

**Weiterentwicklung des digitalen Menschmodells CharAT Ergonomics -  
Entwicklung von Ergotyping®-Tools - Tool 2: Body Force**

Bearbeiter: Dr.-Ing. Christiane Kamusella

Kooperationspartner: Virtual Human Engineering GmbH Stuttgart

Ergonomieaspekte in Normen			
1	Physische Anforderungen	1.1	Körpermaße
		1.2	Körperhaltung
		1.3	Körperbewegung
		1.4	Sehraum, Sehvermögen
		1.5	Körperkräfte
		1.6	Belastbarkeit
		1.7	:
4	Anforderungen an (Maschinen-) Elemente zur Informationsaufnahme	4.1	Signale
		4.2	Anzeigen
		:	
5	Anforderungen an Informations-eingabe- u. Betätigungselemente	5.1	Stellteile

Ergotyping-Tool „Körperkräfte“

Anthropometrisch-kinematisches Menschmodell

Theoretische Grundlagen, Datenaufbereitung und Gesamtkonzeption des Ergotyping-Tools Body Force wurden an der TU Dresden, Arbeitswissenschaft erarbeitet (s. Brandstädt 2010; Kamusella 2010; Heimbald 2011). Im Rahmen eines Kooperationsvertrages erfolgte die rechentechnische Umsetzung und Anbindung an CharAT Ergonomics durch die VHE GmbH (s. Kamusella und Ördögh 2011; Ördögh, Geher, Kamusella und Szeredy 2011). Die Validierung der Software erfolgte unter Mitwirkung der TU Dresden.

**Zielsetzung:**

Während der Lebensphasen der Maschine treten kraftbetonte Tätigkeiten auf, die durch unterschiedliche Körperhaltungen, -bewegungen, Gliedmaßenstellungen und Kraftrichtungen charakterisiert sind. Das Ergotyping-Tool "Körperkräfte" ist zur Ermittlung und Beurteilung von Körperkräften an digitalen Prototypen nutzbar. Es lässt Ist-Zustands- und Planungsanalysen zu. Es dient der qualitativen Abschätzung sowie quantitativen Ermittlung isometrischer Aktionskräfte des Arm-Schulter- und Ganzkörpersystems.



Das Ergotyping-Tool orientierte sich bei der Recherche und Aufbereitung von Daten am Stufenmodell (s. Entwicklung von Ergotyping®-Tools und [www.ergotyping.net](http://www.ergotyping.net)). Da für Stufe 1 kaum harmonisierte Normen zu Körperkräften (DIN EN 1005-3:2009-01) vorliegen, konzentrierte sich die momentane Umsetzung auf Daten aus Stufe 2.

Eine Recherche von Literaturquellen zeigte jedoch auch hier Defizite an verfügbaren Körperkraftwerten auf. Daher wurden existierende nationale Kraftnormwerte und Erkenntnisse gemäß dem Stand der Wissenschaft verwendet.

Folgende Kraftbewertungsverfahren wurden aufbereitet und in das Tool integriert:

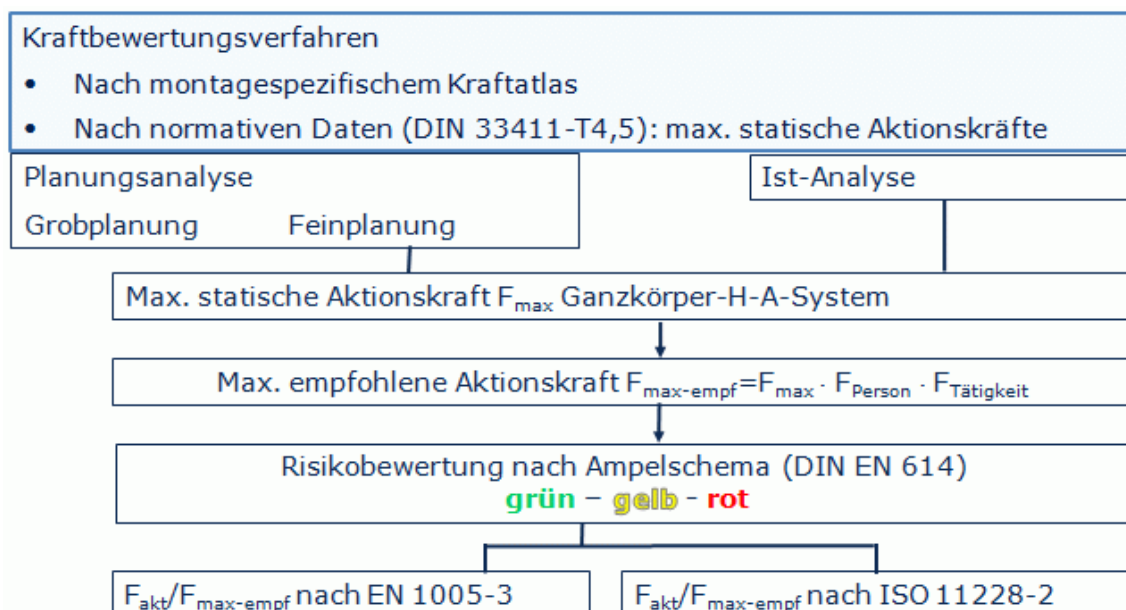
1. Montagespezif. Kraftatlas, welcher dem Stand der Wiss. entspricht  
Der Montagespezifische Kraftatlas weist neueste Kraftwerte auf, die den Erfordernissen der Industrie gerecht werden.
2. Kraftbewertung unter Nutzung nationaler Kraftnormdaten, die allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen sowie unter Verwendung von Reduktionsfaktoren nach Grenzkraftverfahren von Buhrandt und Schultetus, was dem Stand industrieller Anwendung zugeordnet werden kann.

Auf Grundlage maximal statischer Aktionskräfte, die entweder aus Normdaten oder aus dem Montagespezifischem Kraftatlas stammen, werden unter Beachtung personen- und tätigkeitsbezogener Faktoren maximal empfohlene Aktionskräfte berechnet und einer Bewertung nach Ampelschema zugeführt. Der Quotient aus erforderlicher Kraft/ aktuell vorhandener Kraft  $F_{akt}$  und maximal empfohlener Kraft entscheidet über die Risikostufe. Die Risikobereiche grün, gelb rot sind dabei für Planung und Ist-Analyse in Anlehnung an Konventionen in betreffenden europäischen (EN) und internationalen Normen (ISO) unterschiedlich definiert. Der Quotient nach Stufe grün wird nochmals gesondert hervorgehoben und als optimal empfohlene Aktionskraft ausgewiesen.

Unterschieden wird nach Planungsanalyse mit den Stufen Grob- und Feinplanung sowie nach Ist-Analyse.

Für Ist-Analysen wird beim Montagespezifischen Kraftatlas das 50.Kraftperzentil und bei Planungsanalysen das 15.Kraftperzentil zugrunde gelegt. Berücksichtigt sind die im Verfahren enthaltenen Einflussfaktoren wie Geschlecht, Alter der Nutzergruppe, Kraftausübungsfall ein-, beidhändig, Asymmetrie des Körpers, Körperhaltung.

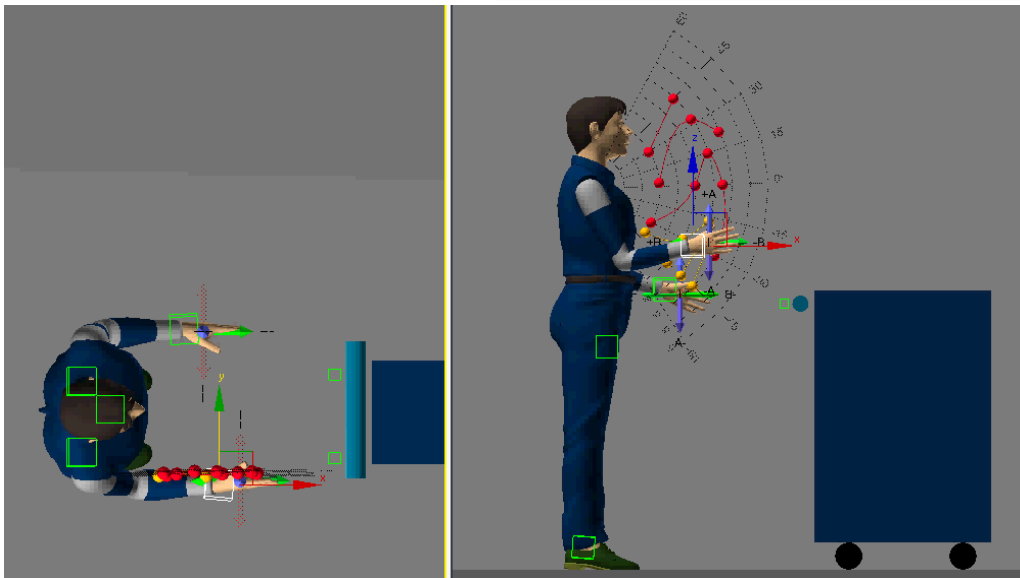
Werden normative Daten genutzt, kann der Nutzer in erster Stufe eine Grobabschätzung anhand angezeigter Krafttendenzen vornehmen und diese in 2.Stufe detailliert für einzelne Kraftangriffspunkte quantifizieren. Die Daten gelten für beliebige Perzentile beider Geschlechter in symmetrischer Körperhaltung.





**Beispiel: Istanalyse nach MKA:  
 einhändig, stehend, Krachtrichtung –A  
 Mann 50. Perzentil, 35 Jahre**

FORCE	
Maximal action force in N (Montagespezifische Kraftatlas)	:318,0
Frequency per minute	:0,80
Frequency per 8 hours	:0,80
Duration in minutes	:0,70 (FA: 1,00)
Currently applied force in N	:175,00
Maximum recommended force in N	:254,40
Optimal recommended force in N	:216,24
Risk assessment ISO 11228-2	:(0,69) No measures are required.



Brandstädt, Felix: Konzeption eines Ergonomie-Tools zur rechnerunterstützten Ermittlung isometrischer Aktionskräfte unter Nutzung virtueller Menschmodelle. Großer Beleg 2010. TU Dresden, Professur für Arbeitswissenschaft

Kamusella, Christiane: Konzeption und Datenaufbereitung von Ist-Zustands- und Planungsanalyse nach Montagespezifischem Kraftatlas für das Ergotyping-Tool "Körperkräfte" Internes Arbeitspapier 2010. TU Dresden, Arbeitswissenschaft.

Heimbold, Tobias: Recherche und Aufbereitung von Daten zu isometrischen Aktionskräften harmonisierter Normen nach Maschinenrichtlinie. Großer Beleg 2011. TU Dresden, Professur für Arbeitswissenschaft

Kamusella, Chr.; Ördögh, L.: Ergotyping-Tool „Körperkräfte“. Dokumentation des 57. Arbeitswissenschaftlichen Kongresses der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft in Darmstadt, 23.-25.03.2011, GfA-Press Dortmund 2011, S. 623-626.

Ördögh, László; Gehér, Klára (Virtual Human Engineering GmbH); Kamusella, Christiane (Institute of Material Handling and Industrial Engineering, Professorship of Ergonomics, Dresden University of Technology); Csaba Szeredy (NexStep Consulting Kft.): Virtual Human Engineering Plugin. Paper for International Summit on Human Simulation 2011, St. Pete Beach, Florida, on May 26-27, 2011