

Einführung in den TC8000 – Beseitigung von Produktivitätsbarrieren im Warenlager



Zusammenfassung

Moderne Warenlager müssen immer höhere Lieferungsvolumen, kürzere Lieferzeiten und Anforderungen des Personals nach Geräten und Anwendungen, die ebenso einfach zu bedienen sind wie die privat genutzten, bewältigen. Allerdings werden in den meisten Warenlagern bereits Mobilgeräte bei den Regalen eingesetzt, um von der Kommissionierung bis hin zum Versand die Produktivität und Genauigkeit zu verbessern. Da die Mobilitätslösungen in Warenlagern also bereits optimal genutzt werden, was können Lagerleiter unternehmen, um die benötigte zusätzliche Produktivitätssteigerung zu erreichen?

Das Innovations- und Designteam von Zebra hat sich der Herausforderung gestellt, den herkömmlichen mobilen Computer für Warenlager von Grund auf zu erneuern. Dieses Whitepaper beschreibt, wie sich aus wichtigen Forschungsergebnissen und darauffolgenden Studien zur Arbeitswissenschaft potenzielle neue Gerätedesigns ergaben, die alle drei Grundsätze von Arbeitswissenschaftsinitiativen berücksichtigen: Optimierung von Abläufen und Produktivität, Maximierung des Bedienkomforts und Minderung des Verletzungsrisikos.

Dank einer Kombination aus empirischer Forschung zur Ermittlung der Kundenanforderungen, Gebrauchstauglichkeitstests zur Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit, ergonomischen Bewertungen zur Minimierung der körperlichen Belastung bei der Arbeit sowie anwenderzentriertem Industriedesign setzt der mobile Computer TC8000 ganz neue Maßstäbe für Mobilgeräte im Warenlager. Auf den nachfolgenden Seiten finden Sie die Kennzahlen und Testergebnisse, die belegen, dass das revolutionäre Produktdesign des TC8000 zweifellos überragende Produktivitätssteigerungen ermöglicht – im Durchschnitt eine Stunde pro Mitarbeiter pro Schicht.

Die Herausforderung

Eine zuverlässige und zeitnahe Kommissionierung in Warenlagern ist entscheidend für die rechtzeitige Lieferung der richtigen Produkte an den richtigen Kunden. Wie viele Aufträge in einem Warenlager verarbeitet werden können, ist abhängig von der Effizienz, Genauigkeit und Produktivität des Kommissionierers. Die meisten Warenlager wurden bereits von papiergebundenen auf elektronische Systeme umgestellt, sodass statt Papierformularen drahtlose Handheld-Computer zum Einsatz kommen, die vor Ort für die sofortige Erfassung und Weiterleitung von Informationen sorgen. Unternehmen haben mithilfe der heute verfügbaren mobilen Handheld-Computer bereits für maximale Effizienzsteigerungen gesorgt, jedoch sind sie aufgrund neuer betrieblicher Herausforderungen gezwungen, nach neuen Möglichkeiten zur weiteren Steigerung von Produktivität und Genauigkeit zu suchen. Online-Verkäufe und Lieferung ins Haus sorgen für ein rasantes Wachstum bei Auftragsvolumen und Artikelnummern. Die beschleunigte Verarbeitung ist zur Norm geworden, und Bestellungen müssen schneller abgewickelt werden. Darüber hinaus stellt auch die demografische Entwicklung beim Personal eine neue Herausforderung dar – Mitarbeiter erwarten als Schnittstelle zum Lagermanagementsystem (WMS; engl.: Warehouse Management System) vertraute, benutzerfreundliche Touch-Benutzeroberflächen anstelle der herkömmlichen Displays mit grüner Schrift auf schwarzem Hintergrund.

Verborgene Produktivitätsbremsen im Warenlager

WICHTIGE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Das Innovations- und Designteam von Zebra hat eine Forschungsstudie auf den Weg gebracht, um Probleme mit der Verwendung von Mobilgeräten in alltäglichen Warenlagerprozessen aufzudecken, die sich auf Abläufe, Produktivität und Bedienkomfort auswirken. Die Studie wurde an mehreren Kundenstandorten in Nordamerika, Europa und Asien durchgeführt und umfasste Folgendes:

- Interviews mit mehreren Stakeholdern, darunter betriebliche Leiter und IT-Manager
- Beobachtung von und Interaktion mit mehreren Lagerarbeitern bei der Kommissionierung

Eines der Hauptergebnisse bestand darin, dass zum Scannen und Überprüfen mit den herkömmlichen mobilen Computern mit Pistolengriff zwei Schritte erforderlich waren:

1. Der Barcode wurde gescannt.
2. Um die Informationen auf dem Display zur Überprüfung ablesen zu können, mussten Arbeiter den mobilen Computer kippen.

Mit durchschnittlich drei Mal Scannen und Überprüfen pro kommissionierten Artikel unterbrach dieses zusätzliche Kippen des Handgelenks den Ablauf und sorgte für Zeitverlust und überflüssige Bewegungen. Die Folge waren eine reduzierte Mitarbeiterproduktivität und -effizienz sowie eine erhöhte Ermüdungsgefahr.

Die Lösung

BENUTZEROBERFLÄCHE AUF EINER EBENE

Anhand der zentralen Erkenntnisse aus der Studie startete das Team ein Designprojekt, um dieses überflüssige Kippen des Geräts zu beseitigen. In mehreren Brainstorming-Sitzungen wurde das Designkonzept nach und nach verfeinert, bis ein bahnbrechender mobiler Handheld-Computer mit einer Benutzeroberfläche auf einer einzigen Ebene entwickelt war. Die Kippbewegung war das Ergebnis des Scannens auf zwei Ebenen mit den bisherigen mobilen Computern mit Pistolengriff, die zum Scannen in einer Ebene und zum Ablesen des Displays in einer anderen gehalten werden mussten. Bei diesem neuen Design kann der Benutzer das Gerät zum Scannen und Ablesen in der gleichen Position halten (siehe Abbildung 1). Mit dieser Display-Konfiguration sollte sich Folgendes erreichen lassen:

- Vollständige Beseitigung der Kippbewegung
- Deutliche Steigerung der Mitarbeiterproduktivität durch die Verringerung der körperlichen Belastung und des Aufwands bei der Kommissionierung

Auf dem Papier sah alles sehr gut aus, aber jetzt

musste sich das Konzept in der Praxis bewähren.

Die drei Testphasen

Es gab drei Testphasen: Konzepttest, Prototyp-Test und Produkttest.

PHASE 1: KONZEPTTEST

Die erste Konzeptstudie wurde 2012 gebaut, um zunächst einmal die Hypothese zu testen, dass ein Display mit der gleichen Ausrichtung wie der Scanner zur Datenerfassung den Arbeitsaufwand verringern und die Produktivität steigern kann. Beim Modell befand sich das Display in der Blickachse des Benutzers. Ein Scanmodul von Zebra Technologies wurde komplanar positioniert und mit einem Auslöser im Griff verdrahtet (siehe Abbildung unten).



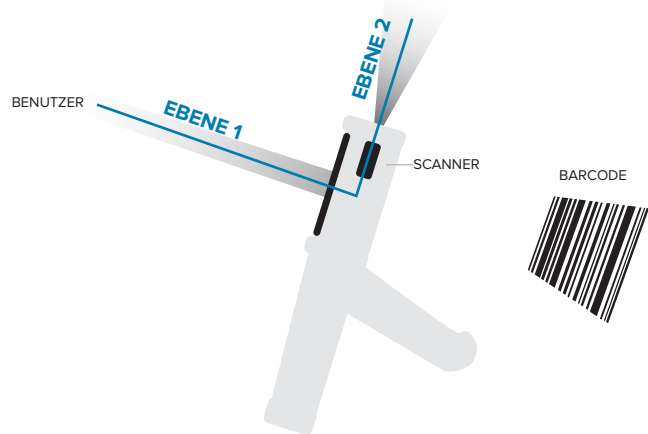
Dieses Konzept trat im Test gegen einen mobilen Computer mit Pistolengriff an. Das Ziel bestand darin, die potenziellen Vorteile des neuen „Blickachsen“-Formfaktors im Vergleich zum herkömmlichen Pistolengriff-Ansatz zu untersuchen.

Während dieser Testphase führten zehn erfahrene Lagerarbeiter mit jedem Gerät 66 Scanvorgänge in einem simulierten Kommissionier- und Verpackungsbetrieb im Zebra-Labor für Arbeitswissenschaft durch. Die Benutzer wurden gebeten, die folgenden vier Schritte auszuführen:

1. Scannen der Regalposition
2. Überprüfen des Standortcodes auf dem Gerätedisplay
3. Scannen des Produkts an dieser Position
4. Überprüfen der Produktnummer durch einen Blick auf das Gerätedisplay

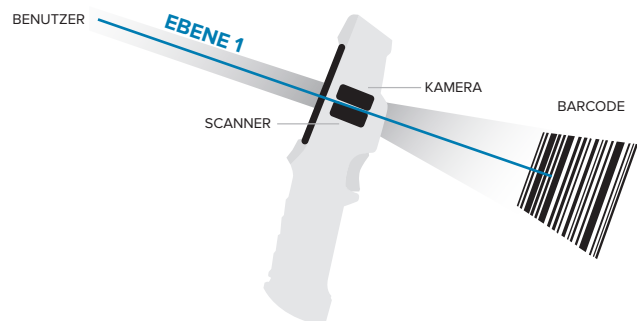
DESIGNVERGLEICH: ZWEI EBENEN/EINE EBENE

Mobile Computer mit Pistolengriff: Benutzeroberfläche auf zwei Ebenen



Herkömmliche mobile Computer mit Pistolengriff verfügen über eine Benutzeroberfläche auf zwei Ebenen, bei der Benutzer das Gerät zum Erfassen eines Barcodes in einer Ebene und zum Anzeigen der Informationen auf dem Gerätedisplay auf einer anderen Ebene halten müssen.

Neues Gerätedesign: Benutzeroberfläche auf einer Ebene



Bei dem neuen Designansatz mit der Benutzeroberfläche auf einer Ebene können Benutzer Barcodes scannen und die Informationen auf dem Gerätedisplay anzeigen, ohne die Stellung des Geräts ändern zu müssen.

ABBILDUNG 1

Zusätzlich zur Messung des Zeitaufwands für die Durchführung jeder Aufgabe wurden bei den Benutzern mithilfe eines EMG-Geräts (Elektromyografie) und eines Elektrogoniometers der Kraftaufwand und die Handgelenkbewegung während der oben genannten vier Schritte erfasst und gemessen. Aus den sich daraus ergebenden Daten zu Kraftaufwand und Haltungsabweichung bei Verwendung des mobilen Handheld-Computers wurden die körperliche Belastung der Benutzer sowie die Muskelermüdung abgeleitet.

Testdetails der Elektromyografie-Oberflächenmessung

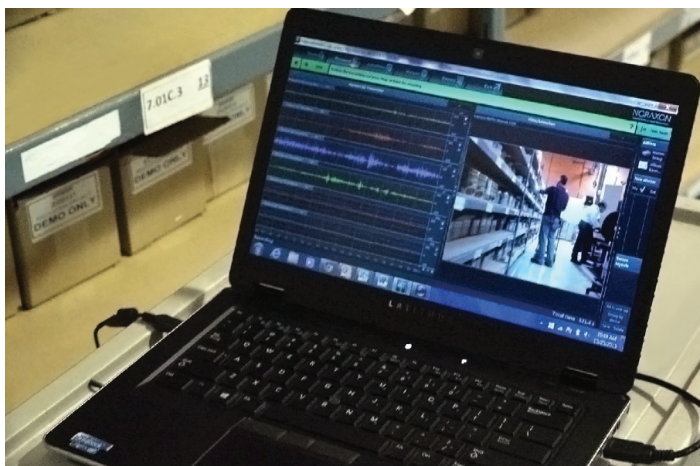
Die Aktivität der Beuge- und Streckmuskeln (die Hauptmuskelgruppen im Unterarm) beim Arbeiten mit der Hand während der Kommissionierung wurde überwacht.

Jeder Teilnehmer musste mithilfe eines Kraftmessers den Basiswert für die maximale willkürliche Muskelkontraktion (MVC, Maximum Voluntary Contraction) der betroffenen Muskeln ermitteln. Die entsprechenden EMG-Signale wurden anhand des MVC-Werts skaliert, um den prozentualen Anteil des Kraftaufwands für jeden

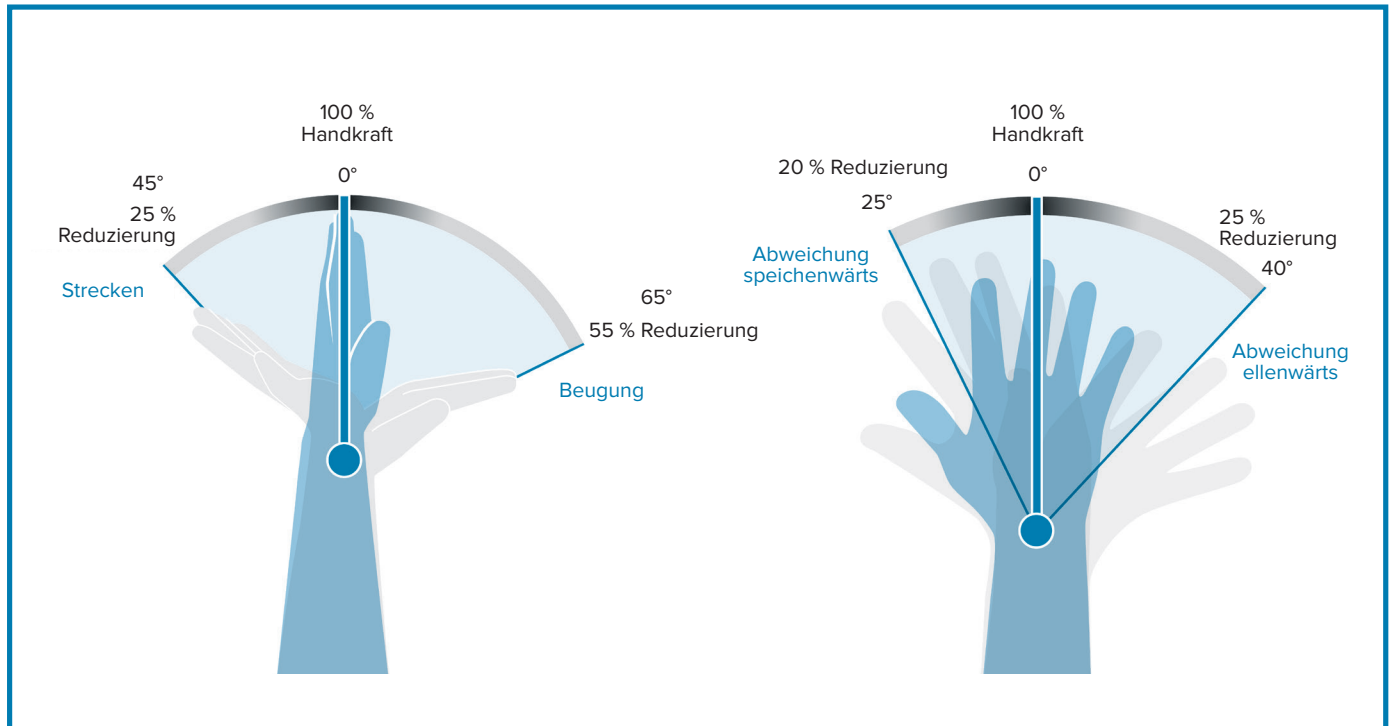
darauffolgenden Test zu ermitteln (%MVC). Dieser Normalisierungsprozess ermöglichte den direkten Vergleich des Kraftaufwands bei unterschiedlichen Teilnehmern. Die Kraftaufwandwerte wurden gruppiert und analysiert, um den Kraftaufwand für jede Hand/jeden Unterarm der einzelnen Teilnehmer zu ermitteln. Anschließend wurde der Mittelwert für den Kraftaufwand berechnet.

Die Reduzierung des Kraftaufwands, der als Anteil der maximalen willkürlichen Muskelkontraktion (%MVC) gemessen wird, bot verbesserte Chancen für Durchblutung, Lactatabbau und Linderung von Ermüdung. Die Studie hat ergeben, dass bei statischen Muskelkontraktionen unterhalb von 10 % MVC die Durchblutung nicht eingeschränkt ist und das physiologische Gleichgewicht des Muskels auf einer aeroben Stufe gehalten wird.¹ Bei Muskelanspannung von 20 bis 30 % MVC kann es zu einer mangelhaften Durchblutung kommen, sodass die Sauerstoffzufuhr und der Abtransport von Stoffwechselprodukten eingeschränkt werden. Statische Kontraktionen über 30 % MVC führen zu einem Rückgang der Durchblutung. Die vollständige Unterbrechung des Blutflusses tritt ungefähr bei 50 bis 60 % MVC ein.^{1,2}

MIT EMG-GERÄT UND ELEKTROGONIOMETER VERKABELTE BENUTZER



AUSWIRKUNGEN DER HANDHALTUNG AUF DIE HANDKRAFT



Datenquelle: Ergonomic Design for People at Work, Vol 2, von Eastman Kodak Company

ABBILDUNG 3: Die Abbildung oben verdeutlicht, dass die Handkraft bei gerader Handhaltung am größten ist. Jede Abweichung führt zu einer Verringerung der Handkraft, was wiederum zur Ermüdung des Benutzers beiträgt und letztlich das Fehlerpotenzial erhöht. Bei mobilen Computern mit Pistolengriff sind mehrere Streckungen und Beugungen der Hand erforderlich, um das Gerät zum Erfassen eines Barcodes in einer Ebene und zum Anzeigen der Informationen auf dem Gerätedisplay auf einer anderen Ebene zu kippen. Im Gegensatz hierzu erlaubt das neue Design des TC8000 Benutzern dank der gleichen Ausrichtung von Display und Scanner, Hand, Handgelenk und Unterarm gerade zu halten und so die Handkraft zu optimieren.

Elektrogoniometer-Testdetails

Dynamische Handgelenkhaltungen der dominanten Hand (mit der das Gerät gehalten wird) wurden mithilfe eines Elektrogoniometers aufgezeichnet. Bewegungen der Hand/des Handgelenks wurden in zwei anatomischen Achsen gemessen: Beugen/Strecken und ellen-/speichenwärts. Abweichungen über die neutrale (gerade) Handgelenkhaltung hinaus führten zu einer geringeren Griffstärke und konnten längerfristig Ermüdung verursachen.

Testergebnisse

Der Konzepttest in Phase 1 ergab, dass die Beseitigung überflüssiger Handgelenkbewegungen beim Scannen und Überprüfen während der Kommissionierung durch die Verwendung einer Display-Konfiguration auf der Blickachse deutliche Chancen zur Produktivitätssteigerung bietet. Darüber hinaus können diese Vorteile mit einem deutlich geringeren Kraftaufwand erreicht werden, da mehr Arbeit mit weniger Aufwand erledigt werden kann.

Die Kennzahlen für Produktivität und Arbeitsaufwand dieser Studie werden auf den folgenden Seiten aufgelistet.

DURCHSCHNITTLICHER ZEITAUFWAND FÜR DIE DURCHFÜHRUNG VON AUFGABEN



ABBILDUNG 4: Im Durchschnitt ergab sich mit der Konzeptstudie im Vergleich mit mobilen Computern mit Pistolengriff über alle Kommissionierer hinweg und bei einer Scanrate von 13 bis 14 Artikeln pro Minute eine Verbesserung der Produktivität um 18,8 %.

BEUGEMUSKEL-KRAFTAUFWAND WÄHREND DER KOMMISSIONIERUNG

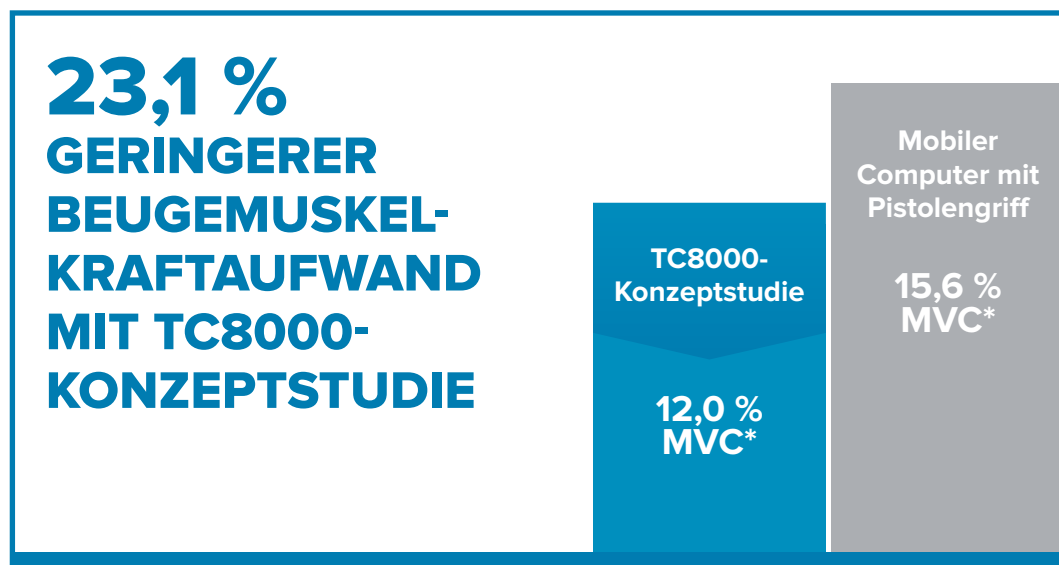


ABBILDUNG 5: Im Durchschnitt ergab sich mit der Konzeptstudie im Vergleich mit mobilen Computern mit Pistolengriff eine deutliche Verringerung des Beugemuskel-Kraftaufwands während der Kommissionierung.

* Maximale willkürliche Muskelkontraktion (MVC, Maximum Voluntary Contraction)

ANZAHL DER HANDGELENKBEWEGUNGEN PRO KOMMISSIONIERUNGSSTANDORT

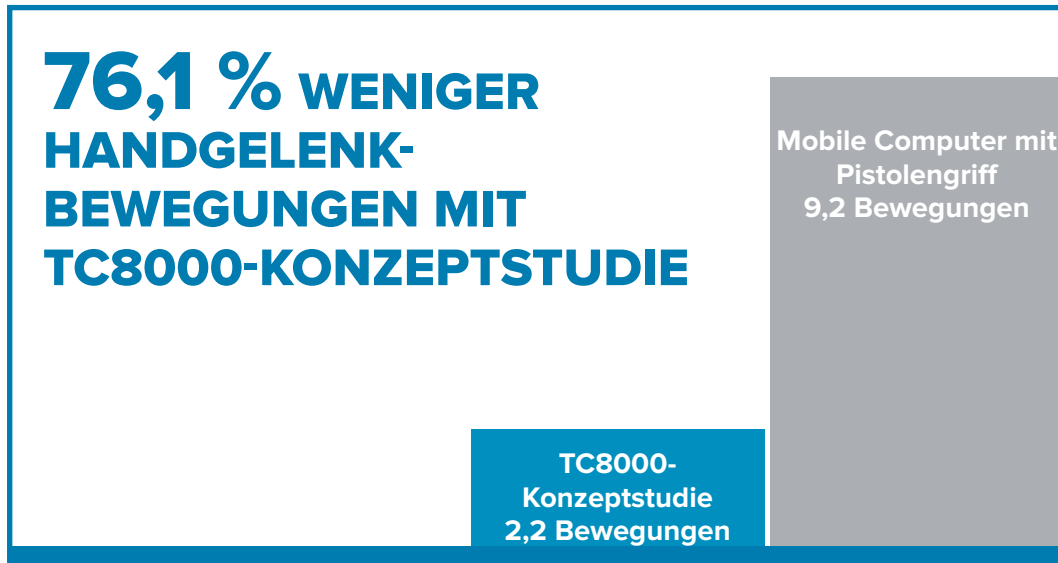


ABBILDUNG 6: Mit der Konzeptstudie wurden Handgelenkbewegungen im Vergleich mit mobilen Computern mit Pistolengriff um 76,1 % reduziert.

PHASE 2: PROTOTYP-TEST

Beim Übergang des TC8000 von der Konzeptphase in die Prototyp-Phase wurden 2013 und 2014 drei Testläufe für frühe Prototypen durchgeführt:

- **TESTLAUF 1:** Der erste Testlauf des Geräts wurde von US Ergonomics, einem Drittanbieter, in einer Warenlagerumgebung durchgeführt.
- **TESTLAUF 2:** Der zweite Testlauf wurde von Zebra an einem Lieferketten-Kundenstandort durchgeführt. Dabei ergaben sich durch die Beseitigung der Kippbewegung bei der Kommissionierung Zeiteinsparungen von bis zu 60 %, was einer Produktivitätssteigerung im gesamten Kommissionierungsablauf von ca. 7 % entspricht. (Die Kommissionierungsrate bei diesem Anwendungsbeispiel betrug 5 bis 6 Scans pro Minute.)
- **TESTLAUF 3:** Der dritte Testlauf wurde von Zebra intern mit frühen Versionen eines All-touch Terminal Emulation-Clients durchgeführt.



Kombinierte Ergebnisse der Testläufe 1 und 3 in Phase 2:

KRAFTAUFWAND BEI BEUGE- UND STRECKMUSKELN (% MVC)

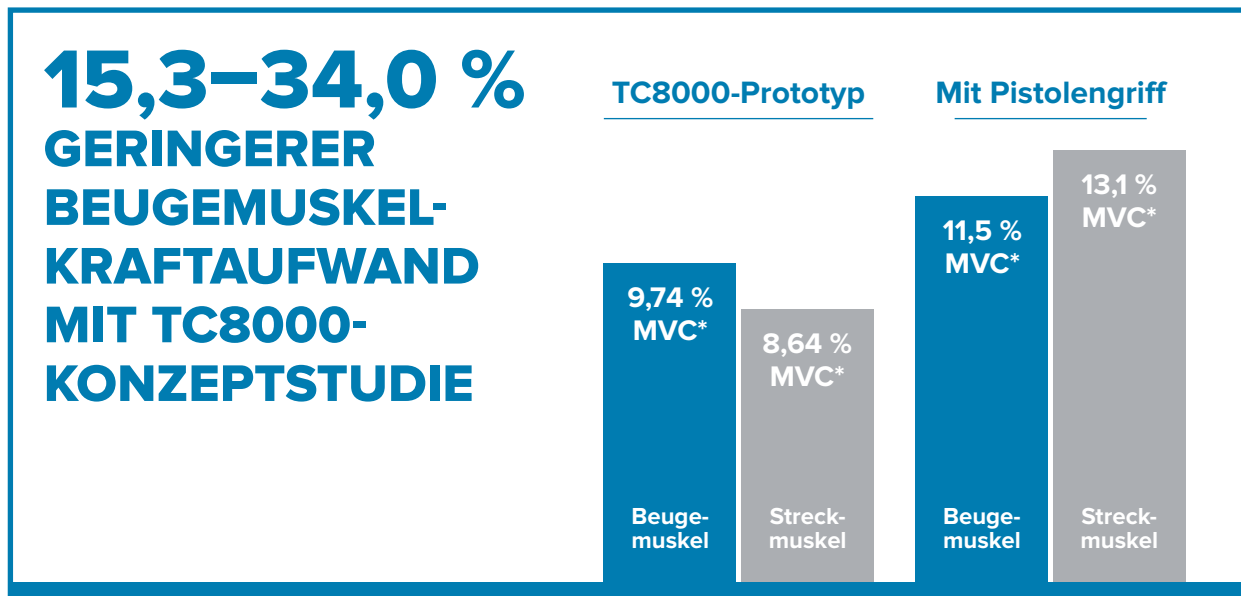


ABBILDUNG 7: Tests der Muskelaktivität bestätigten die Verringerung des Kraftaufwands bei Benutzern. Beim TC8000-Prototyp ergab sich im Vergleich mit mobilen Computern mit Pistolengriff beim Scannen und Überprüfen ein um 15,3 bis 34,0 % geringerer Kraftaufwand.

* Maximale willkürliche Muskelkontraktion (MVC, Maximum Voluntary Contraction)

TESTEN VON MUSKELAKTIVITÄT UND HANDGELENKBEWEGUNG: TESTERGEBNISSE EMG UND HANDGELENKBEWEGUNG

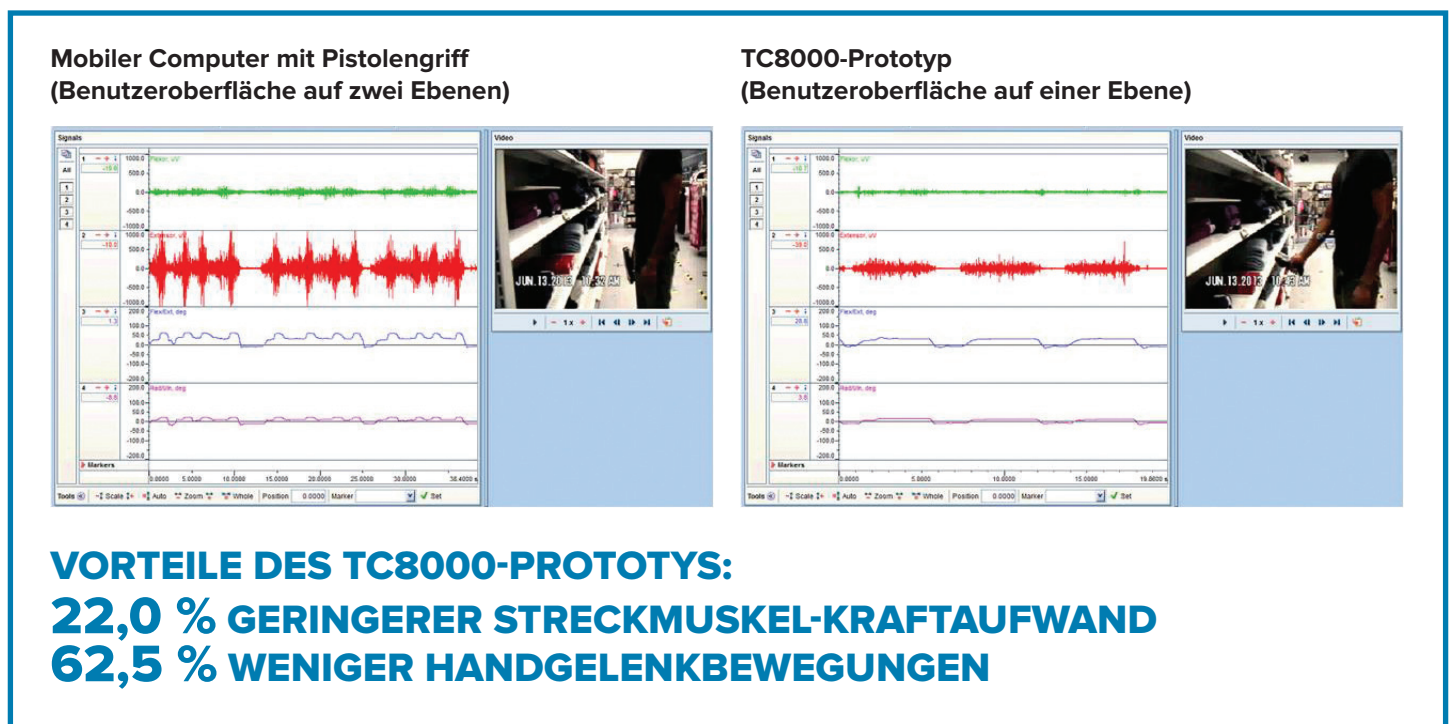


ABBILDUNG 8: Daten zur Muskelaktivität belegen eine deutliche Reduzierung der Signalamplitude und eine höhere Arbeitsgeschwindigkeit mit dem TC8000-Prototyp. Die Messungen der Handgelenkhaltung weisen darüber hinaus im Vergleich mit mobilen Computern mit Pistolengriff eine erhebliche Reduzierung der Handgelenkbewegungen um 62,5 % auf.

DURCHSCHNITTLICHER ZEITAUFWAND FÜR DIE DURCHFÜHRUNG VON AUFGABEN NACH BESEITIGUNG VON KIPPBEWEGUNGEN

ABBILDUNG 9: Produktivitätstests bei einer Scanrate von 12 Scans/Minute zeigten beim TC8000-Prototyp im Vergleich mit mobilen Computern mit Pistolengriff eine Produktivitätssteigerung von 15,0 %.

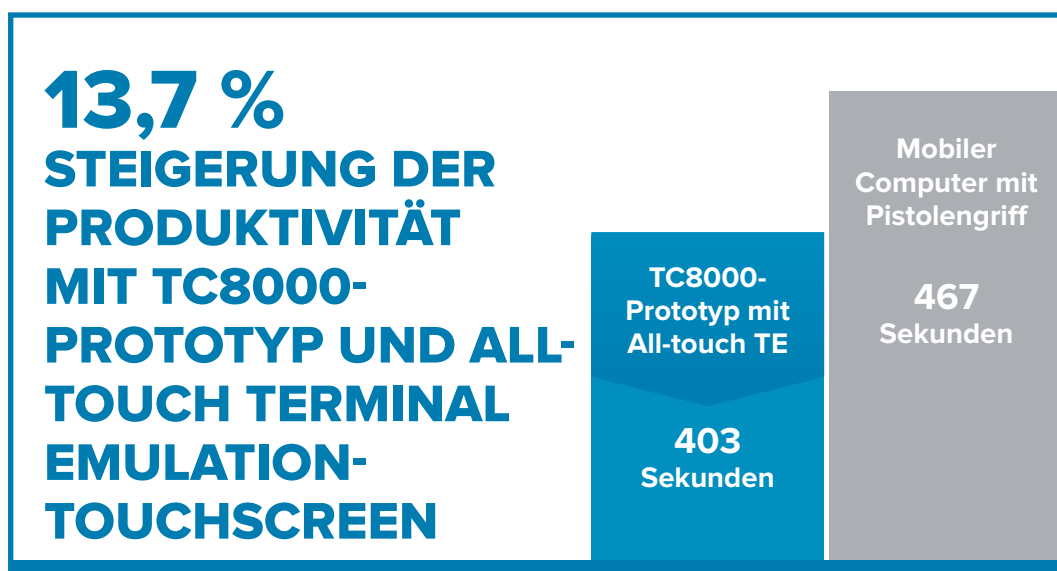
DURCHSCHNITTLICHER ZEITAUFWAND FÜR DIE DURCHFÜHRUNG VON AUFGABEN NACH BESEITIGUNG VON KIPPBEWEGUNGEN SOWIE MIT VERBESSERTER ALL-TOUCH TE-BENUTZEROBERFLÄCHE

ABBILDUNG 10: Produktivitätstests wurden zum direkten Vergleich des TC8000-Prototyps mit einer frühen Version des All-touch Terminal Emulation-Clients zu einem mobilen Computer mit Pistolengriff und altem Terminal Emulation-Client mit grünem Bildschirm durchgeführt. Der All-touch Terminal Emulation-Client wurde genutzt, um die herkömmlichen TE-Anwendungen mit grünem Bildschirm durch interaktive All-touch-HTML5-Bildschirme zu ersetzen, die dem typischen Aussehen von Verbraucheranwendungen auf den persönlichen Geräten der Mitarbeiter entsprechen. Der TC8000-Prototyp mit der verbesserten Benutzeroberfläche war im Kommissionierungsworkflow des Tests bei einer Scanrate von 12 bis 14 Scans/Minute um 13,7 % schneller als der mobile Computer mit Pistolengriff.

PHASE 3: PRODUKTTEST ÜBERPRÜFUNG DER ZAHLEN AUS FRÜHEREN TESTPHASEN

In der letzten Phase wurde ein funktionierender TC8000 im Vergleich mit einem mobilen Computer mit Pistolengriff getestet. Dieser Test bestand aus zwei Abschnitten:

- Zunächst wurde in einem Warenlager ein kontrollierter Test von US Ergonomics durchgeführt, einem angesehenen Drittanbieter, der für Ergonomie am Arbeitsplatz und von Produkten bekannt ist (us-ergo.com). US Ergonomics verfügt über ein funktionsübergreifendes Team von zertifizierten Arbeitswissenschaftlern, Wirtschafts- und Maschinenbauingenieuren, Arbeitsschutzbeauftragten und Betriebsärzten. Die Expertise der Gruppe deckt zahlreiche Arbeitsumgebungen in den Bereichen Industrie, Service und Büro ab. Das Unternehmen beschäftigt erfahrene Arbeitswissenschaftler an über 30 Standorten in den USA, in Europa und in Asien.
- Zusätzlich wurde von Zebra an einem Lieferketten-Kundenstandort ein Produktivitätstest durchgeführt.

Im Rahmen dieser Testphase wurde der All-touch Terminal Emulation-Client am Kundenstandort auf dem TC8000 installiert, und für den Drittanbieter-Warenlagertest wurde eine simulierte Version installiert. Anschließend wurde der TC8000 im direkten Vergleich mit einem mobilen Computer mit Pistolengriff und altem Terminal Emulation-Client mit grünem Bildschirm getestet.

Das Ergebnis bestätigte die Statistiken aus früheren Phasen, einschließlich der Drittanbieter-Tests.

Kontrollierter Test im Warenlager

US Ergonomics wurde mit der Durchführung dieses Tests beauftragt. Unter Verwendung der Simulation eines grünen Bildschirms auf einem mobilen Computer mit Pistolengriff und der Simulation eines All-touch TE-Bildschirms auf dem TC8000 wurde ein Kommissionier- und Verpackungsworkflow implementiert. Für diesen Test wurden zehn erfahrene Warenlager-Kommissionierer eingestellt. Die Zielkennzahlen umfassten Kraftaufwand beim Scannen und Überprüfen, Bewegungen des Handgelenks beim Scannen und Überprüfen sowie Gesamtzeitaufwand für die Durchführung der Aufgaben.

VERBESSERTER ALL-TOUCH TE-BENUTZEROBERFLÄCHE

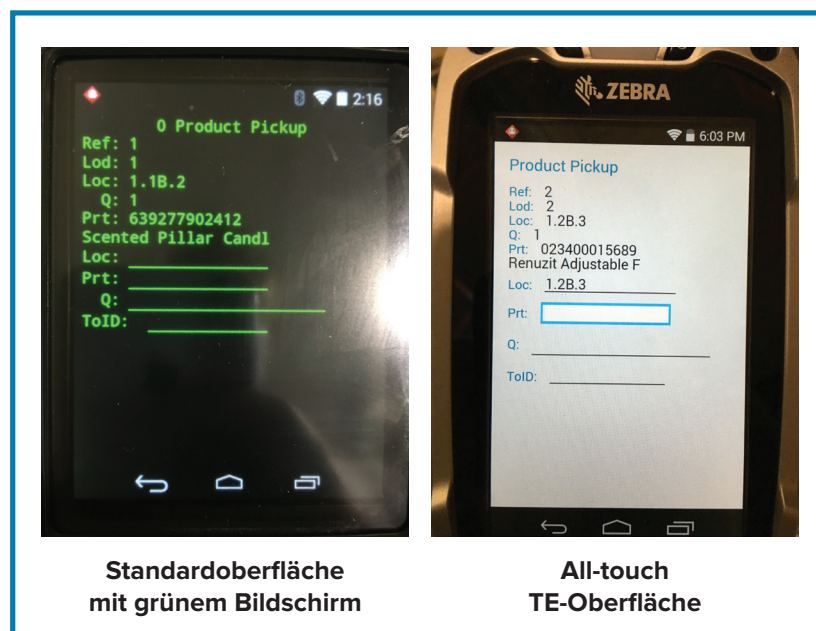


ABBILDUNG 11: Fotos der Geräte während des Tests. Der ursprüngliche grüne Terminal Emulation-Bildschirm und die Touchscreen-Entsprechung, die automatisch und ohne Anpassung des Hosts oder des Codes mithilfe des All-touch Terminal Emulation-Clients erstellt wurde. Dieses benutzerfreundliche Tool ist auf allen TC8000-Geräten vorinstalliert und lizenziert, sodass Kunden ältere TE-Anwendungen sofort, effizient und kostengünstig in Touch-Anwendungen umwandeln können, die das Android-Betriebssystem sowie die Datenerfassungsfunktionen des TC8000 optimal nutzen können.

DURCHSCHNITTLICHER ZEITAUFWAND FÜR DIE DURCHFÜHRUNG VON AUFGABEN MIT ALL-TOUCH TE



ABBILDUNG 12: Die oben aufgelisteten Werte beziehen sich auf eine Scanrate von 11,22 Scans pro Minute. Im Durchschnitt arbeitete der TC8000 mit All-touch TE-Client bei der Kommissionierung um 13,8 % schneller als der mobile Computer mit Pistolengriff und grünem Bildschirm.

REDUZIERUNG VON KRAFTAUFWAND/HANDGELENKBEWEGUNG – ERGEBNISSE VON PHASE 2 BESTÄTIGT

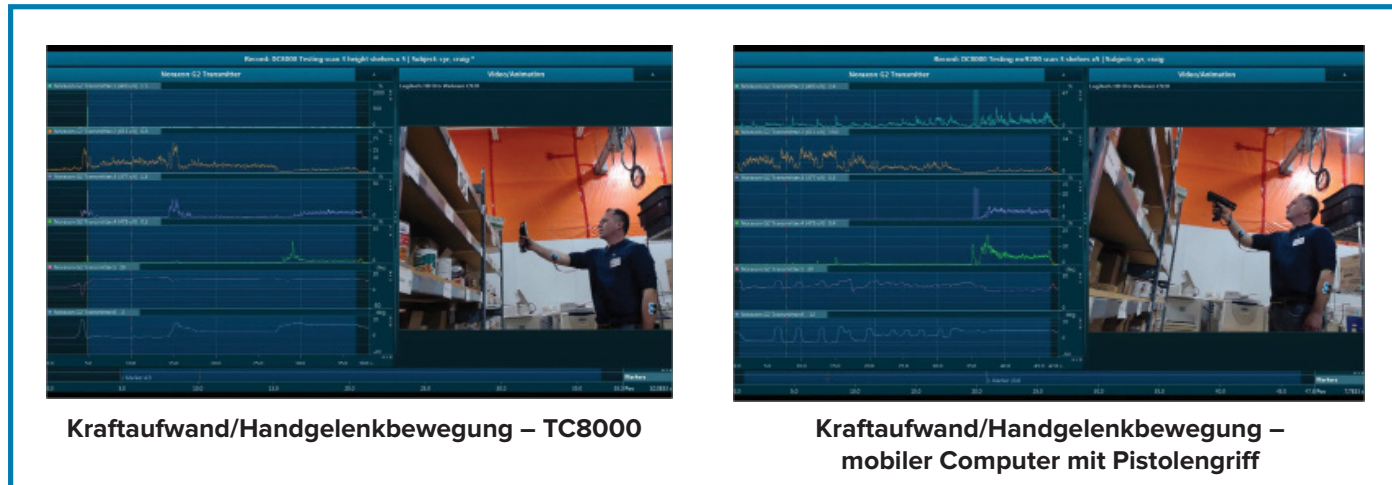


ABBILDUNG 13: Die oben aufgelisteten Werte für Kraftaufwand und Handgelenkhaltung bestätigen die Ergebnisse von Phase 2 – Amplitude von Muskelsignalen und Handgelenkbewegungen beim Scannen und Überprüfen ist deutlich geringer, sodass Aufgaben schneller ausgeführt werden.

DURCHSCHNITTLICHER KRAFTAUFWAND (% MVC) FÜR DEN DOMINANTEN UNTERARM NACH REGALFACHHÖHE

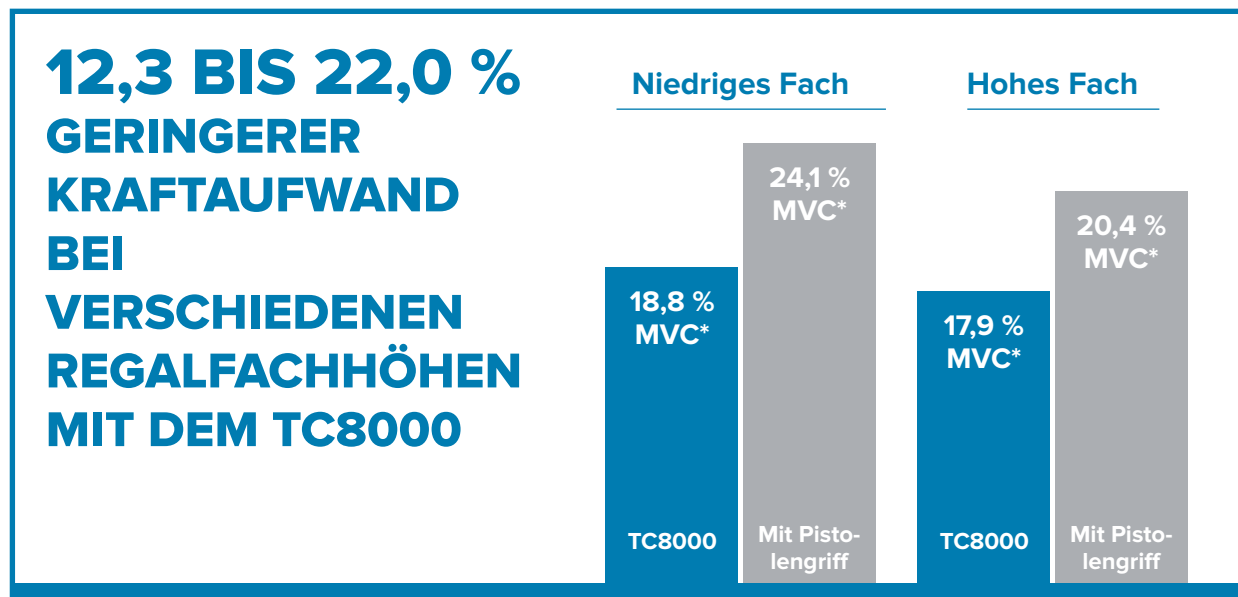


ABBILDUNG 14: Der erforderliche Kraftaufwand für das Halten des Geräts bei hohen und niedrigen Regalfächern ist oben dargestellt. Beim TC8000 ergab sich im Vergleich mit dem mobilen Computer mit Pistolengriff beim Scannen und Überprüfen ein um 12,3 % (mittelhohes bis hohes Fach) bis 22,0 % (niedriges Fach) geringerer Kraftaufwand. Dies entspricht sehr gut den früheren Ergebnissen von 15,6 bis 34,0 % Verringerung je nach Regalfachhöhe. * Maximale willkürliche Muskelkontraktion (MVC, Maximum Voluntary Contraction)

HANDGELENKBEWEGUNG INSGESAMT BEI UNTERSCHIEDLICHEN REGALFACHHÖHEN (IN GRAD)

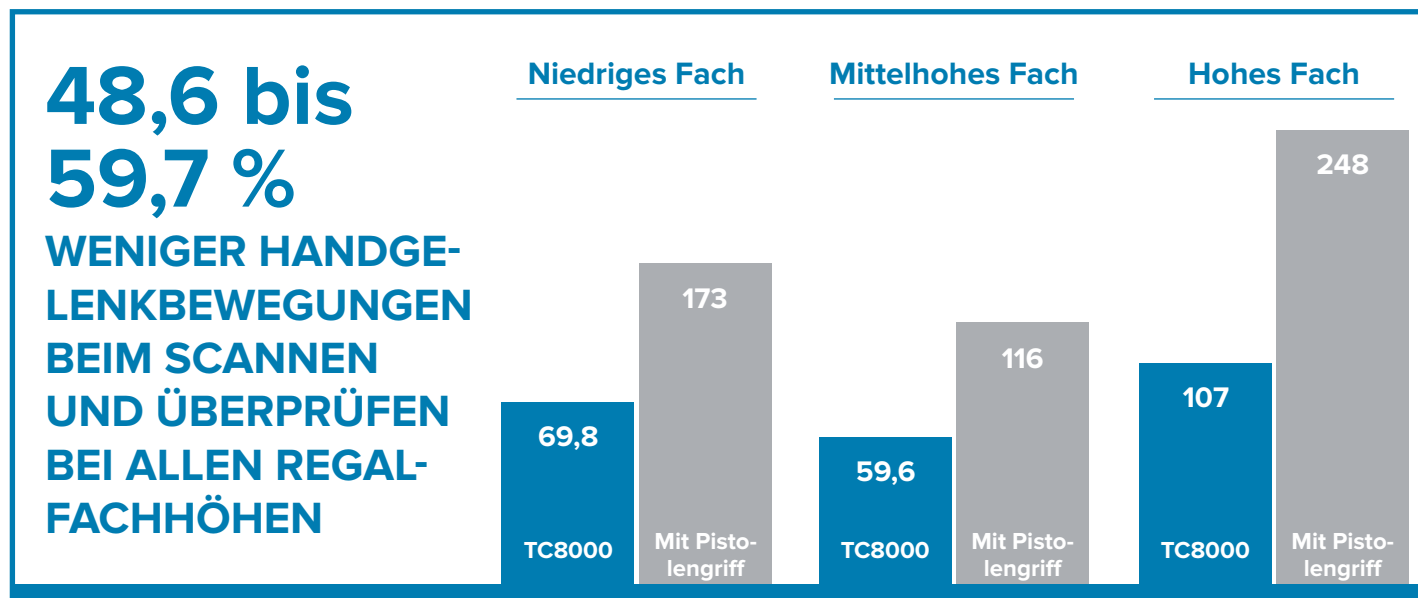
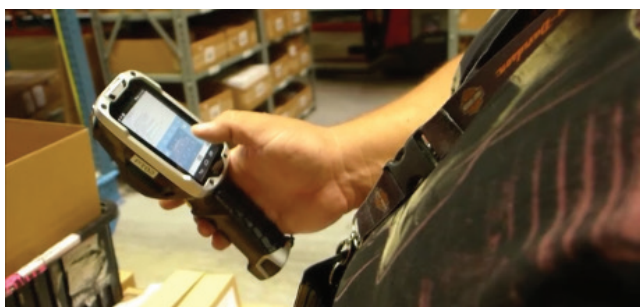


ABBILDUNG 15: Die Handgelenkbewegungen insgesamt (in Grad) bei hohen, mittelhohen und niedrigen Regalfächern sind oben aufgelistet. Beim TC8000-Prototyp ergab sich im Vergleich mit mobilen Computern mit Pistolengriff beim Scannen und Überprüfen eine Reduzierung der Handgelenkbewegungen um durchschnittlich 55,1 %.

Produktivitätstest an einem Lieferketten-Kundenstandort

An einem Lieferketten-Kundenstandort wurden zwei TC8000-Geräte mit dem All-touch Terminal Emulation-Client bereitgestellt. Zwei Kommissionierer verwendeten die Geräte über einen Zeitraum von drei Wochen. Während der Kunde noch die Gesamtkennzahlen für das Lagermanagementsystem (WMS; engl.: Warehouse Management System) generiert, lassen die Beobachtungen der Kommissionierer zum TC8000 und dem mobilen Computer mit Pistolengriff bei ähnlichen Kommissionierungsworkflows einige Vorteile des TC8000 erkennen (siehe Benutzerbilder unten).



Die unten aufgelisteten Zahlen für den Zeitaufwand sind Durchschnittswerte für beide Kommissionierer mit jedem Gerät. Zum Vergleich wurde die Zeit für die Durchführung wichtiger Teilaufgaben innerhalb des Kommissionierungsworkflows gemessen. Dabei wurden die Anzahl verarbeiteter Produkte, Laufwege und Bestandsprüfungszeiten nicht berücksichtigt. Die Zahlen für den gesamten Kommissionierungsworkflow werden nach und nach generiert.

TC8000 (mit All-touch Terminal Emulation-Client)	
Standortscan/Karton auf Förderband legen	3,0 Sekunden
Produktscan/Mengeneingabe	6,0 Sekunden
Kartonscan	3,5 Sekunden
Seriennummer-Scan (8 Barcodes)	5,5 Sekunden
INSGESAMT	18,0 Sekunden

Mobiler Computer mit Pistolengriff (mit grünem Bildschirm)	
Standortscan/Karton auf Förderband legen	5,0 Sekunden
Produktscan/Mengeneingabe	4,0 Sekunden
Kartonscan	4,0 Sekunden
Seriennummer-Scan (8 Barcodes)	9,0 Sekunden
INSGESAMT	22,0 Sekunden

In verschiedenen Studien wurde bei Kommissionierungsworkflows mit Scanraten von 11 bis 12 Scans pro Minute eine Produktivitätssteigerung von 14 % mit dem TC8000 festgestellt. Dies entspricht einer Zeiteinsparung von ungefähr einer Stunde pro Arbeiter an einem 8-Stunden-Tag.



Die Zahlen im Detail:

ÜBERFLÜSSIGE HANDGELENKBEWEGUNGEN KÖNNEN EINEN ARBEITER BIS ZU EINE STUNDE ZEIT PRO TAG KOSTEN.

Auf den ersten Blick scheint es, als würde die Zeit für das Kippen des Geräts im Lagerbetrieb nicht ins Gewicht fallen. Die Tests zeichnen jedoch ein völlig anderes Bild. Zwar dauert es nur etwas über eine Sekunde, das Gerät zu kippen, das Display zu überprüfen und das Gerät dann wieder zum Scannen zurück zu kippen, wenn diese Zeit aber mit der Anzahl von Kommissionierungen pro Tag und der Anzahl von Mitarbeitern im Warenlager – und dann womöglich noch mit der Anzahl mehrerer Warenlager – multipliziert wird, können sich Millionen von überflüssigen Bewegungen pro Woche ergeben und damit eine erstaunliche Zeitverschwendung über Monate und Jahre hinweg.

Sehen wir uns die Zahlen für einen einzelnen Mitarbeiter in einem geschäftigen Warenlager an:

$$\begin{array}{rcl}
 120 & \text{kommissionierte Einzelartikel pro} & \\
 & \text{Stunde} & \\
 \times & 3 & \text{Kippbewegungen pro Artikel} \\
 \hline
 360 & \text{überflüssige Bewegungen pro} & \\
 & \text{Mitarbeiter pro Stunde} & \\
 \times & 8 & \text{Stunden pro Schicht} \\
 \hline
 2.880 & \text{überflüssige Bewegungen pro} & \\
 & \text{Mitarbeiter pro Stunde} & \\
 \times & 1,25 & \text{Sekunden pro Kippbewegung} \\
 \hline
 3.600 & \text{Sekunden Zeitverschwendung pro} & \\
 & \text{Mitarbeiter pro Stunde} &
 \end{array}$$

= 1 Stunde pro Mitarbeiter pro Tag

Ein Warenlager mit nur 10 Kommissionierern würde das Äquivalent von 10 Stunden pro Tag an Produktivität verlieren, also 50 Stunden pro Woche – das entspricht mehr als einem Vollzeitmitarbeiter.

Wenn Sie diese Stundenanzahl mit der Anzahl von Mitarbeitern in Ihrem Warenlager multiplizieren, bekommen Sie einen Eindruck davon, wie hoch der Produktivitätsverlust in Ihrem Warenlager pro Tag sein kann – Stunden, in denen mehr Aufträge kommissioniert und verarbeitet werden könnten.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Über alle drei Testphasen hinweg wurden ähnliche Ergebnisse erzielt von:

- Zebra in einer internen simulierten Umgebung
- Zebra an einem vorhandenen Kundenstandort
- US Ergonomics in einer simulierten praxisnahen Warenlagerumgebung, die in vorhandenen, aber nicht betrieblich genutzten Zebra-Warenlagern erstellt wurde. US Ergonomics ist ein bekannter und angesehener, auf Ergonomie am Arbeitsplatz und von Produkten (arbeitswissenschaftlicher Fokus) spezialisierter Drittanbieter.

Diese Tests zeigen die folgenden Produktivitätsvorteile auf, die sich mit einem optimal konfigurierten TC8000 mit All-touch Terminal Emulation-Oberfläche im Vergleich zu mobilen Computern mit Pistolengriff erzielen lassen:

- Scanrate von max. 8/Min.: 7 bis 10 %
- Scanrate von 11–15/Min.: 13 bis 15 %
- Scanrate von mind. 20/Min.: über 22 %

Der Großteil der Produktivitätsvorteile ergibt sich in den folgenden Teilaufgaben der Kommissionierung:

- Scannen, Überprüfung und Kommissionierung durch reduzierte Handgelenkbewegung und Darstellung von Informationen in der Blickachse
- Verarbeiten und Platzieren von Produkten in Behältern dank der Möglichkeit, den TC8000 beim Arbeiten mit Produkten weiterhin halten zu können

Das Ergebnis ist eine geschätzte Produktivitätssteigerung durch den TC8000 im Vergleich mit einem herkömmlichen mobilen Computer mit Pistolengriff von 7 % bis mindestens 10 %.



IN VERSCHIEDENEN STUDIEN wurde bei Kommissionierungsworkflows mit Scanraten von 11 bis 12 Scans pro Minute eine Produktivitätssteigerung von 14 % mit dem TC8000 festgestellt. Dies entspricht einer **Zeiteinsparung von ungefähr einer Stunde** pro Arbeiter an einem 8-Stunden-Tag.

Referenzen:

1. Textbook of Work Physiology: Physiological Basis of Exercise. 2. Auflage; P. Astrand, K. Rodahl, 1977; Seiten 115–121
2. Occupational Biomechanics. 3. Auflage; D.B. Chaffin, G.B.J. Andersson, B.J. Martin, 1999; Seiten 394–401
3. TC8000 Productivity Testing Report October 2015, US Ergonomics
4. TC8000 Smart TE Test Report September 2014, Internal Zebra Report
5. TC8000 PT1 Productivity Testing June 2013, US Ergonomics
6. TC8000 Concept Human Factors Testing August 2012, Internal Zebra Report

NÄHERE INFORMATIONEN FINDEN SIE AUF WWW.ZEBRA.COM/TC8000.



**Zentrale Nordamerika und
Unternehmenszentrale**
+1 800 423 0442
inquiry4@zebra.com

Zentrale Asien-Pazifik
+65 6858 0722
contact.apac@zebra.com

Zentrale EMEA
zebra.com/locations
mseurope@zebra.com

Zentrale Lateinamerika
+1 847 955 2283
la.contactme@zebra.com