



AG Ergonomie

Prävention arbeitsbedingter Rückenschmerzen bei
lange andauernden Beugehaltungen

Thema:

Beanspruchungsmessung zur
Wirksamkeit von Rückenstützen bei der
Prävention von Rückenschmerzen durch
langzeitige Arbeiten am Boden in
Vorbeugehaltung

Autoren der Studie:

Hartmann, Bernd, Prof. Dr. med.	AMD der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU), Hamburg
Gütschow, Sonja, Dipl.-Ing.	ZR Arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren der BG BAU, Rostock
Bradl, Ingo, Dr. rer. nat.	BG Nahrungsmittel und Gaststätten (BGN), GB Prävention, Gesundheitsschutz Erfurt
Mörl, Falk, Dr. phil.	FSA mbH, APZ Erfurt
Bretschneider, Susanne	FSA mbH, APZ Erfurt
Franke, Sabine	FSA mbH, APZ Erfurt
Werner, Sonja, Dipl.-Sportwiss.	ZR Arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren der BG BAU, Hamburg

Die BG der Bauwirtschaft – AG Ergonomie bedankt sich bei den Mitarbeitern der BG Nahrungsmittel und Gaststätten und des Arbeitsmedizinischen Präventionszentrums Erfurt der FSA mbH für ihre fachliche Mitwirkung insbesondere bei den EMG-Messungen und – Auswertungen sowie der Mitwirkung an der Interpretation der Ergebnisse.

1. Problemstellung

Beschäftigte der Bauwirtschaft, die langdauernde Arbeiten am Boden im Knien oder Hocken auszuführen haben, leiden in erheblichem Umfang unter Rückenschmerzen. Sie entstehen wesentlich durch Zwangshaltungen mit dauernder statischer Muskelarbeit zum Halten des Oberkörpers insbesondere in der Lendenregion. Sie führen zu einer hohen Belastung der Rückenstrecker Muskulatur, wenn diese Haltungen nicht durch das Abstützen des Oberkörpers mit beiden Händen oder wenigstens einseitig aufgefangen werden können.

Es besteht darüber hinaus eine Verbindung zwischen diesen Zwangshaltungen und der Handhabung schwerer Lasten, indem

- a) einerseits zusätzlich zu den Zwangshaltungen schwere Lasten ggf. in Verbindung mit Bandscheibenschäden durch Lastenhandhabung (BK 2108) zu hohen Belastungen der Muskulatur führen, die Rückenschmerzen verstärken, und
- b) andererseits dauerhafte Zwangshaltungen durch die sie begleitenden Rückenschmerzen die Toleranz gegenüber der Handhabung schwerer Lasten vermindern.

Bei älteren Beschäftigten mit Erkrankungen der LWS-Region des Rückens kann dieser zusätzliche Reiz die Ausführung der gewohnten Tätigkeiten behindern und zu erheblichen Einschränkungen der Berufsfähigkeit führen. Beispiele für derartige Tätigkeiten mit langzeitiger Beugehaltung im Hocken oder Knien sind der Fliesenleger, der Bodenleger, der Estrichleger und der Parkettleger. Die hohe Zahl der Beschäftigten, deren Beschäftigungsfähigkeit in ihrem Berufsfeld durch Rückenschmerzen mit zunehmendem Alter bedroht ist, führt zu Versuchen, durch mechanische Unterstützung den Rücken zu entlasten und das Risiko für Rückenschmerzen zu verringern.

Der AG Ergonomie sind durch Kontakte zu Unternehmen und Beschäftigten derartige Lösungen von Praktikern bekannt geworden. Diese sind zunächst im Januar 2008 im Praxiszentrum der BG BAU in Nürnberg durch Simulationstests praktisch eingeschätzt worden. Zwei der vorgestellten Lösungen fanden besondere Akzeptanz durch einen erfahrenen Fliesenleger. Sie vermittelten das subjektive Gefühl, dass sie zu einer erheblichen Rückenentlastung führen und zugleich keine Behinderungen bei der praktischen Ausführung der Tätigkeit zur Folge haben. Einzelheiten dieser Lösungen sind nachfolgend dargestellt.

In den Ergebnissen der Voruntersuchung zeigte sich, dass wahrscheinlich durch beide Lösungen eine erhebliche Reduzierung der Rückenbelastung erreicht wird, so dass die Tätigkeit über mehr Stunden des Tages ohne Hilfsmittel ausgeführt werden kann.

Die Arbeitsgruppe für Ergonomie in der Bauwirtschaft der BG BAU war deshalb zu der Einschätzung gekommen, dass hiermit die Chance besteht, trotz technisch unvermeidlicher Arbeiten beim Knien und Hocken in Beugehaltung des Oberkörpers einen wesentlichen Beitrag zur Verminderung der Rückenbelastung zu leisten. Dieses könnte für die Praxis bedeuten

- a) für Beschäftigte mit derartigen Belastungen einen Beitrag zur Erhaltung der Erwerbsfähigkeit zu leisten,
- b) bei Beschäftigten mit drohender Berufskrankheit im Rahmen von §3-Maßnahmen über die Reduzierung der zusätzlichen Ursachen für Rückenschmerzen auch die Entstehung einer BK mit erheblicher MdE zu verhüten.

2. Beschreibung der Hilfsmittel

2.1 KNIWI – eine fahrbare Oberkörperstütze

Es handelt sich um einen Kniewagen (Abb. 1) in folgender Bauweise: Auf eine Grundplatte sind 2 Knieschützer in einem Abstand so zueinander montiert, dass er bei leichter Spreizung der Oberschenkel eine stabile Kniehaltung für Bodenarbeiten gestattet. Die Bodenplatte ist auf 4 frei drehbaren Rollen gelagert, mit denen sich der Beschäftigte auf einem annähernd glatten Untergrund frei in alle Richtungen bewegen kann.

An der Vorderseite der Platte ist eine aufrecht stehende 2-teilige Säule angebracht, die in der Höhe verstellbar ist. Diese trägt eine gepolsterte Platte zur großflächigen Ablage des Oberkörpers (Brustkorb).

Das System besteht überwiegend aus Aluminiumblech und ist deshalb gut feucht und trocken zu reinigen sowie leicht in einer Hand zu transportieren. Es bestehen keine besonderen persönlichen Voraussetzungen für die Anwendung des Gerätes.



Abb. 1: Bodenroller KNIWI

2.2 Tragbare Stütze von KOLMEDER

Es handelt sich um die Entwicklung eines Testmodells zum Eigengebrauch, die der Proband vor ca. 10 Jahren wegen langfristig erfolglos behandelter Rückenschmerzen bei Tätigkeit als Estrichleger (bis dahin 15 Jahre) vollzogen hat. Herr Kolmeder ist ein 47-jähriger selbständiger Unternehmer einer Estrichlegerfirma in 84048 Mainburg¹

Die Lösung besteht aus einem Grundrahmen (Edelstahl ca. 18 mm) und 2 Rohrbügeln (je Bein 1x), die über ein 2-stufiges Federsystem (Expandergummi) bds. verbunden sind. Zur Variation der Stützkraft kann die Länge des Federsystems eingestellt werden mit dem Ziel, je nach Grad der dauernden Vorneigung überwiegend im Gleichgewicht zwischen Stützlast des Oberkörpers und Gegenkraft des Gerätes zu arbeiten und damit die Belastung generell zu minimieren.

Das Gerät hat folgende Eigenschaften: Das Gewicht des Gerätes beträgt ca. 2,2 kg. Das Anlegen erfolgt bei richtiger Voreinstellung in weniger als 1 Minute. In Arbeitspausen wird es abgelegt. Es kann bei allen Arbeiten im Knien verwendet werden. Das Gerät ist an die Körpergröße und den Bauchumfang des Probanden angepasst. Das Material leicht zu reinigen.



Abb. 2: Tragbare Stütze KOLMEDER

¹Georg Kolmeder, 84048 Mainburg. Unterempfenbach, Haidholzstraße 4. Tel. 08751 - 4838

3. Zielsetzung der Studie

Die Arbeitsgruppe für Ergonomie in der Bauwirtschaft der BG BAU sammelt und beurteilt ergonomische Lösungen zur Verminderung der Arbeitsbelastung, die sie nach Prüfung des ergonomischen und sonstigen präventiven Nutzens unter Berücksichtigung von Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Arbeit zur Anwendung empfiehlt. Für die beiden hier untersuchten Lösungen lagen nur handwerkliche Einzelanfertigungen mit nichtprofessionellem Design vor. Um die weitere Entwicklung dieser Erfolg versprechenden Lösungen zu unterstützen, fehlt die Objektivierung des präventiven Nutzens. Durch Messungen der Beanspruchung an Probanden mit gleicher Arbeitsbelastung wäre nachweisbar, ob durch diese Hilfsmittel eine physiologisch messbare Verminderung dieser Beanspruchungen erfolgt.

Die AG führte deshalb eine Modelluntersuchung zur Objektivierung der Beanspruchungsminderung mit Hilfe der Elektromyographie von wichtigen Leitmuskeln des unteren und oberen Rückens durch. Dabei wurden Tätigkeiten ohne und mit Rückenstützen verglichen.

Die EMG-Messungen wurden auf der Basis eines erprobten Modells der Beanspruchungsbewertung in Anlehnung an das JASA-Schema (Joint Analysis of Spectrum and Amplitude) von LUTTMANN² durchgeführt. Das Design der geplanten Untersuchung wird nachfolgend beschrieben.

² Luttmann (2001)

4. Design der Studie

4.1 Ablauf der Untersuchung

In einem Praxiszentrum der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft wurde bei der Ausführung gleicher Testarbeiten am Boden unter kontrollierten Bedingungen die mehrstündige Langzeitwirkung der Geräte KNIWI und KOLMEDER im Vergleich mit der gleichen Arbeit ohne Stützhilfen geprüft.

Die Erledigung der Aufgabe, eine größere Fläche von Bodenfliesen zu verlegen, war vergleichend bei denselben Beschäftigten zu untersuchen, die

- I. ohne Rückenunterstützung arbeiten
- II. mit Hilfe des KNIWI-Bodenrollers arbeiten
- III. mit Unterstützung durch die KOLMEDER-Stütze arbeiten.

Um ein von subjektiven Einflüssen weitgehend freies Ergebnis bei vertretbarem Aufwand zu erhalten, wurden die 3 Varianten von 3 verschiedenen Praktikern jeweils im Wechsel angewandt (Ablaufplan siehe Tab. 1). Die Praktiker sollten frei von dauerhaften und behandlungsbedürftigen Rückenschmerzen sein, keine Sportarten mit intensivem Rückentraining ausüben und nicht regelmäßig im Fitness-Studio trainieren.

Tab. 1: Ablaufplan der Untersuchungen

		Proband 1	Proband 2	Proband 3
1.Tag		Vorbereitung und Test		
2. Tag Vormittag	Serie 1	KNIWI	Ohne Stütze	KOLMEDER
2. Tag Nachmittag	Serie 2	KOLMEDER	KNIWI	Ohne Stütze
3. Tag	Serie 3	Ohne Stütze	KOLMEDER	KNIWI

Vor Beginn und unmittelbar nach dem Ende jedes Untersuchungsabschnittes erfolgte eine Testbelastung mit einem adaptierten Sörensen-Test: Dieser dient der Bestimmung des Ermüdungsverhaltens der Rückenmuskulatur. Über 30 Sekunden wird der Oberkörper in der Waagerechten frei gehalten, wobei Beine und Becken aufliegen und die Arme vor der Brust gekreuzt werden.

Nach dem gesamten Untersuchungsabschnitt hat jeder der drei Probanden einen Fragebogen zur Praxisbewertung der Hilfsmittel beantwortet (siehe Anlage).

4.2 EMG-Felduntersuchungen

Alle Tätigkeitsabschnitte der drei Probanden wurden durch EMG-Messungen begleitet und dokumentiert. Die EMG-Messungen erfolgten mit dem Gerät PS11-UD der Firma THUMEDI GmbH. Zur Dokumentation der Körperhaltung wurde eine Wirbelsäulenkette (Multi-Sensor-Modulsystem zur 3D-Analyse der Form und Lage der Wirbelsäule) des gleichen Herstellers getragen. Alle Untersuchungsabschnitte wurden sowohl durch Beobachtung und Kodierung der Tätigkeitsabschnitte als auch durch eine Videodokumentation protokolliert.

Von folgenden drei Muskelgruppen wurde jeweils symmetrisch links und rechts die myoelektrische Aktivität gemessen:

- (1) M. latissimus dorsi (gemessen in Höhe BWK³ 10),
- (2) M. erector spinae (gemessen in Höhe LWK 2-3),
- (3) M. multifidus (gemessen in Höhe LWK 4/5).

Die Funktion dieser Muskeln ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- (1) Der Musculus latissimus dorsi ist nach seiner Herkunft ein sog. sekundärer Rückenmuskel, der aus der Schultergürtelregion phylogenetisch in den Rücken „hineingewandert“ ist. Von seinem Ursprung am Kreuz- und Darmbein über die Dornfortsätze der Lenden- und Brustwirbel zieht er hinten seitlich über den Rücken durch die Achselhöhle zum Ansatz am Oberarm. Er ist der flächengrößte Muskel des Menschen. Seine Funktionen sind die Adduktion und Innenrotation des Armes, er unterstützt zudem die Retroversion des Armes. Zugleich hat er Einfluss auf die Aufrichtung des Rückens bei Hand-Arm-Arbeit in vorgeneigter bzw. vorgebeugter Haltung.
- (2) Der Musculus erector spinae ist mehrteilig und bildet ein System mehrerer langer Rückenstrecker-muskeln in der sacrospinalen Rückenmuskulatur. Bei der Untersuchung werden insbesondere zwei Teile erreicht:
 - M. iliocostalis lumbalis mit Ursprung vom Beckenrand bis Kreuzbein zum Ansatz an der oberen Lendenwirbelsäule (LWS) und den unteren Rippen
 - M. longissimus thoracis mit dem Ursprung an den LWS-Dornfortsätzen sowie Kreuzbein und dem Ansatz an der oberen LWS und unteren BWS.

Seine Funktionen bestehen in der Aufrichtung des Rumpfes

³ BWK – Brustwirbelkörper, LWK - Lendenwirbelkörper

- (3) Der M. multifidus gehört zur mittleren bis tiefen Muskelschicht und ist für die Oberflächenmyografie nur durch eine Lücke unterhalb der Fascie des M. latissimus dorsi erreichbar. Sein Ursprung reicht vom Kreuzbein bis zur Fascie des M. longissimus als Teil des M. erector spinae, seine Ansätze sind die Dornfortsätze jeweils 2 bis 3 Segmente höher.

Die Funktionen bestehen in der Stabilisierung und Feinjustierung von Bewegungen einzelner Bewegungssegmente der Wirbelsäule beim Aufrichten, Drehen und bei Seitenneigungen des Rumpfes. Da er in Teilen relativ kleiner Muskeleinheiten separat in Bewegungen des Rückens eingebunden ist, kann er offensichtlich leichter als die großen, mehr global wirkenden Muskeln der Oberfläche überfordert werden. Er gilt nach gegenwärtiger Auffassung als wesentlicher Verursacher von tiefen Rückenschmerzen durch statische Überforderung z. B. bei Zwangshaltungen.

Alle Muskeln sind beidseits untersucht worden, um eventuelle Effekte der Symmetrie zu beurteilen: Soweit nur Haltungen nach vorn einzunehmen sind, ist eine symmetrische Aktivierung beider Seiten der gleichen Muskelgruppe zu erwarten. Sobald aber durch die Arbeit einseitige Kraftausübungen erforderlich sind oder Seitbewegungen bzw. Torsionen von der Muskulatur realisiert werden, ist diese Symmetrie nicht mehr zu erwarten.

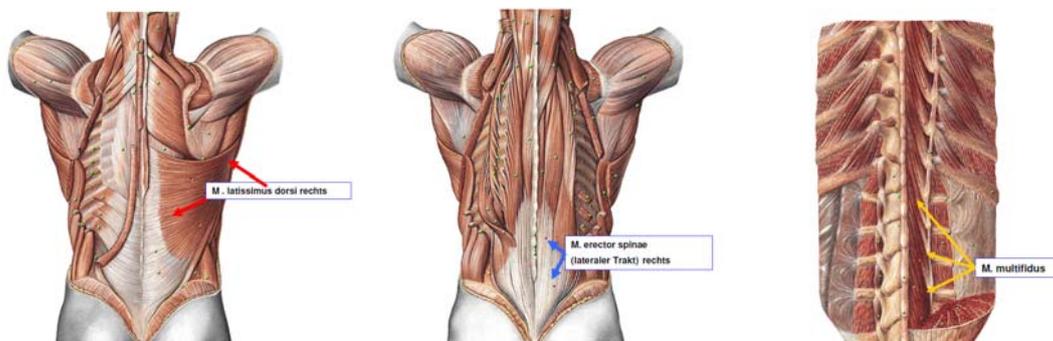


Abb. 3: Lage der untersuchten Muskelgruppen:

- a) M. latissimus dorsi b) M. erector spinae c) Mm. multifidii

Die Auswertung der Messungen erfolgte über Parameter des JASA-Schemas nach LUTTMANN (2001) zur Erkennung der unterschiedlichen Anstrengung durch die Arbeit und der unterschiedlichen (durch Geräte verzögerten) Ermüdung der Muskelgruppen.

4.3 Charakteristik der Probanden

Die Probanden waren Auszubildende für den Beruf des Fliesenlegers im 2. Lehrjahr. Sie verfügten über die beruflichen Fertigkeiten für das Verlegen von Bodenfliesen im Dünnbett. Arbeiten nach Leistungsentlohnung hatten sie bisher nicht ausgeübt.

Diese Probanden sind in folgender Weise hinsichtlich ihrer körperlichen Voraussetzungen für diese Arbeiten gekennzeichnet, was auch bei der Interpretation der Ergebnisse zu diskutieren sein wird:

- **Proband 1** (19 Jahre) ist 1,79 m groß und bei 100 kg Körpergewicht mit einem BMI von 31,2 deutlich übergewichtig. Er leidet nicht unter Rückenbeschwerden und treibt keinen Sport.
- **Proband 2** (18 Jahre) ist 1,88 m groß und bei 86 kg Körpergewicht mit einem BMI von 27,2 etwas übergewichtig. Er leidet manchmal unter LWS-Beschwerden und treibt nicht regelmäßig Sport, besucht aber gelegentlich ein Fitnesszentrum.
- **Proband 3** (18 Jahre) ist 1,86 m groß und hat bei 70 kg Körpergewicht mit einem BMI von 20,2 ein Idealgewicht. Er gibt an, manchmal LWS-Beschwerden zu haben und trainiert regelmäßig eine Sportart (Turnen).

4.4 Hypothesen

Die Hypothesen der Untersuchung leiten sich aus der Zielsetzung und dem dargestellten Ansatz ab. Es soll geprüft werden, ob durch die Anwendung jeder der beiden Hilfen eine Entlastung der Rückenmuskulatur so weit eintritt, dass diese unter weitgehend gleichen Arbeitsaufgaben und Ausführungsbedingungen des Verlegens von Fliesen am Boden zu einer im EMG physiologisch messbaren Entlastung der Rückenstrecker-muskulatur führen.

Bei Arbeiten des Fliesenlegens am Boden werden durch die Verwendung der Testgeräte KNIWI sowie KOLMEDER im Einzelnen folgende Effekte erwartet:

- 1) Verminderung der Beanspruchung (Aktivität / Ermüdung) der Rückenmuskulatur bei vergleichbarer von außen einwirkender Rückenbelastungen (Beugewinkel, Zeit der Belastung)
- 2) Erholung des Rückens bei der Arbeit durch Wechsel von freier Arbeit auf unterstützte Arbeit

Details der begleitenden Analyse anderer Parameter und der Organisation der Studie werden weiter unten diskutiert.

5. Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse berücksichtigt zunächst die gemessenen Arbeitszeitanteile für die Teiltätigkeiten des Fliesenlegens und die dabei eingenommenen Körperhaltungen. Danach folgen die Daten zur EMG-Aktivität während der Arbeit und zu den Folgen der Arbeitsbelastung in den EMG-Aktivitäten während einer Standardbelastung im Sørensen-Test.

Die von allen drei Probanden bei beiden Hilfsmitteln erfragten subjektiven Einschätzungen waren ohne Aussage für die Fragestellung. Die Probanden gaben für die eigene Person keine Vorteile aus der praktischen Unterstützung durch die Hilfsmittel an. Teilweise wurden sogar schlechtere Bewertungen für die unterstützte Arbeit abgegeben, da die Probanden sich von den Hilfsmitteln behindert fühlten. Auf ihre Darstellung kann deshalb verzichtet werden.

5.1 Ergebnisse der Leistungsbeurteilung

Die Verteilung der Messzeiten auf die einzelnen beobachteten Arbeitsvorgänge zeigt die Tabelle 2: Insgesamt haben die Probanden 79,2% der gemessenen Zeiten auf die konkrete Fliesenlegerarbeit verwendet, darunter ein Drittel (35,7%) auf das Verlegen der Fliesen am Boden, ein Fünftel (20,9%) auf das Auftragen des Klebers, 7,4% auf das Entfernen überflüssigen Klebers während der Verlegearbeit sowie 2% auf das Einmessen am Boden. Damit sind 66,0% der gesamten Messzeiten einer Tätigkeit zuzuordnen, die unmittelbar am Boden und somit vorwiegend in einer gebeugten Haltung mit oder ohne Abstützung des Oberkörpers über eine oder beide Hände erfolgt. Weitere 8% der Messzeiten beziehen sich auf das Anmischen des Klebers in stehender und leicht vorgebeugter Körperhaltung.

Tab. 2: Verteilung der Messzeiten auf die Arbeitsvorgänge bei der Arbeit mit und ohne Hilfsmittel

Messzeit für	in h	%
Kleber auftragen	3,63	21
Fliesen verlegen	6,21	36
Kleber entfernen	1,28	7
Kleber anmischen	1,40	8
Material holen	0,96	5
Einmessen	0,35	2
Sørensen-Test	0,15	1
Sonstiges	3,40	20
Calib	0,06	≈ 0
Summe	17,38	100

Eine grafische Übersicht über die prozentuale Verteilung dieser Werte auf die Anwendungen mit den beiden Hilfsmitteln bzw. ohne diese liefert die Abbildung 4. Sie zeigt, dass die Verteilungen der Messzeiten bei den Hilfsmitteln annähernd gleich sind und deshalb direkt verglichen werden können.

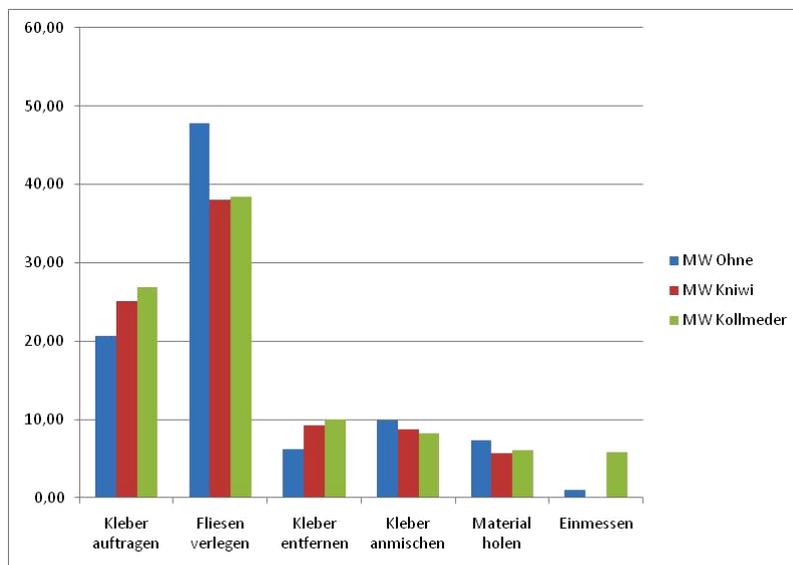


Abb. 4: Grafische Darstellung der Verteilung der Messzeiten auf die Arbeitsvorgänge bei der Arbeit mit und ohne Hilfsmittel [Angaben in Prozent der gesamten Messzeit]

Die gemessenen Verlegeleistungen der drei Probanden liegen zwischen 13,6 und 16,8 m². Daraus kann jedoch nicht auf eine Arbeitsleistung geschlossen werden, da alle drei Probanden etwa gleiche Leistungen je Zeiteinheit erbrachten. Einzelheiten, die sich aus der Akzeptanz der jeweiligen Verlegesituation ohne / mit Hilfsmitteln ergeben, werden weiter unten besonders erläutert. Bei der Anwendung der Hilfsmittel liegen die gemessenen Verlegeleistungen zwischen 12,9 m² und 15,7m².

Tab. 3: Mittlere Verlegeleistung bei der Arbeit mit und ohne Hilfsmittel

Mittelwerte nach Probanden	m ²	Mittelwerte nach Hilfsmittel	m ²
P1	16,8	ohne	15,6
P2	13,8	KNIWI	12,9
P3	13,6	KOLMEDER	15,7

Um im Weiteren die Effekte der Arbeit in vorwiegend gebeugter Haltung zu betrachten und zwischen den Hilfsmitteln zu vergleichen, beschränken wir uns auf die Ergebnisse der Arbeitsabschnitte „Kleber auftragen“ und „Fliesen verlegen“.

5.2 Veränderung der Haltung unter Verwendung der Hilfsmittel

Im Weiteren werden die Körperhaltungen während der Haupttätigkeiten am Boden differenziert für die 3 Probanden hinsichtlich des Effekts dargestellt, den die Hilfsmittel verursachen. Deshalb sind die Medianwerte der Beugewinkel für die drei Wirbelsäulenabschnitte LWS, BWS und HWS getrennt und einzeln für die Probanden dargestellt und diskutiert.

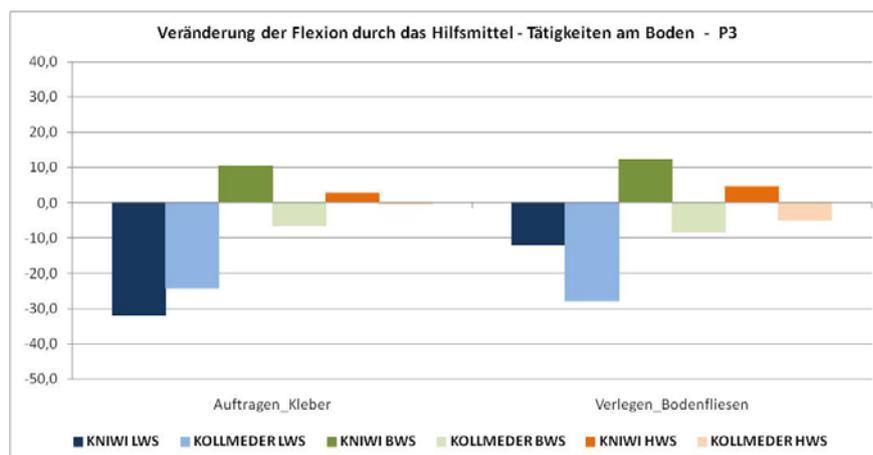
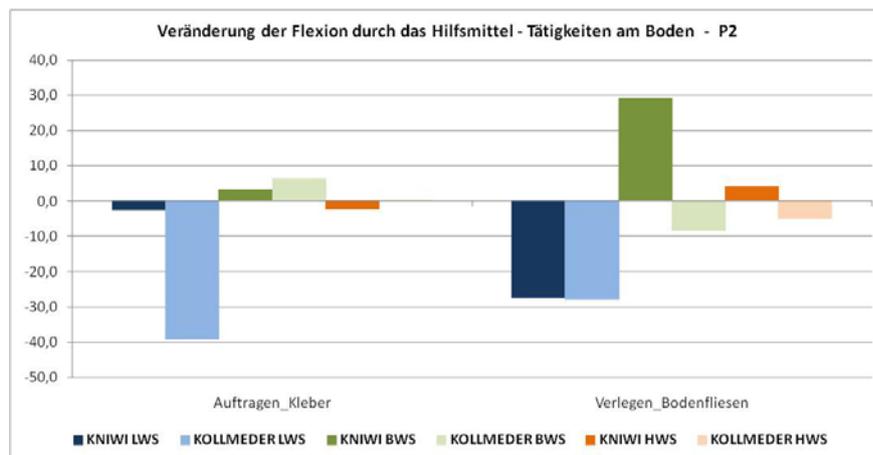
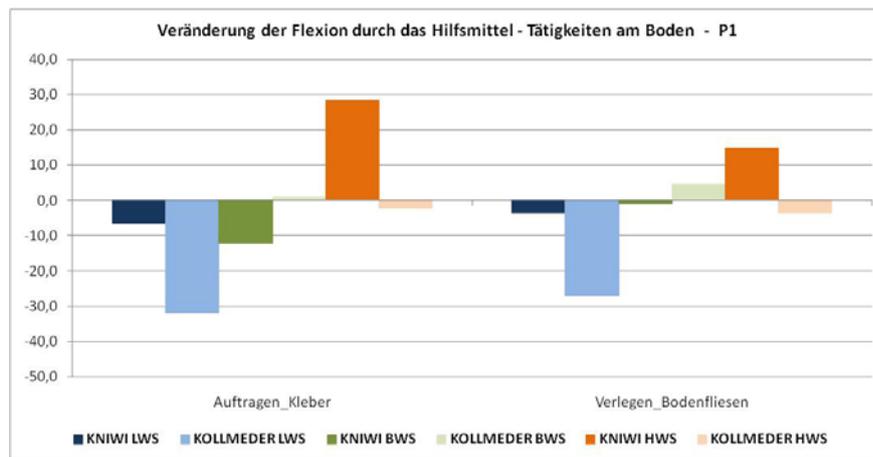


Abb. 5.1 – 5.3: Winkeländerungen der LWS, BWS und HWS durch das Tragen der Hilfsmittel im Vergleich mit den jeweiligen Situationen ohne Hilfsmittel [Medianwerte in Grad]

Zur Erklärung der Abbildungen 5.1 bis 5.3 ist zu beachten:

- Der Medianwert der Beugewinkel aller Haltungen bei der einzelnen Tätigkeit ohne Hilfsmittel wird als Ausgangslage charakterisiert.
- Eine Aufrichtung der Wirbelsäule in den Abschnitten der LWS, der BWS oder der HWS bei Anwendung eines Hilfsmittels charakterisiert einen geringeren Beugewinkel und wird deshalb mit einem negativen Vorzeichen („weniger Beugung durch das Hilfsmittel“) versehen.
- In der Summe der Beugewinkel von LWS, BWS und HWS sind annähernd Nullwerte zu erwarten, da bei gleichem Abstand von Kopf und Schultergürtel zum Boden geringere LWS-Beugungen durch größere BWS- oder HWS-Beugungen kompensiert werden.

Der übergewichtige Proband 1 hat in der LWS bei beiden Hilfsmitteln eine deutlich geringere Beugung, d. h. die LWS scheint durch die Unterstützung der Hilfsmittel aufgerichtet worden zu sein. Dies gilt vor allem für KOLMEDER. Bei KNIWI ist die Aufrichtung in der LWS gering, dafür aber erlaubt das Gerät durch die hohe vordere Abstützung des Körpers vor dem Thorax ein müheloses Vorbeugen und Arbeiten in einem größeren Greifraum mit deutlich verminderter HWS-Lordose.

Tabelle 4.1: Veränderungen des Beugewinkels in den 3 WS-Abschnitten für Proband 1

Proband 1	LWS		BWS		HWS	
	KNIWI	KOLMEDER	KNIWI	KOLMEDER	KNIWI	KOLMEDER
[Angaben in Grad]						
Kleber auftragen	-6,4	-31,9	-12,1	0,9	28,4	-2,3
Fliesen verlegen	-3,6	-27,0	-0,9	4,7	14,8	-3,6

Beim fast normalgewichtigen Probanden 2 tritt ein Aufrichtungseffekt an der LWS beim Fliesenlegen mit beiden Hilfsmitteln sowie bei KOLMEDER auch während des Auftragens des Klebers ein. Auf die HWS-Region haben die Hilfsmittel keinen erheblichen Einfluss.

Tabelle 4.2: Veränderungen des Beugewinkels in den 3 WS-Abschnitten für Proband 2

Proband 2	LWS		BWS		HWS	
	KNIWI	KOLMEDER	KNIWI	KOLMEDER	KNIWI	KOLMEDER
[Angaben in Grad]						
Kleber auftragen	-2,4	-39,3	3,3	6,4	-2,1	0,4
Fliesen verlegen	-27,5	-27,8	29,0	-8,4	4,2	-5,0

Beim idealgewichtigen Probanden 3 tritt ebenso ein Aufrichtungseffekt an der LWS beim Fliesenlegen mit beiden Hilfsmitteln, aber auch während des Kleberauftrags ein. Der Effekt ist bei KOLMEDER geringer als beim KNIWI, aber in beiden Fällen deutlich. Auf die HWS-Region haben die Hilfsmittel keinen erheblichen Einfluss.

Tabelle 4.3: Veränderungen des Beugewinkels in den 3 WS-Abschnitten für Proband 3

Proband 3	LWS		BWS		HWS	
	KNIWI	KOLMEDER	KNIWI	KOLMEDER	KNIWI	KOLMEDER
[Angaben in Grad]						
Kleber auftragen	-32,0	-24,2	10,5	-6,5	2,9	-0,5
Fliesen verlegen	-11,9	-27,8	12,3	-8,4	4,7	-5,0

Zusammenfassend ist festzustellen, dass beide Hilfsmittel bei allen drei Probanden grundsätzlich zu einer Aufrichtung der LWS beitragen. Diese dürfte als zusätzliche Hilfe neben der noch zu diskutierenden funktionellen Entlastung zu betrachten sein. Es wäre zu erwarten, dass sich diese positiv auf die empfundene Anstrengung auswirken, da die LWS-Muskulatur besonders unter den hohen inneren Kräften aufgrund der biomechanischen Belastung durch Zwangshaltungen zu leiden hat.

Effekte des unterschiedlichen Körperbaus lassen sich aus den Daten nicht eindeutig ableiten, da Haltung Unterschiede auch durch Strategieunterschiede der Personen bedingt sein können.

5.3 EMG-Aktivität unter der Arbeitsbelastung

Für die physiologischen Beanspruchungs- und Ermüdungsanalysen der Muskulatur sind folgende Kennwerte ermittelt und berechnet worden:

- Die Amplitude des Oberflächen-EMG bzw. die davon abgeleitete Größe ihres Effektivwertes RMS („Root Mean Square“)
- Die zeitliche relative Änderung der Medianfrequenz als Maß für eine mögliche muskuläre Ermüdung

5.3.1 EMG-Amplitude (RMS)

Die Effekte der Hilfsmittel auf die EMG-Amplitude bei allen untersuchten Probanden und Muskeln zeigen die Abbildungen 6.1 bis 6.9 für jeden Probanden in jeder Testsituation.

Die Höhe der Amplitude ist im Wesentlichen auf die Zahl der Aktionspotentiale je Zeiteinheit zurückzuführen und stellt damit ein Maß für die Aktivierung der Muskulatur dar. Diese Höhe

ist also für den einzelnen Probanden – bezogen auf dessen Muskelkraft und andere muskelphysiologische Besonderheiten – ein Maß für die Höhe der Beanspruchung des jeweils beurteilten Muskels. Eine Zunahme der Aktionspotentiale je Zeiteinheit und damit der RMS-Werte im Verlauf einer Tätigkeit resultiert aus einer Kombination aus Rekrutierung von zusätzlichen Muskelfasern und Erhöhung der Folgefrequenz der Aktionspotentiale. Zur längerfristigen Erhaltung einer vorgegebenen Gesamtkraft des Muskels ist eine Erhöhung der Zahl der Aktivierungsvorgänge bei gleichbleibender Arbeitsanforderung erforderlich, weil die mit dem Aktionspotential erzeugte Muskelkraft infolge der Ermüdung abnimmt.

Generell ist festzustellen, dass die Muskelaktivität durch beide Hilfsmittel beim Verlegen von Fliesen als der am längsten andauernden Tätigkeit deutlich abgesenkt wird. Das trifft für die anderen Tätigkeiten nicht im gleichen Maß zu.

Im Einzelnen sind die Ergebnisse für die Teiltätigkeiten in Dauerbeugehaltung beim Auftragen des Klebers sowie beim Verlegen der Bodenfliesen in den Abbildungen 6.1 bis 6.9 dargestellt. Zusätzlich werden auch die übrigen Teiltätigkeiten kommentiert, die eine stärkere Durchmischung von statischen und dynamischen Beugehaltungen mit aufrechten Haltungen aufweisen und daher für die hier untersuchten Fragestellungen weniger aussagefähig sind.

- Bei Arbeiten ohne Hilfsmittel zeigen Proband 1 und 2 hohe Amplituden an allen untersuchten Muskeln (Proband 1 insbesondere am M. multifidus links). Proband 3 zeigt deutlich geringere Aktivierungen bei gleicher Arbeit.
- Bei Verwendung des KNIWI haben Proband 1 und 3 deutlich abgesenkte Amplituden, was auf eine Entlastung schließen lässt. Die Werte des Probanden 2 sind gegenüber der Arbeit ohne Hilfsmittel kaum vermindert und am rechten M. latissimus dorsi – wahrscheinlich wegen der weit ausladenden Armarbeit – sogar vergrößert. Dieses könnte auf eine fehlende Optimierung der Arbeitsstrategie hindeuten, da es mit KNIWI möglich ist, aus einer stabilen Körpersituation mit den Armen weiter ausgreifend zu arbeiten als das ohne Hilfsmittel möglich wäre. Betrachtungen der Videodokumentation geben dafür Hinweise.
- Die Verwendung von KOLMEDER brachte für die Probanden 2 und 3 eine deutliche Reduzierung der Aktivität. Das traf nicht für Proband 1 zu, der mit dem Rahmengestell von KOLMEDER wegen seines Körperumfangs in Konflikt kam und sich nicht hinreichend frei bewegen konnte.

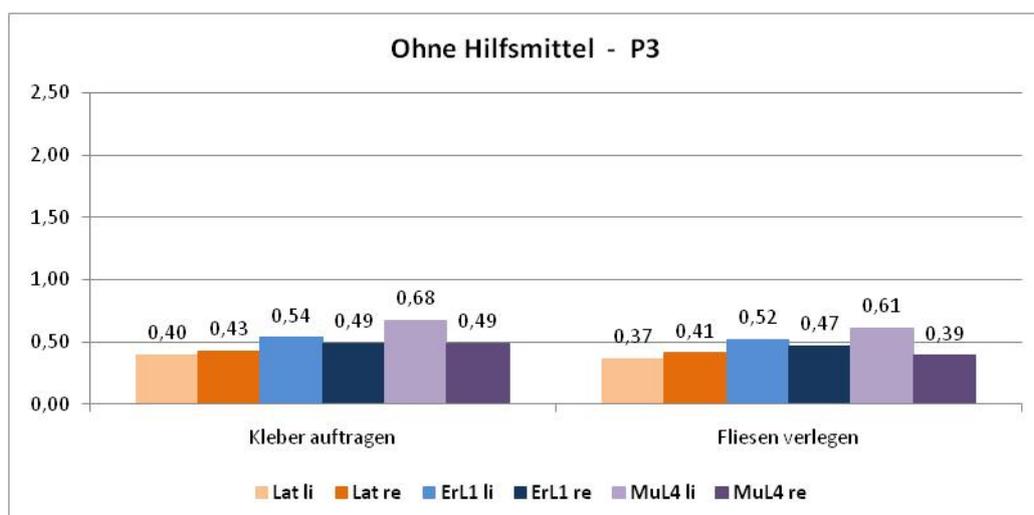
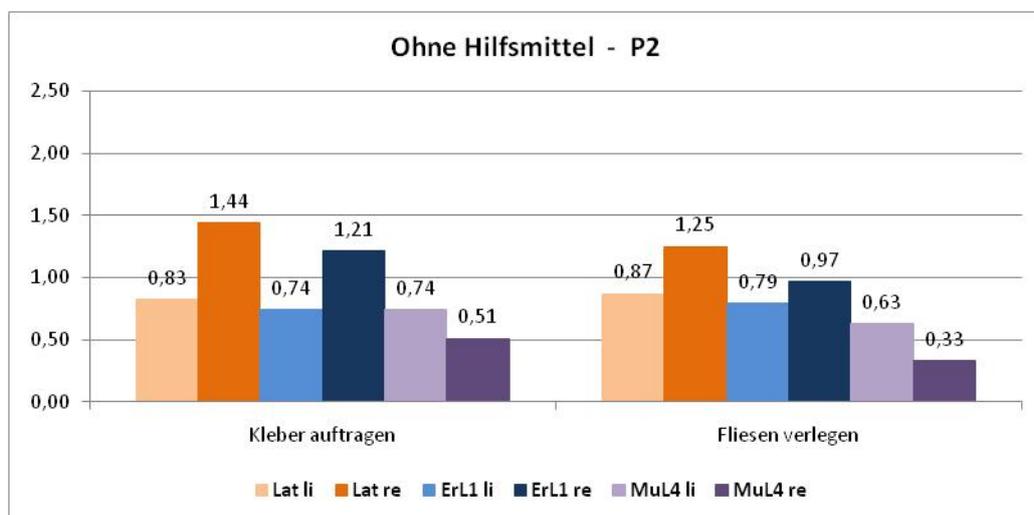
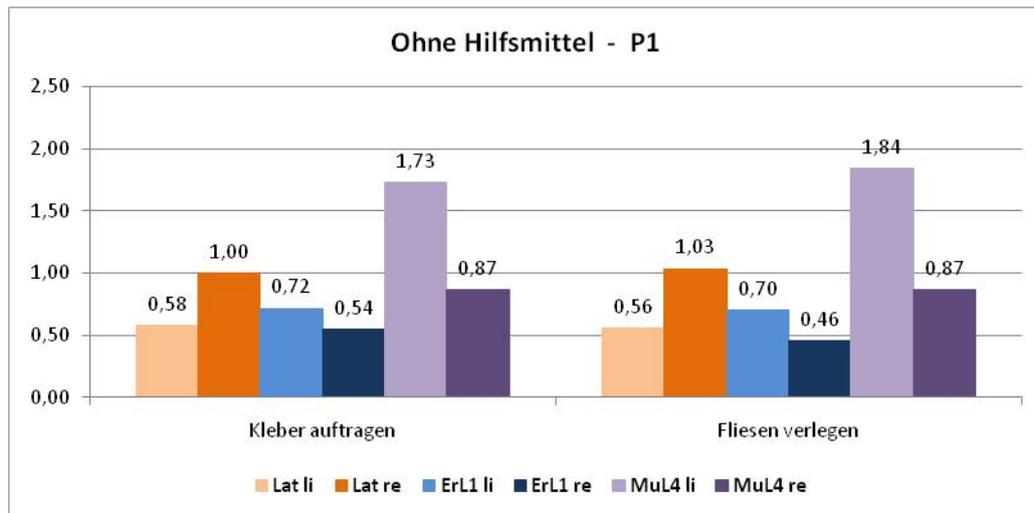


Abb. 6.1 – 6.3: Myoelektrische Aktivität der untersuchten Muskeln bei der Arbeit ohne Hilfsmittel [Medianwerte der RMS, normiert auf die Werte aus dem Sörensen-Test]

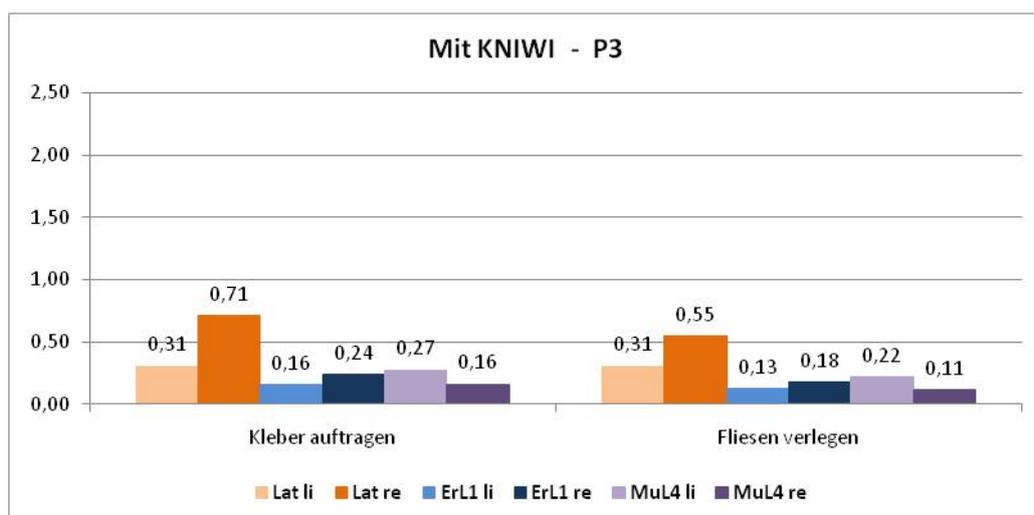
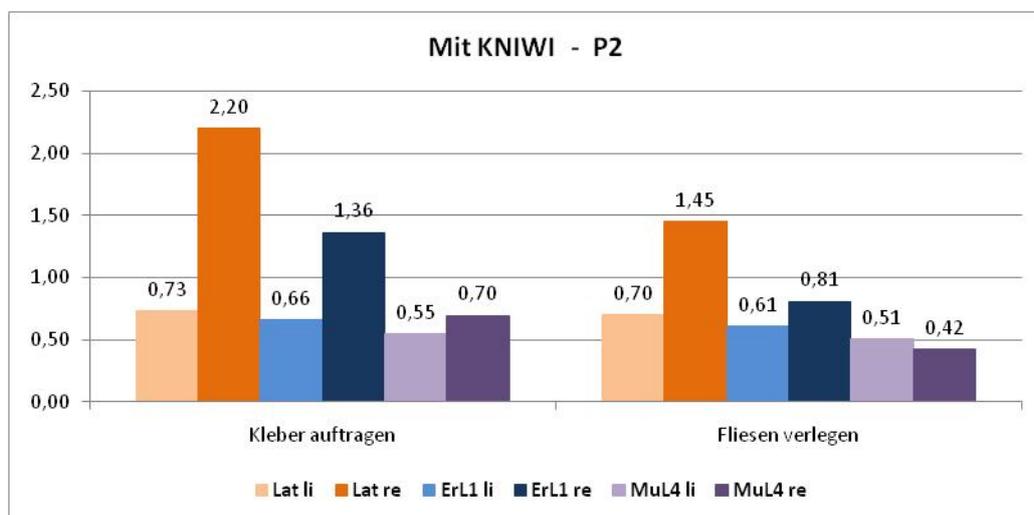
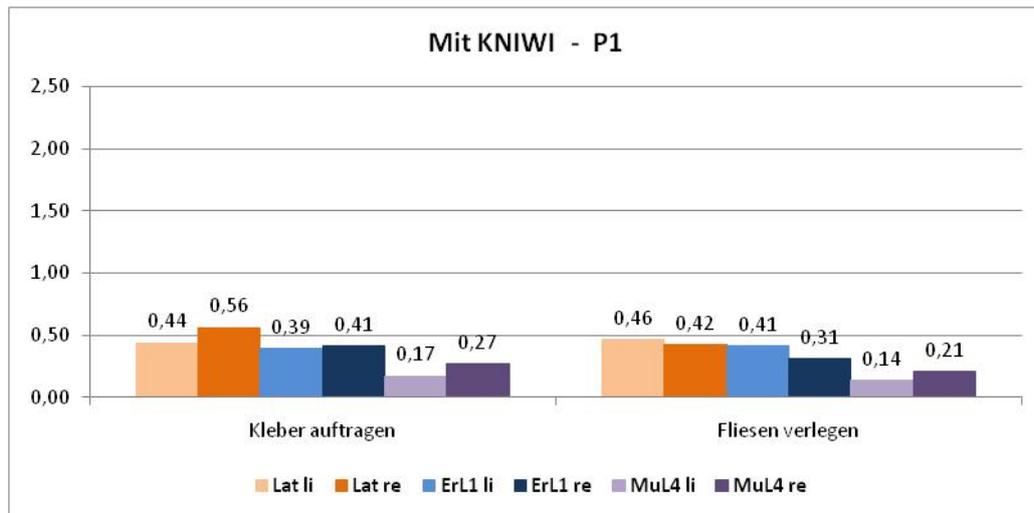


Abb. 6.4 – 6.6: Myoelektrische Aktivität der untersuchten Muskeln bei der Arbeit mit KNIWI [Medianwerte der RMS, normiert auf die Werte aus dem Sörensen-Test]

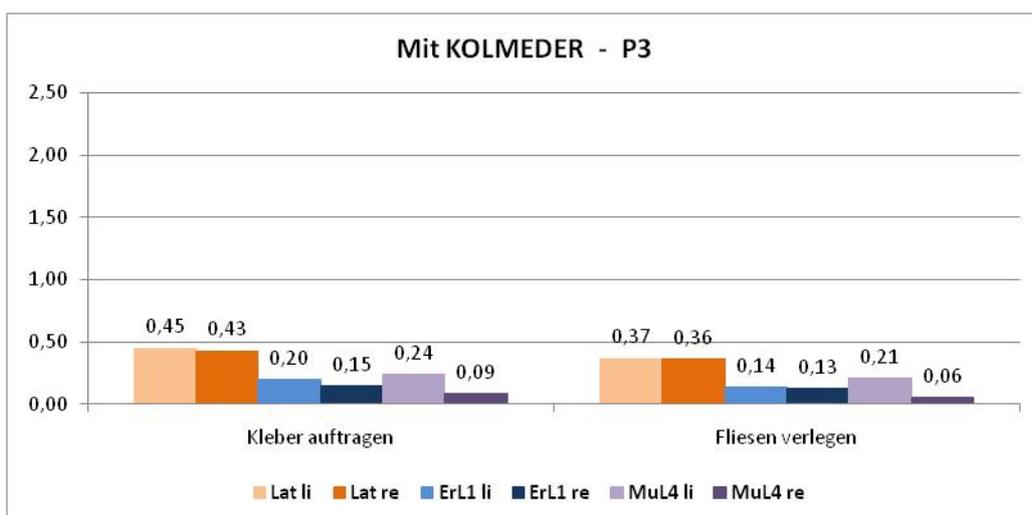
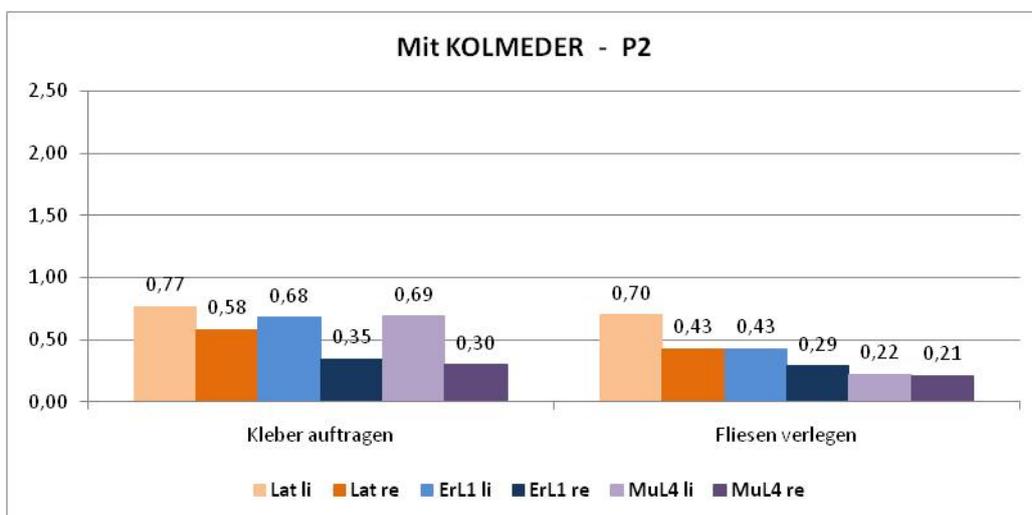
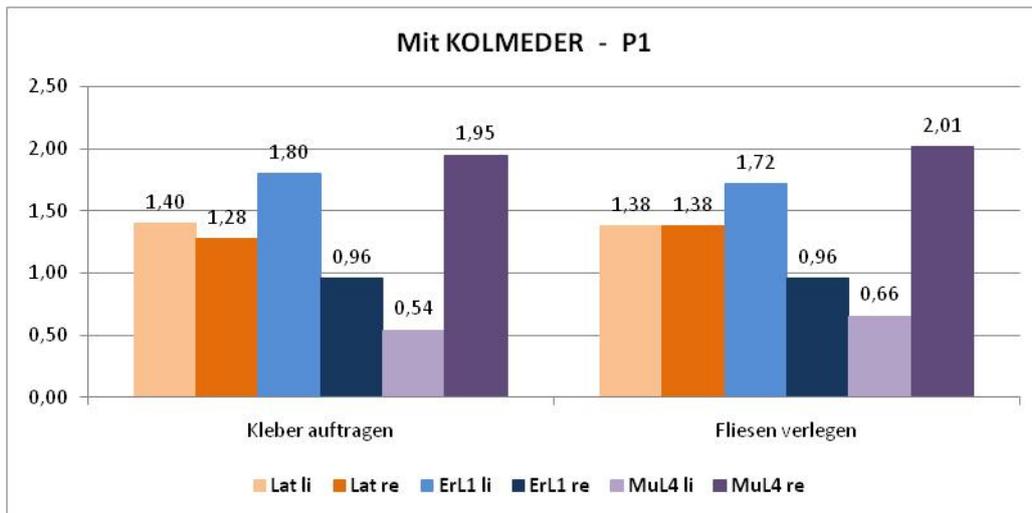


Abb. 6.7 – 6.9: Myoelektrische Aktivität der untersuchten Muskeln bei der Arbeit mit KOLMEDER [Medianwerte der RMS, normiert auf die Werte aus dem Sörensen-Test]

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Hilfsmittel mit den Werten aller 3 Probanden simultan dargestellt und dabei die gemessenen Amplituden bei Verwendung eines der beiden Hilfsmittel auf die „Basisaktivität“ (Amplitude) ohne Hilfsmittel bezogen. Der Übersichtlichkeit halber wurde die Darstellung der Ergebnisse nach Teiltätigkeiten getrennt.

Kleber auftragen (Abb. 7):

- Proband 1 hat bei Verwendung des Kolmeder generell höhere Werte der Aktivität mit gegenüber ohne Hilfsmittel (>100%). Das ist wahrscheinlich auf die schon weiter oben erwähnte schlechte Passfähigkeit dieses Hilfsmittels bei diesem Probanden zurückzuführen. Günstiger fallen die Werte allerdings bei Verwendung des Kniwi aus.
- Proband 2 hat bei der Arbeit mit Hilfsmittel in 9 von 12 beurteilten Fällen geringere, aber in 3 Fällen auch höhere Amplituden-Werte als ohne Hilfsmittel. Diese sind allen drei untersuchten Muskeln auf der rechten Körperseite bei Verwendung des Kniwi zuzuordnen und möglicherweise auf höhere Anstrengung beim Bewegen des Arbeitsarmes in ungewohnter Körperhaltung zurückzuführen. Beim KOLMEDER waren alle Aktivitäten vermindert.
- Proband 3 zeigt am M. latissimus dorsi in 3 von 4 Fällen höhere Werte bei Verwendung von KNIWI und von KOLMEDER. Bei allen übrigen Muskeln verminderte der Einsatz der Hilfsmittel die EMG-Amplituden erheblich (Werte < 50%).

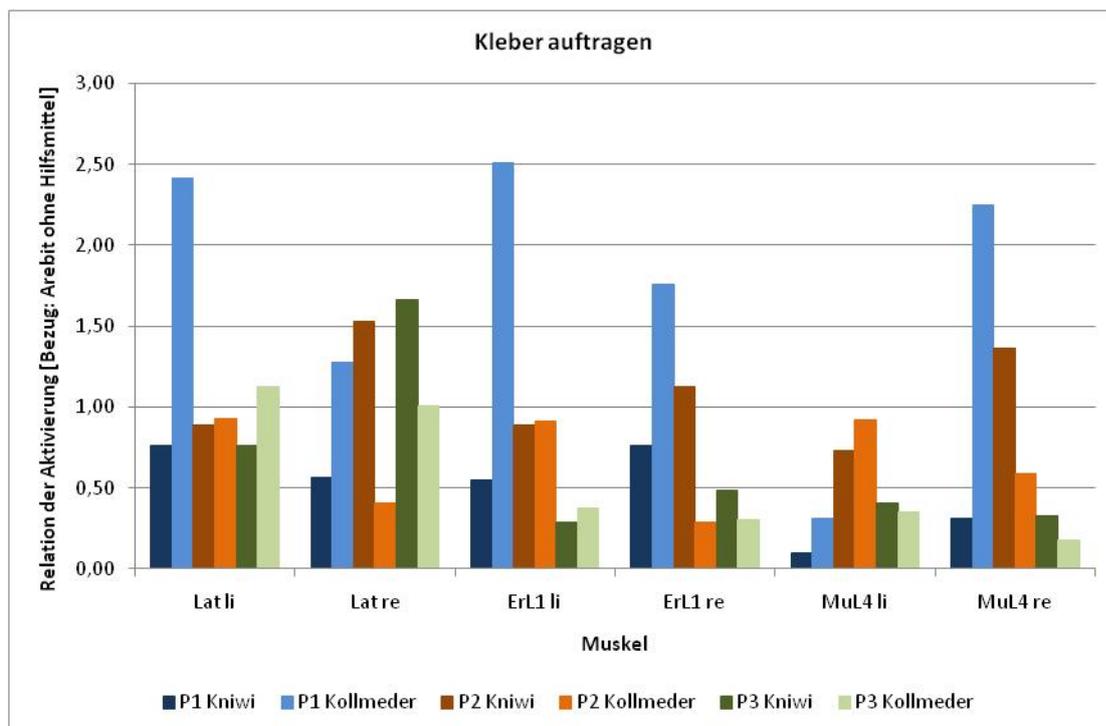


Abb. 7: EMG-Amplituden bei der Arbeit mit Hilfsmittel (relativ zur die Arbeit ohne Hilfsmittel) für die Teiltätigkeit „Kleber auftragen“.

Fliesen verlegen (Abb. 8)

- Proband 1 zeigt bei der Arbeit mit KNIWI an allen Muskeln geringere Aktivitäten, darunter insbesondere am Multifidus. Bei der Arbeit mit KOLMEDER sind dagegen 5 von 6 beurteilten Muskeln in ihrer Aktivität erhöht, darunter der linke M. latissimus dorsi, der M. erector spinae beidseits sowie der rechte M. multifidus mit Steigerungen von über 100%. Auffallend sind hier die generell stark asymmetrischen Aktivitäten.
- Bei Proband 2 tritt durch beide Hilfsmittel eine Beanspruchungsverminderung an allen Muskeln auf. Zwei Ausnahmen bei Verwendung des KNIWI sind der rechte M. latissimus dorsi und der rechte M. multifidus, die beide eine Erhöhung der Amplituden zeigen.
- Proband 3 hat nur zufällige Veränderungen am M. latissimus dorsi, aber an den Muskeln im LWS-Bereich – M. erector spinae und M. multifidus – stark verminderte Werte der Amplituden im Vergleich zur Arbeit ohne Hilfsmittel (< 50%).

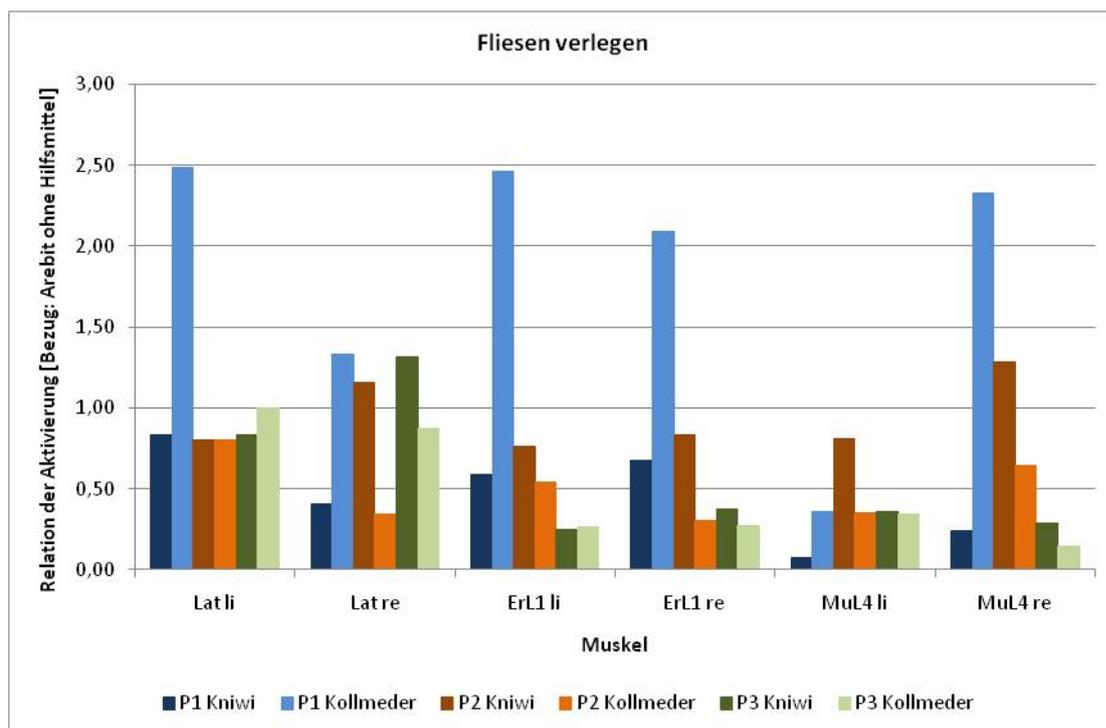


Abb. 8: EMG-Amplituden bei der Arbeit mit Hilfsmittel (relativ zur die Arbeit ohne Hilfsmittel) für die Teiltätigkeit „Fliesen verlegen“.

Kleber anmischen (Abb. 9)

Stellt man gegen diese beiden typischen Bodenarbeiten die Tätigkeit des Anmischens von Kleber, so ist zu beachten, dass diese Tätigkeit im leicht vorgeneigten Stehen mit einem handgehaltenen Rührwerk ausgeübt wird. Einzelne Tätigkeitsabschnitte dauern nur sehr wenige Minuten und werden von Aufrichtungen des Rumpfes unterbrochen, um zu Material (Fliesenklebersack / Wassereimer) zu greifen und die Mischung herzustellen.

Es entsteht ein buntes und nicht ohne Spekulationen interpretierbares Bild der Muskelaktivitäten bei Benutzung der Hilfsmittel. Global betrachtet liegen 10 von 36 gemessenen Muskelaktivitäten höher, 26 dagegen niedriger als ohne Hilfsmittel. Diese Tendenz im Einzelnen aufzulösen, würde erfordern, dass die Arbeitshaltungen detailliert zuzuordnen wären. So sind alle Aktivitäten des linken Multifidus deutlich auf etwa 50% vermindert, die des rechten dagegen nicht mit dieser gleichen Deutlichkeit und teils sogar erhöht. Asymmetrische Haltungen, das Halten des Rührwerks und die dabei vollzogenen Bewegungen wären zu beachten. Dies kann aufgrund der Kürze der einzelnen Tätigkeitsabschnitte und der daraus resultierenden, im Vergleich zur Komplexität der Situation ungenügenden Datenmenge nicht geleistet werden. Da im Vordergrund dieser Studie jedoch die Wirkung der Hilfsmittel bei länger andauernden und in dieser Weise berufstypisch regelmäßig zu wiederholenden Zwangshaltungen beurteilt werden soll, zählt die Klärung der zuletzt genannten Fragen nicht zu den Studienzielen.

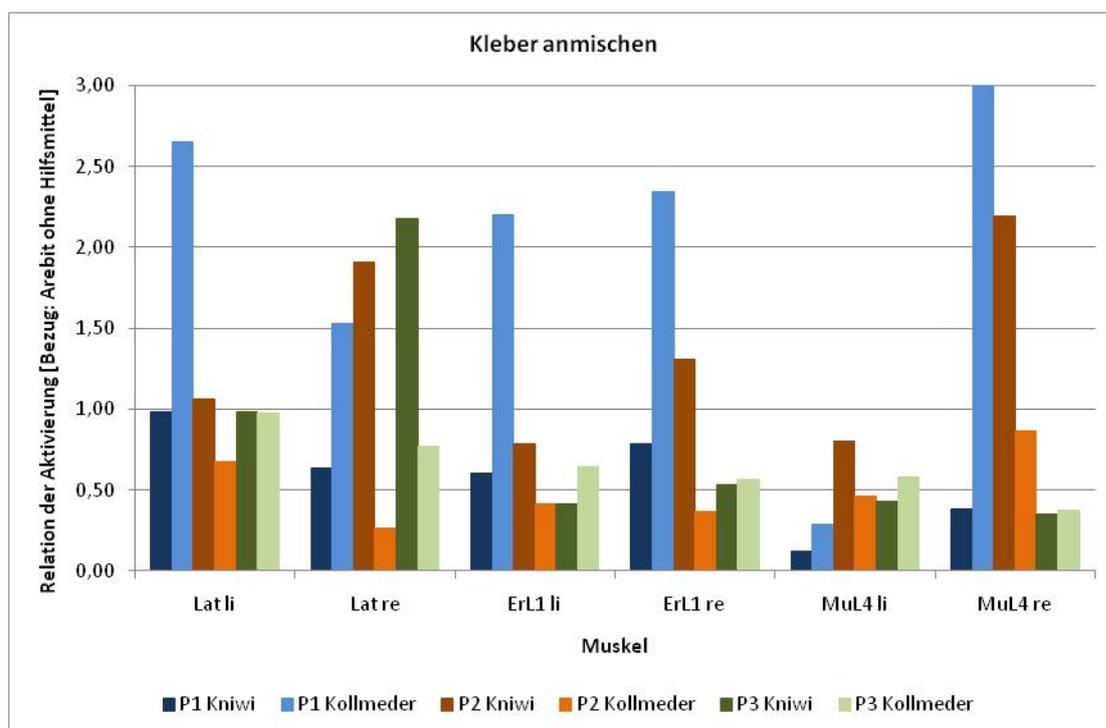


Abb. 9: EMG-Amplituden bei der Arbeit mit Hilfsmittel (relativ zur die Arbeit ohne Hilfsmittel) für die Teiltätigkeit „Kleber anmischen“.

5.3.2 Medianfrequenz als Indikator für periphere Ermüdung

Die Medianfrequenz (die Frequenz, die das EMG-Leistungsspektrum in zwei gleiche Flächen teilt (Flächenschwerpunkt)) wird hier als Indikator für muskuläre Ermüdung in der betrachteten Situation verwendet. Zur Darstellung kommen die Trends (lineare Regression) der Veränderung der Medianfrequenz im jeweiligen Arbeitsabschnitt.

- Ein positiver Wert kennzeichnet eine Frequenzzunahme, die bei gleichzeitigem Anstieg der Amplitude als Zeichen höherer Kraftanstrengung zu bewerten ist.
- Ein negativer Wert kennzeichnet dagegen Ermüdung, wenn die RMS gleichzeitig ansteigt.

Die Ergebnisse zeigen insgesamt ein wenig einheitliches Bild. Das kann auf die mäßige Dauer der Testarbeit an der bei den jungen Probanden unteren Grenze physiologisch erreichbarer Ermüdung zurückzuführen sein; zusätzlich kann dazu die relativ freie zeitliche Gestaltung der Arbeit mit begrenztem Motivationsdruck zur Erreichung höherer Leistungen beigetragen haben.

Auch hier sind die Ergebnisse für die Teiltätigkeiten in Dauerbeugehaltung beim Auftragen des Klebers sowie beim Verlegen der Bodenfliesen in den Abbildungen 10.1 – 10.9 im Detail dargestellt und zusätzlich die übrigen Teiltätigkeiten kommentiert. Letztere weisen jedoch eine stärkere Durchmischung von statischen und dynamischen Beugehaltungen mit aufrechten Haltungen auf und sind daher weniger aussagefähig für die hier untersuchten Fragestellungen.

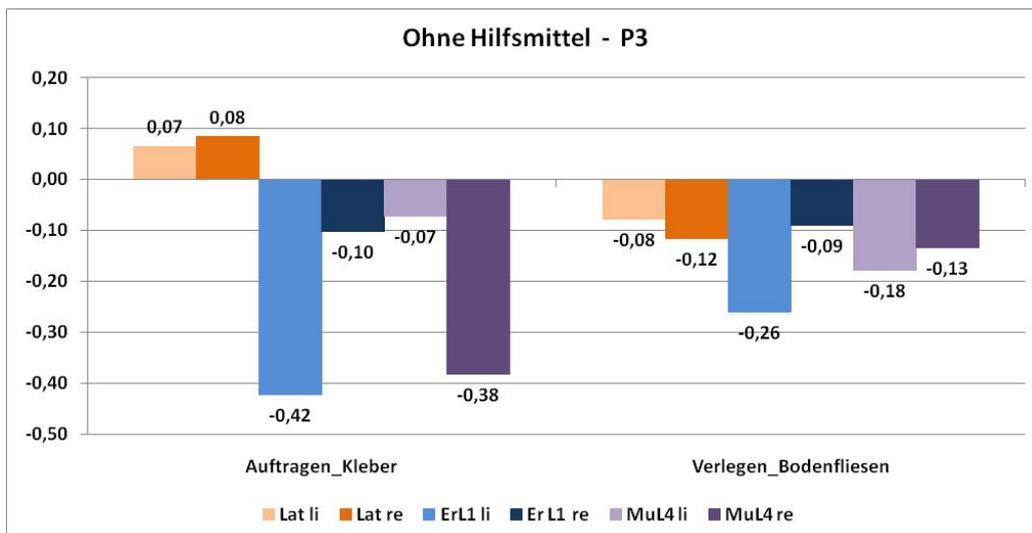
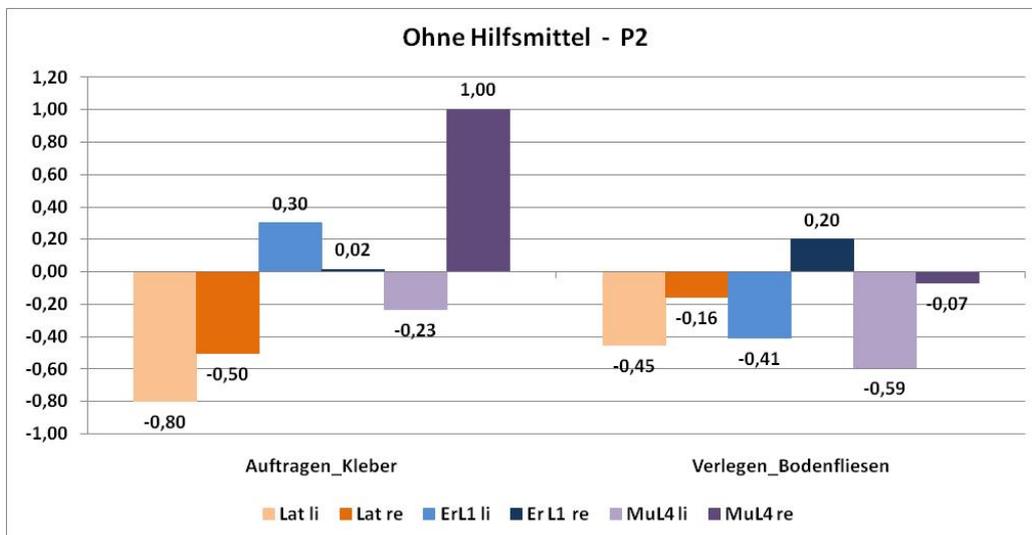
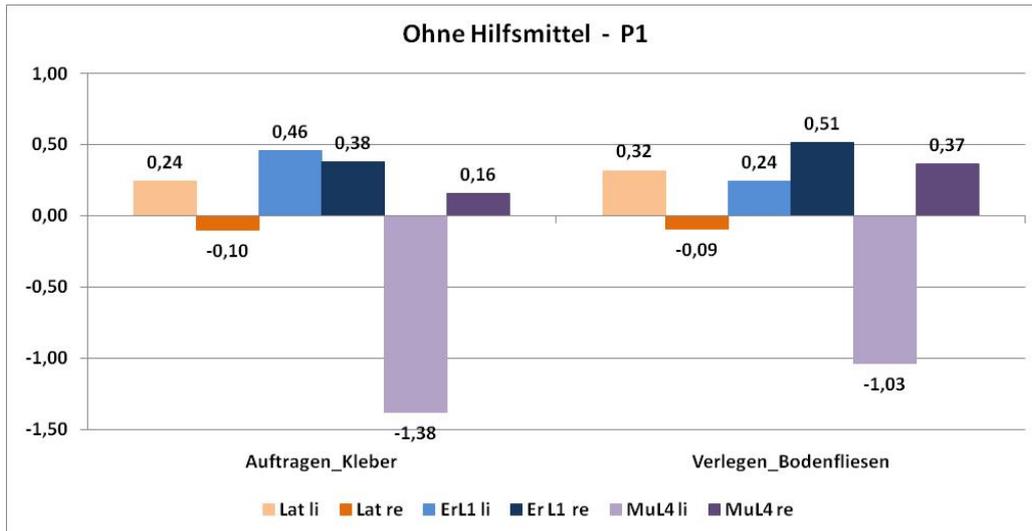


Abb. 10.1 – 10.3: Trends der Medianfrequenz der untersuchten Muskeln bei der Arbeit ohne Hilfsmittel

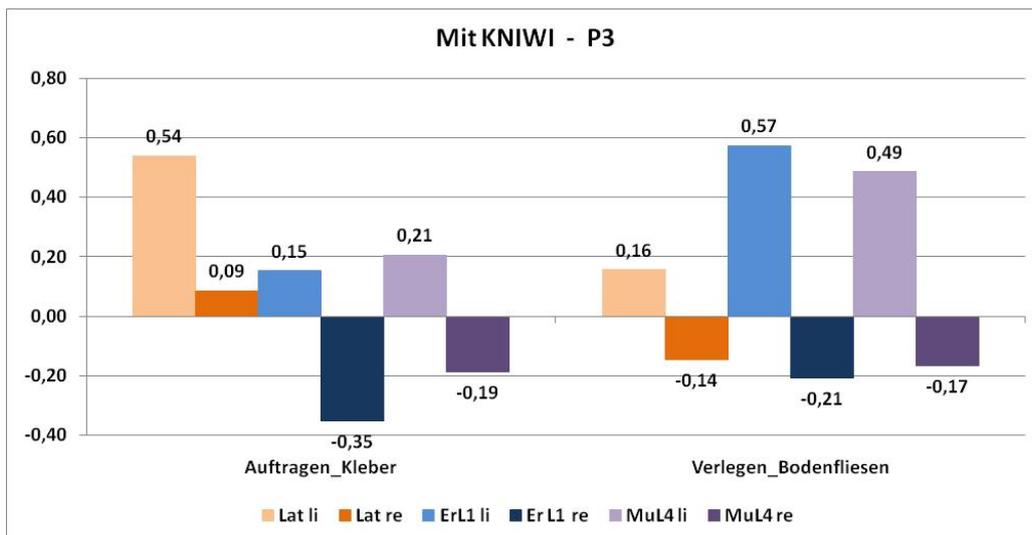
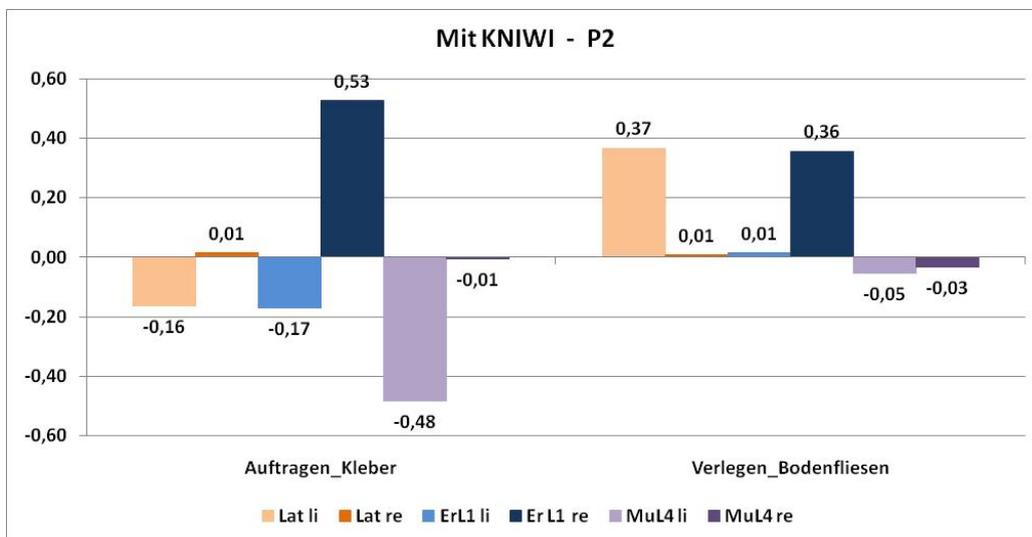
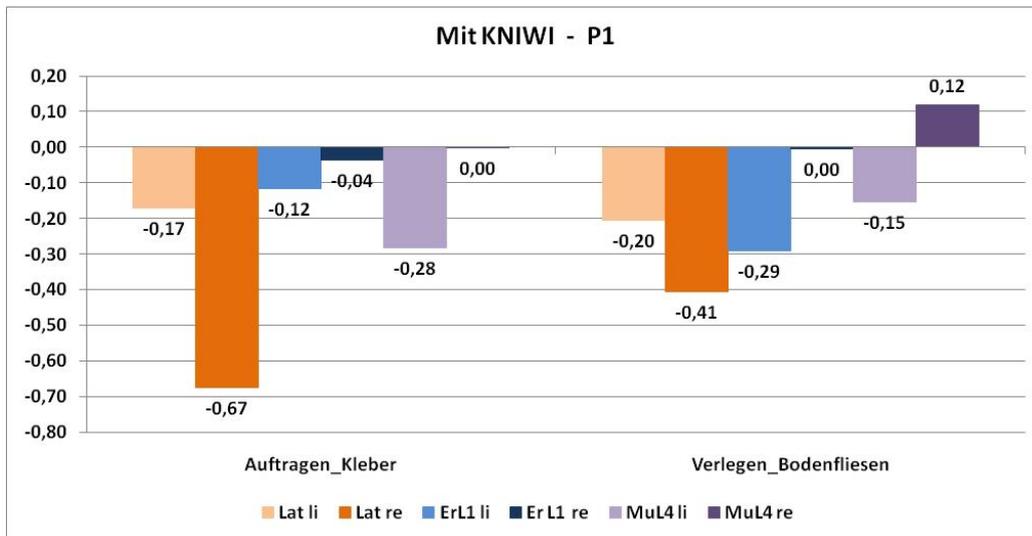


Abb. 10.4 – 10.6: Trends der Medianfrequenz der untersuchten Muskeln bei der Arbeit mit KNIWI

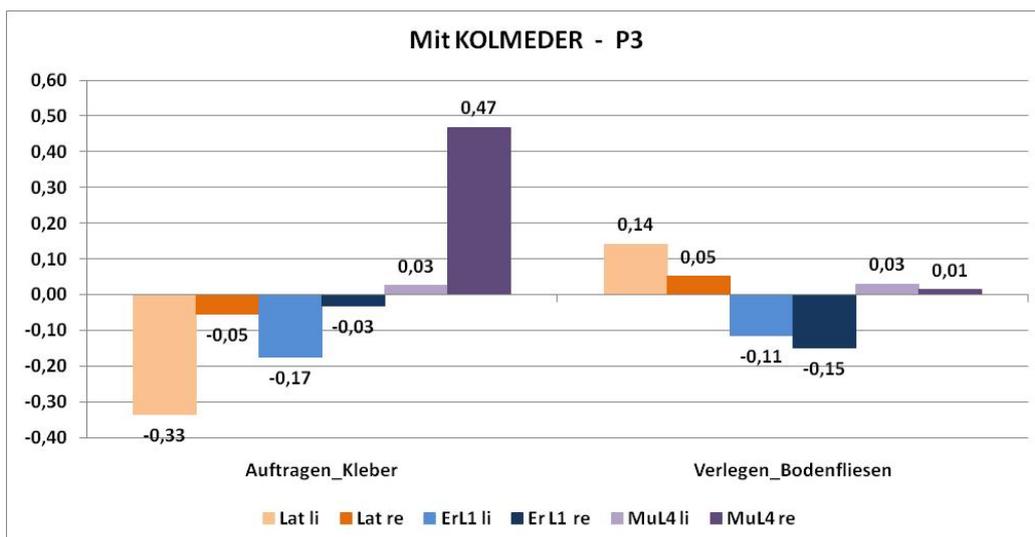
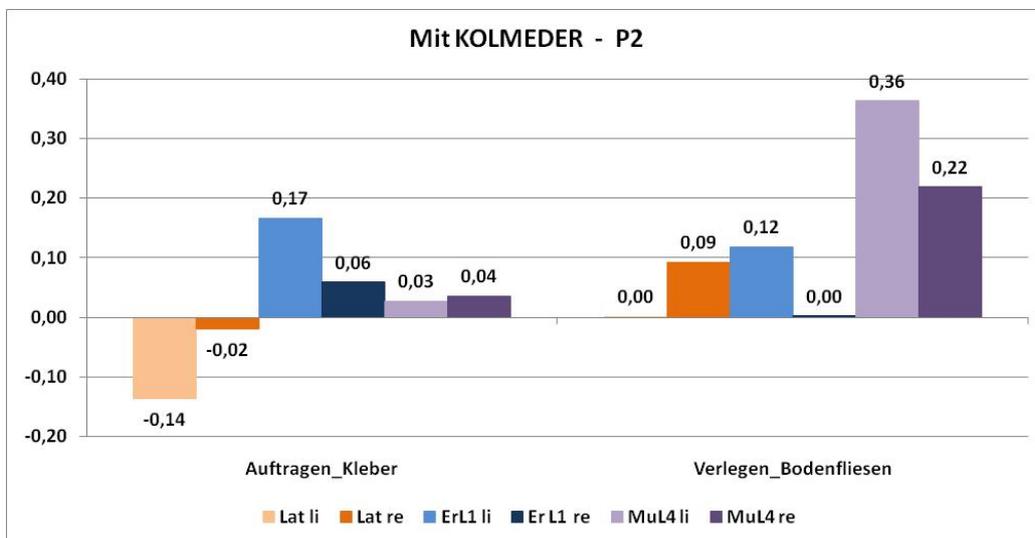
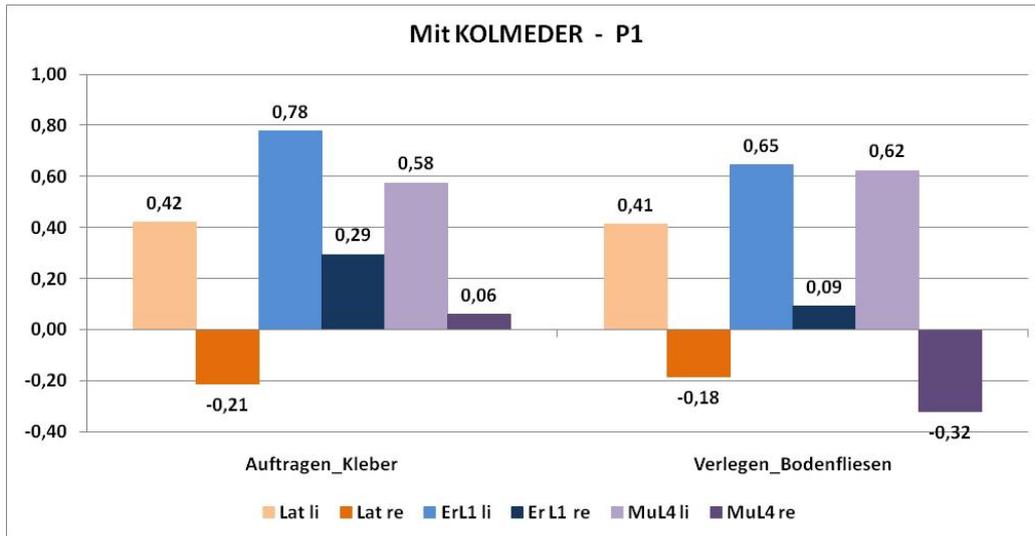


Abb. 10.7 – 10.9: Trends der Medianfrequenz der untersuchten Muskeln bei der Arbeit mit KOLMEDER

Kleber auftragen (Abb. 10.1 – 10.9, linke Säulengruppe)

- Proband 1 zeigt
 - a) ohne Hilfsmittel eine ausgeprägte Tendenz der Ermüdung nur im linken Multifidus; insgesamt war die Arbeit jedoch kaum ermüdend.
 - b) bei Verwendung des KNIWI deutliche Ermüdungszeichen im rechten Latissimus sowie leichte Ermüdungszeichen im linken Latissimus dorsi und im linken Multifidus.
 - c) bei Arbeit mit Kolmeder eine leichte Ermüdung nur im rechten M. latissimus dorsi.
- Proband 2 zeigt
 - a) ohne Hilfsmittel eine geringe Tendenz der Ermüdung im linken Multifidus sowie deutliche Ermüdung im Latissimus dorsi beidseits.
 - b) bei Verwendung des KNIWI leichte Ermüdung im Latissimus dorsi und im Erector spinae sowie deutliche Ermüdung im Multifidus (alles linke Körperseite),
 - c) bei Arbeit mit dem Kolmeder nur sehr leichte Ermüdung im linken Latissimus.
- Proband 3 zeigt
 - a) ohne Hilfsmittel deutliche Ermüdung im Erector spinae (links) und Multifidus (rechts) sowie schwache Ermüdungszeichen auf der jeweils anderen Körperseite.
 - b) bei Verwendung des KNIWI etwas Ermüdung im rechten Erector spinae und im Multifidus ebenfalls rechts,
 - c) bei Arbeit mit dem Kolmeder eine deutliche Ermüdung ausschließlich im linken Latissimus und leichte Ermüdung im linken Erector spinae.

Fliesen verlegen (Abb. 10.1 – 10.9, rechte Säulengruppe)

Grundsätzlich sind die Muster der Verschiebung der Medianfrequenzen des EMG bei der Verlegung der Fliesen denen beim Auftragen des Klebers ähnlich. Zwar sind diese beiden Tätigkeiten zeitlich nahe beieinander in wechselnden Zeitabschnitten. Dennoch zeigt diese Übereinstimmung, dass die gemessenen Frequenzmuster der drei Personen in drei Konstellationen eine gewisse Stabilität aufweisen und Hinweise auf die tatsächliche muskuläre Beanspruchung geben.

- Proband 1 zeigt
 - a) ohne Hilfsmittel auch beim Verlegen der Fliesen nur eine sehr geringe Tendenz der Ermüdung im rechten Latissimus und deutliche Ermüdung im linken Multifidus. Die Arbeit war kaum ermüdend.

- b) bei Verwendung des KNIWI zum Verlegen der Fliesen ein Bild, das dem beim Kleber Auftragen gleicht,
 - c) bei Arbeit mit dem Kolmeder Ermüdung wieder im rechten Latissimus, aber zusätzlich im rechten Multifidus.
- Proband 2 zeigt
 - a) ohne Hilfsmittel deutliche Ermüdungszeichen in allen untersuchten Muskeln, jedoch nur auf der linken Körperseite.
 - b) bei Verwendung des KNIWI keine Ermüdung,
 - c) bei Arbeit mit dem Kolmeder keine Ermüdung.
 - Proband 3 zeigt
 - a) ohne Hilfsmittel gleichmäßig über alle untersuchten Muskeln eine sehr schwache Tendenz der Ermüdung.
 - b) bei Verwendung des KNIWI sehr schwache Ermüdung in allen rechten untersuchten Muskeln,
 - c) bei Arbeit mit dem Kolmeder nur leichte Ermüdung im Erector spinae.

Um eine Gesamtübersicht der Effekte hinsichtlich der evtl. Ermüdung zu gewinnen, sind in einer zusammenfassenden Grafik (Abb. 11) die Effekte jedes Probanden am Multifidus vergleichend dargestellt. Daraus geht hervor, dass bei den interessierenden Arbeiten (Kleber verteilen und Fliesen verlegen) kaum erhebliche Ermüdungseffekte sichtbar werden. Die zum Vergleich dargestellte Frequenzdrift beim Anmischen des Klebers und beim Holen von Material zeigt dagegen deutliche Frequenzminderungen. Diese resultieren sehr wahrscheinlich aus den mit den beiden Tätigkeiten verbundenen hohen Beanspruchungen. Da es sich jedoch nur um kurzzeitige dynamisch geprägte Unterbrechungen einer sonst noch nicht besonders ermüdenden statischen Aktivität handelt, könnten sie als positiver Effekt der Bewegungsaktivität dieser Tätigkeit gewertet werden.

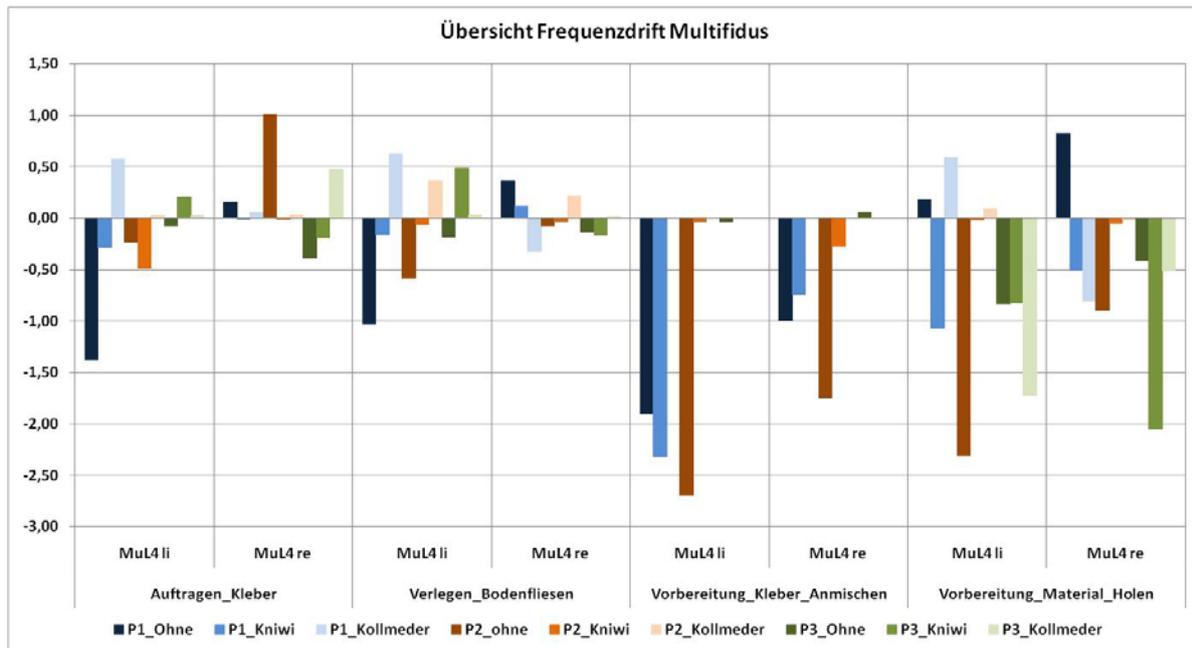


Abb. 11: Trends der Medianfrequenz des M. multifidus für alle Probanden bei der Arbeit ohne Hilfsmittel sowie bei der Arbeit mit KNIWI und mit KOLMEDER

Aus der Gesamtschau dieser Ergebnisse der Frequenzdrift ist abzuleiten, dass für alle untersuchten jungen Probanden die Testarbeit nicht hinreichend war, um eine deutliche Ermüdung zu provozieren.

5.4 Sörensen-Test

Mit dem adaptierten Sörensen-Test, einem standardisierten Haltetest der Rückenmuskulatur über 30 Sekunden (freies Halten des Oberkörpers in der Waagerechten, wenn Beine und Becken aufliegen und die Arme vor der Brust gekreuzt sind), soll summarisch der während der Arbeit aufgesammelte Effekt der Anwendung des Hilfsmittels auf den muskulären Funktionszustand im Vergleich zur Situation ohne Hilfsmittel betrachtet werden. Zu diesem Zweck wurde der Sörensen-Test jeweils vor Beginn der Arbeit und nach Beendigung derselben ausgeführt; beide Ergebnisse sind direkt vergleichbar. Die Darstellung (siehe auch Abb. 12) wird im Folgenden getrennt für beide Hilfsmittel und jeweils gemeinsam für die drei Probanden vorgenommen.

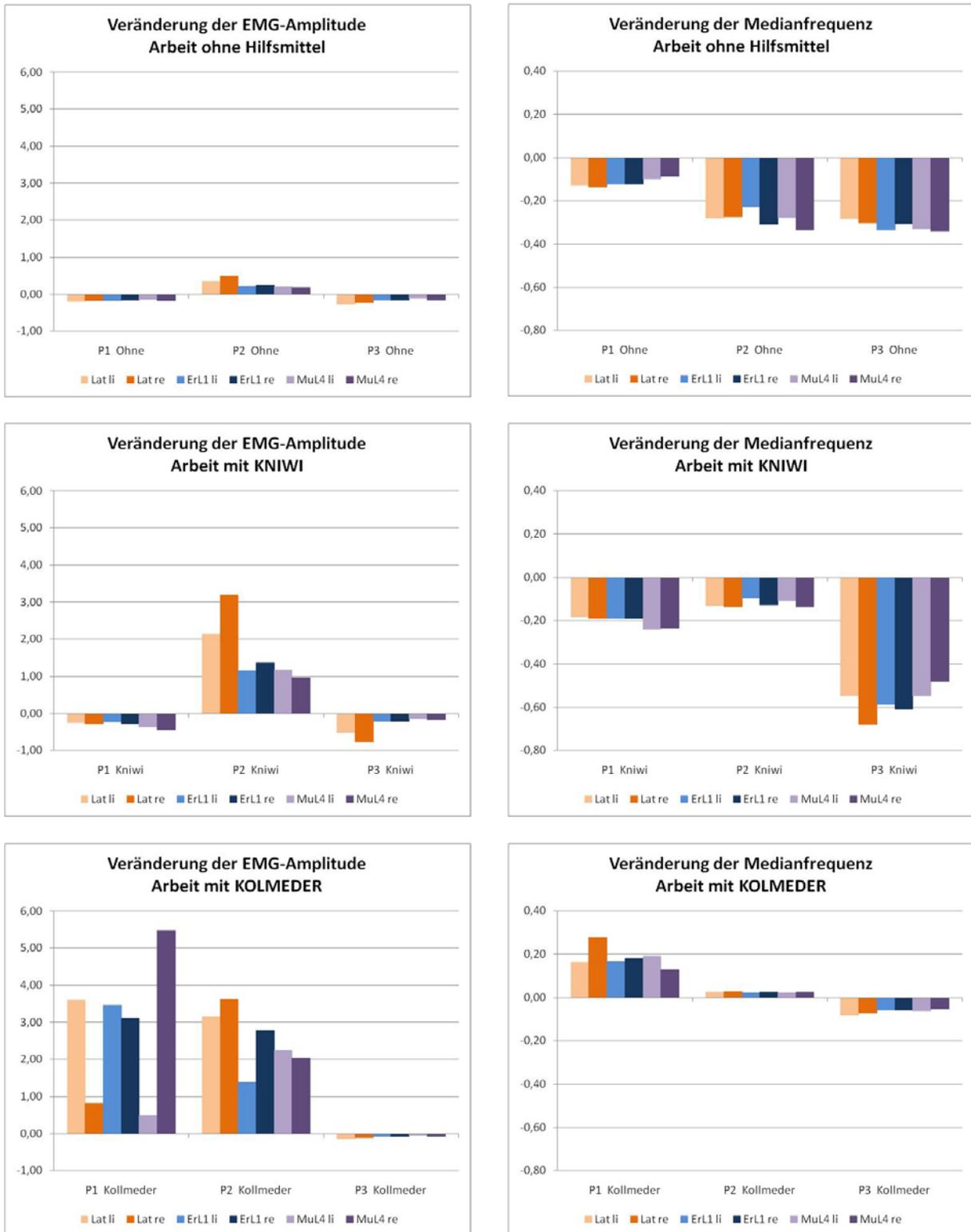


Abb. 12: Veränderungen der EMG-Amplitude (RMS) und der Medianfrequenz im Sörensen-Test für alle Probanden bei der Arbeit ohne Hilfsmittel sowie bei der Arbeit mit KNIWI und mit KOLMEDER. Dargestellt ist die Differenz der jeweiligen Medianwerte aus den modifizierten Sörensen-Tests nach und vor der Arbeitstätigkeit, bezogen auf den Medianwert vor der Arbeitstätigkeit.

5.4.1 Sørensen-Test nach Arbeit ohne Hilfsmittel

- Die muskuläre Aktivierung im Sørensen-Test war nach der Arbeit ohne Hilfsmittel praktisch unverändert. Die gewählte Arbeitsaufgabe hat keine solche Ermüdung verursacht, die sich auf die Ausführung der Testaufgabe nachteilig ausgewirkt hat.
- Die Medianfrequenzen im Test nach der Arbeit ohne Hilfsmittel sind etwas kleiner als im Test vor der Arbeit. Dies kann als Hinweis darauf gedeutet werden, dass die Arbeit kumulativ betrachtet einen leicht ermüdenden Effekt gehabt haben kann.

Zusammenfassend ist damit die von uns arrangierte Testarbeit relativ leicht gewesen, da sie kaum nachhaltige Effekte verursacht hat. Das gilt für alle 3 Probanden trotz offensichtlich unterschiedlichem Trainingszustand in gleicher Weise und bezieht alle Muskelgruppen ein. Die Verschiebung der Medianfrequenz in der kumulativen Betrachtung kann zwar auf einen Ermüdungseffekt hindeuten, jedoch fehlt zum schlüssigen Nachweis der gleichzeitige deutliche Anstieg der Amplitudenwerte.

Die während der Testarbeit ermittelten Effekte sind damit im Wesentlichen als Momentreaktionen aufzufassen, die noch keine nachhaltigen Folgen haben, wenn sich diese Belastungen nicht viele Tage vollschichtig fortsetzen.

5.4.2 Sørensen-Test nach KNIWI-Anwendung

- Die muskuläre Aktivierung nach der Arbeit mit KNIWI ist bei Proband 1 und 3 praktisch unverändert; bei Proband 2 dagegen zeigen sich teilweise erhöhte Amplituden im Test nach der Arbeit. Die Arbeit mit KNIWI hat bei Proband 2 wahrscheinlich eine geringe Ermüdung verursacht, die sich tendenziell nachteilig ausgewirkt hat.
- Die Medianfrequenzen nach der Testarbeit mit KNIWI sind bei den Probanden 1 und 2 geringfügig kleiner als vor der Arbeit, während sich bei Proband 3 größere Differenzen ergeben.

Zusammenfassend bedeutet das, dass für die Probanden 1 und 3 leichte kumulative Ermüdungseffekte vermutet werden dürfen. Bei Proband 2 ist im Gegensatz dazu diese leichte Ermüdung durch den simultanen Anstieg der Amplituden relativ sicher.

Die Entlastung des Rückens von gesunden Probanden mit vergleichsweise gutem Trainingszustand der Rückenmuskulatur kann also durchaus infolge des gewöhnungsbedürftigen Handlings eines solchen Hilfsmittels gemindert werden; dies ist bei Proband 2 zu vermuten. Ohne Eingewöhnungsphase in die Arbeit mit einem solchen Hilfsmittel ist daher nicht automatisch von einem positiven, entlastenden Effekt auszugehen.

5.4.3 Sørensen-Test nach KOLMEDER-Anwendung

- Die muskuläre Aktivierung nach der Testarbeit mit KOLMEDER ist speziell bei den Probanden 1 und 2 verändert; es zeigen sich deutliche Erhöhungen der Amplituden im Testablauf. Das Ausmaß der Amplitudenanstiege lässt vermuten, dass die gewählte Testarbeit bei diesen beiden Probanden – wahrscheinlich durch die Einpassung in das Gestell – eine Ermüdung verursacht hat, die sich nachteilig ausgewirkt. Bei Proband 3 zeigen sich keine Veränderungen in den Amplituden.
- Die Medianfrequenzen nach der Testarbeit mit KOLMEDER sind bei allen 3 Probanden gegenüber dem Test vor der Arbeit nahezu unverändert. Bei Proband 1 sind die Frequenzwerte im Test nach der Arbeit im Vergleich zum Test vor derselben leicht erhöht.

Zusammenfassend bedeutet das für die KOLMEDER-Anwendung, dass eine Entlastung des Rückens von gesunden Probanden mit vergleichsweise gutem Trainingszustand der Rückenmuskulatur mit einem solchen Hilfsmittel nicht eintritt, wenn das verwendete Tragegestell nicht passfähig ist und als belästigend empfunden wird. Auch hier gilt zusätzlich, dass ohne eine Eingewöhnungsphase in die Arbeit und eine gute körperbezogene Anpassung des Hilfsmittels nicht automatisch von einer positiven entlastenden Hilfe auszugehen ist.

6. Resume der Untersuchungen

Es wurden drei Testsituationen mit drei unterschiedlichen, jedoch noch wenig berufserfahrenen Probanden untersucht. Die Probanden hatten keine Erfahrungen mit dauerhaften und starken Rückenbeschwerden. Eine Bedrohung ihrer Tätigkeit durch dauernde Rückenschmerzen haben diese Probanden nicht erlebt und in nächster Zeit nicht zu befürchten. Insofern besteht bei ihnen noch keine hohe Motivation, sich dem angebotenen Hilfsmittel zuzuwenden.

Eine zuvor durchgeführte Praxisdemonstration mit einem langjährig tätigen älteren Fliesenleger, der auch Erfahrungen mit Rückenschmerzen hatte, hat zu einer fast gegensätzlichen, d. h. positiven Bewertung geführt.

Die Testdauer und die Testbedingungen waren noch nicht geeignet, bei gesunden, jungen Probanden trotz unterschiedlichen Trainingsgrades nachhaltige Ermüdungseffekte zu verursachen, denen man mit den Hilfsmitteln eindeutig entgegenwirken könnte. Somit sind alle gemessenen Effekte Kurzzeitreaktionen, von denen man vermuten kann, dass sie bei Fortbestehen der gleichen Belastungen kumulieren werden. Effekte dieser Art sind zu erwarten, wenn man die Rückenschmerzsituation derartiger Berufsgruppen betrachtet.

Ungeachtet dieser Einschränkungen zeigt sich:

- Der Bodenroller KNIWI als freie, vom Körper unabhängige Lösung scheint eher geeignet zu sein, als allgemeines Arbeitsmittel zur Verhütung von Rückenschmerzen eingesetzt zu werden. Es sollten Überlegungen verfolgt werden, diese Lösung noch beschwerdenarmen Beschäftigten in Risikoberufen anzubieten.

In Verbindung mit anderen Hilfen (Fliesenlegertisch, i-Tools etc.) wäre damit ein Beitrag zur Ergonomie bei unvermeidlichen Bodenarbeiten zu leisten. Es wäre zu prüfen, ob durch diese Art der Entlastung auch eine Verminderung der Kniegelenksbelastungen erreicht werden kann, weil entweder die Häufigkeit kniebelastender Übergangsbewegungen mit Anspannung der Streckermuskulatur über die Quadrizeps-Sehne und Patella vermindert oder eine eher druckentlastende Haltung eingenommen werden kann.

- Das KOLMEDER-Gerät bietet eine körperbezogene Hilfe. Sie ist nur dann erfolgreich, wenn sie sich den konkreten Dimensionen des Körpers anpassen lässt: Es wären also wenigstens mehrere Größenmodelle zur Anpassung an Körperhöhe / Rumpfhöhe und an den Körperumfang erforderlich.

Bei passender Dimensionierung scheint diese Lösung geeignet zu sein für Personen, die auf Grund dauerhafter Beschwerden motiviert sind, sich an dieses Gestell zu gewöhnen. Sie erleben dann die Vorteile der Muskelentlastung tatsächlich.

Bei einem der drei Probanden, für den dieses Modell passgerecht war, zeigten sich eindeutige positive Bezüge besonders bei den belastenden Arbeitsphasen und an den besonders sensiblen Muskeln (M. multifidus). Das stimmt auch mit den Erkenntnissen des älteren Probanden in der früheren Demonstration überein.

Eine Praxiseinführung sollte mit einem professionellen Hersteller beraten werden, der in der Lage ist, diese Laienprodukte professionell zu gestalten und eine Markteinführung zu übernehmen.

Weitere positive Daten des Effekts sollten gesammelt werden und die Ergebnisse in die Beratungsstrategie der Präventionsfachleute – Betriebsärzte und Fachkräfte – aufgenommen werden.

Literatur

Biering-Sorensen F (1984): Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. Spine 9: 106 - 119.

Luttmann A, Jäger M, Laurig W (2001): Untersuchung von Muskelbeanspruchung und -ermüdung mit Hilfe der Oberflächen-Elektromyographie. Teil 2: Anwendung in arbeitsphysiologischen Feldstudien. Zbl. Arbeitsmed. 51: 443-461.

Anlage: Fragebogen zur Praxisbewertung der Hilfsmittel

Praxisbewertung:

PB-Nr.: _____ / ____ / ____ - ____ - _____ / P _____

1. Wie bewerten Sie Ihre Anstrengung bei der Arbeit mit dem Hilfsmittel gegenüber ohne Hilfsmittel ?

	Viel leichter, evtl. auch viel angenehmer	Leichter , evtl. auch angenehmer	Genauso	Schlechter	Viel schlechter	<i>Bemerkungen</i>
im Nacken / Hals						
im oberen Rücken						
in den Schultern / Armen						
im unteren Rücken / LWS						
in den Oberschenkeln						
in den Kniegelenken						
in den Unterschenkeln						

2. Wie bewerten Sie Ihre Körperhaltung bei der Arbeit mit dem Hilfsmittel gegenüber ohne Hilfsmittel ?

	Viel besser	Besser	Genauso	Schlechter	Viel schlechter	<i>Bemerkungen</i>
Greifraum / Bewegungsraum						
Arbeitsposition						
Niederknien						
Aufstehen						

3.1 Wie bewerten Sie den Bodenroller KNIWI bei der Arbeit ?

	Gut	Neutral	Schlecht	<i>Bemerkungen</i>
Oberkörperstütze				
Material des Gerätes				
Verfahrbarkeit vor und zurück				
Verfahrbarkeit zur Seite				
Knieauflagefläche				
Rollengröße				
Gesamteindruck				

3.2 Wie bewerten Sie das Rückenstützgerät KOLMEDER bei der Arbeit ?

	Gut	Neutral	Schlecht	<i>Bemerkungen</i>
Oberkörperstütze				
Material des Gerätes				
Anlegen des Gerätes				
Gesamteindruck				

Weitere Bemerkungen: