

Schlussbericht

ZWE:	Förderkennzeichen:
VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT	16SV6119
Vorhabenbezeichnung:	
Verbundprojekt: Orthetisch-bionisches Assistenzsystem - ORTAS -	
Teilvorhaben: "Ergonomie und Nutzeranalyse eines orthetisch-bionischen Assistenzsystems"	
Laufzeit des Vorhabens:	
01.08.2013 bis 31.01.2017	
Berichtszeitraum:	
01.08.2013 bis 31.01.2017	

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 16SV6119 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor

1. Kurzdarstellung

Aufgabenstellung

Das Ziel des Projekts ORTAS war die Entwicklung eines orthetisch-bionischen Assistenzsystems, das die Problematik der ergonomisch bedenklichen Tätigkeiten für industrielle Anwendungsfälle effektiv reduzieren kann.

Es wurde keine universelle Lösung des Problems angestrebt, sondern vielmehr auf die Lösung besonders kritischer Belastungen im Arm-Schulter-Nacken-Komplex und im Rumpf/Rücken-Bereich fokussiert. Die Auswahl der Arbeitsplätze basierte auf orthopädischen und biomechanischen Modellen und arbeitsergonomischen Analysen.

Konkret sollte ein Assistenz- und Arbeitssystem entwickelt werden, das die folgenden Merkmale besitzt:

- Physische Unterstützung durch Umverteilen der Kräfte auf weniger bedenkliche Körperregionen
- Mahnende Funktion, um vor ergonomisch bedenklichen Körperhaltungen oder Bewegungen zu warnen
- Trainings- und Monitoringsystem für ergonomisch korrekte Körperhaltung und Bewegung, zur Schulung, Motivation und als Referenz
- System wird körpernah getragen und ist in die Arbeitskleidung integrierbar
- Modularer Aufbau für maximale Flexibilität und Kosteneffektivität
- Keine Verlangsamung der Arbeitsprozesse durch Nutzung (kein Zeitverlust)
- Taktile Fähigkeiten bleiben erhalten (kein Qualitätsverlust)
- Leicht, komfortabel und intuitiv anzuwenden
- Hohe Nutzerakzeptanz, keine Stigmatisierung
- Ausgezeichnetes Kosten/Nutzen-Verhältnis

ORTAS verwendet die manuelle Montage in der Automobilproduktion als Beispielanwendung für die Entwicklung der orthetisch-bionischen Assistenzsysteme. Die Systeme lassen sich für viele andere Branchen und Bereiche adaptieren, in denen eine ähnliche Entlastung von ergonomisch bedenklichen Tätigkeiten nötig ist.

Voraussetzung zu Beginn des Vorhabens

Im Volkswagen Konzern gab es zu Beginn des Projekts wenig Erfahrung mit körpergetragenen physischen Unterstützungssystemen zur Entlastung von Mitarbeitern bei Überkopfarbeiten. Monitoringsysteme zur Bewegungserfassung wurden in

Laborumgebungen zur Analyse von Tätigkeiten genutzt. Hierbei wurden optische, inertiale oder eine Kombination beider Systeme eingesetzt.

Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Projekt verlief größtenteils plangemäß. Aufgrund der erreichten Reifegrade von mahnenden und unterstützenden System war eine Zusammenführung der Module nicht sinnvoll. Stattdessen wurden die Systeme als einzelne Funktionsmuster mit dem jeweiligen Reifegrad evaluiert. Die geplanten Ziele wurden durch die Evaluation der physischen Unterstützungssysteme unter Realbedingungen an der Linie übertroffen. Eine kommerzielle Verwertung fand bisher noch nicht statt.

Wissenschaftlicher und technischer Stand

Zu Beginn des Projekts gab es kein physisches Unterstützungssystem, das die Anforderungen aus der Aufgabenstellung erfüllte. Die bekannten Systeme waren nicht auf die Bedürfnisse in der automobilen Endmontage ausgelegt.

Insbesondere waren die kommerziell erhältlichen Systeme teuer in der Anschaffung und im Unterhalt, wiesen ein hohes Gewicht auf, schränkten die Bewegungsfreiheit des Nutzers ein und stellten eine potentielle Gefährdung des Umfeldes dar. Zudem gab es keine Einschätzung zu physischen und psychischen Risiken durch das Tragen eines Exoskelettes.

Zusammenarbeit mit anderen Stellen

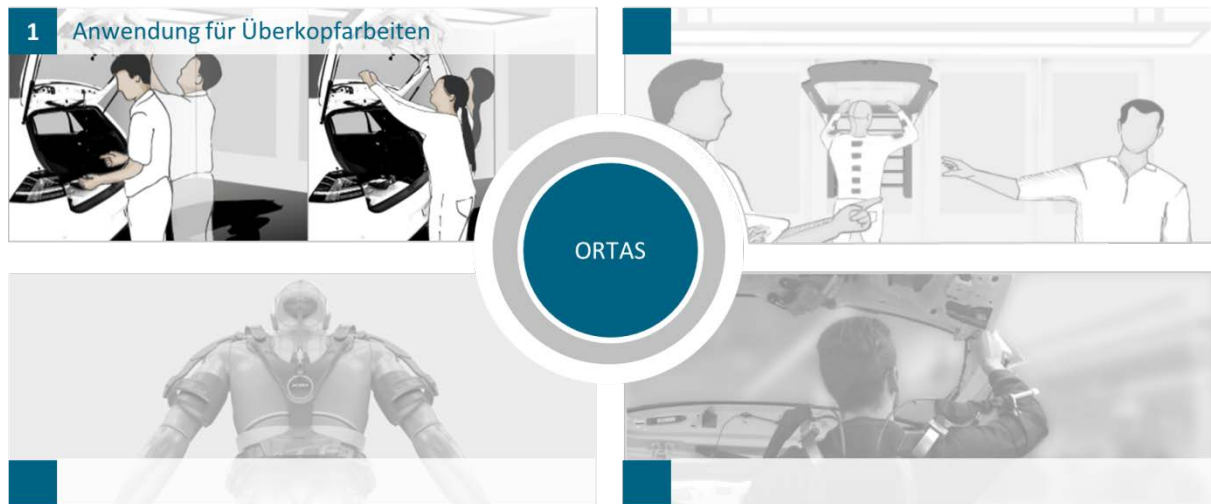
Zur Erfassung von Bewegungen mittels Motion Capturing und Kräften beim Verclipsen des Kabelstranges wurde eine Schnittstelle zur Synchronisation der Messungen durch das Institut für Mechatronik e.V. Chemnitz entwickelt.

Innerhalb des Volkswagen Konzerns wurden mit den potentiellen Anwendern konkrete Anforderungen erarbeitet, die in das Projekt eingebracht wurden. Mit den Fachbereichen Montage und Werkzeugbau wurden die notwendigen Voraussetzungen für eine Evaluation geschaffen und notwendige Freigaben eingeholt. Montage, Gesundheitswesen, Ergonomie und Industrial Engineering wurden regelmäßig über das Projekt informiert, und es wurde regelmäßig Feedback an die ORTAS-Projektpartner weitergegeben.

2. Eingehende Darstellung der Ergebnisse

Verwendung der Zuwendung. Plan und erreichte Ergebnisse

Anforderungen und Anwendung für Überkopfarbeiten



Im November 2013 fand ein Anforderungsworkshop mit allen Stakeholdern im Volkswagen Konzern sowie mit dem ORTAS Konsortium statt. Es konnten gemeinsam Anforderungen an ein ORTAS-System entwickelt und Randbedingungen definiert werden. Aufgrund der Neuartigkeit der in ORTAS gesetzten Zielstellung (Entwicklung eines physischen Unterstützungssystems) waren die Stakeholder stark an der Thematik interessiert und wurden regelmäßig über die Projektentwicklung informiert.

Die technischen Anforderungen an ein Mahnsystem wurden erarbeitet. Ein Mahnsystem sollte ausschließlich den Träger gezielt auf eine temporäre Überlastung hinweisen. Eine akustische Rückmeldung an den Träger wurde ausgeschlossen.

Die technischen Anforderungen an das physische Assistenzsystem wurden erarbeitet. Die betrachteten Montagearbeitsplätze zeichnen sich durch einen Wechsel zwischen Überkopfarbeiten und Nicht-Überkopfarbeiten aus, so dass ein Unterstützungssystem flexibel und schnell auf die jeweiligen Erfordernisse reagieren muss. Das Assistenzsystem sollte den Mitarbeiter nicht in der allgemeinen Bewegungsfreiheit einschränken. Des Weiteren muss die Zugänglichkeit zu allen Verbauorten des Montagearbeitsplatzes gewährleistet werden.

Aus Sicht der Nutzerakzeptanz und des Datenschutzes ist ein geplantes Monitoring- und Bewertungssystem im Rahmen eines Mitarbeitertrainings in der Trainingswerkstatt beim Erlernen der Tätigkeit sinnvoll einsetzbar. Die dort erhobenen Daten dürfen nur durch den Mitarbeiter selbst genutzt werden und dienen in keinsten Form der Überwachung.

Der für das ORTAS Projekt ausgewählte Arbeitsplatz „Verkabelung der Heckklappe am Golf 7“ wurde bei Volkswagen als Testaufbau in einer Laborumgebung umgesetzt. Dieser Arbeitsplatz steht stellvertretend für andere statische Überkopfarbeiten in der automobilen Montage.

Volkswagen veranstaltete einen Trainings-Workshop mit den Konsortialpartnern in der Lernwerkstatt in Wolfsburg. Hier wurden die ORTAS Partner von einem Trainer, der bei Volkswagen für die Qualifizierung der Mitarbeiter zuständig ist, in die Verkabelung der Heckklappe unterwiesen. An einer Rohkarosse im Trainingszentrum konnten die Arbeitsschritte ausprobiert werden (siehe Abbildung 1).

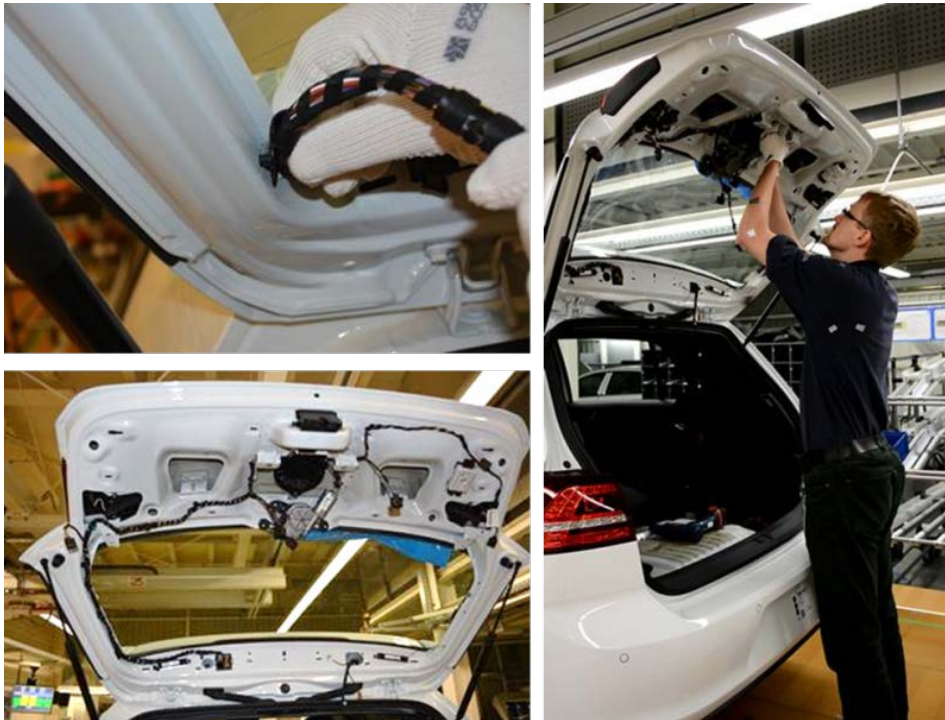
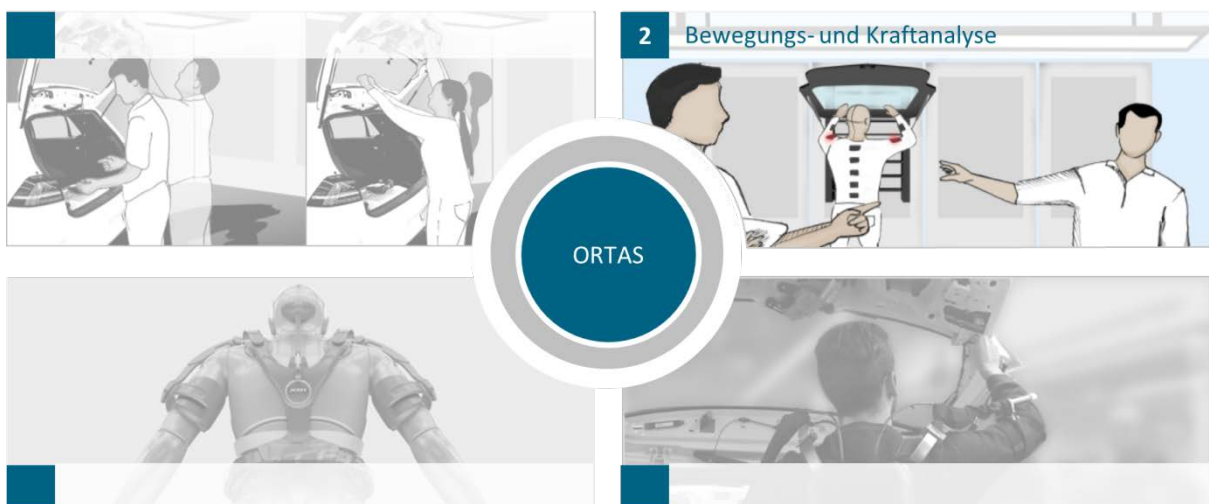


Abbildung 1 Training der Heckklappenverkabelung mit ORTAS Konsortialpartnern im Trainingszentrum Wolfsburg

Den Konsortialpartnern OttoBock und der Deutschen Sporthochschule Köln wurde seitens Volkswagen je eine Golf 7 Heckklappe sowie Kabelstränge und Ersatzclips für das Nachstellen dieses Arbeitsplatzes kostenfrei zur Verfügung gestellt.

Bewegungs- und Kraftanalyse



Bei Volkswagen wurde in einem Labor eine Heckklappe zur Ermittlung von Bewegungen und Kräften während der Montagetätigkeit installiert (siehe Abbildung 2). In der bei Volkswagen aufgebauten Testumgebung konnten Motion Capturing Aufnahmen mit dem geliehenen Tracking System der Firma A.R.T. sowie Kraftmessungen durchgeführt werden. Im Gegensatz zur Bewegungserfassung konnte mit dem eingesetzten Kraftmesshandschuh keine ausreichende Wiederholgenauigkeit in den Messungen beim „Verclipsen“ des Kabelstrangs an der Heckklappe erzielt werden. Grundsätzlich erwies sich die Handhabung der Clips mit dem Messhandschuh als schwierig.

Die Sporthochschule Köln kam beim Einsatz des Kraftmesshandschuhs beim Verclipsen des Kabelstrangs an der Heckklappe zum gleichen Ergebnis. Hier erfolgte für die Verifikation eine zusätzliche Kraftmessung mittels Kraftmessplatten im Boden. Dies war mit den zur Verfügung stehenden Mitteln bei Volkswagen nicht umsetzbar.

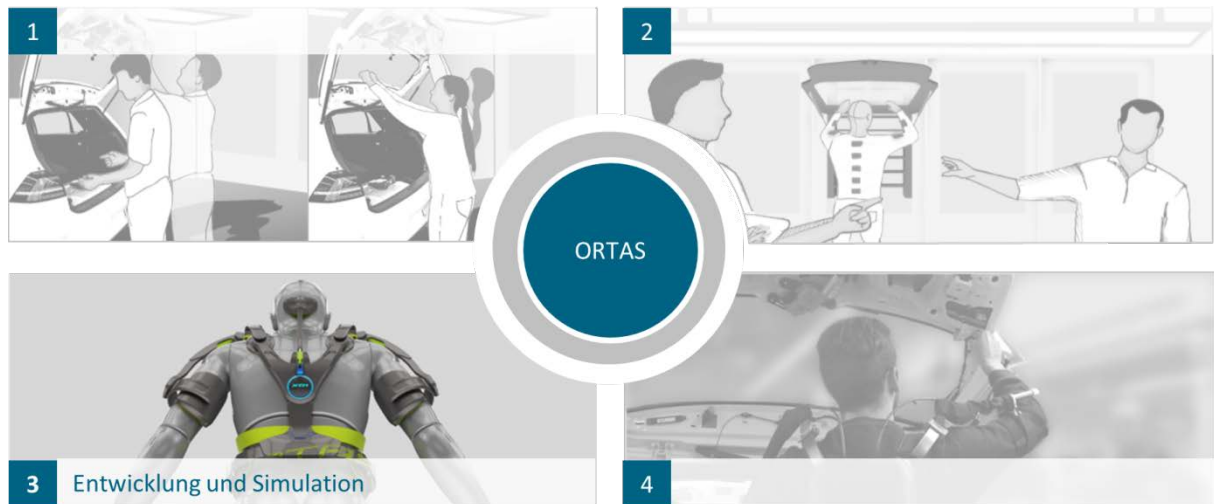


Abbildung 2 Testaufbau der Heckklappenverkabelung in der Volkswagen Konzernforschung

Die Auswertungen der kombinierten Kraft- und Bewegungsmessungen der Sporthochschule Köln konnten 2015 abgeschlossen werden. Für die Probanden konnten die bei der Tätigkeit auftretenden Gelenkmomente ermittelt werden. Im untersuchten Anwendungsfall der Überkopfarbeit konnte eine mittlere bis starke Beanspruchung der Schulter festgestellt werden.

Zum Abgleich dieser Ergebnisse mit der Praxis wurden Volkswagen Mitarbeiter anhand eines Fragebogens zu ihrem Befinden und zur körperlichen Belastung bei der Heckklappenverkabelung befragt. Die Ergebnisse bestätigten die Auswertung der Versuche an der Sporthochschule Köln.

Entwicklung und Simulation



Aufgrund der hohen Komplexität des ORTAS Systems wurde in Zusammenarbeit mit OttoBock und Kassa ein erklärendes Video konzipiert, das die Funktionsweise und Anwendungsgebiete aufzeigt.

Auf Basis der Ergonomiebewertungsmethodik EAWS wurde eine Bewegungsvisualisierung und Informationsausgabe für die Trainingsplattform erarbeitet. Da das Monitoringsystem für die Erfassung von Oberkörperbewegungen konzipiert ist, werden dabei ausschließlich Informationen zur Körperhaltung und insbesondere zu statischen Körperhaltungen angezeigt.

Das Feedback für den Probanden basiert auf den Ergebnissen des Monitoring- und Bewertungssystems und liefert dem Nutzer auf einer einfachen Übersichtsdarstellung eine Auswertung über die bestehenden Belastungsschwerpunkte und über die Anzahl statischer Haltungen (nach der Definition im EAWS System).

In Abhängigkeit der bestehenden Belastungsschwerpunkte empfiehlt die Applikation ein Training, das dem Nutzer sinnvolle Ausgleichsbewegungen zur Entspannung und Entlastung der stark beanspruchten Körperpartien ausgibt. Der Anwender kann das empfohlene Trainingsprogramm selbstständig durchführen, da das Trainingssystem Schritt für Schritt durch die Übungen führt.

Im Dezember 2015 konnte im Rahmen eines Projekttreffens das unterstützende System durch zwei Volkswagen Mitarbeiter getestet werden. Dieses System erfüllte ein Großteil der funktionalen Anforderungen und setzte das Prinzip der Kraftumleitung um, ohne die Bewegungsfreiheit der Arme unzulässig einzuschränken. Für Probandentests musste dieses System jedoch weiter an die körperlichen Grundmaße der Probanden anpassbar sein.

Am 17. März 2016 wurde in der Volkswagen Konzernforschung ein ORTAS Informationstag veranstaltet. Bei dieser ganztägigen Veranstaltung hatten die unterschiedlichen Fachbereiche und Marken des Volkswagen Konzerns die Möglichkeit, sich über die

wissenschaftlichen Untersuchungen, den Stand des Unterstützungssystems und den Stand des Trainingssystems zu informieren.



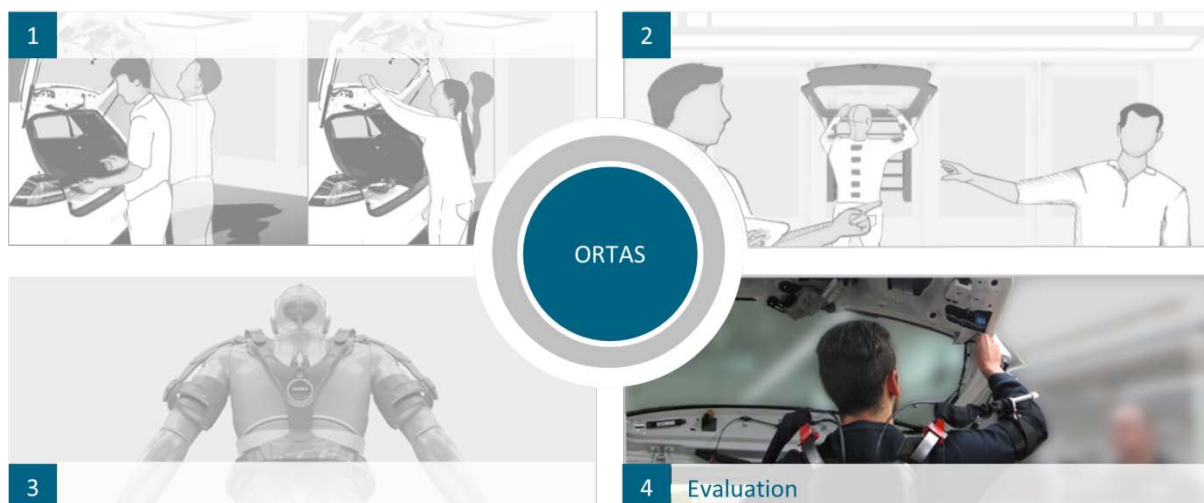
Abbildung 3 Vortrag und Ausstellung auf dem ORTAS Informationstag

Rund 100 Volkswagen Mitarbeiter nahmen an dem Informationstag teil. In den Feedbackbögen der Veranstaltung wurde die Veranstaltung zwischen sehr gut und gut bewertet. Besonders der direkte Kontakt zu den Mitarbeitern aus dem ORTAS Projektverbund, deren Expertise in den einzelnen Fachgebieten und die anschaulichen Exponate wurden in vielen Feedbackbögen positiv hervorgehoben.

Gemeinsam mit OttoBock wurden die Anforderungen der unterschiedlichen Interessentengruppen an ein physisches Assistenzsystem gesammelt, um diese dann zu spezifizieren. Durch die Präsentation des statischen Systems, welches durch Sperrung des exoskeletalen Schultergelenks eine Ablage der Arme bei Überkopfarbeiten ermöglicht, auf dem ORTAS Informationstag konnten die bis dahin umgesetzten Anforderungen aus der Sicht potentieller Anwender und Stakeholder bewertet und das Anforderungsprofil ergänzt werden.

Die Ergebnisse wurden im Volkswagen Konzern über die interne Kommunikationsplattform Group Connect bereitgestellt. Durch den Informationstag konnten wichtige Impulse für die zielgerichtete Weiterentwicklung gewonnen und weitere potentielle Evaluationspartner informiert und gewonnen werden.

Evaluation



Das unterstützende System „Jetpack“ (siehe unten) wurde am 16. November 2016 im Volkswagen Trainingszentrum der Halle 54 (Montagelinie 1 und 2) vorgestellt und mit einem Probanden an der Montage der Heckklappenverkabelung evaluiert.



Abbildung 4 Probandentest in der Lernwerkstatt an der Heckklappenverkabelung (Trainingszentrum)

Seitens der Anwender gab es den starken Wunsch, eine Evaluation möglichst unter Realbedingungen in der Produktion mit den Mitarbeitern in der Linie durchzuführen. Daraufhin wurde die Gefährdungsanalyse für die drei identifizierten Montagearbeitsplätze durchgeführt.

Im Werk Wolfsburg konnte die Freigabe zur Evaluation der im Projekt ORTAS entwickelten Unterstützungssysteme an drei Abschnitten der Montagelinie sowie im Werkzeugbau erreicht werden. Die Unterstützungssysteme wurden unter realen Bedingungen mit 15 Mitarbeitern aus dem direkten Bereich erfolgreich evaluiert und die Ergebnisse an die Projektpartner weitergegeben.

Werkzeugbau

An der Evaluation der beiden im ORTAS Projekt entworfenen Unterstützungssysteme „Horst“ und „Jetpack“ im Werkzeugbau Wolfsburg nahmen vier freiwillige Probanden teil. Die beiden Systeme wurden jeweils parallel am Arbeitsplatz evaluiert.

Das System Horst ist die Weiterentwicklung des statischen Systems, welches auf dem ORTAS Informationstag präsentiert wurde. Dies ermöglicht eine Ablage der Arme bei Überkopfarbeiten, durch Sperrung des exoskeletalten Schultergelenks. Das System Jetpack bietet eine dynamische Unterstützung durch ein Federpaket und leitet einen Teil des Armgewichts über das Exoskelett ab ohne die Schulter komplett zu entlasten.



Abbildung 5 Evaluation physische Unterstützungssysteme im Werkzeugbau

Das Anlegen und Einstellen der Unterstützungssysteme erfolgte mit Hilfe der anwesenden ORTAS Teammitglieder. Bei einem Vortest konnten die Probanden testen, ob sie die für ihre Tätigkeit notwendigen Bewegungsabläufe ausführen können. Anschließend haben die Probanden an einem vorbereiteten Arbeitsplatz die Tätigkeit des Überkopfschleifens ausgeführt.

Die Konzeption des Unterstützungssystems erfolgte für einen Arbeitsplatz ohne Werkzeughandhabung. Im Werkzeugbau wird mit einer Schleifchse gearbeitet und damit eine vertikal nach oben gerichtete Kraft ausgeübt. Erwartungsgemäß ist für diesen Einsatzzweck das System „Jetpack“ zu schwach, um alle resultierenden Kräfte auszugleichen. Für die dritte Probandin ergab sich trotzdem eine subjektiv fühlbare Arbeitserleichterung. Obwohl das System „Horst“ mit der Möglichkeit zum Ablegen/ Abstützen der Arme scheinbar besser geeignet ist, zeigen sich beim praktischen Einsatz

einige Herausforderungen. Zum einen verrutscht der Neigungssensor zur Steuerung der Unterstützungsfunktion beim Tragen eines Schutzhelmes, was zu einer Sperrung des Gelenks in anderen als den voreingestellten Gelenkstellungen führte. Zum anderen federt die Schulterkonstruktion unter Belastung nach, und die Arme müssen wieder leicht angehoben werden, um auf Arbeitshöhe zu kommen. Somit ist bei einem Unterstützungssystem mit sperrendem Schultergelenk unbedingt eine Schulung zum Erlernen der Handhabung notwendig.

Im Vorfeld wurden beim System „Horst“ mehrere Möglichkeiten der Steuerung des Unterstützungsmodus untersucht. In der Evaluation wurde jeweils die Kopfsteuerung mit der oben beschriebenen Problematik evaluiert. Im Anschluss hatten die Kollegen die Möglichkeit, eine Handsteuerung zu testen, die wir aufgrund der Handhabung von Werkzeugen am Arbeitsplatz ausgeschlossen hatten. Beide Kollegen beurteilten die Handhabung der Handsteuerung als positiv.

Der Tragekomfort wurde individuell anders beurteilt, jedoch bemängelten alle Probanden ein Drücken im Rücken (unter Belastung des Systems bzw. beim Beugen). Somit gaben Probanden an, sich in der Bewegungsfreiheit eingeschränkt zu fühlen. Zudem stellte das Tragen von Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) am Arbeitsplatz eine weitere Herausforderung dar. Das Visier des Schutzhelmes kollidierte bei kleineren Kopfdrehungen schon mit dem Schultergelenk der Unterstützungssysteme. Alle Probanden bemängelten den hohen Zeitaufwand zum Anlegen des Systems sowie die dabei benötigte Hilfe.

Aus der Evaluation im Werkzeugbau konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden. Die Tätigkeiten sind körperlich belastend und somit müssen die Unterstützungsfunktionen auch daraufhin konzipiert werden. Zudem erfordert die Umgebung eine robuste Konstruktion. Im Anschluss an den Test wiesen die Armschienen deutliche Spuren durch die hohe Krafteinwirkung und den Eintrag von Schleifstäuben auf.

Obwohl die System an nur 4 Probanden verprobt wurden, konnten aufgrund der kritischen, aber konstruktiven Rückmeldung wichtige Erkenntnisse für die Anforderungen an ein Unterstützungssystem für einen solchen Anwendungsfall gewonnen werden.

Auch wenn die evaluierten Unterstützungssysteme noch nicht den Reifegrad haben, um genutzt zu werden, konnten sich bereits drei der vier Probanden vorstellen, dass ein solches System (wenn die beschriebenen Schwächen behoben sind) später sinnvoll am Arbeitsplatz eingesetzt werden könnte.

Evaluation SCR-Leitung

Für die Evaluation des Arbeitsplatzes zur Montage der SCR¹-Leitung konnten fünf Mitarbeiter (zwei Frauen und drei Männer) gewonnen werden, die das System „Jetpack“ an ihrem Arbeitsplatz erprobten. Die Tragedauer am Arbeitsplatz betrug zwischen 14 und 38 Minuten.

Alle Probanden konnten mit dem System die im Takt anfallenden Tätigkeiten erledigen. Der Tragekomfort wurde als „mittel“ eingestuft. Zwei Probanden drückte das System am Rücken. Zudem wurde die Wärmeentwicklung an den Anlegestellen bemängelt. Da in den Montagehallen im Sommer erhöhte Temperaturen herrschen, würde dies sicherlich zu Akzeptanzproblemen führen.



Abbildung 6 Evaluation Unterstützungssystem bei Montage SCR-Leitung

Ein Proband empfand das Gewicht des Unterstützungssystems als zu hoch. Tendenziell wünschten sich alle Testpersonen eine leichtere Lösung, die auch bei längeren Tragedauern keine Belastung darstellt. Die Unterstützungsfunktion wurde ganz unterschiedlich empfunden. Die Männer hatten weniger Probleme, die Arme gegen die Federkraft wieder abzusenken, wünschten sich aber mehr Unterstützung. Den Frauen hingegen genügte die Stärke der Unterstützungsfunktion, jedoch empfanden sie die Kraft beim Absenken der Arme

¹ Selective Catalytic Reduction

als zu hoch. Eine technische Herausforderung stellt die Stärke der Unterstützung in Abhängigkeit vom Winkel des Schultergelenks dar. Kleinere Probanden hätten eine Unterstützungsfunktion für größere Winkel gebraucht, da einige Tätigkeiten z. B. am Radkasten nicht genügend unterstützt werden konnten. Hingegen war bei etwas größeren Probanden die Unterstützung für Arbeiten direkt am Unterboden zu gering, da der Schulterwinkel unter 90 Grad lag.

Vier der fünf Probanden könnten sich vorstellen, später bei der Überkopfarbeit ein verbessertes Unterstützungssystem (ohne die von ihnen aufgeführten Schwachstellen) zu tragen.

Evaluation Motorabschirmkapsel

An der Evaluation bei der Montage der Motorabschirmkapsel nahmen ebenfalls fünf Probanden teil (vier Frauen und ein Mann). Die Tragedauer betrug zwischen 13 und 31 Minuten.



Abbildung 7 Evaluation Unterstützungssystem bei Montage Motorabschirmkapsel

Im Wesentlichen konnten die Erkenntnisse aus der Evaluation in der Montagelinie für die SCR-Leitung untermauert werden. Auch hier können sich vier der fünf Probanden vorstellen, später ein Unterstützungssystem zum Arbeiten zu tragen.

Evaluation Trainingsmodul

Eine angesetzte Evaluierung des Trainingssystems im Volkswagen Trainingszentrum konnte nicht durchgeführt werden, da alle geplanten Probanden erkrankt bzw. aufgrund erkrankter

Kollegen an ihrem Arbeitsplatz nicht entbehrlich waren. Ein Ersatztermin konnte innerhalb der Projektlaufzeit nicht gefunden werden. Es wird angestrebt, die Evaluierung des Trainingssystems auch nach Ablauf der Projektlaufzeit nachzuholen

Positionen zahlenmäßiger Nachweis

Der zahlenmäßige Nachweis wurde separat übermittelt.

Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeit

Im Bereich der Automobilmontage ist weiterhin mit einem hohen Anteil manueller Tätigkeiten zu rechnen. Eingeschlossen darin sind auch Tätigkeiten, die der Mitarbeiter überkopf bzw. überschulter ausübt. Die wissenschaftlichen Untersuchungen der Überkopfarbeiten durch die Sporthochschule Köln zeigten, dass insbesondere diese Tätigkeiten einen Risikofaktor für die Erkrankung des muskuloskelettalen Systems darstellen. Bis heute gibt es kein physisches Unterstützungssystem, dass eine zufriedenstellende Lösung für Überkopfarbeiten in der automobilen Endmontage darstellt.

Durch die beantragte und genehmigte kostenneutrale Verlängerung der Projektlaufzeit konnten wichtige Anforderungen aus dem ORTAS Informationstag in den Funktionsmustern umgesetzt werden und letztendlich auch gewinnbringende Evaluationen an der Linie stattfinden.

Im Projekt ORTAS wurden vielversprechende Funktionsmuster entwickelt, die eine hohe Akzeptanz bei der Evaluation fanden. Weitere Funktionsmuster, die am Ende des Projekts nicht mehr evaluiert werden konnten, versprachen eine sehr hohe Akzeptanz und zeigten Verbesserungen hinsichtlich der geäußerten Kritikpunkte.

Voraussichtlicher Nutzen

Im Rahmen des ORTAS Projekts konnten im Volkswagen Konzern wichtige Erkenntnisse über den Nutzen, die Wirksamkeit und mögliche Einsatzfelder von physischen Unterstützungssystemen gewonnen werden. Eine Kooperation mit OttoBock im Anschluss des Projekts wird angestrebt. Aus der im Projekt ORTAS begonnenen sehr guten Zusammenarbeit heraus besteht die Möglichkeit zur Evaluation weiterentwickelter Funktionsmuster in der Montagelinie an unterschiedlichen Produktionsstandorten.

Eine Nutzung physischer Unterstützungssysteme bedarf der Klärung der medizinischen Risiken für den Nutzer, der Entwicklung eines Konzepts zur frühzeitigen Erkennung möglicher Spätfolgen und letztendlich der Klärung rechtlicher Voraussetzungen. Diese Fragestellungen werden über die Projektlaufzeit hinaus bearbeitet.

Ein Einsatz von physischen Unterstützungssystemen zur Entlastung von Mitarbeitern bei Überkopftätigkeiten zur Prävention muskuloskelettaler Erkrankungen oder Integration erkrankter Mitarbeiter ist vorstellbar.

Externe Ergebnisse in Zusammenhang mit dem Vorhaben

Parallel zum ORTAS Projekt gab es weitere nationale und internationale Projekte, in denen unterstützende und/oder mahnende Systeme entwickelt bzw. als Produkt am Markt angeboten wurden:

- SIRKA
- Robo-Mate
- Chairless Chair
- SuitX
- EksoBionics

Insbesondere mit Partnern aus den Projekten SIRKA und Chairless Chair steht Volkswagen im Austausch. Im Berichtszeitraum sind zwei Unterstützungssysteme für die oberen Extremitäten auf den Markt gekommen. Die beiden kommerziellen Anbieter sind die Unternehmen EksoBionics und SuitX.

Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen

Seitens der Volkswagen AG wurden im Rahmen der Projektlaufzeit keine Veröffentlichungen mit Bezug zum Projekt ORTAS gemacht.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN -	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht	
3. Titel Orthetisch-Bionische Assistenzsysteme (ORTAS)		
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Spillner, Andrea, Dr.	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.01.2017	
	6. Veröffentlichungsdatum 31.07.2017	
	7. Form der Publikation Schlussbericht	
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) BORN GmbH Dingelstedt, Deutsche Sporthochschule Köln Institut für Biomechanik und Orthopädie, Kaasa Health GmbH Düsseldorf, Otto Bock HealthCare GmbH, Volkswagen Aktiengesellschaft Wolfsburg	9. Ber. Nr. Durchführende Institution	
	10. Förderkennzeichen *) 16SV6119	
	11. Seitenzahl 14	
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben 0	
	14. Tabellen 0	
	15. Abbildungen 7	
16. Zusätzliche Angaben		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)		
18. Kurzfassung Der Schlussbericht des ORTAS Verbundvorhabens stellt die wesentlichen Entwicklungen und Meilensteine im Projekt dar. Zur Konzeption von evaluierbaren Funktionsmustern wurden Überkopftätigkeiten und Arbeitsabläufe im automobilen Umfeld biomechanisch analysiert. Im Rahmen des Projekts wurden Funktionsmuster eines Trainingssystems sowie unterschiedlicher Unterstützungssysteme entwickelt. Die Unterstützungssysteme wurden bei der Volkswagen AG im realen Arbeitsumfeld von potentiellen Nutzern getestet.		
19. Schlagwörter: ORTAS, Exoskelett, Unterstützungssystem, Trainingssystem, Überkopfarbeiten, Ergonomie, Montage Automobilindustrie		
20. Verlag	21. Preis	

*) Auf das Förderkennzeichen des BMBF soll auch in der Veröffentlichung hingewiesen werden.

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN -	2. type of document (e.g. report, publication) Final Report
3. title Orthetisch-Bionische Assistenzsysteme (ORTAS)	
4. author(s) (family name, first name(s)) Spillner, Andrea, Dr.	5. end of project 31.01.2017
	6. publication date 31.07.2017
	7. form of publication Final Report
8. performing organization(s) (name, address) BORN GmbH Dingelstedt, Deutsche Sporthochschule Köln Institut für Biomechanik und Orthopädie, Kaasa Health GmbH Düsseldorf, Otto Bock HealthCare GmbH, Volkswagen Aktiengesellschaft Wolfsburg	9. originator's report no.
	10. reference no. 16SV6119
	11. no. of pages 14
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. no. of references 0
	14. no. of tables 0
	15. no. of figures 7
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date)	
18. abstract The final report of ORTAS represents essential developments and milestones. Detailed biomechanical analysis of working procedures in automobile environment were used to design functional models for overhead work. Furthermore functional models of a training system as well as different functional models of supporting systems were developed within ORTAS. The supporting systems were tested with potential users at Volkswagen AG in real work environments.	
19. keywords ORTAS, exoskeleton, supporting system, training system, overhead work, ergonomics, assembly automotive industry	
20. publisher	21. price