

Tutorial Einführung in die Nutzung des Ergotyping®-Tools Body Forces

(s. auch: <http://ergotyping.net>)

Dieses Tutorial entstand im Rahmen der Lehrveranstaltung „Digitale Menschmodelle zur Arbeitsplatzgestaltung“ an der TU Dresden, Professur für Arbeitswissenschaft.

Es bezieht sich auf die Arbeit mit dem Ergonomiewerkzeug CharAT Ergonomics, Ergotyping®-Tool „Body Forces“ (Entwicklung in Zusammenarbeit zwischen VHE GmbH Stuttgart und TU Dresden, Arbeitswissenschaft), welches in die 3D-Modellierungs- und Animationssoftware 3D Studio MAX integriert sein muss.

Da in dem Tutorial die fachlichen Grundlagen für Ergonomieuntersuchungen nicht explizit erläutert werden, sind Kenntnisse in der Ergonomie eine notwendige Voraussetzung zum Verständnis der beschriebenen Sachverhalte. Erläuterungen zu Funktionen sind nur dort in kurzer Form ergänzend eingefügt, wo sie für die Handhabung von CharAT erforderlich sind.

Hinweise zur Verwendung der Lehrunterlage

Lehrunterlagen unterliegen auch in ihren Teilen dem Urheberrecht. Die weitere Verwendung dieses Materials für andere Studienaufgaben oder für kommerzielle Zwecke, die Weitergabe an Dritte bzw. die Veröffentlichung in eigenen Arbeiten oder im Internet sind nur mit schriftlicher Zustimmung des Autors zulässig.

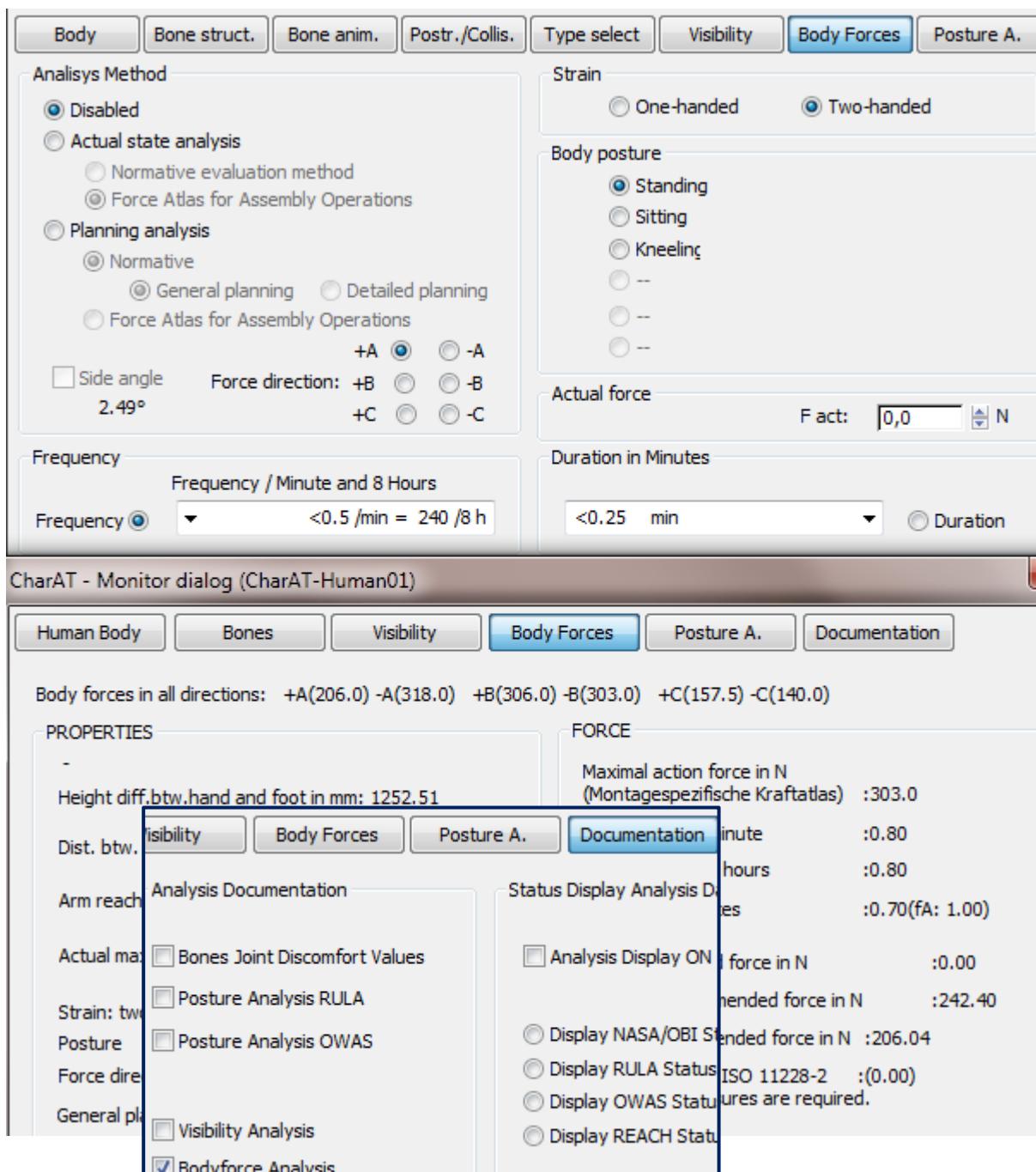
Dr.-Ing. Christiane Kamusella

E-Mail: Christiane.Kamusella@tu-dresden.de

Fakultät Maschinenwesen Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme

Professur für Arbeitswissenschaft

Das Ergonomie-Tool "Body Force" besteht aus der Registerkarte "Body Forces" im *Control Dialog* und aus der Registerkarte "Body Forces" im *Monitor-Dialog*. Beide bilden zusammen eine Einheit. Zusätzlich erfolgt eine Dokumentation aller berechneten Daten im *Monitor-Dialog* in der Registerkarte *Dokumentation*.



The screenshot shows two windows side-by-side:

- Top Window (CharAT - Control Dialog):**
 - Tab bar: Body, Bone struct., Bone anim., Postr./Collis., Type select, Visibility, **Body Forces**, Posture A.
 - Analysys Method:**
 - Disabled (radio button)
 - Actual state analysis (radio button)
 - Normative evaluation method (radio button)
 - Force Atlas for Assembly Operations (radio button)
 - Planning analysis (radio button)
 - Normative (radio button)
 - General planning (radio button)
 - Detailed planning (radio button)
 - Force Atlas for Assembly Operations (radio button)
 - Strain:** One-handed (radio button), Two-handed (radio button) (selected)
 - Body posture:**
 - Standing (radio button) (selected)
 - Sitting
 - Kneeling
 -
 -
 -
 - Actual force:** F act: 0,0 N
 - Frequency:** Frequency / Minute and 8 Hours
 - Frequency (radio button) <0.5 /min = 240 /8 h
 - Duration (radio button) <0.25 min
 - Duration in Minutes:**
- Bottom Window (CharAT - Monitor dialog):**
 - Tab bar: Human Body, Bones, Visibility, **Body Forces**, Posture A., Documentation
 - Body forces in all directions:** +A(206.0) -A(318.0) +B(306.0) -B(303.0) +C(157.5) -C(140.0)
 - PROPERTIES:**
 - Height diff.btw.hand and foot in mm: 1252.51
 - Dist. btw. (radio button) (selected)
 - Arm reach (radio button)
 - Actual max. (radio button)
 - Strain: tw (radio button)
 - Posture (radio button)
 - Force direc. (radio button)
 - General plan. (radio button)
 - FORCE:**
 - Maximal action force in N (Montagespezifische Kraftatlas) :303.0
 - Min. force in N :0.80
 - Max. force in N :0.80
 - Max. force in N :0.70(fA: 1.00)
 - Min. force in N :0.00
 - Max. force in N :242.40
 - Display NASA/OBI Status (radio button) (selected)
 - Display RULA Status (radio button)
 - Display OWAS Status (radio button)
 - Display REACH Status (radio button)

Folgende Kraftbewertungsverfahren sind implementiert:

Kraftbewertungsverfahren

- Nach Montagespezifischem Kraftatlas MKA (Stand der Wiss.)
- Unter Nutzung normativer Daten der DIN 33411-T4,5 sowie personen- und tätigkeitsbezogener Parameter aus Grenzkraftverfahren Siemens/Derivate (Fassung Bullinger)

Programmintern:

Zugriff auf Kraftdatenbanken (MKA/ Normdaten):

Max. statische Aktionskraft F_{max} Ganzkörper-Arm-Schulter-System



Berechnung:

$$\text{Max. empfohlene Aktionskraft } F_{max.empf} = F_{max} \cdot f_{\text{Person}} \cdot f_{\text{Tätigkeit}}$$



Bewertung Kraftausübungsfall nach Ampelschema
Risikobereiche grün-gelb-rot
Gemäß:

Planungsanalyse

Ist-Analyse

$$F_{aktuell} / F_{max.empf} \text{ nach DIN EN 1005-3}$$

$$F_{aktuell} / F_{max.empf} \text{ nach ISO 11228-2}$$

| Risikozone: | Risikofaktor = $\frac{F_{aktuell}}{F_{max.empf}}$ | |
|-------------------------|---|---------------------------------------|
| Grün- empfohlen | $F_{akt} / F_{max.empf} \leq 0.5$ | $F_{akt} / F_{max.empf} \leq 0.85$ |
| $F_{opt-empfohlen}$ | $F_{max-empfohlen} \times 0.5$ | $F_{max-empfohlen} \times 0.85$ |
| Gelb nicht empfohlen | $0.5 < F_{akt} / F_{max.empf} < 0.7$ | $0.85 < F_{akt} / F_{max.empf} < 1.0$ |
| Rot - vermeiden | $F_{akt} / F_{max.empf} > 0.7$ | $F_{akt} / F_{max.empf} \geq 1.0$ |

Fakultät Maschinenwesen Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme

Professur für Arbeitswissenschaft

Grün: Empfohlene Zone: Das Risiko von Erkrankungen oder Verletzungen ist vernachlässigbar klein. Kein Handlungsbedarf, keine Maßnahmen erforderlich
→ No measures are required

Gelb: Nicht empfohlene Zone: Das Risiko von Erkrankungen oder Verletzungen kann nicht außer Acht gelassen werden. Diese Risiken müssen deshalb genauer analysiert werden
Handlungsbedarf, Maßnahmen können erforderlich werden
→ Measures are required

Rot: Zu vermeidende Zone: Das Risiko von Erkrankungen oder Verletzungen ist offensichtlich und kann nicht akzeptiert werden. Maßnahmen zur Risikominderung sind deshalb erforderlich.
Handlungsbedarf, Maßnahmen unmittelbar erforderlich
→ Measures are immediately required

Standardmäßig ist im Control Dialog die *Disabled Checkbox* eingeschaltet, damit ist das Körperkraft-Tool OFF gestellt. Um ein Verfahren auszuwählen, ist das Charat Objekt zu selektieren und der Schalter des gewünschten Verfahrens zu setzen.

Ist-Analyse: Dieses Verfahren ist geeignet, wenn bereits ein Gestaltungszustand und eine Körperhaltung der Nutzergruppe vorliegen. Überprüft werden kann, ob der Kraftaufwand am Kraftangriffspunkt für den Kraftausübungsfall und für die gegebene Nutzergruppe(Alter, Geschlecht, Perzentil) akzeptabel ist.

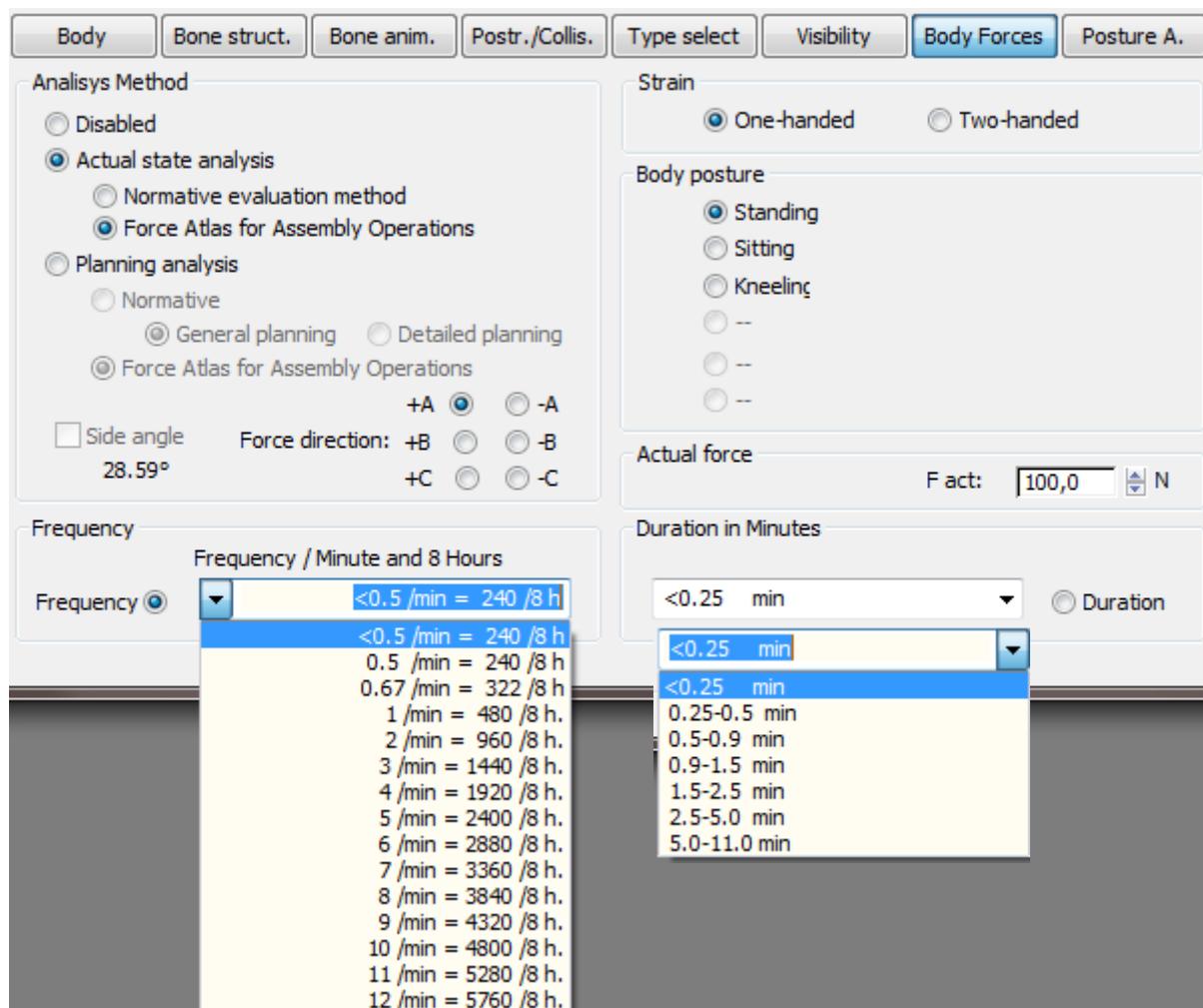
Planungs-Analyse: Diese Methode liefert ein Werkzeug zur Ermittlung maximal zulässiger Aktionskräfte für eine zu planende künftige Nutzergruppe und für einen zu planenden Gestaltungszustand. Jedes Ergebnis ist vom Alter, Geschlecht, Perzentil und der Körperhaltung des Körpers abhängig. Unterstützt wird die Auslegung von Kraftangriffspunkten und Kraftausübungsfällen so, dass Gesundheitsrisiken von vornherein gering gehalten werden.

Kraftbewertung nach MKA – Ist-Analyse

☞ Hinweis:

Berücksichtigt sind im MKA nur die Körpergrößenklassen 5-50-95 Perzentil Mann, Frau, deutsch (DIN 33402) → keine anderen anthropometrischen Datensätze verwenden!

Alle Daten werden auf Basis der Daten des Montagespezifischen Kraftatlas berechnet.



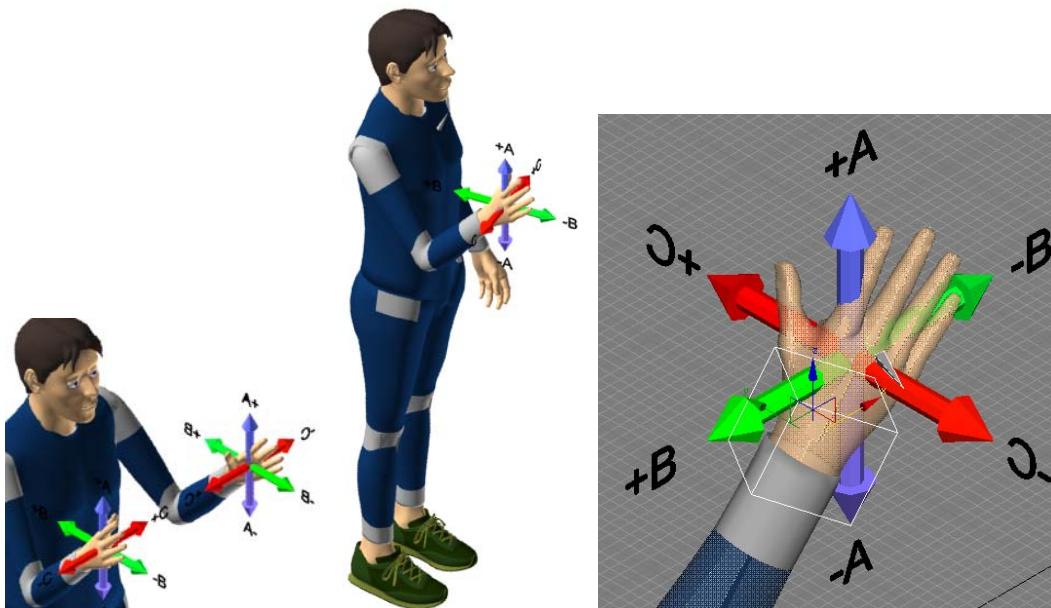
The screenshot shows a software interface for calculating force parameters based on assembly operations. The top navigation bar includes tabs: Body, Bone struct., Bone anim., Postr./Collis., Type select, Visibility, Body Forces (which is selected), and Posture A. The main area is divided into several sections:

- Analysys Method:** Includes radio buttons for Disabled, Actual state analysis (selected), Planning analysis, and Normative. Under Actual state analysis, there are options for Normative evaluation method and Force Atlas for Assembly Operations (also selected). There are also radio buttons for +A, -A, +B, -B, +C, and -C.
- Strain:** Radio buttons for One-handed (selected) and Two-handed.
- Body posture:** Radio buttons for Standing (selected), Sitting, Kneeling, and three other unlabeled options.
- Actual force:** A field labeled "F act:" with a value of "100,0" and a unit indicator "N".
- Frequency:** A dropdown menu titled "Frequency / Minute and 8 Hours" with the following options:
 - Frequency (radio button selected)
 - <0.5/min = 240 /8 h (highlighted in blue)
 - <0.5/min = 240 /8 h
 - 0.5 /min = 240 /8 h
 - 0.67/min = 322 /8 h
 - 1 /min = 480 /8 h.
 - 2 /min = 960 /8 h.
 - 3 /min = 1440 /8 h.
 - 4 /min = 1920 /8 h.
 - 5 /min = 2400 /8 h.
 - 6 /min = 2880 /8 h.
 - 7 /min = 3360 /8 h.
 - 8 /min = 3840 /8 h.
 - 9 /min = 4320 /8 h.
 - 10 /min = 4800 /8 h.
 - 11 /min = 5280 /8 h.
 - 12 /min = 5760 /8 h.
- Duration in Minutes:** A dropdown menu with the following options:
 - <0.25 min (highlighted in blue)
 - <0.25 min
 - 0.25-0.5 min
 - 0.5-0.9 min
 - 0.9-1.5 min
 - 1.5-2.5 min
 - 2.5-5.0 min
 - 5.0-11.0 min

Folgende Eingangsgrößen sind im Control-Dialog durch den Nutzer festzulegen und über die entsprechenden Schalter zu aktivieren:

- Ist-Kraft (aktuelle Kraft)
- Frequenz oder Dauer der durchgeföhrten Tätigkeit im Kraftausübungsfall
- Kraftrichtung $\pm A, \pm B, \pm C$
- Kraftausübung ein- oder beidhändig

Visuell wird das durch Einblenden der Kraftrichtungsvektoren in den Handmitten unterstützt. Aktuelle Parameter des Kraftangriffspunktes werden programmintern trotzdem stets für die **rechte** Hand ausgewertet: daher ist Kraftausübung mit aktiver linker Hand in der Simulation in eine aktive rechtshändige zu wandeln

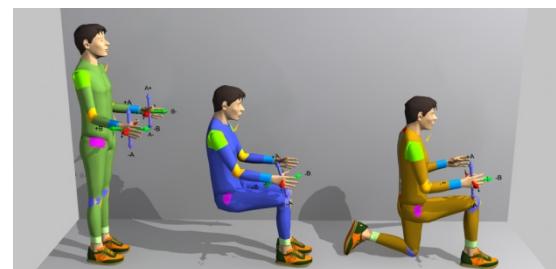
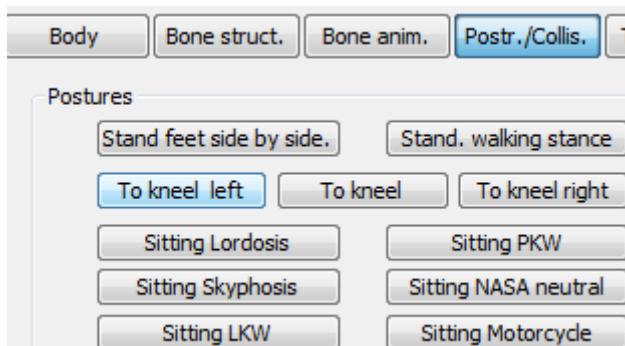


- Körperhaltung

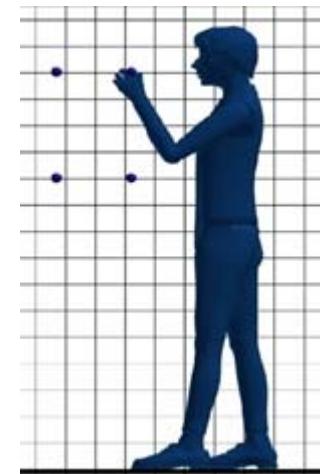
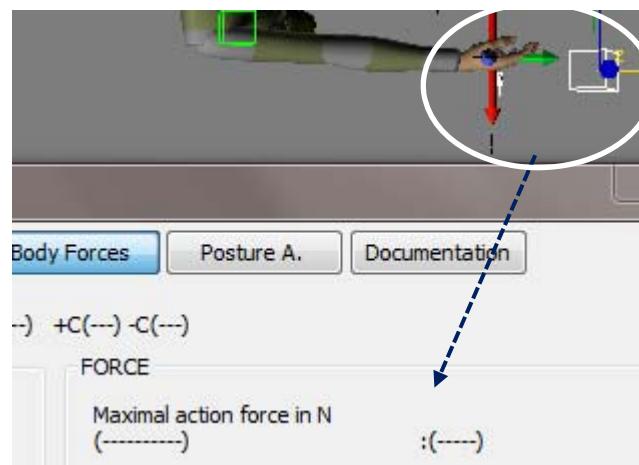
Folgende Körperhaltungen – sowohl symmetrisch als auch asymmetrisch - werden berücksichtigt:

| | | | |
|--------|------------------|-------|----------------|
| Stehen | Aufrecht stehend | Knien | Knien aufrecht |
| | Gebeugt stehend | | Knien gebeugt |
| | Überkopf stehend | | Knien Überkopf |
| Sitzen | Sitzen aufrecht | | |
| | Sitzen gebeugt | | |
| | Sitzen Überkopf | | |

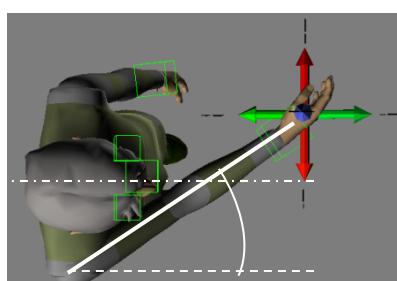
Im Tool ist nur die Grundkörperhaltung auszuwählen, programmintern wird automatisch über die Handtargetposition bzw. bei Bewegung des Handtargets von CharAT erkannt, ob eine gebeugte, aufrechte oder Überkopfhaltung vorliegt. Ebenso wird ab einer Rumpftorsion von $>10^\circ \pm 3^\circ$ (**sicher erkannt ab $> 15^\circ$**) die Haltung automatisch als asymmetrisch eingestuft. Es kann in der Registerkarte Body der Schalter *Invers Biomechanic* aktiviert werden, damit Haltungen über Hand-Targetsteuerung eingestellt werden können. Zur Voreinstellung der Grundhaltung kann in der Registerkarte Postr/Coll. im Feld Posture eine vordefinierte Körperhaltung durch Aktivierung der entsprechenden Schaltfläche geladen werden.


☞ Hinweis:

Die Zuordnung eines Kraftangriffspunktes zu einer der neun Körperhaltungen erfolgt über Wertebereiche, die perzentilabhängig abgeleitet wurden und programmintern hinterlegt sind. Die Variation von Handhöhe und –entfernung zum Körper entscheidet demnach über diesen Wertebereich. Die Horizontallage des Handtargets begrenzt ebenfalls den Wertebereich. Außerhalb der Wertebereiche liegenden Handtargets werden keine Werte zugeordnet.



Beispiel aufrecht stehend, F5



Bewegung zur Medianebene hin: begrenzt (etwa 45°), von der Medianebene weg: begrenzt durch Greifbereich

Fakultät Maschinenwesen Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme

Professur für Arbeitswissenschaft

Handhöhe: senkrechter Abstand zwischen **rechter** Handmitte und Endpunkt des Calcaneus des rechten Fußes (nahezu Fußbodenebene)

Handentfernung: horizontaler Abstand zwischen Schultergelenkpunkt und rechter Handmitte

Torsion: Rumpftorsion $>10^\circ \pm 3^\circ$ (**programmintern sicher erkannt: >15°**) in Bezug zum Drehpunkt der LWS

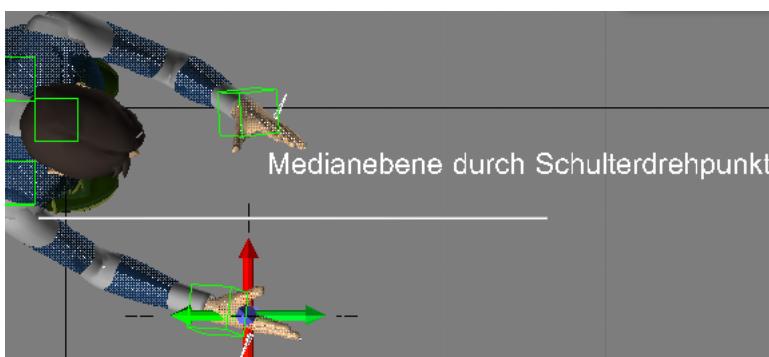
Diese Torsion kann zwar eingestellt werden über z-Rotation des Bones 89 oder über Bewegung der Handtargets, sollte aber nur über Hand-Targets eingestellt werden.

ACHTUNG: hier ist zu beachten, dass durch horizontale Bewegung der Handtargets nur dann entsprechende Werte für Asymmetrie gefunden werden, wenn der Wertebereich eingehalten ist

Daher empfiehlt es sich, dass das Hand-Arm-System in Ausgangslage zunächst in der Medianebene durch den Schultergelenkpunkt zu liegen kommt und dann durch Führung *beider* Handtargets die Drehung des Oberkörpers ausgeführt wird.

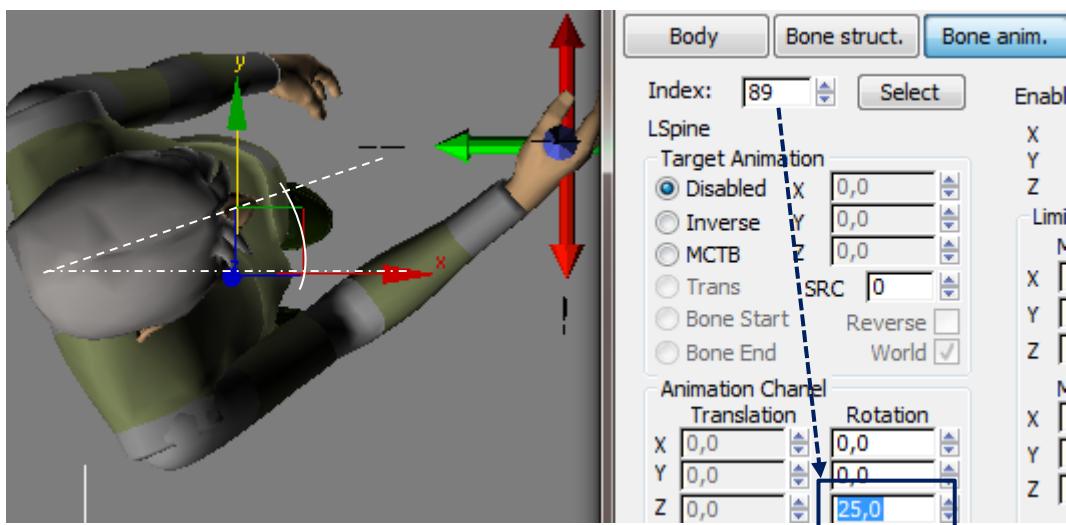
Diese Torsion kann über Bewegung der Hand-Targets bei aktivierter inverser Biomechanik bzw. über z-Rotation des Bones 89 eingestellt werden.

ACHTUNG: hier ist zu beachten, dass durch horizontale Bewegung der Handtargets nur dann entsprechende Werte für Asymmetrie gefunden werden, wenn der Wertebereich eingehalten ist und dabei der Torsionswinkel von $> 10^\circ \pm 3^\circ (>15^\circ)$ überschritten wird. Daher sollte in diesem Fall das Hand-Arm-System in Ausgangslage zunächst in der Medianebene durch den Schultergelenkpunkt zu liegen kommen und dann durch Führung *beider* Handtargets die Drehung des Oberkörpers ausgeführt werden.



Hinweis:

Empfohlen wird, die Drehung definiert über Eingabe eines Winkels im Bone 89 einzustellen.



Im Monitor dialog wird für die gewählte Kraftrichtung, aber gleichzeitig auch für alle anderen Kraftrichtungen eine Aktionskraft aus der Datenbank intern gefiltert, die bereits um die Faktoren: perzentilabhängige Haltung, Asymmetrie/Symmetrie, Ein-, Beidhändigkeit, Alter der Nutzergruppe reduziert wurde. Die Aktionskraft ist für die Ist-Analyse ein männlicher **P50**-Wert, d. h. ein männliches 50.Kraftperzentil.

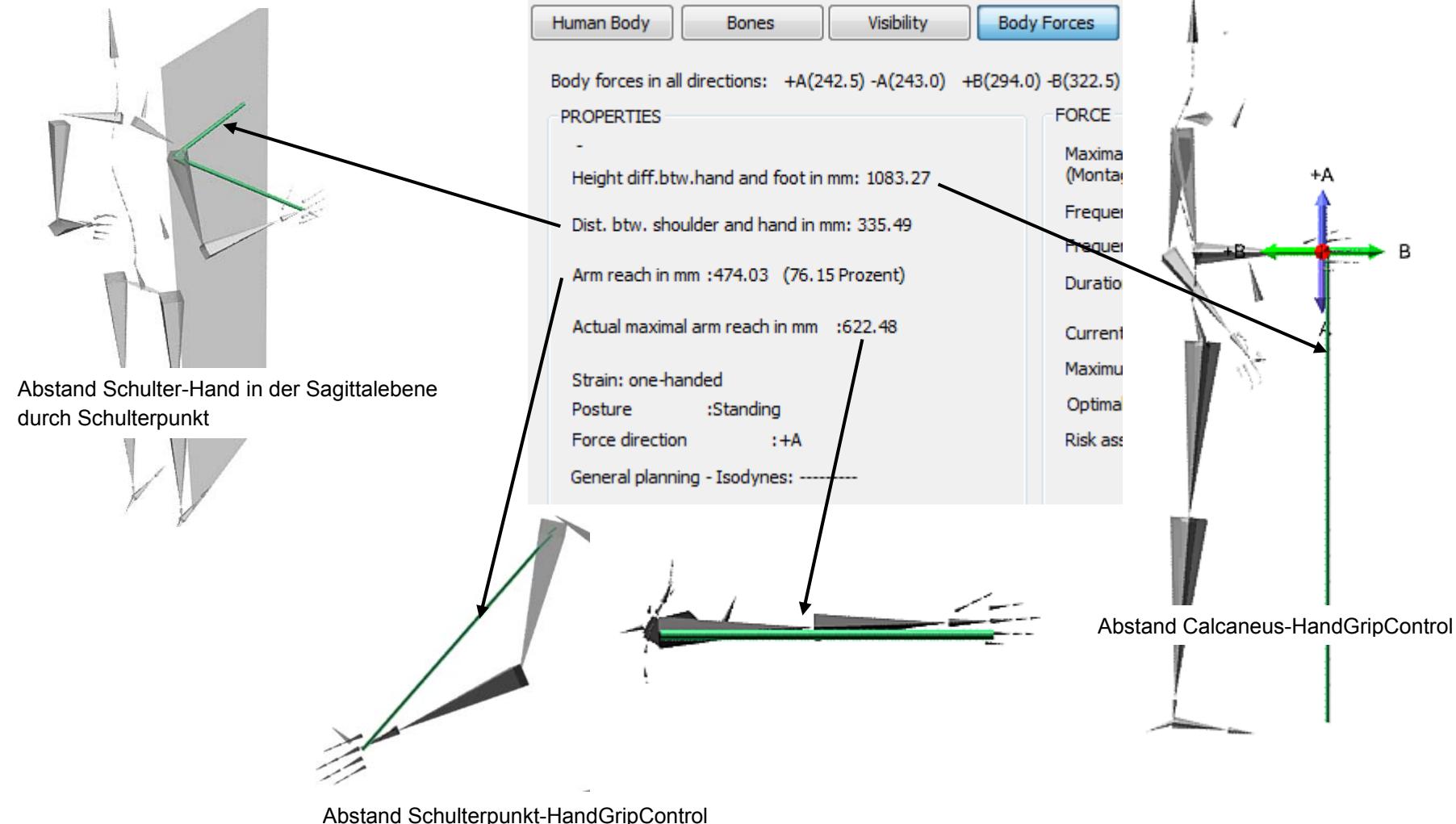
Alter: berücksichtigt werden 2 Altersgruppen: 18-45 Jahre und 50 bis 65 Jahre.

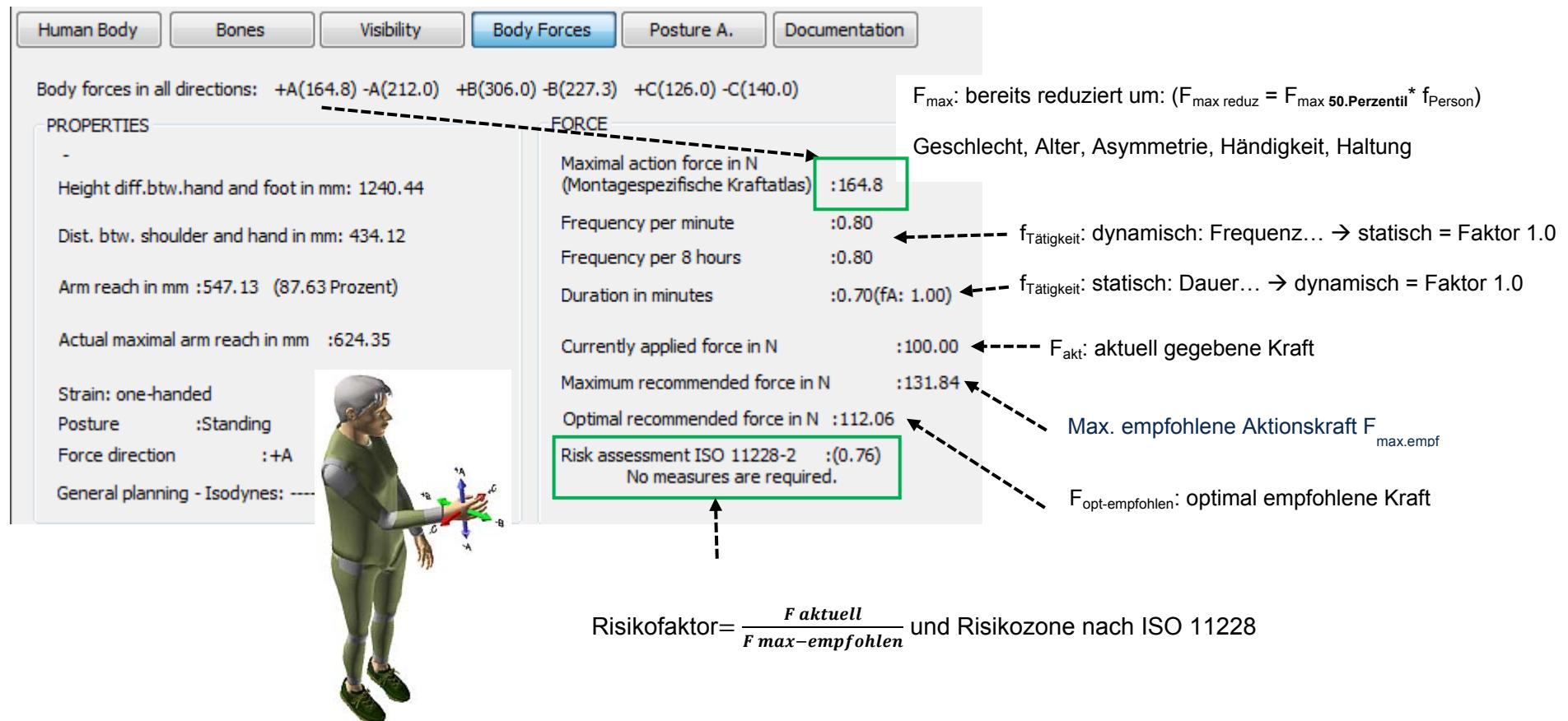
Programmintern wird aus den eingestellten anthropometrischen Daten von CharAT erkannt, welche Altersgruppe vorliegt.

Durch Vorgabe von aktueller Kraft, Frequenz/Dauer der Tätigkeit wird die Aktionskraft um weitere Reduktionsfaktoren programmintern reduziert. Ist CharAT weiblich, wird auch das durch erneute Reduktion der Aktionskraft berücksichtigt.

☞ Hinweis: Im Tool wird *nicht* der Physiologie-Faktor des MKA berücksichtigt: häufige Kraftausübungen in jeweils ungünstigen Körperhaltungen oder Kraftausübungen innerhalb lang andauernder ungünstiger Körperhaltungen

Im Feld PROPERTIES werden alle Eingangsdaten angezeigt, im Feld FORCE die berechneten Aktionskräfte. Die Bewertung der Gestaltungssituation wird durch den Parameter Risk assessment (Risikobeurteilung) angezeigt. Die Kraftbewertung erfolgt in Echtzeit, d. h. bewegt sich die Hand von CharAT-Ergonomics, was einer permanenten Änderung des Kraftangriffspunktes entspricht, erfolgt synchron dazu eine Ausgabe bewerteter Aktionskräfte und zugeordneter Risikobeurteilungen.





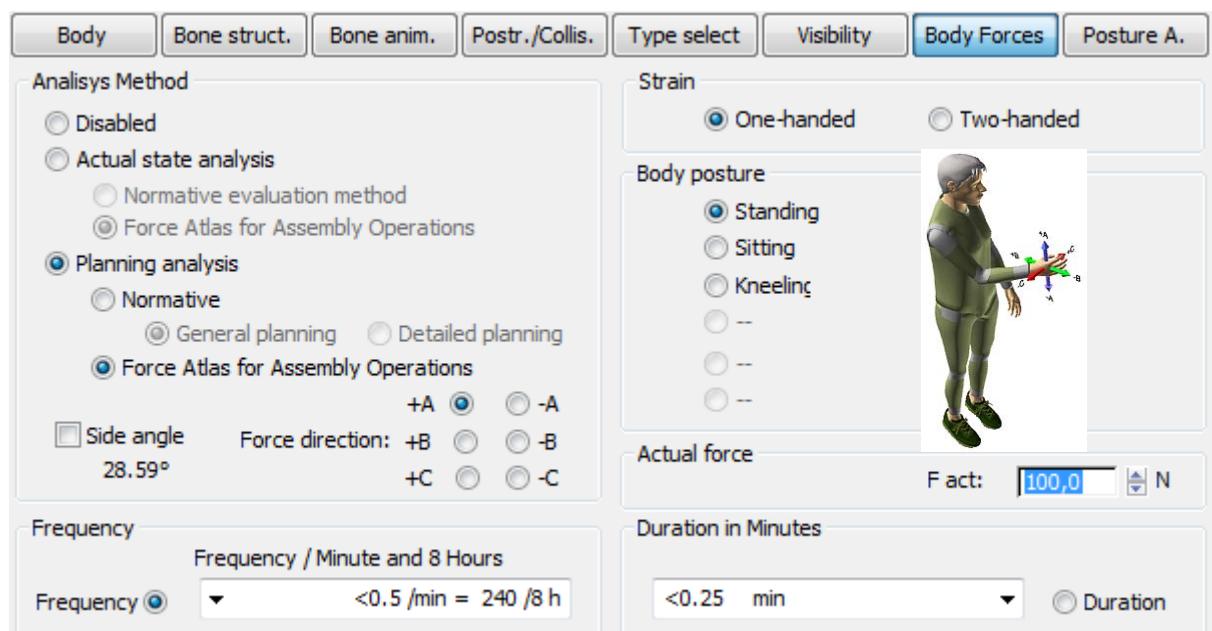
Kraftbewertung nach MKA – Planungs-Analyse

Hier ist das Verfahren durch den Schalter Planungsanalyse – MKA zu wählen.

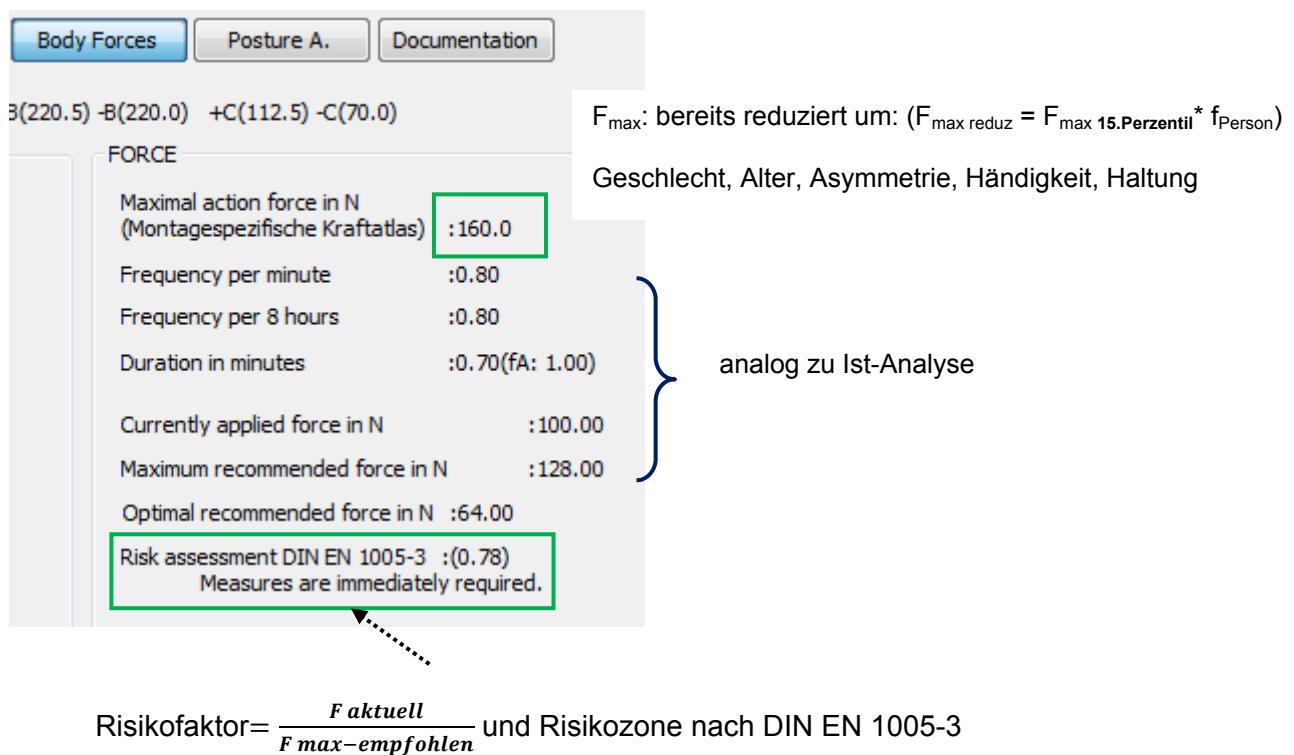
Analog zur Ist-Analyse sind entsprechende Eingaben zu tätigen und wird intern eine Berechnung durchgeführt.

Die Aktionskraft ist für die Planungs-Analyse ein männlicher **P15**-Wert, d. h. ein männliches 15.Kraftperzentil.

CharAT wird in eine geplante Körperhaltung gebracht. Der Handtarget befindet sich am gewünschten (zu planenden) Kraftangriffspunkt. Die Koordinaten dieses Kraftangriffspunktes werden ausgewertet. Bewegt sich die Hand von CharAT, wird auch hier synchron dazu im Monitor-Dialog der Ausgabebereich der berechneten Daten aktualisiert.



Fakultät Maschinenwesen Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme
 Professur für Arbeitswissenschaft



Kraftbewertung normativ – Ist-Analyse

Genutzt werden hier maximale Aktionskräfte der DIN 33411-4 und 5.

Die Nutzergruppe kann *beliebig* konfiguriert werden, da für die z. Z. umgesetzten Daten Kraftangriffspunkte im Polarkoordinatensystem zugrunde liegen.

Integriert und umgesetzt sind z. Z. Werte für die Körperhaltungen aufrecht stehend, Füße nebeneinander; aufrecht stehend, Schrittstellung; Knien.

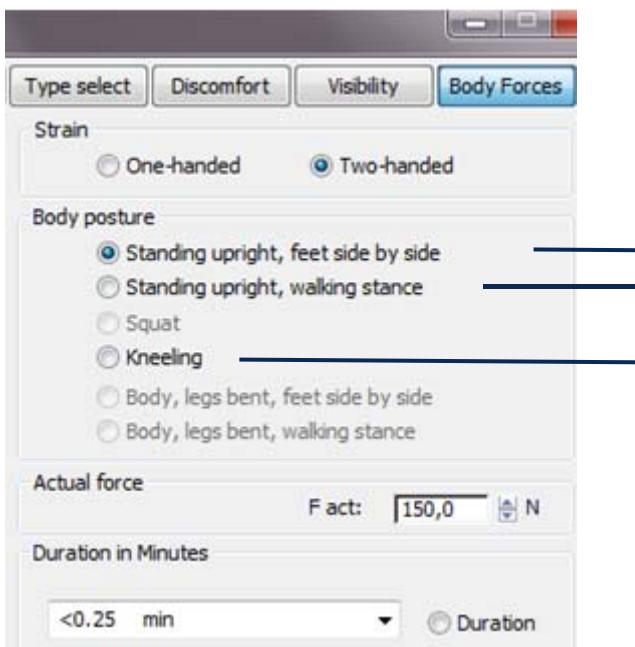
Noch nicht enthalten sind Daten zu: Hocken, Rumpf, Beine gebeugt mit Füßen nebeneinander und in Schrittstellung (ausgegraut).



☞ Hinweis:

Die verwendeten und integrierten Normdaten gelten für Körpersymmetrie. Für davon abweichende Betätigungsfälle ist die Übertragbarkeit der Daten ggf. nicht gewährleistet. Daher werden bei asymmetrischer Bewegung von CharAT Ergonomics (Rumpftorsion) keine Kraftwerte angezeigt, der Zugriff auf die internen Datenbanken wird unterbunden.

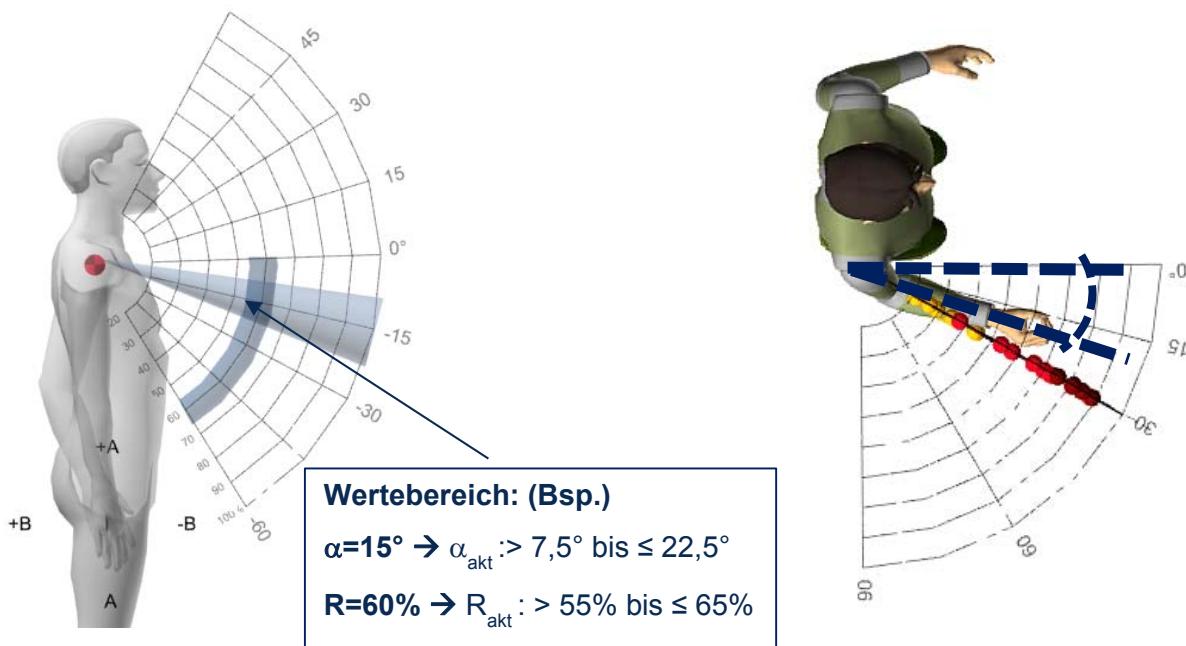
Eine zusätzliche Mitteilung an den Nutzer ("Körperasymmetrie - keine Daten vorhanden") ist z. Z. noch nicht aufgenommen.



Polarcoordinatensystem im Schultergelenkpunkt

- Höhen-, Seitenwinkel
- Armreichweite
- Nutzergruppe beliebig konfigurierbar (Alter, Geschlecht, Perzentil)

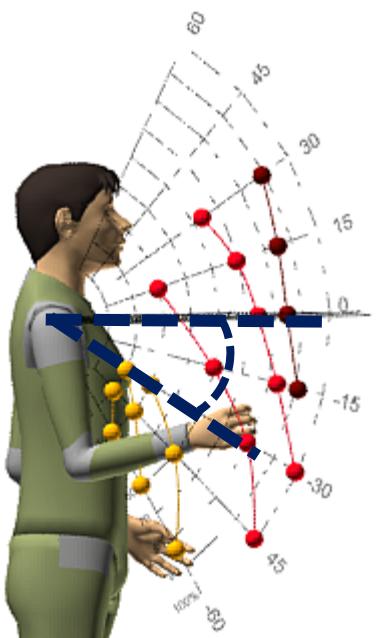
Das Bezugskoordinatensystem liegt also im Schultergelenkpunkt. Der Kraftangriffspunkt ist über einen Höhenwinkel, Seitenwinkel und eine Armreichweite definiert. Auch hier gibt es Wertebereiche für die Bestimmungsgrößen, denen dann Kraftwerte zugeordnet werden. Die Armreichweite ist der Abstand zwischen Handmitte und Schultergelenkpunkt. Höhen- und Seitenwinkel werden genau in der Vertikal- oder Horizontalebene gemessen.



Folgende Höhen-, Seitenwinkel und Armreichweiten sind berücksichtigt:

| Wertebereiche Höhenwinkel α | | Seitenwinkel β | |
|--|---------------------|--|--|
| 45° | > 37,5° bis 52,5° | 0°-Ebene: | -7,5° bis + 7,5° |
| 30° | > 22,5° bis ≤ 37,5° | 15°-Ebene: | > 7,5° bis ≤ 22,5° nicht vorhanden in DIN 33411-4 |
| 15° | > 7,5° bis ≤ 22,5° | 30°-Ebene: | > 22,5° bis ≤ 45° |
| 0°: | ≤ 0° ± 7,5° | 60°-Ebene: | > 45° bis ≤ 75° |
| -15°: | > 7,5° bis ≤ 22,5° | 90°-Ebene: | > 75° bis 90° |
| -30°: | > 22,5° bis ≤ 37,5° | | |
| -45°: | > 37,5° bis 52,5° | | |
| -60°: | > 52,5° bis < 67,5° | | |

| Wertebereiche Armreichweite R_{akt} | |
|---|-----------------|
| 20%: | > 15% bis ≤ 25% |
| 30%: | > 25% bis ≤ 35% |
| 40%: | > 35% bis ≤ 45% |
| 50%: | > 45% bis ≤ 55% |
| 60%: | > 55% bis ≤ 65% |
| 70% | > 65% bis ≤ 75% |
| 80% | > 75% bis ≤ 85% |
| 90% | > 85% bis ≤ 95% |
| 100% | > 95% bis 100% |



☞ **Hinweis:**

Für einige Kraftangriffspunkte gab es für gleiche Kraftausübungsfälle Daten in beiden Normteilen, die z. T. erheblich voneinander abweichen. Ursachen liegen in den unterschiedlichen Probandenzahlen und –leistungsvoraussetzungen sowie Messbedingungen der Normen.

In CharAT wurde jeweils der Kraftwert der Norm DIN 33411-Teil 4 verwendet.

Fakultät Maschinenwesen Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme

Professur für Arbeitswissenschaft

| | Körperhaltung | Seiten-ten-winkel | Kraft-richtung | Norm | Überschneidung |
|------------|---|-------------------|----------------|-------------|---|
| beidhändig | Aufrecht stehend, Füße nebeneinander | 0° | ±A | DIN 33411-4 | |
| | | | ±B | DIN 33411-4 | 1) -B, $\alpha=15^\circ$, $a=50\%$, 541N (T5) ≠ 150N (T4) |
| | | | | DIN 33411-5 | 2) -B, $\alpha=-15^\circ$, $a=40\%$, 675N (T5) ≠ 170N (T4) |
| | | | | | 3) -B, $\alpha=-45^\circ$, $a=40\%$, 596N (T5) ≠ 225N (T4) |
| | | | | | 4) -B, $\alpha=0^\circ$, $a=40\%$, 579N (T5) ≠ 160N (T4) |
| | | | | | 5) +B, $\alpha=0^\circ$, $a=80\%$, 381N (T5) ≠ 98N (T4) |
| | | | | | 6) +B, $\alpha=-15^\circ$, $a=80\%$, 367N (T5) ≠ 105N (T4) |
| | | 15° | ±A | DIN 33411-5 | |
| | | | ±B | DIN 33411-5 | |
| | Aufrecht stehend, Schrittstellung | 30° | ±A | DIN 33411-4 | |
| | | | ±B | DIN 33411-4 | |
| | | 0° | ±B | DIN 33411-5 | |
| einhändig | Aufrecht stehend, Füße nebeneinander | 0° | ±A | DIN 33411-4 | |
| | | | ±B | DIN 33411-4 | |
| | | | ±C | DIN 33411-4 | |
| | | 15° | ±C | DIN 33411-5 | |
| | | 30° | ±A | DIN 33411-4 | |
| | | 60° | ±A | DIN 33411-4 | |
| | | 90° | ±A | DIN 33411-4 | |
| | | | ±B | DIN 33411-4 | |
| | | | ±C | DIN 33411-4 | |

Fakultät Maschinenwesen Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme

Professur für Arbeitswissenschaft

Für folgende Kraftfälle gibt es Werte nach DIN 33411-T5, die momentan noch nicht angezeigt werden:


Beidhändig - aufrecht stehend, Füße nebeneinander

| | | | |
|---------|-----------|-------------------------------------|----------|
| Beta=0° | (Index 0) | Alpha=45° (Index 0) R=90% (Index 7) | +B 307 N |
|---------|-----------|-------------------------------------|----------|

| | | | |
|---------|-----------|--------------------------------------|----------|
| Beta=0° | (Index 0) | Alpha=-15° (Index 4) R=30% (Index 1) | -B 528 N |
|---------|-----------|--------------------------------------|----------|

| | | | |
|---------|-----------|--------------------------------------|----------|
| Beta=0° | (Index 0) | Alpha=-60° (Index 7) R=40% (Index 2) | -B 471 N |
|---------|-----------|--------------------------------------|----------|

| | | | |
|---------|-----------|--------------------------------------|----------|
| Beta=0° | (Index 0) | Alpha=-60° (Index 7) R=50% (Index 3) | -B 545 N |
|---------|-----------|--------------------------------------|----------|

Beidhändig - aufrecht stehend, Schrittstellung

| | | | |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------|
| Alpha= +15° (Index 2) | Beta=0 (Index 0) | R=50% (Index 3) | -B: 566 N |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------|

| | | | |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------|
| Alpha= +15° (Index 2) | Beta=0 (Index 0) | R=60% (Index 4) | -B: 620 N |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------|

| | | | |
|-----------------------|------------------|-----------------|--|
| Alpha= -15° (Index 4) | Beta=0 (Index 0) | R=30% (Index 1) | -B: 692 N nicht angezeigt: --> falsch angezeigt wird 528 N |
|-----------------------|------------------|-----------------|--|

Folgende Eingangsgrößen sind im Control-Dialog durch den Nutzer festzulegen und über die entsprechenden Schalter zu aktivieren:

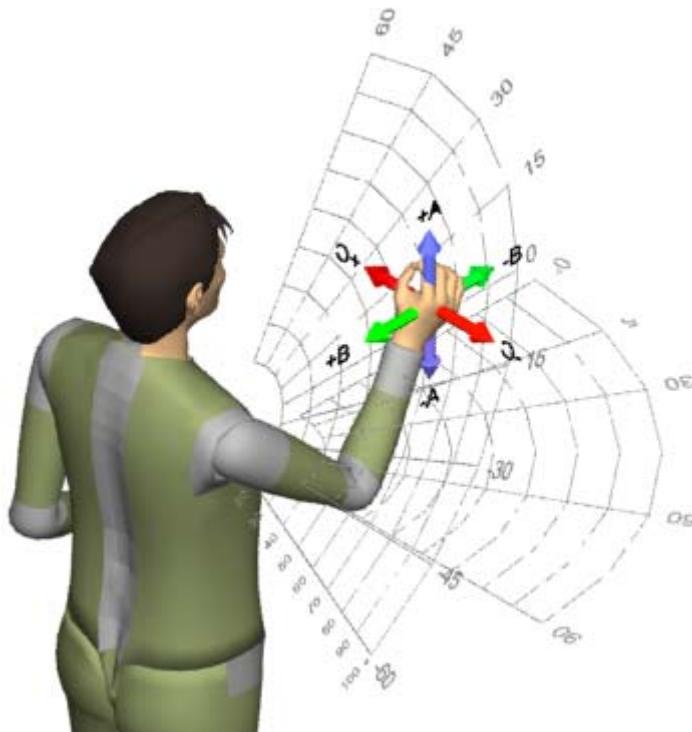
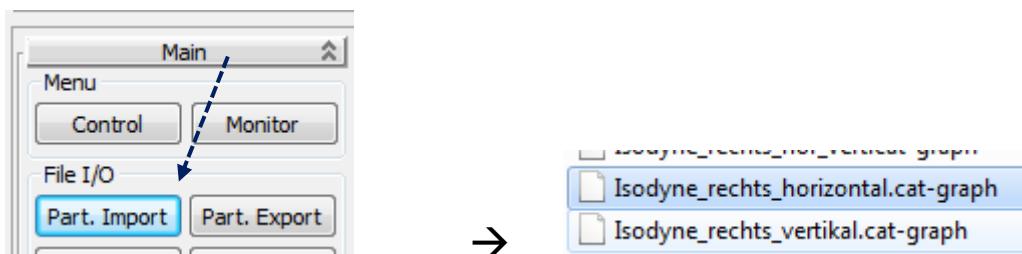
- Kraftrichtung $\pm A, \pm B, \pm C$
- Kraftausübung ein- oder beidhändig (es wird wiederum nur die rechte Hand ausgewertet)
- Körperhaltung
- Aktuelle Kraft, falls gegeben
- Häufigkeit oder Dauer der Tätigkeit

CharAT wird in eine aktuelle, dem Kraftfall entsprechende Körperhaltung gebracht, wobei sich die Hand an einem Kraftangriffspunkt befindet, der bewertet werden soll. Für diesen werden programmintern Maximalaktionskräfte aus der Datenbank gesucht und ausgelesen. Diese maximalen Aktionskräfte werden im Monitor-Dialog ausgegeben, sofern am Raumpunkt der Hand wirklich Kraftwerte in der Datenbank vorliegen. Ansonsten erscheint kein Wert. Unterstützend werden Kraftrichtungsvektoren in die Hand/die Hände eingeblendet und dabei Kraftrichtungen ausgegraft, in denen es keine Werte in den Normdatenbanken gibt. Weiterhin können die Gitternetzlinien der Vertikal- und Horizontalebene als Grafik geladen werden, um die Raumlage des Kraftangriffspunktes unterstützend zu visualisieren.

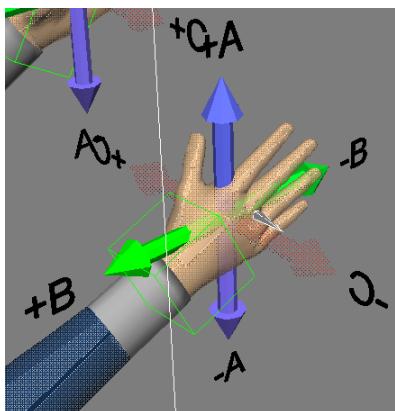
Fakultät Maschinenwesen Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme

Professur für Arbeitswissenschaft

Diese Grafiken werden für das Main-Menü von CharAT geladen: File I/O > Part Import > Dateien xxx.cat-graph



Gefundene Werte stellen einen P50-Wert (50. Kraftperzentil) eines 30-40-jährigen Mannes dar.



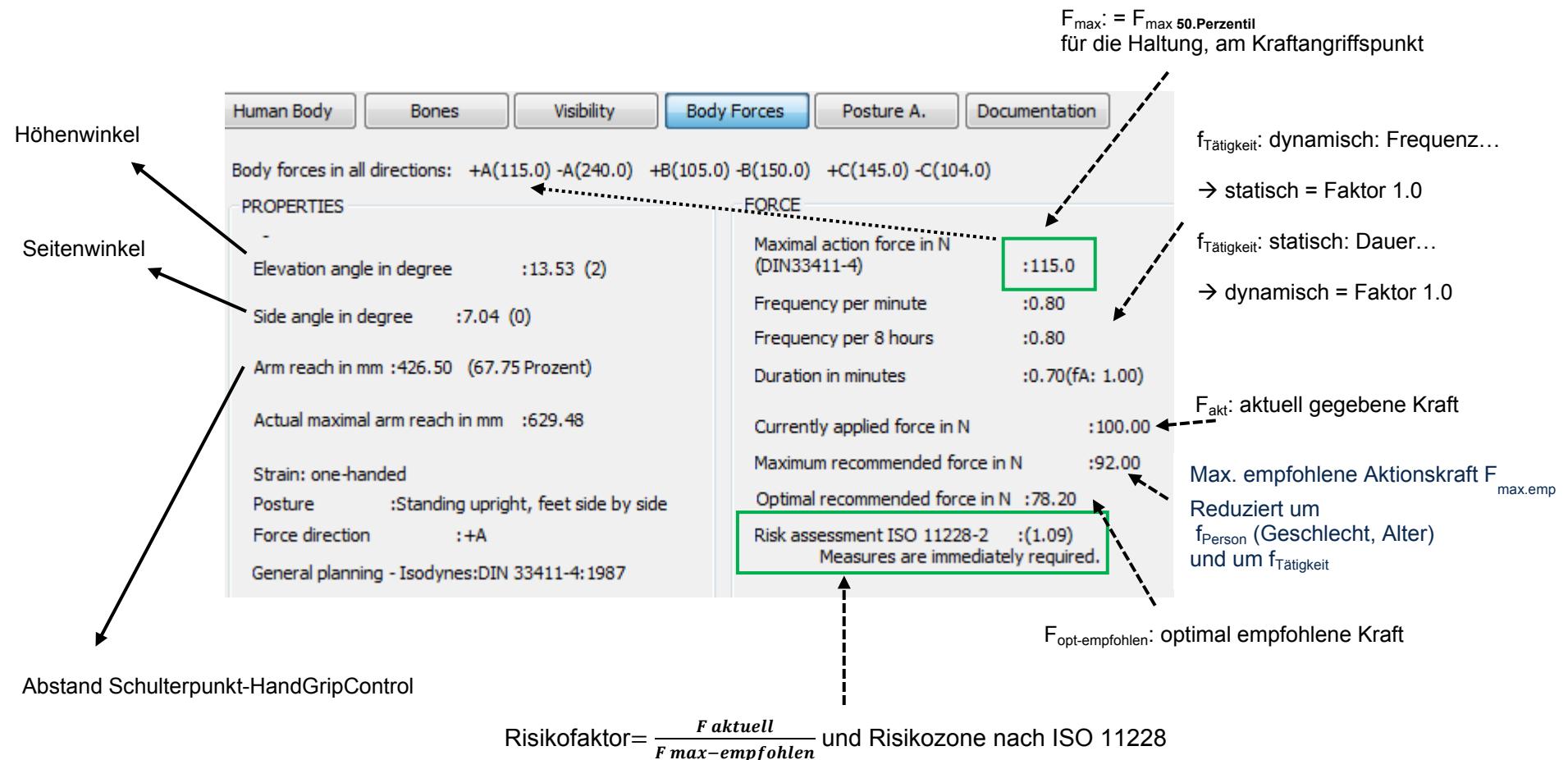
Beispiel: rechte Hand: +/- C keine Werte, Achse unsichtbar

☞ Hinweis:

CharAT sollte bei Wahl der Körperhaltungen "aufrecht stehend" nicht über Inverse Biomechanik bewegt werden, der Schalter ist OFF zu setzen, da die normativen Daten streng genommen nur für definierte (Mess-)Körperhaltungen gelten.

Über die weiteren Einflussfaktoren werden je nach Kraftausübungsfall die Maximalwerte reduziert und einer Risikobeurteilung zugeführt: Berücksichtigt werden:

- Alter, Geschlecht: diese werden automatisch durch Wahl der Referenzperson erkannt
- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Altersstufen (Jahre): | 18-25 |
| | >30 bis 40 (Faktor 1: 100% F-max) |
| | >45 bis 55 |
| | 60 |
| | 65 |
- Häufigkeit oder Dauer



Kraftbewertung normativ – Planungs-Analyse

Genutzt werden hier maximale Aktionskräfte der DIN 33411-4 und 5. **Die Werte stellen einen P50-Wert (50. Kraftperzentil) eines 30-40-jährigen Mannes dar, nicht ein P15.**

Die Planungsanalyse umfasst zwei Schritte:

Grobplanung und Feinplanung.

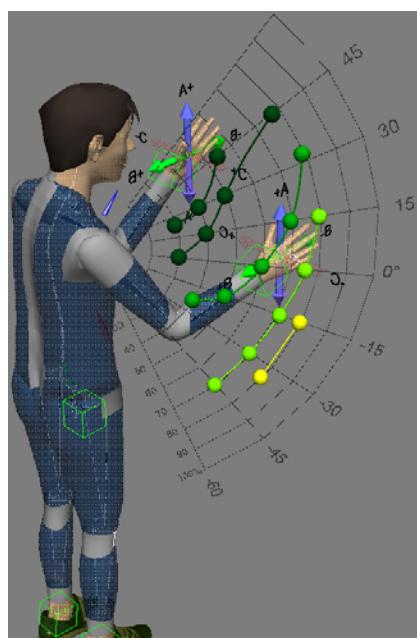
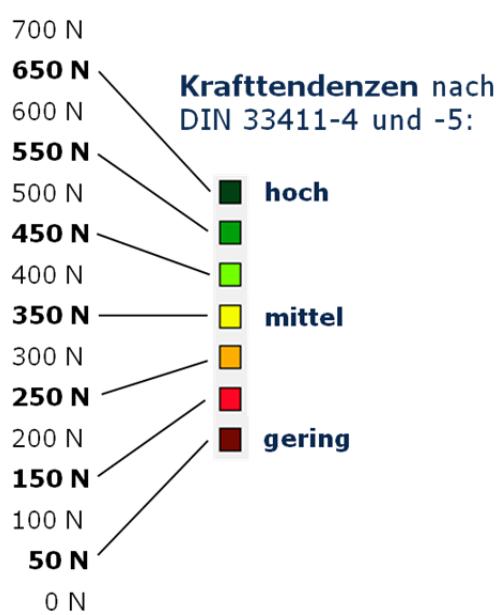
Ziel der **Grobplanung** ist es, dem Nutzer eine **qualitative Abschätzung von Krafttendenzen** im Bewegungs-, Aktionsraum des Hand-Arm-Systems zu ermöglichen.

Alle im **Polarcoordinatensystem** vorliegenden Kraftwerte wurden in eine 7-stufige Farbskala eingegliedert und Kraftwerte als Farbkugeln in Isodynien dargestellt.

Isodynien sind Kurven, die Kraftangriffspunkte gleich großer Aktionskräfte gleicher Art in vertikaler Ebene durch einen Bezugspunkt (hier Schultergelenkpunkt) im Bewegungsraum der betrachteten Extremität (hier Arm) verbindet.

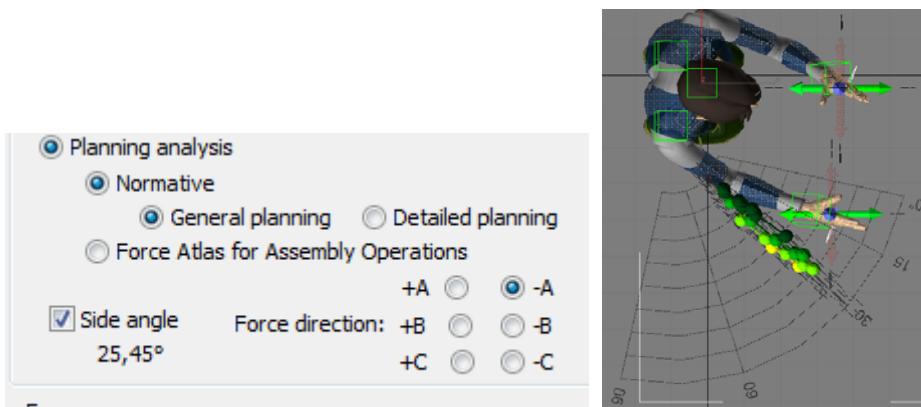
Die Farbe **grün bedeutet, es sind höhere Maximalkräfte** zu erwarten, **rot repräsentiert eher niedrigere Kraftwerte**

Wird die Charat-Hand im Raum horizontal bewegt und trifft auf eine Seitenwinkelebene, in der Kraftwerte vorliegen, blendet die entsprechende Isodyne ein und gibt die Krafttendenz farbmarkiert aus.



Unterstützend kann die **Seitenwinkelebene** eingeblendet und der aktuelle Seitenwinkel als Wert angezeigt werden. Der Seitenwinkel wird auf einer Horizontalen gemessen zwischen der Medianebene durch den Schultergelenkpunkt und dem Handtarget.

Im **Control-Dialog** ist der **Schalter Seitenwinkel** zu aktivieren. Im Szenefenster wird die Ebene eingeblendet. Der Zahlenwert des Seitenwinkels wird im Control-Dialog angezeigt und immer dann aktualisiert, wenn der Schalter erneut betätigt wird. ACHTUNG: hier erfolgt keine zeitsynchrone Aktualisierung. Der Seitenwinkel wird nochmals – permanent angepasst – im Monitor-Dialog ausgewiesen.



Wird die Hand von CharAT zu einer Farbkugel geführt, wird ein zugehöriger Maximalkraftwert im Monitor-Dialog angezeigt. Wird der Schalter auf Feinplanung gesetzt, wird dieser Wert ebenfalls ausgelesen.

Bei Feinplanung kann die Grobplanung als methodischer Schritt übersprungen werden. Unter Beachtung der Einflussfaktoren, die im Control-Dialog eingegeben wurden, wird im Monitor-Dialog zu jedem Maximalwert und Kraftfall synchron eine maximal empfohlene Aktionskraft, eine optimal empfohlene Aktionskraft berechnet sowie eine Risikobeurteilung ermittelt.

Human Body Bones Visibility **Body Forces** Posture A. Documentation

Body forces in all directions: +A(150,0) -A(230,0) +B(0,0) -B(0,0) +C(0,0) -C(0,0)

| PROPERTIES | | FORCE | |
|--|--------------------------------------|--|------------------------------|
| Elevation angle in degree | :4.29 (3) | Maximal action force in N (DIN33411-4) | :150.0 |
| Side angle in degree | :27.08 (2) | Frequency per minute | :0.80 |
| Arm reach in mm | :306.55 (48.70 Prozent) | Frequency per 8 hours | :0.80 |
| Actual maximal arm reach in mm | :629.48 | Duration in minutes | :0.70(f _A : 1.00) |
| Strain: one-handed | | Currently applied force in N | :100.00 |
| Posture | :Standing upright, feet side by side | Maximum recommended force in N | :120.00 |
| Force direction | :+A | Optimal recommended force in N | :60.00 |
| General planning - Isodynes:DIN 33411-4:1987 | | Risk assessment DIN EN 1005-3 : (0.83) Measures are immediately required. | |

$F_{\max} := F_{\max \text{ 50.Perzentil}}$
für die Haltung, am Kraftangriffspunkt

$f_{\text{Tätigkeit}}:$ dynamisch: Frequenz... → statisch = Faktor 1.0

$f_{\text{Tätigkeit}}:$ statisch: Dauer... → dynamisch = Faktor 1.0

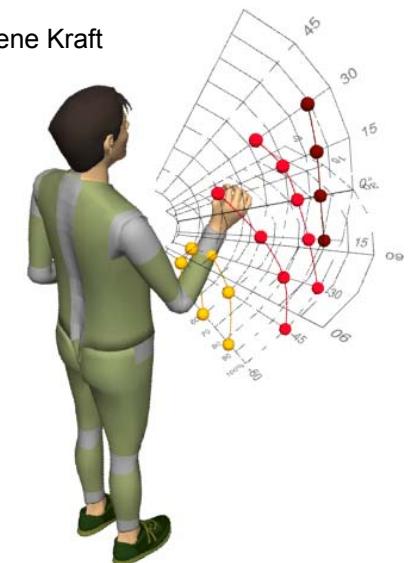
F_{akt} : aktuell gegebene Kraft

$F_{\text{max.emp}}$: Max. empfohlene Aktionskraft $F_{\max \text{ emp}}$

Reduziert um f_{Person} (Geschlecht, Alter) und um $f_{\text{Tätigkeit}}$

$F_{\text{opt-empfohlen}}$: optimal empfohlene Kraft

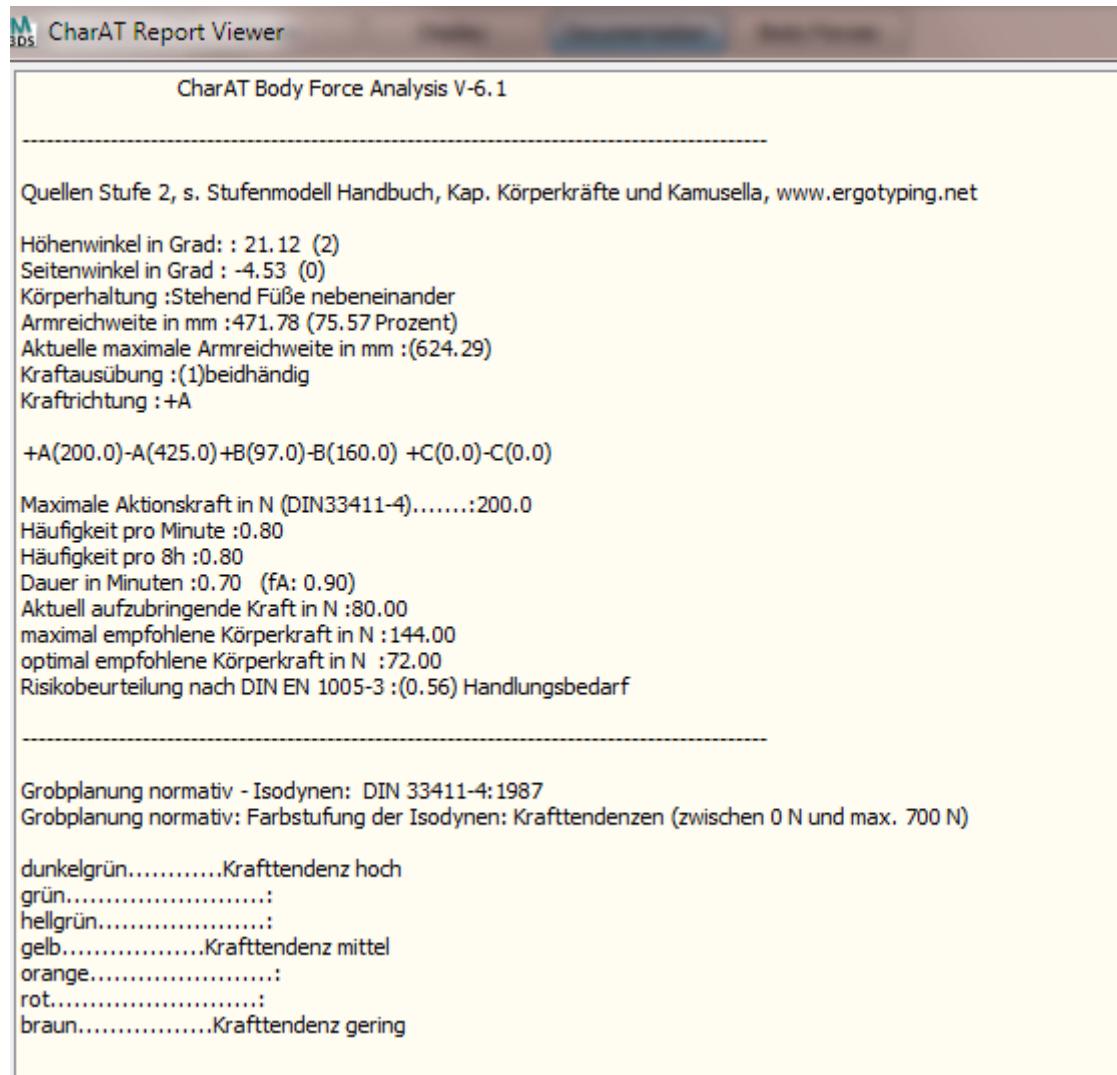
Risikofaktor = $\frac{F_{\text{aktuell}}}{F_{\text{max-empfohlen}}}$ und Risikozone nach DIN EN 1005-3



Fakultät Maschinenwesen Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme

Professur für Arbeitswissenschaft

In der Registerkarte Dokumentation des Monitor-Dialogs werden alle Daten zu einer Analyse insgesamt ausgegeben.



CharAT Report Viewer

CharAT Body Force Analysis V-6.1

Quellen Stufe 2, s. Stufenmodell Handbuch, Kap. Körperkräfte und Kamusella, www.ergotyping.net

Höhenwinkel in Grad: : 21.12 (2)
Seitenwinkel in Grad : -4.53 (0)
Körperhaltung :Stehend Füße nebeneinander
Armreichweite in mm :471.78 (75.57 Prozent)
Aktuelle maximale Armreichweite in mm :(624.29)
Kraftausübung :(1)beidhändig
Kraftrichtung :+A
+A(200.0)-A(425.0)+B(97.0)-B(160.0) +C(0.0)-C(0.0)

Maximale Aktionskraft in N (DIN33411-4).....:200.0
Häufigkeit pro Minute :0.80
Häufigkeit pro 8h :0.80
Dauer in Minuten :0.70 (fA: 0.90)
Aktuell aufzubringende Kraft in N :80.00
maximal empfohlene Körperkraft in N :144.00
optimal empfohlene Körperkraft in N :72.00
Risikobeurteilung nach DIN EN 1005-3 :(0.56) Handlungsbedarf

Grobplanung normativ - Isodynien: DIN 33411-4:1987
Grobplanung normativ: Farbstufung der Isodynien: Krafttendenzen (zwischen 0 N und max. 700 N)

dunkelgrün.....Krafttendenz hoch
grün.....:
hellgrün.....:
gelb.....Krafttendenz mittel
orange.....:
rot.....:
braun.....Krafttendenz gering