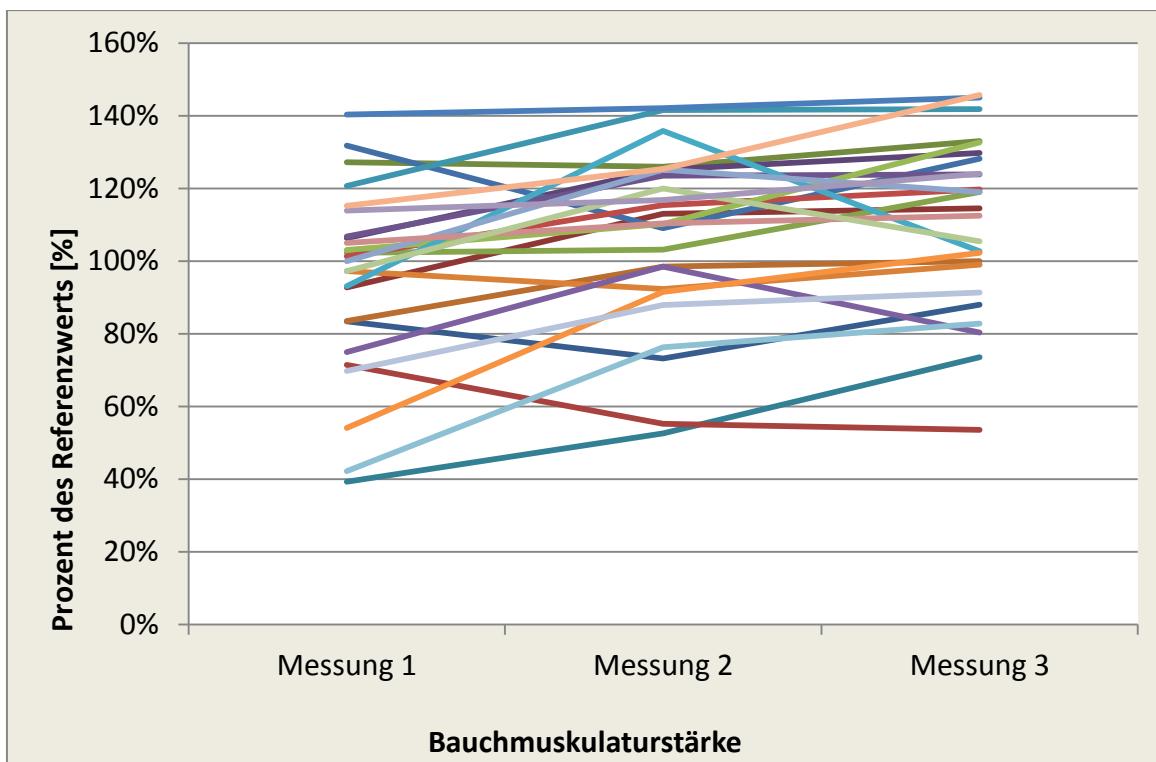


Abbildung 32: Einzelmesswerte der 25 Probanden (Subgruppe 3) in Prozent des Sollwerts des Geräteherstellers im zeitlichen Verlauf

Tabelle 9 zeigt die mittleren Zunahmen mit Standardabweichungen. Der Unterschied der Mittelwerte zwischen erster und zweiter Messung beziehungsweise erster und dritter Messung war im t-Test für gepaarte Stichproben mit $p<0,001$ hoch signifikant. Der Vergleich der Prozentwerte bezogen auf die vom Gerätehersteller erstellten Normwerte (%Soll) ergab gleiche Resultate.

	Delta M1 / M2		Delta M1 / M3		Delta M2 / M3	
	Nm (SD)	%Soll (SD)	Nm (SD)	%Soll (SD)	Nm (SD)	%Soll (SD)
Subgruppe 1 (n=32), Teilnahme an M1 und M2	15 (21) $p<0,001$	11 (15) $p<0,001$				
Subgruppe 2 (n=31), Teilnahme an M1 und M3			21 (22) $p<0,001$	15 (16) $p<0,001$		
Subgruppe 3 (n=25), Teilnahme an M1, M2 und M3	16 (22) $p=0,002$	12 (16) $p=0,001$	22 (19) $p<0,001$	16 (14) $p<0,001$	7 (18) $p=0,077$	4 (13) $p=0,131$

Tabelle 9: Mittlere Unterschiede mit Standardabweichungen zwischen Messung 1 (M1) und 2 (M2), Messung 1 (M1) und 3 (M3), Messung 2 (M2) und 3 (M3) in den einzelnen Subgruppen

Bei den 25 Probanden, die an allen drei Messungen teilgenommen haben (Subgruppe 3, Abbildung 33) zeigte sich, dass der Kraftzuwachs wie auch bei der Rückenmuskulatur vor allem im ersten Teil der Intervention mit Training durch die Physiotherapeuten erzielt wurde, in der selbstständigen Übungsphase konnte jedoch auch im Mittel tendenziell ein geringer Kraftzuwachs gemessen werden, der jedoch nicht das statistische Signifikanzniveau von 0,05 erreichte.

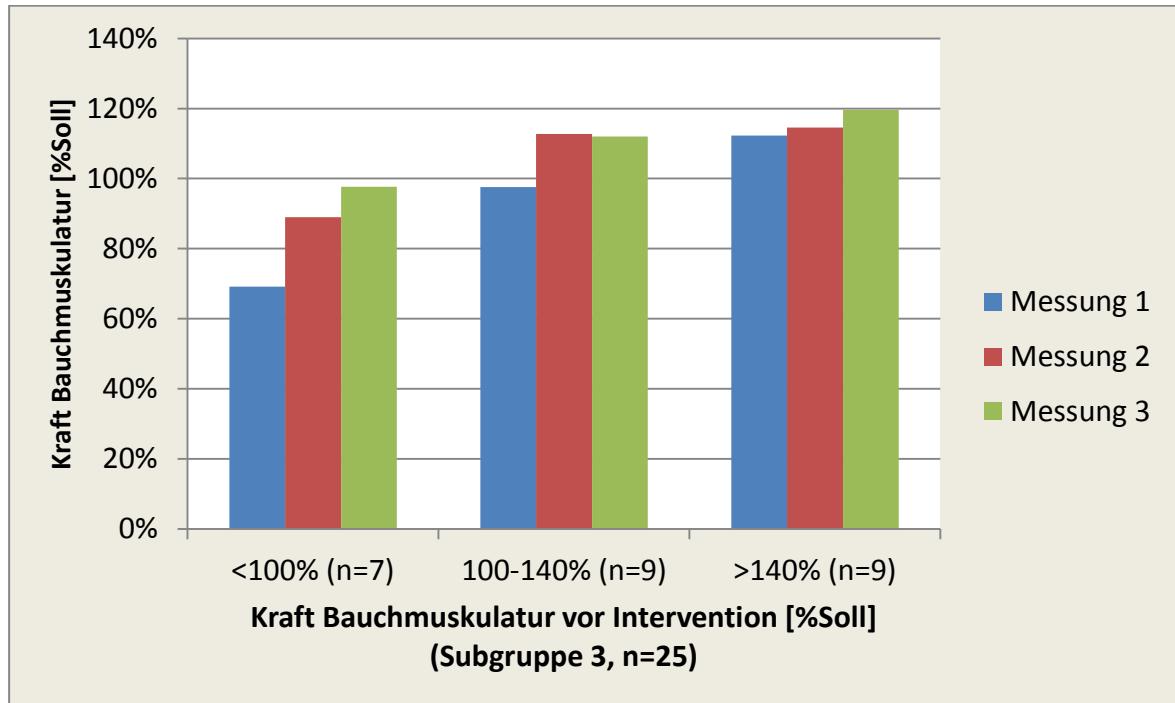


Abbildung 33: Änderung Mittelwerte Kraft Bauchmuskulatur in Abhängigkeit vom Ausgangswert (Subgruppe 3, n=25)

Gruppiert man die Gruppe der Teilnehmer, die an Messung 1 und 3 teilgenommen haben (Subgruppe 2), nach der jeweiligen Bauchmuskelkraft vor Intervention, wird wiederum deutlich, dass vor allem die schlechter Trainierten, insbesondere Probanden mit Werten unter 100% Soll, von der Maßnahme profitierten (Abbildung 34). In der Untergruppe der gut Trainierten mit Ausgangswerten über 120% Soll konnte keine Leistungssteigerung mehr erzielt werden. Diese Ergebnisse geben allerdings nur Tendenzen wieder, eine statistische Auswertung war aufgrund der geringen Untergruppengröße nicht möglich.

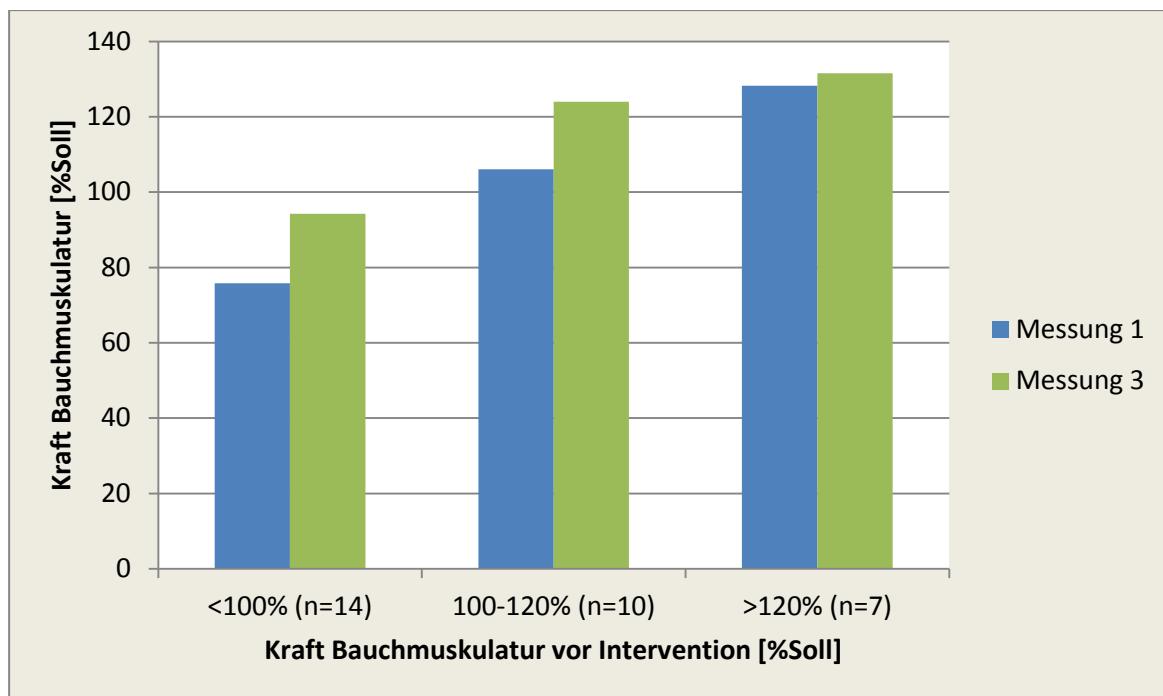


Abbildung 34: Änderung Mittelwerte Kraft Bauchmuskulatur in Abhängigkeit vom Ausgangswert (Subgruppe 2, n=31)

Die Gruppierung nach Alterskategorien in Subgruppe 2 und 3 zeigt, dass das Alter keinen entscheidenden Einfluss auf die Ausgangsleistung und den Kraftzuwachs der Bauchmuskulatur hat (siehe Abbildung 35 und Abbildung 36)

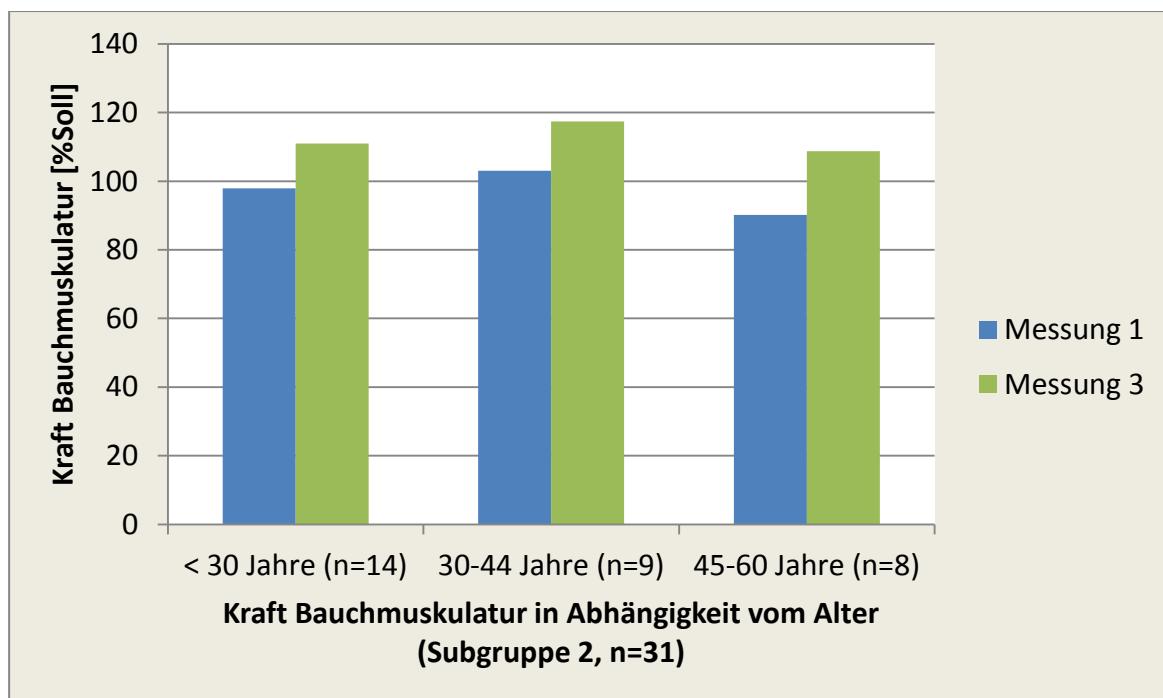


Abbildung 35: Änderung Mittelwerte Kraft Bauchmuskulatur in Abhängigkeit vom Alter (Subgruppe 2, n=31)

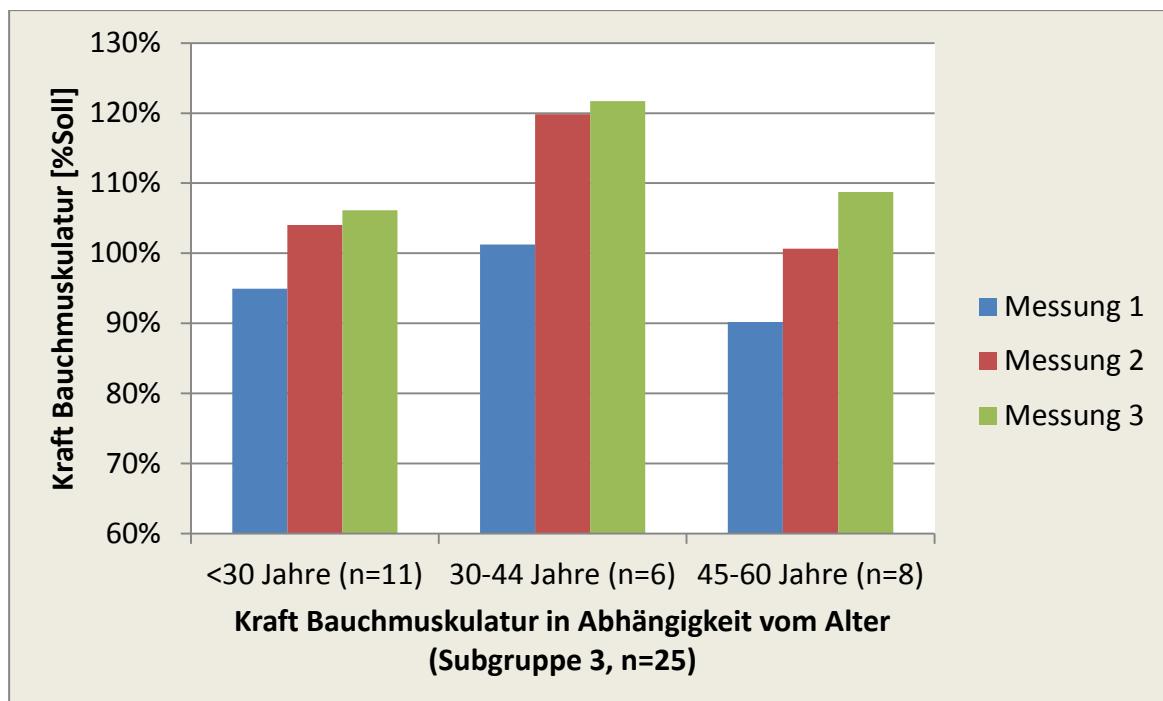


Abbildung 36: Änderung Mittelwerte Kraft Bauchmuskulatur in Abhängigkeit vom Alter (Subgruppe 3, n=25)

3.3.3 Korrelationen zwischen Kraft von Bauch- und Rückenmuskulatur

Sowohl vor als auch nach Intervention ergaben sich weitgehend unverändert mittelstarke Korrelationen zwischen der Kraft der Bauch- und Rückenmuskulatur in der Subgruppe 3. Die Korrelationskoeffizienten berechneten sich auf 0,69 vor Intervention und auf 0,56 nach Intervention. Abbildung 37 zeigt die Korrelationen von beiden Messzeitpunkten mit den jeweiligen Regressionsgeraden und deren Formeln. Steigungen und Abszissenabschnitte sind annähernd gleich.

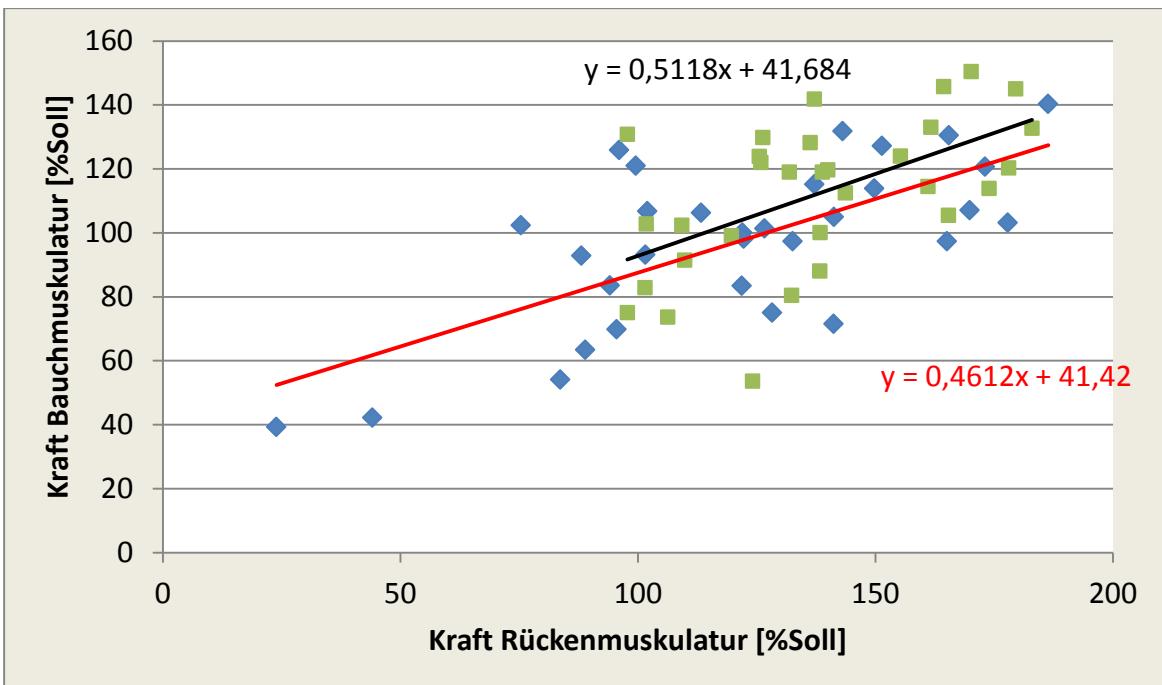


Abbildung 37: Korrelationen und Regressionsgeraden Kraft Rücken- und Bauchmuskulatur vor Intervention (Messzeitpunkt 1: blau, Gerade rot) und nach Intervention (Messzeitpunkt 3: grün, Gerade schwarz)

3.3.4 Einflussfaktoren für Kraftzuwachs

Als potenzielle Einflussfaktoren auf den Kraftzuwachs wurden Alter, BMI (= body mass index), Ausgangsleistung in Prozent des Sollwerts, Finger-Boden-Abstand, Jahre am aktuellen Arbeitsplatz, Sport in Minuten pro Woche, Durchführung von Rückentraining (ja / nein), jemals behandlungsbedürftige Rückenschmerzen gehabt (ja / nein) und aktuell Rückenschmerzen (ja / nein) identifiziert.

Die beiden Variablen „Rückentraining“ und „Sportdauer pro Woche“ stellen von einander abhängige Variablen dar. Der Vergleich zeigt, wie in Abbildung 38 dargestellt, dass die acht Probanden mit Rückentraining im Mittel 221 Minuten pro Woche Sport treiben während von den 23 Probanden ohne Rücktraining 12 überhaupt keinen Sport betreiben, der Mittelwert dieser Gruppe beträgt 55 Minuten Sport pro Woche.

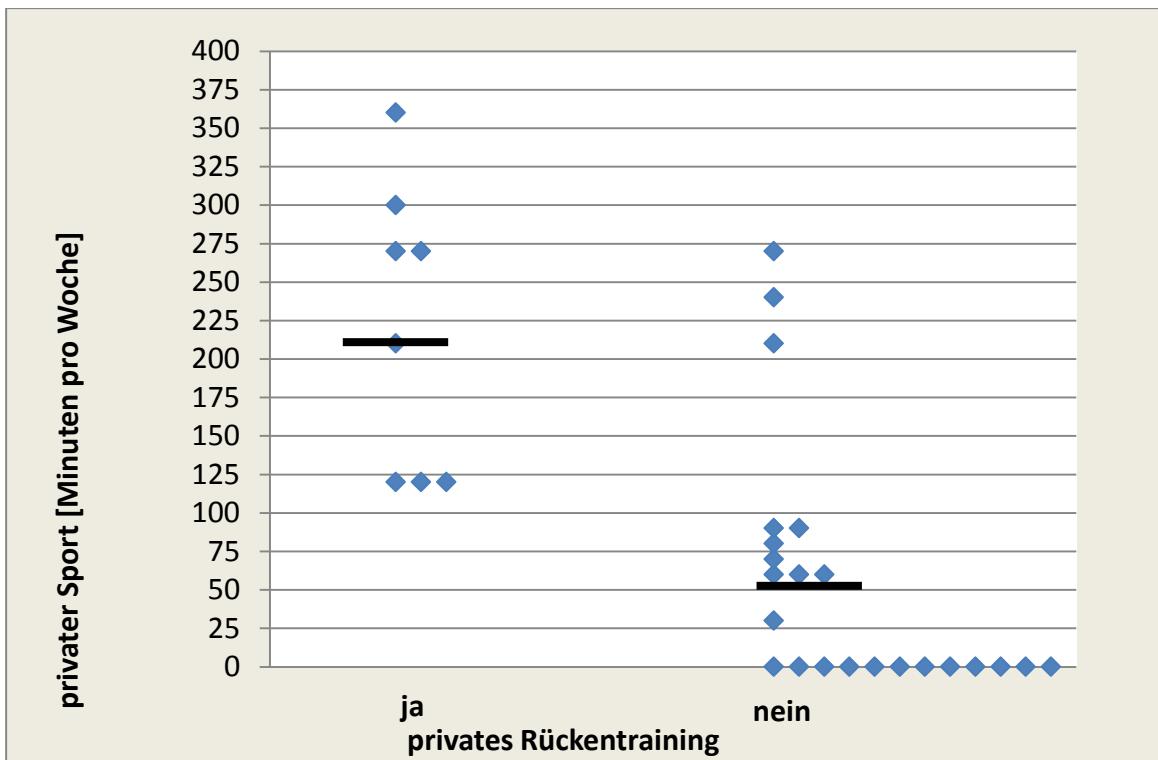


Abbildung 38: Vergleich der Einzelwerte für zeitlichen Umfang des privaten Sports in Abhängigkeit von der Durchführung eines speziellen Rückentrainings

Es wurden für die beiden abhängigen Variablen Leistungszuwachs Rücken- und Bauchmuskulatur daher jeweils zwei getrennte lineare Regressionsmodelle gerechnet, einmal mit der Hinzunahme der Variablen „Sport pro Woche“ (Modell 1) und einmal mit „Rückentraining“ (Modell 2) zu den übrigen sieben Variablen. Bei den beiden Modellen für die Rückenmuskulatur betrug der R-Wert 0,827 für Modell 1 und 0,883 für Modell 2. Modell 1 erklärt 68%, Modell 2 78% der Varianz des Effektes „Leistungszuwachs“. Für die Regressionsanalyse wurde demzufolge Modell 2 gewählt. Nach gesamtem Einschluss aller acht Variablen wurden schrittweise alle nicht statistisch signifikanten Variablen aus dem Modell entfernt. Übrig blieben die Prädiktoren „Ausgangsleistung“ ($p<0,001$) und „jemals Rückenschmerzen gehabt“ ($p=0,013$), beide im Sinne eines negativen Zusammenhangs, sowie „absolviertes privates Rückentraining“ ($p<0,001$). Der R-Wert für alle signifikanten Variablen betrug 0,862 und es werden durch die drei Prädiktoren 74% der Varianz erklärt.

Für die Bauchmuskulatur zeigte sich kein Unterschied zwischen beiden Modellen. Die Variablen Sportdauer und Rückentraining waren nicht signifikant, in beiden

Modellen blieb als einziger Prädiktor die Kraft der Bauchmuskulatur vor Beginn der Intervention übrig, wiederum im Sinne eines negativen Zusammenhangs. Der R-Wert lag bei 0,433 und es werden somit nur 19% der Varianz erklärt.

4 Diskussion

4.1 Studiendesign

Die Präventionsmaßnahme wurde allen Mitarbeitern ($n=60$) des Fertigungsbereiches Airplane Door Systems, Long Range Passagier- und Notausstiegstüren, angeboten, die Teilnahme erfolgte aber freiwillig. Die Beteiligung derjenigen Fertigungsgruppen, bei der nach Analyse der LMM die größte körperliche Belastung besteht, war dabei am höchsten. Man kann daher davon ausgehen, dass sich überwiegend Mitarbeiter beteiligten, die sich physisch stark belastet fühlten und / oder die schon einmal unter Rückenproblemen gelitten haben oder zum Zeitpunkt des Studienbeginns Beschwerden hatten. Alle anderen ($n=22$) konnten in der Studie nicht berücksichtigt werden, so dass diesbezüglich eine Vorselektion besteht und die Ergebnisse nur für einen Teil des betreffenden Fertigungsbereiches repräsentativ sind. Als Gründe für eine Nichtteilnahme können fehlendes Verständnis oder Desinteresse für die Maßnahme, hoher Arbeitsdruck, aber unter Umständen auch zu niedrige Motivation der Mitarbeiter vor und während des Projektes durch alle am Projekt Beteiligten diskutiert werden.

Des Weiteren war während des Projektlaufes eine Fluktuation der teilnehmenden Mitarbeiter zu verzeichnen. Zu Beginn nahmen 38 von 60 Mitarbeitern, denen die Präventionsmaßnahme angeboten wurde, an der Eingangsuntersuchung und Messung der Muskelkraft teil, was einer Teilnahmefrage von 63,3% entspricht. An der 2. Messung beteiligten sich insgesamt 37 Mitarbeiter, davon 32 der 38 zu Beginn teilnehmenden, sowie 5 Mitarbeiter, die bei Messung 1 nicht dabei waren. Bei der 3. Messung und Abschlussuntersuchung nahmen insgesamt 36 Mitarbeiter teil, davon 31 der 38 zu Beginn, sowie die 5 Mitarbeiter, die erst bei Messung 2 hinzukamen. Diese Fluktuation erklärt sich zum einen durch personelle Veränderungen infolge von Neueinstellungen nach Projektbeginn. Diese Mitarbeiter, die bei der 1. Messung beziehungsweise Eingangsuntersuchung noch nicht teilnah-

men, wurden in der Ergebnisauswertung nicht berücksichtigt, da aufgrund der deutlich kürzeren Teilnahme an den Präventionsmaßnahmen die Ergebnisse statistisch nicht verwertbar waren. Zum anderen bestand auch durch die Abwesenheit einzelner Mitarbeiter infolge von Krankheit oder Urlaub zu den festgelegten Mess- und Untersuchungszeitpunkten eine Fluktuation. Da die Muskelkraftmessungen durch die Physiotherapeuten durchgeführt wurden und hierfür auch das spine-MAXX-Gerät der Firma Schnell gemietet werden musste, bestand auch aus Kostengründen nicht die Möglichkeit, mehrere Termine anzubieten. An allen 3 Messungen beteiligten sich insgesamt 31 Mitarbeiter, was einer Quote von 51,7% bezogen auf die Gesamtzahl aller Mitarbeiter des Fertigungsbereiches entspricht. Gemäß Angaben des Projektleiters nahmen in der Regel während des Präventionstrainings und der 1. Anwendungsphase unter Begleitung der Physiotherapeuten insgesamt zwischen 30 und 50 Mitarbeiter teil, wobei die Teilnahmequote in den einzelnen Belastungsgruppen sehr unterschiedlich war. So nahmen im Bereich Passagiertüren Struktur 1 und 2 ca. 90% teil, während es im Bereich Passagiertüren Kinematik nur ca. 50% und im Bereich Notausstiegstüren Struktur und Kinematik nur ca. 30% waren.

Wie mehrere Studien (19-21, 31) belegen konnten, spielen psychische Einflussfaktoren bei der Entstehung von Rückenschmerzen, insbesondere chronischer Beschwerden, eine große Rolle. Eine Studie von Kulin et al. konnte dabei belegen, dass psychosoziale Faktoren sogar mehr Einfluss auf die Entstehung arbeitsassozierter Nacken- und unterer Rückenschmerzen haben als biomechanische Faktoren (31). In der vorliegenden Untersuchung wurden diese jedoch nicht berücksichtigt. Ein wesentlicher Grund hierfür war, dass eine vorab diskutierte Analyse der psychischen Belastungen mittels eines Fragebogens im Rahmen der Studie von den Leitern des Fertigungsbereiches nicht befürwortet wurde. Unter anderem sollte dadurch nicht zu viel Unruhe in dem Bereich entstehen. Zum Zeitpunkt des Projektbeginns war die Situation im betreffenden Fertigungsbereich sehr angespannt und der Druck auf die Mitarbeiter relativ hoch, da ein großer Lieferumfang von Passagier- und Notausstiegstüren bewältigt werden musste. Eine derartige Erhebung psychischer Belastungsfaktoren hätte weitere interessante Ergebnisse liefern können, auf deren Grundlage man entsprechende Präventions- oder Interventionsmaßnahmen ableiten hätte können.

Ein weiterer negativer Einflussfaktor, insbesondere in psychischer Hinsicht, für die an der Studie teilnehmenden Mitarbeiter war die kritische Interaktion mit anderen Fertigungslien, welche sich z.T. in der gleichen oder einer benachbarten Fertigungshalle befinden. Diese fühlten sich teilweise benachteiligt, da ihnen eine entsprechende Präventionsmaßnahme nicht angeboten wurde. Kritisch betrachtet wurde von anderen Fertigungslien auch die Tatsache, dass die Intervention im Rahmen der Arbeitszeit stattfand.

Die Bereitstellung einer geeigneten Räumlichkeit war außerdem nicht unproblematisch. Aufgrund des eingeschränkten zeitlichen Rahmens war es erforderlich, dass sich diese in der Nähe des Fertigungsbereiches befindet. Man entschied sich daher, den Aufenthaltsraum in der Fertigungshalle entsprechend umzufunktionieren. Dies bedeutete, dass zu Beginn jeder Interventionseinheit von teilnehmenden Mitarbeitern der ersten Gruppe zunächst die Tische und Stühle beiseite gestellt werden mussten. Außerdem wurden die Fenster mit Sichtverbindung zur Fertigungshalle abgeklebt, um diskrete Bedingungen zu schaffen. Am Ende des Präventionstrainings musste von der letzten Gruppe der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt werden. Dies bedeutete also eine zusätzliche, auch zeitliche, Belastung für die Mitarbeiter. Zudem stand der Aufenthaltsraum in der Fertigungshalle Mitarbeitern anderer Fertigungslien während der Intervention nicht zur Verfügung. Dadurch resultierte ein zum Teil angespanntes Verhältnis zwischen Studienteilnehmern und Mitarbeitern anderer Fertigungslien. Darüber hinaus gab es während des Projektes auch zum Teil Abstimmungsprobleme. So wurde der Raum gleichzeitig für eine andere Veranstaltung gebucht, so dass an diesem Tag die geplante Präventionsmaßnahme kurzfristig entfallen musste.

Als weiteres Problem zeigte sich erst nach Beginn der Präventionsmaßnahme, dass manche Mitarbeiter Schwierigkeiten hatten, bestimmte Übungen in Arbeitskleidung korrekt auszuführen. Insbesondere das Tragen der Arbeitssicherheitsschuhe stellte bei einigen Übungen ein Problem dar, aber auch die Arbeitsschutzkleidung beeinträchtigte aufgrund der einengenden Wirkung z.T. die korrekte Ausführung der Übungen. Eine Durchführung des Trainings in Sportkleidung hätte sich diesbezüglich wohl positiv ausgewirkt, war jedoch organisatorisch nicht umsetzbar. Soweit möglich, wurden die Übungen entsprechend angepasst.

4.2 Arbeitsplatzanalyse nach LMM

Nach Analyse der Arbeitsplätze nach LMM lagen 5 von 101 der analysierten Arbeitsplätze im roten Bereich, d.h. hier besteht per definitionem die Notwendigkeit zu technischen oder organisatorischen Maßnahmen, um die ergonomischen Arbeitsbedingungen zu verbessern. Wie eine Studie von Vandergrift et al. zeigen konnte, lassen sich 30% aller Fälle von unteren Rückenschmerzen einer beruflichen Exposition zuordnen (25). Insbesondere ungünstige und häufig repetitive Rückenhaltungen und -beanspruchungen, manuelle Arbeit, vor allem häufiges Heben und Tragen von Lasten und der Einfluss von Vibrationen, sowie die Kombination mehrerer Einflussfaktoren gelten als bedeutende Auslöser für das Auftreten akuter und für den Übergang von akuten zu chronischen Rückenschmerzen (2, 7, 18, 23-26). Daher sollten entsprechende technische oder organisatorische Umgestaltungen als erste Maßnahmen zur Verbesserung der ergonomischen Arbeitsbedingungen im Vordergrund stehen. Eine Umsetzung entsprechender technischer oder organisatorischer Maßnahmen fand während des Projektes jedoch nicht statt, da diese ad hoc nicht realisierbar und zum Teil auch finanziell nicht umsetzbar waren. Sie befinden sich jedoch in Planung. Positiv für die Studie ist an dieser Stelle anzumerken, dass dadurch die ergonomischen Bedingungen während des gesamten Projektablaufes stabil geblieben sind, so dass eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen als zusätzlicher positiver Einflussfaktor auf den gesundheitlichen Zustand und die Muskelkraftmessung der Mitarbeiter nicht berücksichtigt werden muss.

4.3 Kollektiv

Betrachtet man die einzelnen Subgruppen 1-3 bezüglich Alter, Größe, Gewicht, BMI, Tätigkeitsdauer am derzeitigen Arbeitsplatz, privater sportlicher Aktivität sowie bezüglich einer positiven Anamnese betreffend Rückenschmerzen und der Durchführung eines Rückentrainings in der Freizeit, so ergeben sich keine signifikanten Unterschiede. Das heißt die Mitarbeiter, die an allen Messungen teilgenommen haben, unterschieden sich in diesen Charakteristika nicht von Studententeilnehmern, die nur einen Teil der Maßnahmen beziehungsweise Messungen absolvierten.

Kritisch anzumerken ist, dass die Studie keine Kontrollgruppe in die Erhebung mit einschließt und die Anzahl der vollständigen Datensätze gering ist.

4.4 Outcome der Intervention

Hinsichtlich der Veränderung der Muskelkraft sowohl der Rücken- wie auch der Bauchmuskulatur bei Subgruppe 3 lässt sich feststellen, dass ein signifikanter Kraftzuwachs nur zwischen Messung 1 und 2 zu verzeichnen war, also ausschließlich während der ersten Phase der Intervention, in der eine Anleitung durch die Physiotherapeuten bestand. In der zweiten Phase der Intervention, also selbständiger Durchführung der Übungen, war kein Kraftzuwachs mehr zu verzeichnen, allerdings konnte der initiale Kraftzuwachs im Mittel gehalten werden. Daraus könnte man den Rückschluss ziehen, dass die Effektivität der Übungen, objektiv gemessen am Muskelkraftzuwachs, unter fachkundiger Anleitung deutlich höher ist als ohne. Eine Erklärung hierfür wäre, dass die Übungen selbständig unter Umständen nicht korrekt durchgeführt wurden, des Weiteren könnte aber auch die Motivation der Mitarbeiter geringer gewesen sein.

Es fällt auf, dass der Kraftzuwachs sowohl der Rücken- als auch der Bauchmuskulatur bei schlechter Trainierten deutlich größer war als bei bereits initial trainierten Studienteilnehmern. Probanden, die zu Beginn der Intervention Werte unter 100% Soll hatten, profitierten am meisten. Anamnestisch betrieben diese auch kaum Sport in der Freizeit, während die Untergruppe der gut Trainierten mit Ausgangswerten über 120% Soll meist auch in der Freizeit sportlich aktiv war. Diese Ergebnisse decken sich auch mit den Erwartungen bezüglich Kraftzuwachs beim Vergleich von Untrainierten und Trainierten. In der Regressionsanalyse ergaben sich für die Zunahme der Kraft der Rückenmuskulatur als Prädiktoren „Kraft der Muskulatur vor Beginn der Intervention“ und „jemals Rückenschmerzen gehabt“ im Sinne eines negativen Zusammenhangs, für die Zunahme der Bauchmuskulatur als einziger Prädiktor „die Kraft der Muskulatur vor Beginn der Intervention“.

Betrachtet man die Veränderung des Finger-Boden-Abstands zu Beginn und zum Abschluss der Intervention, lässt sich auch hier feststellen, dass vor allem Studienteilnehmer mit initial großem Finger-Boden-Abstand, also wiederum die eher Untrainierten, von der Maßnahme profitierten, bei ihnen konnte die größte Verbesserung nachgewiesen werden. Bezuglich der weiteren Parameter der ärztl-

chen Untersuchung waren zwischen Zeitpunkt 1 und Zeitpunkt 3 erwartungsgemäß keine wesentlichen Unterschiede festzustellen.

Eine Altersabhängigkeit des Kraftzuwachses konnte nicht festgestellt werden. Die Ergebnisse bezüglich Kraftveränderung älterer und jüngerer Studienteilnehmer waren weitgehend identisch. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass alle Mitarbeiter, unabhängig vom Alter, von einem entsprechenden Trainingsprogramm profitieren können.

Bei der Anamneseerhebung zu Beginn und zum Abschluss des Projektes fiel auf, dass die Zahl der Studienteilnehmer mit akuten Rückenproblemen von anfangs 6 auf 9 Mitarbeiter zugenommen hat. Dabei hatten diejenigen, die schon initial Beschwerden angegeben hatten, nach der Intervention weiterhin Probleme, bei einem war die Schmerzintensität sogar angestiegen. Zusätzlich berichteten aber 3 weitere Studienteilnehmer über während des Projektes neu aufgetretene Beschwerden im Bereich der LWS, welche zwischen 1 und 6 Monaten bestanden. Keiner der 3 Studienteilnehmer führte die Problematik allerdings auf das Präventionstraining zurück. Bei 1 Teilnehmer traten die Beschwerden nur während der Arbeit auf, wobei aber auch keine Veränderung der Arbeitsbedingungen stattgefunden hatte. Es wäre hier zu diskutieren, ob unter Umständen ein Zusammenhang mit der Trainingsmaßnahme besteht. Dies lässt sich im Rahmen dieser Studie jedoch nicht beantworten.

4.5 Feedback der Mitarbeiter aus dem Fertigungsbereich

Das Feedback der Mitarbeiter war überwiegend positiv, viele merkten an, dass derartige Maßnahmen weiter ausgebaut werden sollten beziehungsweise ein größerer zeitlicher Umfang wünschenswert wäre. Sie hätten gerne teilgenommen und Einiges gelernt. Die Motivation der teilnehmenden Mitarbeiter kann als hoch betrachtet werden. Viele berichteten, dass sie aufgrund des Projektes auch in der Freizeit begonnen hatten, sich mehr zu bewegen, gezieltere Übungen für die Bauch-, Rumpf- und Rückenmuskulatur durchzuführen oder eine Sportart neu begonnen hätten. Des Weiteren berichteten viele Mitarbeiter über eine insgesamt positive Auswirkung auf die Stimmung im Fertigungsbereich sowie auf eine verbesserte Teambildung. Die Präventionsmaßnahme wurde auch als positiver Ausgleich zur Arbeit betrachtet, zumal zu diesem Zeitpunkt ein hoher Kosten-, Zeit-

und Arbeitsdruck bestand. Positiv wahrgenommen wurde auch, dass die Führungskräfte dadurch Interesse an den Mitarbeitern in der Fertigung bekundeten und sie als Mitarbeiter im Fokus des Projektes standen.

4.6 Ausblick

Die vorliegende Studie konnte zeigen, dass durch ein entsprechendes Übungsprogramm ein statistisch signifikanter Kraftzuwachs sowohl der Bauch- als auch der Rückenmuskulatur erreicht werden konnte. Allerdings war ein relevanter Kraftzuwachs nur während der physiotherapeutisch begleiteten Phase zu verzeichnen und besonders auffällig bei bisher Untrainierten. Ein weiterer positiver Effekt war, dass viele dieser Mitarbeiter durch das Projekt zu sportlicher Aktivität in der Freizeit animiert wurden. Dies ist mitunter auch ein wesentliches Ziel einer derartigen Präventionsmaßnahme: die Sensibilisierung und Animierung der Mitarbeiter zu gesundheitsbewusstem Verhalten und sportlicher Betätigung.

Interessant wäre in diesem Zusammenhang auch eine Follow-up-Untersuchung, beispielsweise ein halbes Jahr nach Beendigung des Projektes, gewesen, um langfristige Effekte der Maßnahme bezüglich Muskelkraft und Gesundheitszustand der Mitarbeiter evaluieren zu können.

Eine Studie von Kettunen et al. unterstreicht den positiven Effekt derartiger Übungsprogramme auf das Freizeitverhalten bezüglich sportlicher Aktivitäten. Die Studie untersuchte die Auswirkung eines 12-monatigen Übungsprogrammes im beruflichen Setting auf die Arbeitsunfähigkeitsrate und die kardiorespiratorische Fitness von gesunden Arbeitnehmern. Während der Intervention nahm die sportliche Betätigung in der Freizeit bei den Teilnehmern um 71% zu, die kardiorespiratorische Fitness stieg um 7% und die Arbeitsunfähigkeitsrate sank um 3% (42). In einer 2002 publizierten Follow-up-Studie über einen Zeitraum von sechs Jahren von Loisel P. et al. wurde eine Kosten-Nutzen-Analyse eines Präventionsmodells zur Vermeidung von Arbeitsunfähigkeit infolge Rückenschmerzen erstellt. Dabei zeigte sich, dass bei Mitarbeitern mit anhaltenden subakuten Rückenschmerzen durch Arbeitsplatzrehabilitation und Arbeitsplatzinterventionen langfristig die Zahl der Arbeitsunfähigkeitstage gesenkt werden konnte (33).

Eine große Herausforderung, auch im Hinblick auf den demographischen Wandel, wird für die Betriebe in Zukunft sein, besonders gefährdete Mitarbeiter frühzeitig zu identifizieren und diesen entsprechende Präventions- und Interventionsmaßnahmen anzubieten, da solche Arbeitnehmer am meisten davon profitieren. Durch die älter werdende Bevölkerung sind in den Industriestaaten musculoskelettale Einschränkungen eine der Hauptursachen für Arbeits- oder Erwerbsunfähigkeit (12, 43, 44). Als wichtige Faktoren, die mit einer erhöhten Arbeitsunfähigkeitsrate einhergehen, nennt Kettunen wenig Freizeitsport, schlechte musculoskelettale Verfassung, höheres Alter, Übergewicht, hohe geistige Arbeitsanforderungen, wenig Autonomie, negatives Arbeitsumfeld und hohe körperliche Arbeitsbelastung (42).

Eine Untersuchung von van Poppel et al. verglich mehrere Studien hinsichtlich der Effektivität verschiedener Primärpräventionsmaßnahmen im industriellen Setting bezüglich der Inzidenz und Wahrnehmung von Rückenschmerzen. Verglichen wurden Maßnahmen der Edukation, Bewegungsübungen sowie der Einsatz einer Lumbalstütze. Edukation und Lumbalstütze zeigten hierbei keinen positiven Effekt, für die Effektivität von Bewegungsübungen ergab sich eine mäßige Evidenz (10). Weitere Studien konnten ebenfalls belegen, dass muskelaufbauende Übungen sowie Fitnessübungen die Prävalenz von Rückenschmerzen reduzieren und die Funktion der Rückenmuskulatur verbessern können (11, 45, 46). Welche Präventions- und Interventionsmaßnahmen bezüglich des Kosten-Nutzen-Effektes am besten sind, wäre durch weitere Studien zu untersuchen (33). Dabei ist es auch wichtig, klar zu definieren, was in Studien und Interventionen genau gemessen werden soll, um vergleichbare Ergebnisse zu bekommen (47).

Zudem könnten weltweite Erhebungen zur Identifizierung für das Auftreten von Rückenschmerzen besonders gefährdeter Berufe und Industriezweige wichtige Erkenntnisse liefern, um zukunftsorientierte Strategien zur Prävention und Intervention entwickeln zu können (16).

Waddel und Burton führten sogar an, dass die Arbeitsunfähigkeitszeiten infolge Rückenschmerzen um 30-50% gesenkt werden könnten, wenn die aktuellen Erkenntnisse in das berufliche Setting implementiert werden würden (48, 49). Unbestritten ist, dass der Hauptanteil der Arbeitsunfähigkeitstage infolge von Rückenschmerzen durch wenige Patienten verursacht wird, die unter chronischen Beschwerden leiden. Häufig liegen hier auch negative Glaubenssätze zugrunde,

die eine Rückkehr an den Arbeitsplatz verhindern. Viele Rückenpatienten haben Angst, dass sich ihre Schmerzen durch die Arbeit verschlimmern könnten, oder dass sie gar durch die Arbeit verursacht werden (48). Unbestritten ist natürlich auch, dass die Morbidität diesbezüglich durch bestimmte arbeitsbezogene Tätigkeiten oder Haltungen erhöht ist. Den Betroffenen muss aber vermittelt werden, dass es wichtig ist, trotz Schmerzen in Bewegung zu bleiben, zumal mangelnde Bewegung auch andere Erkrankungen begünstigen kann (11). Eine möglichst rasche Rückkehr an den Arbeitsplatz (bei unspezifischen und unkomplizierten Rückenschmerzen) sollte angestrebt werden. Dies wird in Zukunft ein hohes Maß an Aufklärungsarbeit erfordern.

5 Zusammenfassung

Die vorliegende Studie basiert auf einem Pilotprojekt bei Airbus Helicopters Deutschland GmbH. Hintergrund war, dass von den Mitarbeiter des Fertigungsbereiches „Long Range Passagier- und Notausstiegstüren“ vermehrt Beschwerden bezüglich hoher Arbeitsbelastung und Rückenproblemen beklagt wurden.

Generell haben Krankheiten des Muskel-Skelett-Systems eine hohe Prävalenz in der Allgemeinbevölkerung, mit erheblichen volkswirtschaftlichen Folgen (1-11, 13). Dabei spielen neben psychosozialen Einflussfaktoren physische Belastungen, insbesondere auch durch berufliche Exposition, eine Rolle (7-11).

Zur Objektivierung der tatsächlichen physischen Belastungen erfolgte zunächst eine Analyse der insgesamt 101 Arbeitsplätze des Fertigungsbereiches nach der LMM der BAuA. Dabei ergab sich für 5 eine starke Risikobehaftung mit Notwendigkeit technischer oder organisatorischer Umgestaltungen, bei 31 die Notwendigkeit der Ermittlung der individuellen Belastungswahrnehmung durch die Beschäftigten, bei den restlichen 65 Arbeitsplätzen bestand kein Handlungsbedarf. Eine entsprechende Umsetzung technischer oder organisatorischer Maßnahmen war während des Projektes auch aus Kostengründen ad hoc nicht realisierbar, ist zwischenzeitlich aber teilweise erfolgt.

Auf Grundlage dieser Ergebnisse wurde in Kooperation mit Physiotherapeuten ein entsprechendes Übungsprogramm entwickelt, um die negativen Auswirkun-

gen dieser Belastungen zu reduzieren. Die praktische Durchführung dieses Trainings erstreckte sich von Januar bis September 2013. Von den insgesamt 60 Mitarbeitern des Fertigungsbereiches konnten 38 Studienteilnehmer rekrutiert werden, was einer Teilnahmequote von 63,3% entspricht. Das durchschnittliche Alter lag bei 34,6 Jahren (Range 21-57 Jahre), der Durchschnitt der privaten sportlichen Aktivität bei 98,2 Minuten pro Woche (Range 0-360 Minuten/Woche). 20 Teilnehmer hatten in der Vorgeschichte schon einmal behandlungsbedürftige Rückenschmerzen, 2 hatten sich einer Bandscheibenoperation unterzogen und 5 beklagten bei Projektbeginn akute Beschwerden. Bei 23 Studienteilnehmern fanden Wirbelsäulenveränderungen (Hyperkyphose, Flachrücken, Skoliose) auf, die Beweglichkeit im Bereich der HWS war bei 1 Probanden, im Bereich der LWS bei 7, eingeschränkt.

Jeweils vor Beginn und zum Abschluss des Projektes erfolgten eine Anamneseerhebung und ärztliche Untersuchung sowie Messung der isometrischen Maximalkraft der geraden Bauch- und langen Rückenstreckmuskulatur.

Während der sogenannten Präventions- und 1. Anwendungsphase fanden einmal wöchentlich insgesamt 7 physiotherapeutisch begleitete Trainingseinheiten statt, anschließend wurden die erlernten Übungen über einen Zeitraum von 9 Wochen selbstständig einmal wöchentlich durchgeführt, gefolgt von einer Zwischenevaluierung mittels erneuter Muskelkraftmessung. In der darauf folgenden 2. Anwendungsphase konnten die Mitarbeiter erneut über einen Zeitraum von 9 Wochen selbstständig einmal wöchentlich trainieren.

Die Studie konnte zeigen, dass durch ein entsprechendes Training eine Verbesserung der Muskelkraft erreicht werden kann. Sowohl für die Rücken- als auch Bauchmuskulatur konnte ein signifikanter Kraftzuwachs nachgewiesen werden, wobei dieser vor allem nach der physiotherapeutisch begleiteten Präventions- und 1. Anwendungsphase zu verzeichnen war. Nach der selbstständigen Übungsphase konnte der Kraftzuwachs im Mittel zwar gehalten, jedoch nicht weiter gesteigert werden. Daraus kann man rückschließen, dass die Effektivität der Übungen unter fachkundiger Anleitung deutlich höher ist als ohne.

Zudem zeigte sich, dass insbesondere initial schlechter Trainierte von der Maßnahme profitierten im Vergleich zu den bereits vor dem Projekt sportlich Aktiven.

Das Alter hatte dabei keinen entscheidenden Einfluss auf die Ausgangsleistung und den Kraftzuwachs der Rücken- und Bauchmuskulatur.

Hinsichtlich der körperlichen Untersuchungsbefunde verringerte sich der mittlere Finger-Boden-Abstand von anfangs 6,2cm auf 5,0cm, wobei die größte Verbesserung hier wiederum bei den zu Beginn Untrainierten auffiel.

Die Präventionsmaßnahme wurde von den Studienteilnehmern insgesamt sehr positiv bewertet, viele von ihnen konnten dadurch auch zu sportlicher Betätigung in der Freizeit bzw. Durchführung gezielter Übungen für die Bauch-, Rumpf- und Rückenmuskulatur animiert werden. Außerdem wirkte sich das Projekt auch positiv auf die Stimmung und Teambildung im Fertigungsbereich aus.

Das Ziel des Projektes, eine Verbesserung der Verhaltensergonomie sowie eine Sensibilisierung der Mitarbeiter zum Thema Prävention und Animierung zu sportlicher Betätigung und gesundheitsbewusste Verhalten, konnte erreicht werden. Die Studie bestätigt, dass Mitarbeiter mit rückenbelastenden Tätigkeiten an ergonomisch ungünstigen Arbeitsplätzen durch eine gezielte professionelle physiotherapeutische Intervention zu proaktivem Handeln animiert werden können und auf diesem Wege eine Basis zur nachhaltigen Prävention geschaffen werden kann. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Implementierung der Intervention in die Produktionsabläufe möglich ist.

6 Verzeichnisse

6.1 Literaturverzeichnis

1. Tveito TH, Hysing M, Eriksen HR. Low back pain interventions at the workplace: a systematic literature review. *Occupational Medicine*. 2004;54(1):3-13.
2. Burdorf A, Jansen JP. Predicting the long term course of low back pain and its consequences for sickness absence and associated work disability. *Occupational and Environmental Medicine*. 2006;63(8):522-9.
3. Fisker A, Langberg H, Petersen T, Mortensen OS. Early coordinated multidisciplinary intervention to prevent sickness absence and labour market exclusion in patients with low back pain: study protocol of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2013;14:93.
4. Lehtola V, Luomajoki H, Leinonen V, Gibbons S, Airaksinen O. Efficacy of movement control exercises versus general exercises on recurrent sub-acute nonspecific low back pain in a sub-group of patients with movement control dysfunction. Protocol of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2012;13:55.
5. Feyer AM, Herbison P, Williamson AM, de Silva I, Mandryk J, Hendrie L, et al. The role of physical and psychological factors in occupational low back pain: a prospective cohort study. *Occupational and Environmental Medicine*. 2000;57(2):116-20.
6. Rolli Salathe C, Melloh M, Mannion AF, Tamcan O, Muller U, Boos N, et al. Resources for preventing sickness absence due to low back pain. *Occupational Medicine*. 2012;62(4):273-80.
7. Kwon BK, Roffey DM, Bishop PB, Dagenais S, Wai EK. Systematic review: occupational physical activity and low back pain. *Occupational Medicine*. 2011;61(8):541-8.
8. Van Nieuwenhuyse A, Somville PR, Crombez G, Burdorf A, Verbeke G, Johannik K, et al. The role of physical workload and pain related fear in the development of low back pain in young workers: evidence from the BelCoBack Study; results after one year of follow up. *Occupational and Environmental Medicine*. 2006;63(1):45-52.
9. Cuesta-Vargas AI, Gonzalez-Sanchez M. Obesity effect on a multimodal physiotherapy program for low back pain suffers: patient reported outcome. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2013;8(1):13.
10. van Poppel MN, Hooftman WE, Koes BW. An update of a systematic review of controlled clinical trials on the primary prevention of back pain at the workplace. *Occupational Medicine*. 2004;54(5):345-52.
11. Sitthipornvorakul E, Janwantanakul P, Purepong N, Pensri P, van der Beek AJ. The association between physical activity and neck and low back pain: a systematic review. *European Spine Journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2011;20(5):677-89.
12. Cieza A, Stucki G, Weigl M, Disler P, Jackel W, van der Linden S, et al. ICF Core Sets for low back pain. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2004;44 Suppl):69-74.
13. Letzel S, Nowak D. Handbuch der Arbeitsmedizin/Arbeitsphysiologie, Arbeitspsychologie, Klinische Arbeitsmedizin, Prävention und Gesundheitsförderung: ecomed Medizin; Ausgabe 11/2010 (digital); D Klinische Arbeitsmedizin - D I-10 Bewegungsapparat - D I-10.1 Einführung in die Erkrankungen des Bewegungsapparats - Wirbelsäule - Epidemiologie von Wirbelsäulenschmerzen (Jansson V, Pietschmann M).
14. Neupane S, Miranda H, Virtanen P, Siukola A, Nygard CH. Multi-site pain and work ability among an industrial population. *Occupational Medicine*. 2011;61(8):563-9.
15. Boocock MG, McNair PJ, Larmer PJ, Armstrong B, Collier J, Simmonds M, et al. Interventions for the prevention and management of neck/upper extremity musculoskeletal conditions: a systematic review. *Occupational and Environmental Medicine*. 2007;64(5):291-303.

16. Guo HR. Working hours spent on repeated activities and prevalence of back pain. *Occupational and Environmental Medicine*. 2002;59(10):680-8.
17. Ghaffari M, Alipour A, Farshad AA, Yensen I, Vingard E. Incidence and recurrence of disabling low back pain and neck-shoulder pain. *Spine*. 2006;31(21):2500-6.
18. Sterud T, Tynes T. Work-related psychosocial and mechanical risk factors for low back pain: a 3-year follow-up study of the general working population in Norway. *Occupational and Environmental Medicine*. 2013.
19. Ghaffari M, Alipour A, Farshad AA, Jensen I, Josephson M, Vingard E. Effect of psychosocial factors on low back pain in industrial workers. *Occupational Medicine*. 2008;58(5):341-7.
20. Rodarte RR, Asmus CI, Camara VD, Meyer A. Epidemiological assessment of the socioeconomic status as a factor associated with the occurrence of musculoskeletal disorders. *Acta Reumatol Port*. 2012;37(3):233.
21. Hamer H, Gandhi R, Wong S, Mahomed NN. Predicting return to work following treatment of chronic pain disorder. *Occupational Medicine*. 2013;63(4):253-9.
22. Jansen JP, Morgenstern H, Burdorf A. Dose-response relations between occupational exposures to physical and psychosocial factors and the risk of low back pain. *Occupational and Environmental Medicine*. 2004;61(12):972-9.
23. Henry LJ, Jafarzadeh Esfehani A, Ramli A, Ishak I, Justine M, Mohan V. Patterns of Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Workers in Palm Plantation Occupation. *Asia Pac J Public Health*. 2013.
24. Spallek M, Kuhn W, Uibel S, van Mark A, Quarcoo D. Work-related musculoskeletal disorders in the automotive industry due to repetitive work - implications for rehabilitation. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2010;5:6.
25. Vandergrift JL, Gold JE, Hanlon A, Punnett L. Physical and psychosocial ergonomic risk factors for low back pain in automobile manufacturing workers. *Occupational and Environmental Medicine*. 2012;69(1):29-34.
26. de Stampa M, Latouche A, Derriennic F, Monfort C, Touranchet A, Cassou B. The course of physical functional limitations and occupational conditions in a middle-aged working population in France. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2012;7(1):5.
27. Nyman T, Mulder M, Iliadou A, Svartengren M, Wiktorin C. Physical workload, low back pain and neck-shoulder pain: a Swedish twin study. *Occupational and Environmental Medicine*. 2009;66(6):395-401.
28. Plouvier S, Gourmelen J, Chastang JF, Lanoe JL, Leclerc A. Low back pain around retirement age and physical occupational exposure during working life. *BMC Public Health*. 2011;11:268.
29. Waddell G, Burton AK. Occupational health guidelines for the management of low back pain at work: evidence review. *Occupational Medicine*. 2001;51(2):124-35.
30. Mikkonen P, Viikari-Juntura E, Remes J, Pienimaki T, Solovieva S, Taimela S, et al. Physical workload and risk of low back pain in adolescence. *Occupational and Environmental Medicine*. 2012;69(4):284-90.
31. Kulin J, Reaston M. Musculoskeletal disorders early diagnosis: A retrospective study in the occupational medicine setting. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2011;6(1):1.
32. Wasik R, Kim J, Pransky G. Work disability and costs caused by recurrence of low back pain: longer and more costly than in first episodes. *Spine*. 2006;31(2):219-25.
33. Loisel P, Lemaire J, Poitras S, Durand MJ, Champagne F, Stock S, et al. Cost-benefit and cost-effectiveness analysis of a disability prevention model for back pain management: a six year follow up study. *Occupational and Environmental Medicine*. 2002;59(12):807-15.
34. Bachmann S, Oesch P. [Physiotherapy and rehabilitation for low back pain]. *Therapeutische Umschau Revue therapeutique*. 2013;70(9):543-8.
35. Seeger D. [Physiotherapy in low back pain--indications and limits]. *Schmerz*. 2001;15(6):461-7.
36. Moseley L. Combined physiotherapy and education is efficacious for chronic low back pain. *The Australian Journal of Physiotherapy*. 2002;48(4):297-302.

37. Albaladejo C, Kovacs FM, Royuela A, del Pino R, Zamora J, Spanish Back Pain Research N. The efficacy of a short education program and a short physiotherapy program for treating low back pain in primary care: a cluster randomized trial. *Spine*. 2010;35(5):483-96.
38. Critchley DJ, Ratcliffe J, Noonan S, Jones RH, Hurley MV. Effectiveness and cost-effectiveness of three types of physiotherapy used to reduce chronic low back pain disability: a pragmatic randomized trial with economic evaluation. *Spine*. 2007;32(14):1474-81.
39. Friedrich M, Gittler G, Arendasy M, Friedrich KM. Long-term effect of a combined exercise and motivational program on the level of disability of patients with chronic low back pain. *Spine*. 2005;30(9):995-1000.
40. Friedrich M, Gittler G, Halberstadt Y, Cermak T, Heiller I. Combined exercise and motivation program: effect on the compliance and level of disability of patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1998;79(5):475-87.
41. Spallek M, Kuhn W, Schwarze S, Hartmann B. Occupational medical prophylaxis for the musculoskeletal system: A function-oriented system for physical examination of the locomotor system in occupational medicine (fokus(C)). *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2007;2:12.
42. Kettunen O, Vuorimaa T, Vasankari T. 12-mo intervention of physical exercise improved work ability, especially in subjects with low baseline work ability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2014;11(4):3859-69.
43. Weigl M, Cieza A, Andersen C, Kollerits B, Amann E, Stucki G. Identification of relevant ICF categories in patients with chronic health conditions: a Delphi exercise. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2004(44 Suppl):12-21.
44. Letzel S, Nowak D. Handbuch der Arbeitsmedizin/Arbeitsphysiologie, Arbeitspsychologie, Klinische Arbeitsmedizin, Prävention und Gesundheitsförderung: ecomed Medizin; Ausgabe 11/2010 (digital); B Arbeitsphysiologie - B VI Lebensalter und Beruf - B VI-2 Ältere am Arbeitsplatz - Altersabhängige Morbidität (Rüdiger H.W., Wien).
45. Hayden JA, van Tulder MW, Malmivaara A, Koes BW. Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2005(3):CD000335.
46. Jensen I, Harms-Ringdahl K. Strategies for prevention and management of musculoskeletal conditions. Neck pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. 2007;21(1):93-108.
47. Brockow T, Cieza A, Kuhlow H, Sigl T, Franke T, Harder M, et al. Identifying the concepts contained in outcome measures of clinical trials on musculoskeletal disorders and chronic widespread pain using the International Classification of Functioning, Disability and Health as a reference. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2004(44 Suppl):30-6.
48. Werner EL, Laerum E, Wormgoor ME, Lindh E, Indahl A. Peer support in an occupational setting preventing LBP-related sick leave. *Occupational Medicine*. 2007;57(8):590-5.
49. Waddell G, Burton AK. Concepts of rehabilitation for the management of low back pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. 2005;19(4):655-70.

6.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: spine-MAXX-Gerät der Firma Schnell	11
Abbildung 2: Zeitplan des Projektes.....	13
Abbildung 3: Schematische Darstellung der Risikoabschätzung nach LMM	17
Abbildung 4: Praktische Durchführung der Muskelkraftmessung am spine-MAXX-Gerät.....	18
Abbildung 5: Exemplarischer Ausdruck der Muskelkraftmessung am spine-MAXX-Gerät	19
Abbildung 6: Ärztliche Untersuchung, Hackengang.....	21
Abbildung 7: Ärztliche Untersuchung, Einbeinstand	21
Abbildung 8: Ärztliche Untersuchung, Wirbelsäulen-Klopfenschmerz.....	22
Abbildung 9: Ärztliche Untersuchung, Druckschmerz ISG	22
Abbildung 10: Ärztliche Untersuchung, Seitneigen HWS.....	23
Abbildung 11: Ärztliche Untersuchung, Kompression HWS	23
Abbildung 12: Ärztliche Untersuchung, Messung FBA.....	24
Abbildung 13: Crunch 1 und 2	25
Abbildung 14: T-Kniebeuge	26
Abbildung 15: Ausfallschritt mit Rotation und Ausfallschritt zur Seite	27
Abbildung 16: Wandliegestütz	28
Abbildung 17: Y-Schulterkräftigung	28
Abbildung 18: Schulter-Dehnung	30
Abbildung 19: Brustmuskeldehnung.....	31
Abbildung 20: Oberschenkeldehnung.....	31
Abbildung 21: Praktische Durchführung des Präventionstrainings	32
Abbildung 22: Praktische Durchführung des Präventionstrainings	33
Abbildung 23: Praktische Durchführung des Präventionstrainings	33
Abbildung 24: Ergebnisse der Analysen nach LMM.....	34
Abbildung 25: Beispiel für Analyse nach LMM im „roten Bereich“	37
Abbildung 26: Einzelmesswerte Finger-Boden-Abstand (FBA) vor und nach Intervention.....	43
Abbildung 27: Einzelmesswerte Rückenmuskulatur in %Soll in Subgruppe 3 (n=25) an allen 3 Messzeitpunkten	46
Abbildung 28: Änderung Mittelwerte Kraft Rückenmuskulatur in Abhängigkeit vom Ausgangswert (Subgruppe 3, n=25)	47
Abbildung 29: Änderung Mittelwerte Kraft Rückenmuskulatur in Abhängigkeit vom Ausgangswert (Subgruppe 2, n=31)	48
Abbildung 30: Änderung Mittelwerte Kraft Rückenmuskulatur in Abhängigkeit vom Alter (Subgruppe 2, n=31)	49
Abbildung 31: Änderung Mittelwerte Kraft Rückenmuskulatur in Abhängigkeit vom Alter (Subgruppe 3, n=25)	49
Abbildung 32: Einzelmesswerte der 25 Probanden (Subgruppe 3) in Prozent des Sollwerts des Geräteherstellers im zeitlichen Verlauf.....	51
Abbildung 33: Änderung Mittelwerte Kraft Bauchmuskulatur in Abhängigkeit vom Ausgangswert (Subgruppe 3, n=25)	52

Abbildung 34: Änderung Mittelwerte Kraft Bauchmuskulatur in Abhängigkeit vom Ausgangswert (Subgruppe 2, n=31)	53
Abbildung 35: Änderung Mittelwerte Kraft Bauchmuskulatur in Abhängigkeit vom Alter (Subgruppe 2, n=31)	53
Abbildung 36: Änderung Mittelwerte Kraft Bauchmuskulatur in Abhängigkeit vom Alter (Subgruppe 3, n=25)	54
Abbildung 37: Korrelationen und Regressionsgeraden Kraft Rücken- und Bauchmuskulatur vor Intervention (Messzeitpunkt 1: blau, Gerade rot) und nach Intervention (Messzeitpunkt 3: grün, Gerade schwarz).....	55
Abbildung 38: Vergleich der Einzelwerte für zeitlichen Umfang des privaten Sports in Abhängigkeit von der Durchführung eines speziellen Rückentrainings.	56
Abbildung 39: Einverständniserklärung und datenschutzrechtliche Einwilligung.....	75
Abbildung 40: Formblatt LMM der BAuA.....	79
Abbildung 41: Ärztlicher Anamnese- und Untersuchungsbogen.....	81
Abbildung 42: Beteiligte des Projektes	82

6.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Deskriptive Daten der Studienteilnehmer.....	38
Tabelle 2: Anzahl der Studienteilnehmer pro Belastungsgruppe	39
Tabelle 3: Charakteristika Subgruppe 1 (n=32): Probanden, die an Messung 1 (M1) und Messung 2 (M2) teilgenommen haben.....	44
Tabelle 4: Charakteristika Subgruppe 2 (n=31): Probanden, die an Messung 1 (M1) und Messung 3 (M3) teilgenommen haben.....	44
Tabelle 5: Charakteristika Subgruppe 3 (n=25): Probanden, die an Messung 1 (M1), Messung 2 (M2) und Messung 3 (M3) teilgenommen haben.....	45
Tabelle 6: Mittelwerte mit Standardabweichungen (SD) Kraft Rückenmuskulatur in Gesamtgruppe und Subgruppen	45
Tabelle 7: Mittlere Unterschiede mit Standardabweichungen zwischen Messung 1 und 2, Messung 1 und 3, Messung 2 und 3 in den einzelnen Subgruppen	46
Tabelle 8: Mittelwerte mit Standardabweichungen (SD) Kraft Bauchmuskulatur in Gesamtgruppe und Subgruppen	50
Tabelle 9: Mittlere Unterschiede mit Standardabweichungen zwischen Messung 1 (M1) und 2 (M2), Messung 1 (M1) und 3 (M3), Messung 2 (M2) und 3 (M3) in den einzelnen Subgruppen	51

7 Anhang

EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG

Titel der Untersuchung

„Präventionsmaßnahmen bei physischen Belastungen im Fertigungsbereich - Airplane Door Systems / Produktionslinien Long Range Passagiertüren und Notausstiegstüren – bei Airbus Helicopters Donauwörth“

Studienleitung:

Name Ihres Arztes: *Frau Sabine Sturm*

Adresse: *Airbus Helicopters Deutschland GmbH, Medical Service
Donauwörth, Industriestr. 4, 86609 Donauwörth Telefon:
+49-(0)906-716-590, Telefax: +49-(0)906-714-739, Email:
sabine.sturm@airbus.com*

Betreuung der Studie : *Frau Dr. Uta Ochmann
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der LMU München, Ziemssenstr. 1, 80336 München
Tel.: 089/5160-2470*

Mit meiner Unterschrift bestätige ich folgendes:

- Ich wurde umfassend über das Wesen und die Bedeutung der Untersuchung aufgeklärt.
- Ich habe die Probandenaufklärung gelesen und deren Inhalt verstanden.
- Ich hatte die Möglichkeit, Fragen zur geplanten Untersuchung zu stellen.
- Ich bin bereit, an der vorgenannten Untersuchung teilzunehmen.
- Meine Teilnahme an dieser Untersuchung erfolgt freiwillig.
- Ich weiß, dass ich meine Einwilligung jederzeit ohne Angabe von Gründen zurückziehen kann, ohne dass dies irgendeinen Einfluss auf meine weitere medizinische Behandlung hat. Ebenso kann mein behandelnder Arzt mich jederzeit aus der Untersuchung nehmen.

Dieser Kasten muss vom Probanden ausgefüllt werden:

Name des Probanden/der Probandin

in Blockschrift

Ort, Datum

Unterschrift des Probanden/der Probandin

Ich bestätige, dass es die freie Entscheidung des Probanden/der Probandin ist, an der Studie teilzunehmen.

Ort, Datum

Unterschrift des Arztes/der Ärztin

Datenschutzrechtliche Einwilligung

Titel der Untersuchung

„Präventionsmaßnahmen bei physischen Belastungen im Fertigungsbereich - Airplane Door Systems / Produktionslinien Long Range Passagiertüren und Notausstiegstüren – bei Airbus Helicopters Donauwörth“

Bei dieser Studie werden die Vorschriften über die ärztliche Schweigepflicht und den Datenschutz eingehalten.

Es werden persönliche Daten und Befunde über Sie erhoben, gespeichert und verschlüsselt (pseudonymisiert), d.h. weder Ihr Name noch Ihre Initialen oder das exakte Geburtsdatum erscheinen im Verschlüsselungscode.

Im Falle Ihres Widerrufs der Einwilligung werden die pseudonymisiert gespeicherten Daten vernichtet.

Der Zugang zu den Originaldaten und zum Verschlüsselungscode ist auf folgende Personen beschränkt: Frau Sabin Sturm, Frau Dr. Uta Ochmann. Eine Entschlüsselung erfolgt lediglich in Fällen, in denen es Ihre eigene Sicherheit erfordert („medizinische Gründe“).

Die Unterlagen werden im betriebsärztlichem Dienst, Airbus Helicopters Deutschland GmbH, Medical Service Donauwörth, über 10 Jahre aufbewahrt. Im Falle von Veröffentlichungen der Studienergebnisse bleibt die Vertraulichkeit der persönlichen Daten ebenfalls gewährleistet.

Ich bin mit der Erhebung und Verwendung meiner persönlichen Daten und Befunddaten nach Maßgabe der Probandeninformation einverstanden.

Name des Probanden/der Probandin in Blockschrift

Unterschrift des Arztes/der Ärztin

Ort, Datum

Unterschrift des Probanden/der Probandin

Abbildung 39: Einverständniserklärung und datenschutzrechtliche Einwilligung

Beurteilung von Heben, Halten, Tragen anhand von Leitmerkmalen
2001

Version

Die Gesamtaktivität ist ggf. in Teiltätigkeiten zu gliedern. Jede Teiltätigkeit mit erheblichen körperlichen Belastungen ist getrennt zu beurteilen.

Arbeitsplatz/Teiltätigkeit:

--

1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen!)

Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)		Halten <th data-kind="ghost"></th> <th data-cs="2" data-kind="parent">Tragen<br (>="" 5="" m)<="" th=""/><th data-kind="ghost"></th></th>		Tragen <th data-kind="ghost"></th>	
Anzahl am Arbeitstag	Zeitwichtung	Gesamtdauer am Arbeitstag	Zeitwichtung	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
< 10	1	< 5 min	1	< 300 m	1
10 bis < 40	2	5 bis 15 min	2	300 m bis < 1km	2
40 bis < 200	4	15 min bis < 1 Stunde	4	1 km bis < 4 km	4
200 bis < 500	6	1 Stunde bis < 2 Stunden	6	4 bis < 8 km	6
500 bis < 1000	8	2 Stunden bis < 4 Stunden	8	8 bis < 16 km	8
≥ 1000	10	≥ 4 Stunden	10	≥ 16 km	10
<u>Beispiele:</u> • Setzen von Mauersteinen, • Einlegen von Werkstücken in eine Maschine, • Pakete aus einem Container entnehmen und auf ein Band legen		<u>Beispiele:</u> • Halten und Führen eines Gussrohlings bei der Bearbeitung an einem Schleifbock, • Halten einer Handschleifmaschine, • Führen einer Motorsense		<u>Beispiele:</u> • Möbeltransport, • Tragen von Gerüstteilen vom Lkw zum Aufstellort	

2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen

Wirksame Last ¹⁾ für Männer	Lastwichtung	Wirksame Last ¹⁾ für Frauen	Lastwichtung
< 10 kg	1	< 5 kg	1
10 bis < 20 kg	2	5 bis < 10 kg	2
20 bis < 30 kg	4	10 bis < 15 kg	4
30 bis < 40 kg	7	15 bis < 25 kg	7
≥ 40 kg	25	≥ 25 kg	25

1) Mit der "wirksamen Last" ist die Gewichtskraft bzw. Zug-/Druckkraft gemeint, die der Beschäftigte tatsächlich bei der Lastenhandhabung ausgleichen muss. Sie entspricht nicht immer der Lastmasse. Beim Kippen eines Kartons wirken nur etwa 50 %, bei der Verwendung einer Schubkarre oder Sackkarre nur 10 % der Lastmasse.

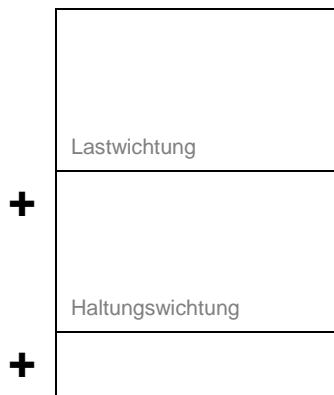
Charakteristische Körperhaltungen und Lastposition ²⁾	Körperhaltung, Position der Last	Haltungswichtung
	<ul style="list-style-type: none"> • Oberkörper aufrecht, nicht verdreht • Last am Körper 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers • Last am Körper oder körpernah 	2
	<ul style="list-style-type: none"> • tiefes Beugen oder weites Vorneigen • geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers • Last körperfern oder über Schulterhöhe 	4
	<ul style="list-style-type: none"> • weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers • Last körperfern • eingeschränkte Haltungsstabilität beim Stehen • Hocken oder Knien 	8

2) Für die Bestimmung der Haltungswichtung ist die bei der Lastenhandhabung eingenommene charakteristische Körperhaltung einzusetzen; z.B. bei unterschiedlichen Körperhaltungen mit der Last sind mittlere Werte zu bilden – keine gelegentlichen Extremwerte verwenden!

Ausführungsbedingungen	Ausf.-wichtung
Gute ergonomische Bedingungen, z. B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen	0
Einschränkung der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m ² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)	1
Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)	2

3. Schritt: Bewertung

Die für diese Tätigkeit zutreffenden Wichtungen sind in das Schema einzutragen und auszurechnen.





Anhand des errechneten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Bewertung vorgenommen werden.³⁾ Unabhängig davon gelten die Bestimmungen des Mutterschutzgesetzes.

Risikobereich	Punktwert	Beschreibung
1	< 10	Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich.
2	10 bis < 25	Erhöhte Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen ⁴⁾ möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll.
3	25 bis < 50	Wesentlich erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angezeigt. ⁵⁾
4	≥ 50	Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich. ⁵⁾

³⁾ Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die Belastung des Muskel-Skelett-Systems zunimmt. Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einstufung nur als **Orientierungshilfe** verstanden werden.

⁴⁾ Vermindert belastbare Personen sind in diesem Zusammenhang Beschäftigte, die älter als 40 oder jünger als 21 Jahre alt, "Neulinge" im Beruf oder durch Erkrankungen leistungsgemindert sind.

⁵⁾ Gestaltungserfordernisse lassen sich anhand der Punktwerte der Tabellen ermitteln. Durch Gewichtsverminderung, Verbesserung der Ausführungsbedingungen oder Verringerung der Belastungszeiten können Belastungen vermieden werden.

Überprüfung des Arbeitsplatzes aus sonstigen Gründen erforderlich:

Begründung:

Datum der Beurteilung:

Beurteilt von:

Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik 2001

Abbildung 40: Formblatt LMM der BAuA

Ärztlicher Untersuchungsbogen

Untersuchungsdatum: _____

Allgemeine Angaben:

Name: _____

Geschlecht: m / w

Alter: _____ Jahre

Größe: _____ cm

Gewicht: _____ kg

Beruf: _____

Am aktuellen Arbeitsplatz seit: _____

In der Fließbandmontage seit: _____

Sport: _____ (Minuten pro Woche) was: _____

Speziell Muskelaufbau Rücken: ja _____ nein _____

Anamnese:

jemals behandlungsbedürftige Rückenschmerzen: nein _____ HWS _____ BWS _____ LWS _____

Beginn _____ (Monat/Jahr), Dauer _____ (Monate/Jahre)

Medikamente wegen Rückenschmerzen: keine _____ bei Bedarf _____ täglich _____

Konservative Therapie: Reha _____ Anzahl: _____ ambulant (z.B. Physiotherapie) _____

Operationen im Bereich der Wirbelsäule: keine _____ Anzahl: _____ wann: _____

Was/wo: _____

Aktuelle Beschwerden: nein _____ HWS _____ BWS _____ LWS _____

Beginn _____ (Monat/Datum)

nur bei Arbeit _____ bei Arbeit und zu Hause gleich stark _____

bei Arbeit stärker als zu Hause _____

Therapie: keine _____ Schmerzmittel _____ Physiotherapie _____ Wärmepflaster etc. _____

Schmerzen auf einer Skala von 0-10: _____

Untersuchungsbefund:

WS-Profil: Hyperkyphose _____ Hyperlordose _____ Flachrücken _____

Skoliose: thorakal _____ thorako-lumbal _____ lumbal _____

lotrecht (C7 – Rima ani): ja _____ nein _____

Beckengeradstand: ja _____ nein _____

Hackengang: unauffällig ____ auffällig ____

Zehengang: unauffällig ____ auffällig ____

Einbeinstand: re.: unauffällig ____ auffällig ____ li.: unauffällig ____ auffällig ____

WS klopfenschmerhaft: nein ____ HWS ____ BWS ____ LWS ____

Druckschmerz ISG: nein ____ rechts ____ links ____

HWS-Beweglichkeit:

Drehen auffällig:	nein ____	li.: ____	re.: ____
Beugen/Strecken auffällig:	nein ____	li.: ____	re.: ____
Seitneigen auffällig:	nein ____	li.: ____	re.: ____

HWS-Kompressions-Test: unauffällig ____ auffällig ____

BWS-LWS-Beweglichkeit:

Drehen im Sitzen auffällig:	nein ____	li.: ____	re.: ____
Seitneigen im Sitzen auffällig:	nein ____	li.: ____	re.: ____

FBA: _____ cm

Sensibilitätsstörung: nein ____ ja ____ wo: _____

Ergänzende Angaben: _____

Abbildung 41: Ärztlicher Anamnese- und Untersuchungsbogen



Abbildung 42: Beteiligte des Projektes von links nach rechts: Hr. Alfred Fehlauer (Ingenieur, Ergonom), Hr. Gerhard Bader (Meister), Fr. Jeannine Watzke (Physiotherapeutin), Hr. Heiko Schmidt (Physiotherapeut), Fr. Sabine Sturm (Betriebsärztin), Hr. Dr. med. Roland Ziegler (leitender Betriebsarzt)

8 Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. med. Dennis Nowak für die Möglichkeit, diese Doktorarbeit im Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Ludwig-Maximilians-Universität München durchführen zu können.

Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. med. Uta Ochmann für die engagierte Betreuung dieser Doktorarbeit, für ihre ständige Hilfsbereitschaft und die vielen Anregungen, die für das Gelingen dieser Arbeit von großer Bedeutung waren.

Ein großer Dank geht auch an alle an diesem Projekt bei Airbus Helicopters Donauwörth Beteiligten aus den Bereichen Arbeitsmedizin, Arbeitssicherheit, Betriebsrat und dem Fachbereich Airplane Door Systems sowie der Reha-Fit GbR als externem Partner für die großartige Unterstützung.

Besonders danken möchte ich an dieser Stelle allen Studienteilnehmern, ohne die diese Doktorarbeit nie entstanden wäre.

Eidesstattliche Versicherung

Sturm, Sabine Barbara

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt,
dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema
**Präventionsmaßnahmen bei physischen Belastungen im Fertigungsbereich –
Airplane Door Systems / Produktionslinien Long Range Passagiertüren und
Notausstiegstüren – bei Airbus Helicopters Deutschland GmbH**

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiterer Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Buttenwiesen, 10.02.2015

Ort, Datum

Unterschrift Doktorandin/Doktorand