



Qualitätszeichen für Ergonomie und Sicherheit am Arbeitsplatz



Industrial torQtool 2



Datum

01-11-2022

Verfasser

Kees Peereboom MSc

Kunde

IDD-Parts BV

Marchandweg 23

3771 ML Barneveld / Niederlande

www.iddparts.eu

vhp Projektnummer

000937

1 Einleitung

Dieser Bericht enthält die Bewertung eines vhp -Gesundheits- und Ergonomie-Qualitätszeichens für das Industrial torQtool 2. Dieses Werkzeug ist patentiert als: ‚Verbessertes Torsionsfederspannwerkzeug‘ / Referenz: PA-600-0678.SE / Anwendungsnummer.: 2030352-5 und Schweden patent Anwendung 2230315-0 / 29 September 2022..

Die Bewertung erfolgte auf zwei Arten: Bewertung des Einsatzes des Industrie torQtool 2 hinsichtlich der physischen Belastung und der Arbeitssicherheit; Vergleich der Anwendung des Industrial torQtool 2 mit der Anwendung einer Spannstange.

Die Bewertung erfolgte auf zwei Arten:

1. Bewertung des Einsatzes des Industrie torQtool 2 hinsichtlich der physischen Belastung und der Arbeitssicherheit;
2. Vergleich der Anwendung des Industrial torQtool 2 Methode mit der Anwendung einer Spannstange.

Bei der Bewertung des vhp-Gütezeichens für Gesundheit und Ergonomie werden die Funktions- und Verwendungsaspekte des Produkts nach den allgemein anerkannten ergonomischen Richtlinien bewertet. Für die Bewertung der physikalischen Belastung wird die manuelle physikalische Belastung und der BIM der Inspektion SZW als Referenz verwendet, insbesondere wird auf die europäische Norm (Serie NEN-CEN 1005) verwiesen.

Sicherheitsaspekte wurden auf Grundlage der Europäischen Richtlinie 2009/104/EG über *Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit* erfasst. Hierfür wurde die Kinney & Wiruth Methode verwendet. Die Sicherheitsaspekte dieser Bewertung betreffen nur die Bewertung der Sicherheit in Bezug auf die Arbeitsbedingungen der Benutzer und nicht die Bewertung mechanischer Aspekte des Werkzeugs selbst.

Diese Bewertung wurde durch die vhp human performance durchgeführt von:

- Kees Peereboom, MSc, Ergonom, Physiotherapeut, Bewegungswissenschaftler, A&O-Psychologe;
- Die Kinney & Wiruth Methode wurde, wie von Dr. Wim van Alphen, Senior Safety Expert (HVK) empfohlen, angewendet.¹

2 Spannung der Torsionsfedern von Rolltoren nach der üblichen Methode mit Spannstangen

Bei der Installation und Wartung von Rolltoren müssen beim Einbau einer neuen Tür zwei Federn pro Rolltor gespannt werden. Das Spannen erfolgt üblicherweise durch manuelles Spannen der Feder mit Hilfe von Spannstangen. Mit einer Hand wird die Feder in Vierteldrehungen angezogen, während die andere Hand dafür sorgt, dass die Feder unter Spannung bleibt (Abbildung 1). Nachdem die Feder angezogen wurde, ist sie gesichert. Drei Szenarien sind möglich:

1. Ein Mechaniker baut ein Rolltor ein und muss zwei Federn spannen;
2. Ein Mechaniker baut zwei Rolltore an einem Arbeitstag ein und muss vier Federn spannen.
3. Ein Mechaniker führt Wartungsarbeiten durch und muss eine bereits montierte Feder wieder unter Spannung bringen oder justieren.

¹ <https://www.imaonline.nl/sites/default/files/faq/files/wegingsmethodiek-van-kinneyw.pdf>

Es sollte beachtet werden, dass die Federspannung manuell durchgeführt wird und während des gesamten Vorgangs physische Kraft ausgeübt werden muss. Ein erfahrener Mechaniker benötigt für eine Vierteldrehung etwa vier Sekunden. Er führt etwa 16 Vierteldrehungen pro Minute durch (das entspricht vier ganzen Umdrehungen à 360°). Für das Spannen einer Feder sind etwa 14 ganze Umdrehungen notwendig. Dafür benötigt ein Mechaniker weniger als vier Minuten. Durch Umfassen der Stange beim Drehen sowie kurze Pausen kann dies etwas länger dauern.²

Das Spannen der Federn muss unmittelbar erfolgen, nachdem das Rolltor vollständig platziert wurde. Daher kann diese Arbeit nicht über den Tag verteilt werden. Insgesamt verbringt ein Mechaniker weniger als eine Stunde pro Tag damit, vier Federn zu spannen.

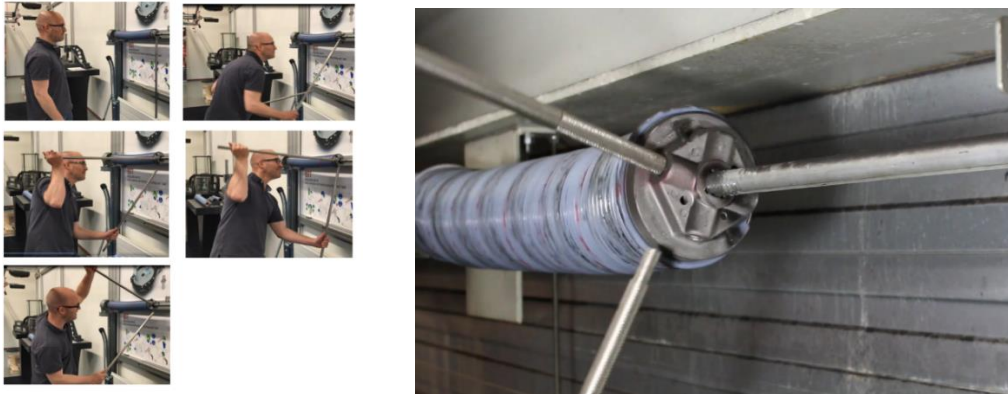


Abbildung 1 Manuelles Spannen der Torsionsfeder r eines Rolltores (rechts: Detail)

Beim manuellen Spannen von Federn für Rolltore gehen wir von folgenden Daten aus (idd parts-Anweisung):

<i>Anzahl der Federn, die pro Tag gespannt werden sollen³</i>	<i>Anzahl der Vierteldrehungen pro Tag, die von einem Mechaniker durchgeführt werden müssen</i>	<i>Halten /fixieren mit der anderen Hand</i>
2 / bei der Installation eines Rolltores	<ul style="list-style-type: none"> Durchschnittlich 14 Umdrehungen sind 56 Vierteldrehungen pro Feder Berechnung: 2 Federn x 14 Umdrehungen x 4 Vierteldrehungen pro Umdrehung sind insgesamt 112 Vierteldrehungen Lineare Durchschnittskraft 210 Nm bis zu 	112

² Eine Vierteldrehung bedeutet eine Drehung von 90 ° und eine Umdrehung bedeutet eine Drehung von 360°. Das Spannen muss nach jeder Vierteldrehung umgesetzt, bzw. neu angesetzt werden.

³ Ein Mechaniker kann an einem Tag mindestens ein Rolltor mit zwei Federn installieren. Während der Wartung müssen Federn auch nach dem Spannen gedehnt werden, dies wurde hier nicht betrachtet.

	einer maximalen Kraft von 325 Nm pro Feder ⁴	
4 / bei der Montage von zwei Rolltoren	<ul style="list-style-type: none"> Durchschnittlich 14 Umdrehungen sind 56 Vierteldrehungen pro Feder Berechnung: 4 Federn x 14 Umdrehungen x 4 Vierteldrehungen sind insgesamt 224 Viertelumdrehungen Lineare Durchschnittskraft 210 Nm bis zu einer maximalen Kraft von 325 Nm pro Feder 	224

3 Funktionen Verwendung Industrial torQtool 2

Der Industrial torQtool 2 macht die Arbeit mit Spannstangen überflüssig. Nachdem das Industrial torQtool 2 montiert wurde, kann die Feder mit Hilfe einer Bohrmaschine angezogen werden (Abbildung 2).



Abbildung 2 Anwendung des Industrial torQtool 2 mit Hilfe einer Bohrmaschine: Die Feder wird durch den Antrieb des Bohrers und nicht durch Handkraft gespannt.

Bei der Anwendung des Industrial torQtool 2 sind die folgenden Merkmale zu beachten:

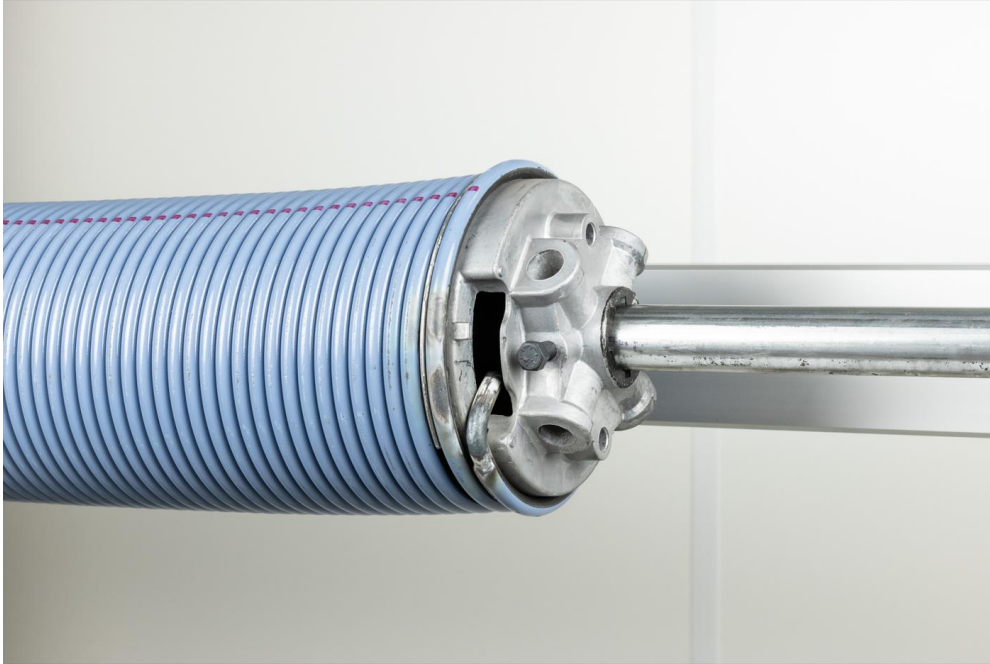
1. Lesen Sie die Gebrauchsanweisung unter Verwendung der mitgelieferten idd-Teile FOTOHANDBUCH (datiert 04-02-2021) vor der Anwendung. Lesen Sie diese PDF-Datei. Das

⁴ 1 Newtonmeter = 0,102 Kilogramm Kraftmesser, 325 Nm entspricht 33,15 Kilogramm

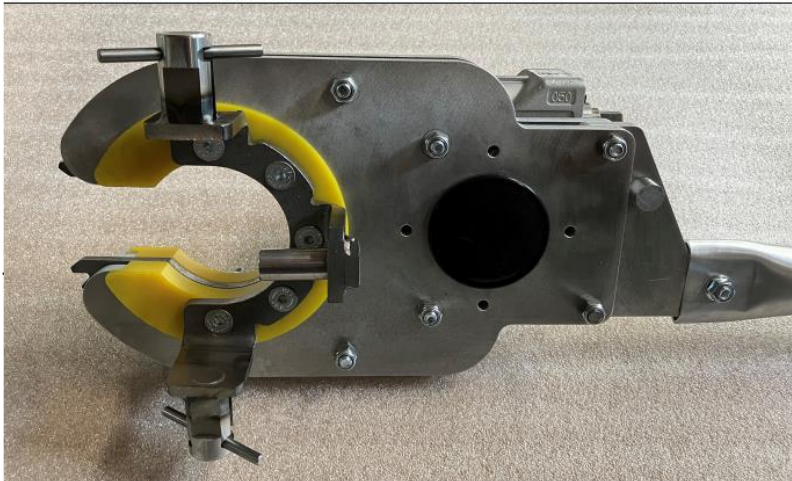
HANDBUCH ist eine 10-seitige fotografische Übersicht, die jede Aktion einzeln zeigt. In diesem Bericht sind die wichtigsten Schritte aufgeführt.

2. Installieren Sie das torQtool 2 (über einen festen und zwei gefederte Stifte) (Hinweis: Arbeiten Sie immer von einer höhenverstellbaren Plattform aus, verwenden Sie keine Leiter. Dies geschieht aus Sicherheitsgründen).

Verstopfte Feder an einem Stift.



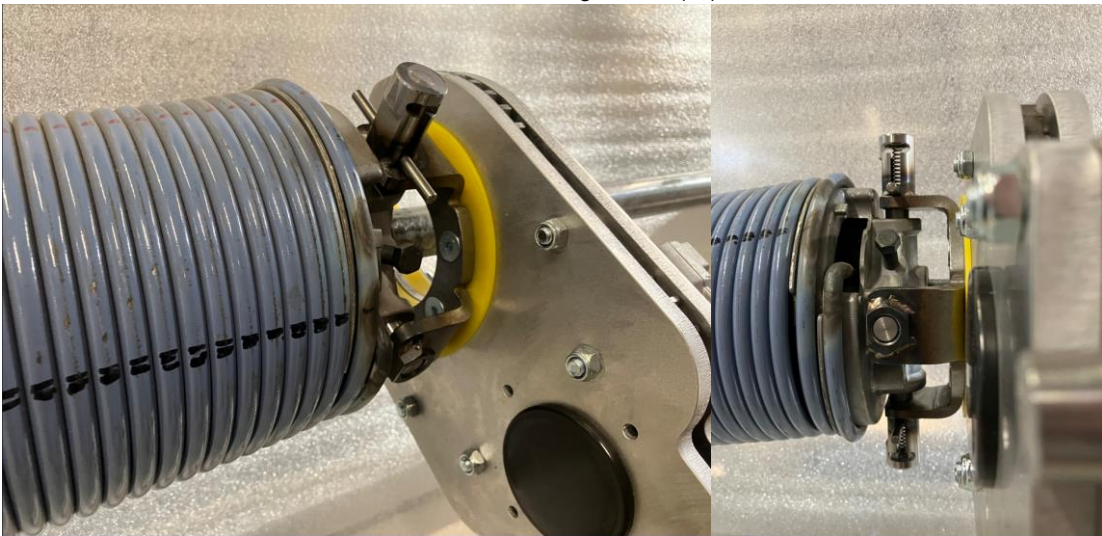
1. Blockierung der beiden Achsen mit Feder. Korrekte Position des Schlitzes für torQtool 2 auf der Achse.



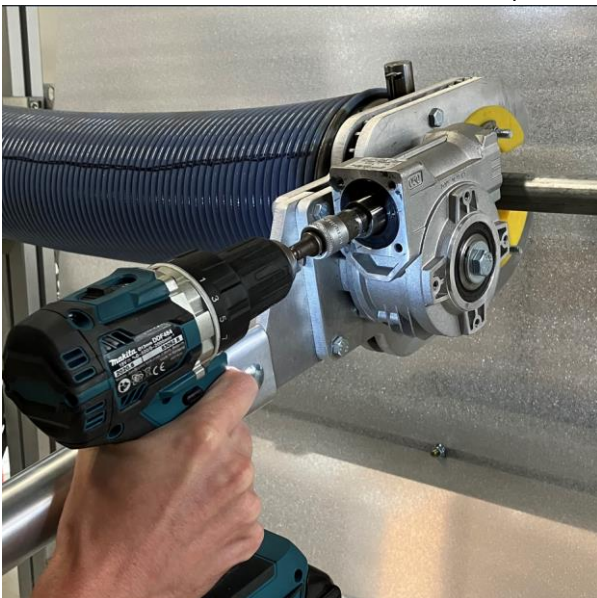
2. Das torQtool 2 in Position bringen und sicherstellen, dass der feste Stift in den Stecker fällt.



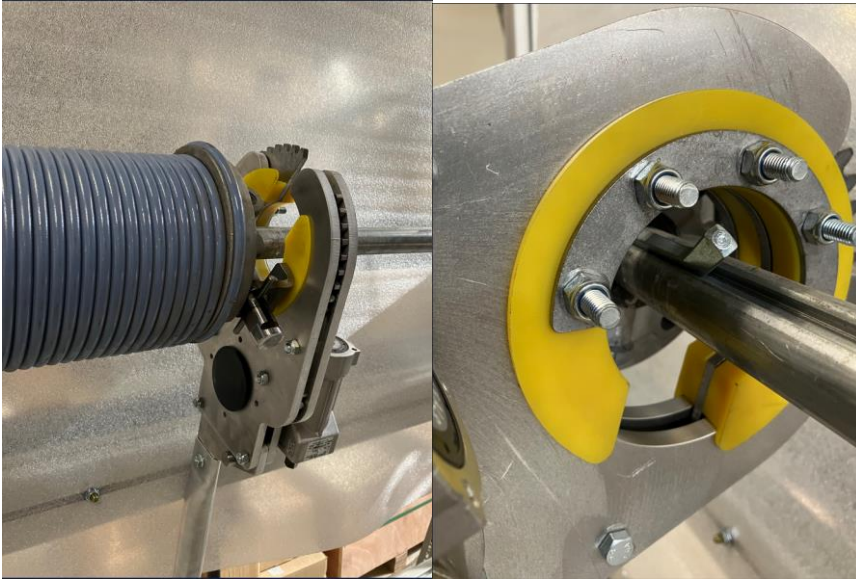
3. Die Stifte werden durch die Feder in Position gehalten (2x).



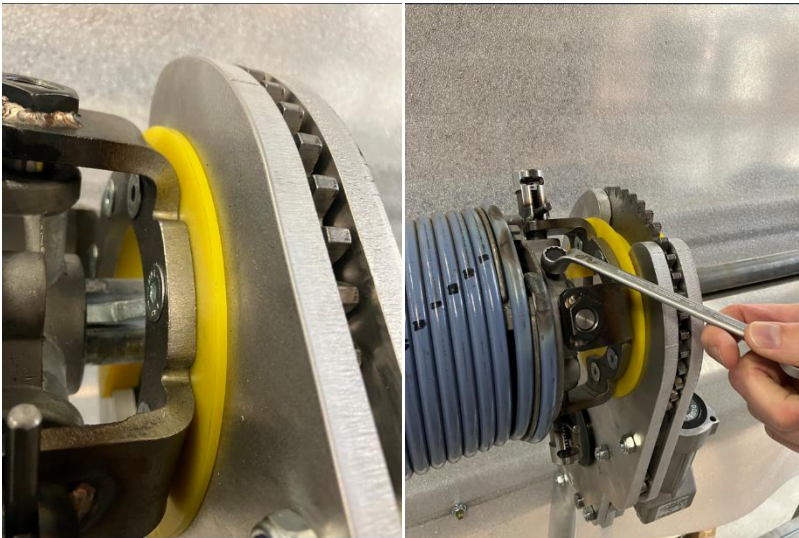
4. Mit Hilfe der Bohrmaschine die Feder spannen. Achte dabei auf die Drehrichtung.



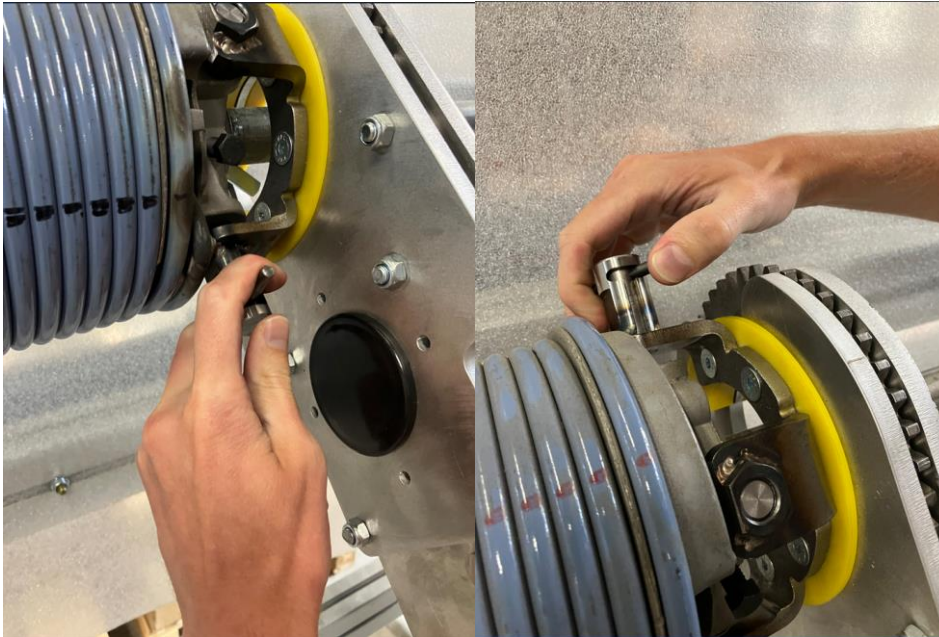
5. Wenn die richtige Anzahl an Umdrehungen erreicht ist, stecken Sie den Schlüssel in Position.



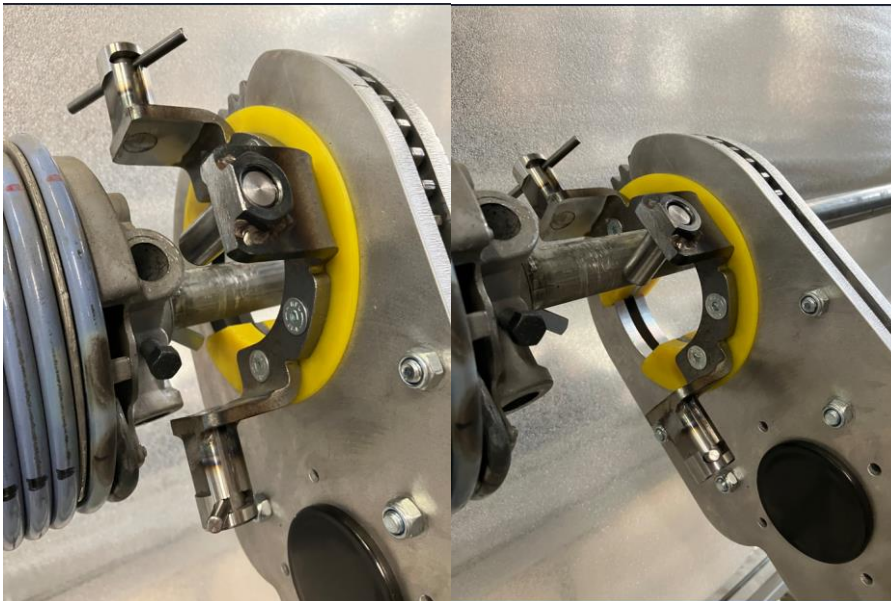
6. Setzen Sie den Schlüssel in die Keilnut und ziehen Sie die Bolzen des Federstopfens fest.



7. Der Griff ist frei. Die Federstifte (2x) können nun entriegelt werden.



8. Ziehen Sie das torQtool 2 mit dem fixierten Stift aus dem Stopfen und weiter schieben.



9. Um den torQtool 2 zu entfernen, muss es mit der Bohrmaschine gedreht werden. Achten Sie darauf, dass Sie den torQtool 2 gut festhalten.



Der Schlitz muss mit dem Griff ausgerichtet sein.



10. Ziehen Sie den torQtool 2 heraus.



11. Gestreckte Feder: mit dem Keil und den beiden Einstellmuttern.



4 Relevante Standards

Folgende niederländische Normen wurden angewandt:

Physische Belastung:⁵

- NEN-EN 1005-2:2003+A1:2008 und Sicherheit von Maschinen – Menschliche physikalische Belastung – Teil 2: Manuelle Handhabung von Maschinen und Maschinenteilen;
- NEN-EN 1005-3:2002+A1:2008 und Sicherheit von Maschinen – menschliche physikalische Belastung – Teil 3: Empfohlene Maximale Kräfte im Maschinenwerk;
- NEN-EN 1005-4:2005+A1:2008 und Sicherheit der Maschine – Menschliche physikalische Belastung – Teil 4: Bewertung von Arbeitshaltungen und Bewegungen während der Maschinenarbeit;
- NEN-EN 1005-5:2007 und Sicherheit von Maschinen – Menschliche physikalische Belastung – Teil 5: Risikobewertung bei wiederholten Hochfrequenzoperationen.
- 3D SSPP, genannt Chaffin-Methode, ein biomechanisches Berechnungsprogramm, das Kräfte auf Körpersegmente berechnet, die vom MIT in den USA entwickelt wurden. Die Methode funktioniert auf der Grundlage der NIOSH-Standards.⁶

Sicherheit

- NEN-EN 1050:1997 Sicherheit von Maschinen – Grundsätze der Risikobewertung
- RICHTLINIE 2009/104/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES
- vom 16. September 2009 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit (Zweite Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)⁷
- Kinney und Wiruth Gewichtungsmethode/Ranking-Methode.⁸

Nachhaltige Beschäftigungsfähigkeit⁹

Die Anwendung des Industrial torQtool 2 reduziert die physische Belastung beim Spannen der Torsionsfedern eines Rollltores erheblich. Dies ist wichtig, damit die Mitarbeiter*innen auch bis zum Rentenalter effektiv und motiviert arbeiten können. Dabei spielen zwei Faktoren eine wichtige Rolle.

- Der erste Faktor ist die Abnahme der physischen Leistungsfähigkeit. Das Altern hat Folgen für die körperlichen Fähigkeiten der Mitarbeiter: Die altersbedingte Veränderung der körperlichen Leistungsfähigkeit betreffen in erster Linie die Abnahme der Muskelmasse, -kraft sowie Kraftausdauer. Im Allgemeinen wird die höchste körperliche Leistungsfähigkeit von Personen zwischen 20 und 30 Jahren erreicht. Danach sinkt die körperliche Leistungsfähigkeit im Durchschnitt um ein Prozent pro Jahr. Dies ist in der Abbildung 3 unten dargestellt. Die maximale Leistungsfähigkeit einer/eines durchschnittlicher/n Beschäftigten im Alter von 65 Jahren ist 40 %

⁵ Angewandt in: Manual Physical Load, Editor drs. K.J. Peereboom Eur.Erg. und drs. N.C.H. de Langen, siebte überarbeitete Ausgabe, 2016 und von der Inspektion SZW in <https://www.inspectieszw.nl/publicaties/richtlijnen/2015/06/15/bim-fysieke-belasting-checklist-fysieke-belasting>

⁶ <https://c4e.engin.umich.edu/tools-services/3dsspp-software/3dsspp-references/>

⁷ https://www.europa-nu.nl/id/vi96y3a9zuv8/richtlijn_2009_104_eg_van_het_europees

⁸ <https://www.imaonline.nl/sites/default/files/faq/files/wegingsmethodiek-van-kinneyw.pdf>

⁹ Weitere Informationen finden Sie unter NEN NPR6070 Managing Sustainable Employability.

niedriger als bei einer Person im Alter von 25 Jahren. Das bedeutet, dass im Laufe der Jahre die gleiche Arbeit für Beschäftigte aufgrund des Alterns und der damit verbundenen Abnahme der Leistungsfähigkeit schwerer wird.

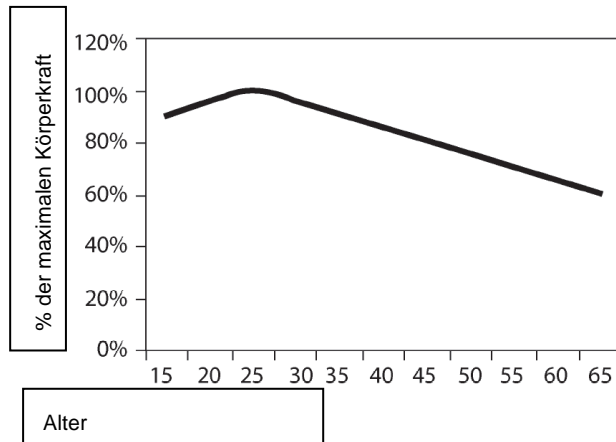


Abbildung 3: Entwicklung der Leistungsfähigkeit im Zusammenhang mit dem Alter (Aus: Zwart, B.H.C. de, *Duurzame Inzetbaarheid van oudere werknemers*), SDU Verlag 2011, Niederlande).

- Der zweite Faktor ist, dass jahrelange Exposition gegenüber stressbelasteten Bedingungen die Wahrscheinlichkeit von Beschwerden im Bewegungsapparat erhöht. Dies führt zu einer Summe von Schmerzen, Beschwerden und Abnutzung und kann schließlich zu Fehlzeiten und vorzeitigem Ausscheiden aus dem Arbeitsleben führen. Der Gesundheitsrat der Niederlande hat umfangreiche Untersuchungen über die Folgen von körperlicher Arbeit und manuellem Ziehen und Schieben durchgeführt. Auswirkungen wurden vor allem in Form von Beschwerden im Rücken und Schulterbereich gefunden. Eine allgemeine Schlussfolgerung daraus ist, dass etwa ein Viertel der regelmäßig exponierten Menschen unter chronischen Beschwerden leiden, die zu negativen gesundheitlichen Auswirkungen führen. Die folgende Abbildung zeigt die wichtigsten Ergebnisse einer groß angelegten und systematischen Literaturforschung zur Entwicklung von Gesundheitsproblemen als Folge von manuellem Schieben und Ziehen.¹⁰

Die nachstehende Tabelle zeigt die Expositions-Antwort-Beziehung für Schieben und Ziehen und Rücken- und Schulterbeschwerden, die in der Forschungsliteratur vom niederländischen Gesundheitsrat veröffentlicht wurden, Risikogröße bedeutet: % Beschwerden im Vergleich zu anderen Arbeitnehmern, die der Belastung ¹¹nicht ausgesetzt waren.

Exposition	Risikogröße Rücken, häufigeres Auftreten von Beschwerden	Risikogröße Schulter, häufigeres Auftreten von Beschwerden

¹⁰ <https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2012/12/20/kracht-zetten-duwen-en-trekken-in-werksituaties>

¹¹ <https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2012/12/20/kracht-zetten-duwen-en-trekken-in-werksituaties>

Schieben, ziehen und/oder tragen mehrmals pro Woche zwischen 1 und 20 Jahren	+10%	Keine Informationen verfügbar
135 Mal am Tag schieben und ziehen, 22,4 Minuten am Tag	Von +20 bis + 50%	Von +90% bis + 290%
741 Mal am Tag schieben und ziehen, 69 Minuten am Tag	Von +20% bis + 70%	Von +130% bis + 490%
Regelmäßig ziehen von Lasten mit 25 kg (Anzeige: für mehr als 50% des Arbeitstages)	+40%	+80%

5 Bewertung

Die folgende Bewertung wurde je nach Art der Belastung vorgenommen. Die Bewertung betrifft nur das Spannen der Torsionsfedern und keine anderen Arbeiten (Erläuterungen siehe Anhang 7.2). Bei der manuellen Arbeit wird zwischen dem Einbau von einem Rolltor (2 Torsionsfedern) und zwei Rolltoren (4 Federspannung) unterschieden.

Physische Belastung <i>Problem:</i>	<i>Traditionelles Arbeiten mit Spannstangen:</i>		<i>Arbeiten mit Industrial torQtool 2:</i>
Körperhaltung	Kein Risiko		Kein Risiko
Wiederholte Hochfrequenzoperationen.	Risiko	Risiko	Kein Risiko
Krafteinsatz durch Schieben und Ziehen	Standard/Methode ist hier nicht anwendbar, die Beurteilung erfolgt mit der Chaffin-Methode		Kein Risiko
	2 Torsionsfedern	4 Torsionsfedern	
Bewertung nach Körperteil mit der Chaffin-Methode	Handgelenk: 71% der Nutzer sind von Beschwerden bedroht	Handgelenk: 78% der Nutzer sind von Beschwerden bedroht	Kein Risiko
	Ellenbogen: 46% der Benutzer sind von Beschwerden bedroht	Ellenbogen: 51% der Benutzer sind von Beschwerden bedroht	
	Schulter: 41 % der Nutzer sind von Beschwerden bedroht	Schulter: 45% der Nutzer sind von Beschwerden bedroht	

Sicherheit

Beim manuellen Spannen mit Spanneisen besteht die Gefahr, dass sich Stangenspanner lösen und den Anwender/Mechaniker verletzen. Verletzungen der Mechaniker durch Spannstangen kommt in der Praxis

häufiger vor, da der Mechaniker die Feder immer mit manueller Kraft (eine Hand) unter Spannung halten muss, während er in die Position der Spannstangen mit der anderen Hand) wechselt. Dieses Risiko ist bei der Verwendung des Industrial torQtool 2 nicht vorhanden.

Bei Verwendung des Industrial torQtool 2 sind folgende Sicherheitsgarantien eingebaut:

- Keine Verwendung von Spannstangen. Daher wird keine nennenswerte Armlastung geliefert, dies verhindert das Risiko der Teilelockerung.
- Das Zahnrad wird an drei Positionen (2x mit Federstecker und einmal mit festem Stift) blockiert.
- Das notwendige Einbaugeschütz mit Verriegelungsstück kann nur geschlossen werden, wenn alle Teile richtig positioniert sind. Der Industrial torQtool 2 kann nur betrieben werden, wenn der Stift Teleskopstiel die Verriegelungsplatte gesichert hat.

Bewertung mit der Kinney & Wiruth-Methodik (Erläuterung siehe Anhang 7.1)

<i>Problem:</i>	<i>Traditionelles Arbeiten mit Spannstangen:</i>		<i>Arbeiten mit Industrial torQtool 2:</i>
	2 Torsionsfedern	4 Torsionsfedern	
Risikowahrscheinlichkeit	6	6	1
Expositionsfaktor	6	6	6
Gesundheitliche Auswirkungen des Risikos	3	3	1
Ergebnis: Risikoqualifikation:	108 Hohes Risiko	108 Hohes Risiko	6 Geringes Risiko

6 vhp-Qualitätszeichen Für Gesundheit und Ergonomie am Arbeitsplatz



Die iddparts en / Industrial torQtool 2 wurde zugelassen und ist mit dem vhp-Gütezeichen Für Gesundheit und Ergonomie am Arbeitsplatz versehen.

Die iddparts en / Industrial torQtool 2 ermöglicht es, Federn an Rolltoren ohne physische Belastung (ohne Risiko) und mit hoher Arbeitssicherheit (geringes Risiko) zu spannen.

Die iddparts nl / Industrial torQtool 2 trägt nachweislich zur Erhaltung der Beschäftigungsfähigkeit von Beschäftigten in der Rolltormontage bei.

Die iddparts en / Industrial torQtool 2 bietet eine deutlich sicherere und physikalisch weniger belastende Methode im Vergleich zur herkömmlichen Methode des manuellen Spannens mit Spannstangen.

Dieses Gütezeichen gilt für 5 Jahre. Wenn Änderungen an dem Werkzeug iddparts nl / Industrial torQtool 2 vorgenommen werden, muss die Begutachtung erneut erfolgen.

Es gelten folgende Nutzungsbedingungen:

-Lesen Sie vor der Verwendung die Betriebsanleitung vollständig durch und verwenden Sie den Industrial torQtool 2, wie dort beschrieben.

-Immer von einer Plattform arbeiten und nicht von einer Leiter. Das Arbeiten auf Leitern ist nur noch erlaubt, wenn man mit beiden Füßen auf einer Stufe oder Plattform steht.

7 Anlagen

7.1 Kinney & Wiruth Methodik

Die Ermittlung der Risikozahl erfolgt durch die Einschätzung von drei Risikoparameter:

- Schwere der mit der Gefahr verbundenen Schädigung (S) → Schadensausmaß;
- Exposition gegenüber der Gefahr (E) → Dauer der Gefährdungsexposition
- Wahrscheinlichkeit der Gefahr, wenn sie exponiert wird (P) → Wahrscheinlichkeit für den Eintritt des Schadens

Das Verfahren ist ein numerisches Verfahren und wird verwendet um eine quantitative Risikoabschätzung vorzunehmen.

Wahrscheinlichkeit

Die Wahrscheinlichkeit oder (mathematische) Wahrscheinlichkeit, dass ein Schaden eintritt Die Wahrscheinlichkeit wird durch einen Wert von 0,1 bis 10 dargestellt.

P Eintrittswahrscheinlichkeit

0,1 so gut wie unmöglich / undenkbar

0,2 praktisch unmöglich

0,5 Sehr unwahrscheinlich, aber vorstellbar

1 Unwahrscheinlich, aber langfristig möglich/nur entfernt möglich

3 Ungewöhnlich (aber möglich)

6 Gut möglich

10 Zu erwarten

Exposition

Der Grad der Exposition(Aussetzungsgrad) gibt die Dauer an, in der ein Risiko auftreten kann. Die Skala variiert von 0,5 bis 10.

E Exposition

0,5 Sehr selten (weniger als 1x pro Jahr)

1 Selten (ca. 1x pro Jahr)

2 Manchmal (ca. 1x pro Jahr)

3 Gelegentlich (wöchentlich)

6 Häufig (täglich)

10 Ständig (mehrmals am Tag)

Schweregrad

Für die Einschätzung des Schadensausmaßes S wird die Verletzungsschwere bei Unfallfolgen herangezogen. Die Skala reicht von 1 bis 40.

S Schweregrad

1 geringfügige Folgen, Verletzung ohne Fehltage durch Krankheit

3 mäßig schwere Folgen, Verletzung mit Fehltagen

7 Schwere, bleibende Verletzung mit Fehltagen

15 Sehr schwere Folgen, ein Todesopfer

40 Katastrophe, mehrere Todesopfer

Risikoindex

Das Ergebnis der Multiplikation der Parameter definiert den Risikoindex: $R = S \times E \times P$. Der Risikoindex besteht aus fünf Kategorien. Auf der Grundlage dieses Risikoindex können die geeigneten (technischen) Maßnahmen ermittelt werden. Eliminieren oder reduzieren Sie Risiken so weit wie möglich (inhärent sichere Maschinenkonstruktion und -konstruktion).

Klassifizierung Risiko-Index Risiko und Kennzahlen

- 1 $R = 21$ Leichtes Risiko; Annehmbar
- 2 $21 < R = 71$ Geringes Risiko; Aufmerksamkeit erforderlich
- 3 $71 < R = 201$ Mäßiges Risiko; einfache Maßnahmen anwenden
- 4 $20 < R = 401$ Hohes Risiko; technische Maßnahmen sofort anwenden
- 5 $R > 401$ Risiko ist zu hoch; Stopp von Aktivitäten / Operationen

7.2 Erläuterung zur Bewertung der physischen Belastung

Arbeitshaltungen

Hier ist die Schulter-Arm-Haltung besonders wichtig. Da die Bewegung 112 Mal (bei zwei Federn) oder 224 Mal (bei vier Federn) an einem Arbeitstag stattfindet, handelt es sich hier um gleichförmige, sich häufig wiederholende Bewegungsabläufe

Wiederholende Bewegungsabläufe.

Hier wurde die Methode OCRA aus dem NEN 1005-4 angewendet:

- Haltung und Bewegung (0,7)
- Wiederholung (0,7)
- Zusätzliche Faktoren (z.B. Vibration, Kälte, Schall, Arbeiten mit Handschuhen) (1)
- Leistung (0,2)
- Erholungszeitraum (1)
- Arbeitszeit (2)

Basierend auf jedem dieser Faktoren wird eine Formel ausgefüllt. Das Ergebnis führt zu einer Indexnummer, die den Grad des Risikos angibt (kein Risiko/niedriges Risiko/hohes Risiko). Die Werte pro Ergebnis sind für die Arbeit mit Spannstangen ermittelt worden: Die Formel lautet jetzt $30 \times 0,7 \times 0,7 \times 1 \times 0,2 \times 1 \times 2 = 5,88$. Bewertung "3.5 = Risiko.

Krafteinsatz durch Schieben und Ziehen

Der 1005-3-Standard konzentriert sich hauptsächlich auf Belastungen, die auf den Körper wirken während er unterstützt wird (z.B. im Sitzen). Dies ist bei der Arbeit mit Spannstangen nicht der Fall. Dieser Standard ist daher nicht gut anwendbar. Die Chaffin-Methode mit NIOSH-Standard ist jedoch gut anwendbar und wurde dafür verwendet.

Biomechanisches Berechnungsmodell der Chaffin-Methode auf Basis von NIOSH-Standards

Es gibt mehrere Arten von Federn und die erforderliche Armkraft variiert pro Drehung (wenn die Feder stärker gespannt ist, wird mehr Kraft für die nächste Drehung benötigt). Da es sich um den Vergleich zwischen der Arbeit mit Spannstangen und ohne Spannstangen handelt, wurde in Chaffin eine individuelle Situation eingeführt. Chaffin gibt pro Körpersegment an, welcher Anteil der Techniker (in %) diese Bewegung ohne Risiko von Beschwerden durchführen kann (Strenght % Capable).

3DSSPP - Status - Untitled Task - Frame 0

Anthropometry Gender: Male, Percentile: 50th Ht (cm): 175.1, Wt (Kg): 83.9	Hand Forces (N) Left: 20.0 Right: 178.0
--	--

Ausgangspunkt : männlicher Beschäftigter, durchschnittliche Größe, Gewicht ca. 84 KG.

VeerCoast		1.233.104		x 1000 Cycles	
Dode wikkels	2,000	MIP	1450,78	1335,45	1265,00
inch.pound*coil/turn	numerical	M	163.916,1	151340,7	142505,2
			100%	52%	57%
			1,101	1,016	0,960
					0,917
					0,787

inch	L	total	active	IPPT	C	100%	52%	57%	53%	72%
22	48.9	119.0	117.0	52.3	10639.3	15.6	14.4	13.6	13.0	11.1
23	47.6	121.0	119.0	91.7	10362.2	15.8	14.6	13.8	13.2	11.3
24	46.4	123.0	121.0	90.2	10190.9	16.1	14.9	14.0	13.4	11.5
25	49.2	125.0	123.0	88.7	10025.2	16.4	15.1	14.3	13.6	11.7

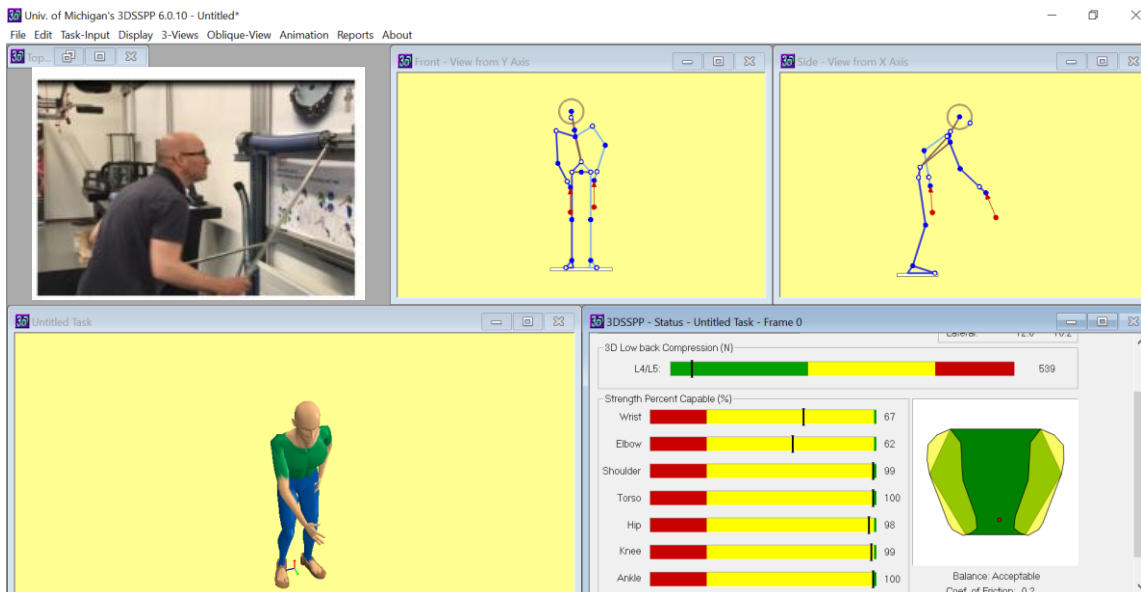
Als Ausgangspunkt für die Bestimmung wurden folgende repräsentative Situationen angenommen:

- Bei 2 Federn: 14 Umdrehungen pro Feder, das sind insgesamt 56 Vierteldrehungen pro Feder, das sind 112 Vierteldrehungen pro Tag.
- Bei 4 Federn: 14 Umdrehungen pro Feder, mit je 4 Vierteldrehungen sind 224 Viertelumdrehungen pro Tag.
- Bei einer Länge des Hebels/Spannstange von 0,8 Metern: 142,92 N in der Abbildung oben mal 1,2 basiert auf 1 mtr und dies wurde auf 0,8 mtr umgewandelt, das Ergebnis ist daher 178,65 N.

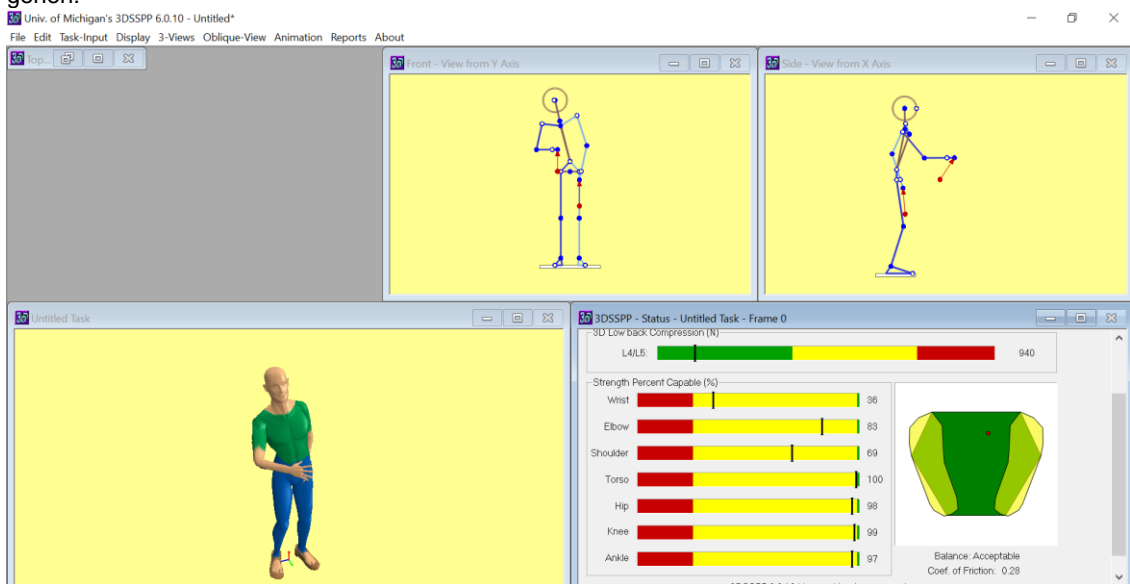
Chaffin berechnet die Belastungen für einen Tag. Und das, obwohl diese Leistung in der Praxis im Schnitt 112- oder 224-mal so hoch ist. Der französische Industriestandard AFNOR NF X 35-106 wurde verwendet, um von 1x auf 112 und 224 mal umzuwandeln. Dieser Standard gibt an, dass bei der Wartung mit einem Arm der Unterschied in der akzeptablen Last zwischen der Ausführung des Vorgangs einmal und dem gleichen Vorgang 112 x pro Stunde etwa 20 % beträgt. Bei 224 Mal pro Stunde beträgt die Korrektur etwa 30 %. Dies bedeutet, dass die gefundenen Werte wie einer einmaligen Bewegung entsprechend korrigiert wurden.

Da die Position des Schultergelenks besonders wichtig ist, wurde sowohl der Anfang, die Mitte als auch das Ende der Bewegung bestimmt. Die Lage von Strukturen und Muskeln um das Schultergelenk bedeutet, dass der Übergang von "Unterhand" zu "Überhand" besonders stressig ist, die Ergebnisse bestätigen dies. Da der Arm, der die Spannung ausführt (und nicht der Fixierarm) der begrenzende Faktor ist, zielt die Bewertung darauf ab.

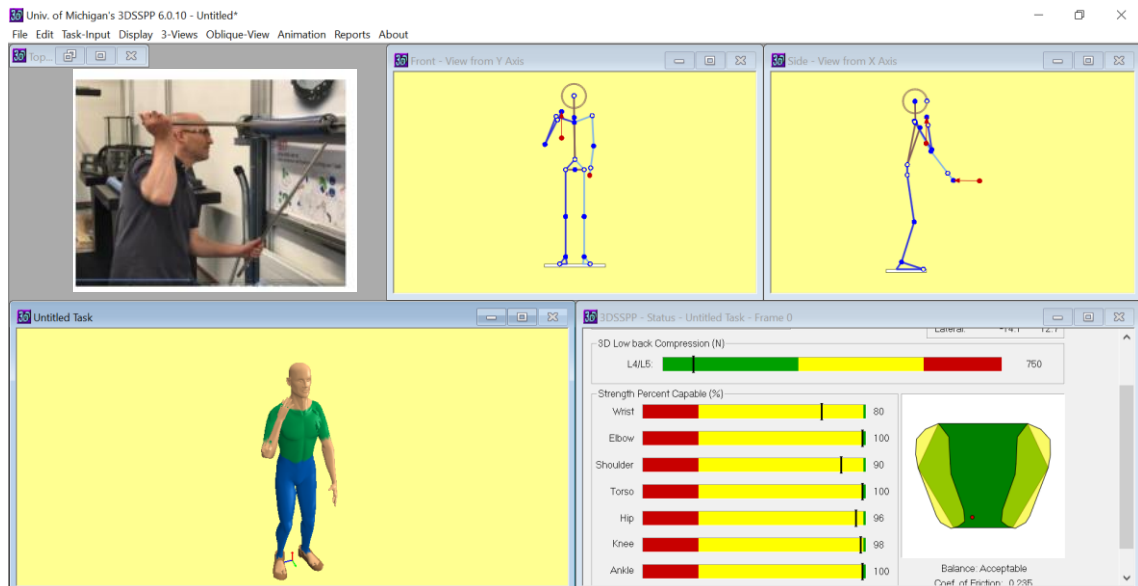
Start der Bewegung „Spannen“:



Mittlere Spannungsbewegung: Hand macht eine Bewegung, um von der Unterhand in die Oberhand zu gehen:



Ende der Bewegung „Spannen“: Rechte Hand drückt in oberer Handposition nahe der Schulter nach oben



Das Ergebnis der Chaffin-Anwendung wurde um 20% (für 112-mal) und 30% (für 224 mal) wegen des Frequenzfaktors erhöht (Dies ist nicht einmal am Tag, sondern 112 oder 224 mal in einer Stunde). Da Chaffin auf „strength% capable“ basiert, d.h.auf dem Teil der Bevölkerung, die dies problemlos tun kann, spiegelt sich das Ergebnis wieder: d.h. der Teil der Bevölkerung (in %) die im Rahmen dieser Arbeit möglicherweise Beschwerden haben können. Sowohl für Handgelenk, Ellenbogen als auch für Schulter wurde der begrenzende Faktor immer als Ausgangspunkt (Start-Mittel- oder Endbewegung) genommen.

Zusätzliche Bemerkungen:

- Es ist wahrscheinlich, dass Spitzenkräfte in der Praxis genau in den schwierigen Situationen/ Haltungen auftreten. Die Belastung ist in diesen Fällen sehr wahrscheinlich höher. Untersuchungen zeigen, dass in solchen Situationen das Prinzip der Massenträgheit/Beschleunigung einen großen Einfluss hat. Push/Pull-Messungen wurden bei idd parts unter kontrollierten Laborsituationen durchgeführt, in der Praxis sind diese Kräfte oft höher. Dies ist aus zwei Gründen wichtig: Erstens: Die Kraft ist in der Praxis höher als die Kraft, die unbedingt notwendig ist und die man in einem Laboraufbau misst. Hier kommt es zu einer Unterschätzung des Risikos. Zweitens: Vor allem Menschen, die kleiner sind, weniger stark sind und/oder weniger Masse/Gewicht haben, müssen Spitzenkräfte anwenden, um diese Arbeit ausführen zu können, so dass für sie die Belastung überproportional hoch ist. Das liegt auch daran, dass ihre Belastbarkeit im Durchschnitt bereits geringer ist.
- Die Häufigkeit wird in die durchschnittliche Anzahl von Aktionen pro Stunde umgewandelt. In der Praxis wird jedoch eine Feder kontinuierlich gedehnt, so dass die Bewegungen/die Kraft direkt ohne Ruhemomente aufeinander folgen, das hat eine belastende Wirkung. Dieser Effekt ist in der zu diesem Zweck verfügbaren Standardisierung nicht enthalten.
- Da das Schultergelenk viel komplizierter ist als Handgelenk und Ellbogen, treten dort eher Beschwerden auf. Das Chaffin-Modell nimmt in erster Linie die Fähigkeit der Muskeln an, Kraft zu liefern und nicht in erster Linie aus fragilen Strukturen um die Gelenke, insbesondere das Schultergelenk.
- Die Bereitstellung von Leistung durch Schieben und Ziehen ist von zentraler Bedeutung. Wir haben uns auch angeschaut, wie die Inspektion SZW dies bewertet. Die Inspektion SZW verwendet jedoch

ein Verfahren, das in erster Linie für die Arbeit mit Rollenbehältern bestimmt ist und daher nicht für die Bewertung dieser Arbeit geeignet ist.¹²

¹² <https://www.inspectieszw.nl/publicaties/richtlijnen/2012/06/15/bim-fysieke-belasting-duwen-en-trekken>