

AIRSKIN®

A BLUE DANUBE ROBOTICS PRODUCT

Webinar: Kraftmessung für die Risikobeurteilung



Dr. Michael Zillich
CTO

Mobile: +43 1 890 86 97 20

E-Mail: zillich@airskin.io

www.airskin.io

BLUE DANUBE ROBOTICS / AIRSKIN®

Firmengeschichte und Organisation

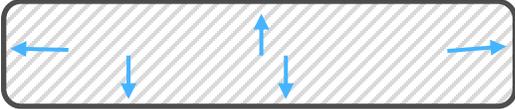
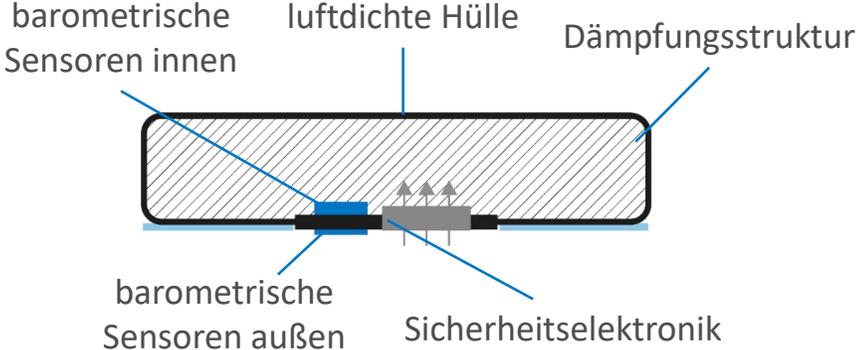
- Die Experten für schutzzaunlose Robotik
- Höchste Flexibilität mit der patentierten AIRSKIN®-Lösung

- Gegründet 2013 an der TU Wien von 4 Wissenschaftlern
- Seit 2018 strategischer Großinvestor an Board

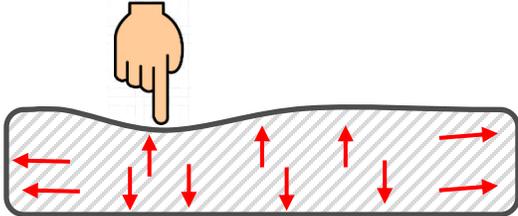
- Firmensitz & Produktion in Wien, Österreich
- 28 Mitarbeiter

AIRSKIN® Technologie

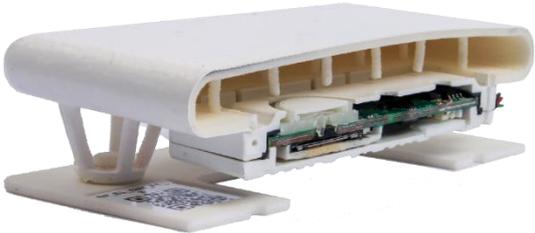
Weiche, drucksensitive Sicherheitshaut für Roboter, Werkzeuge und Maschinen



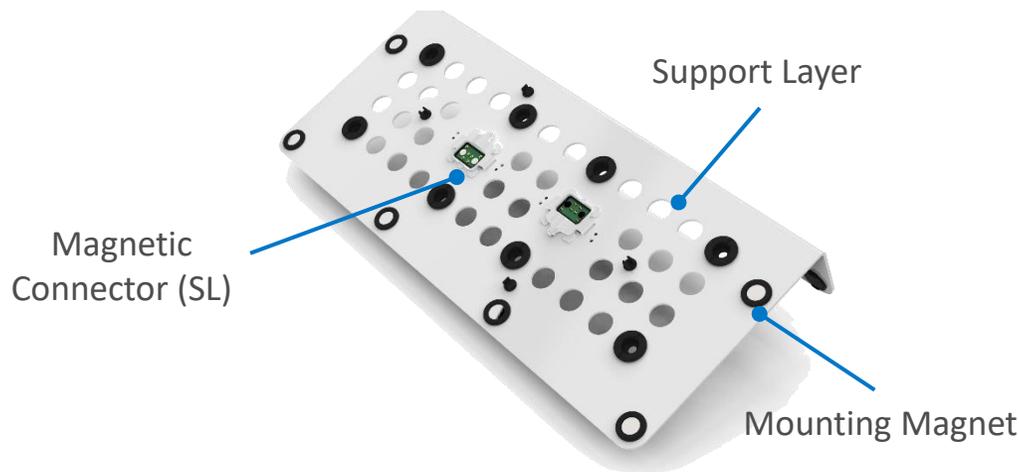
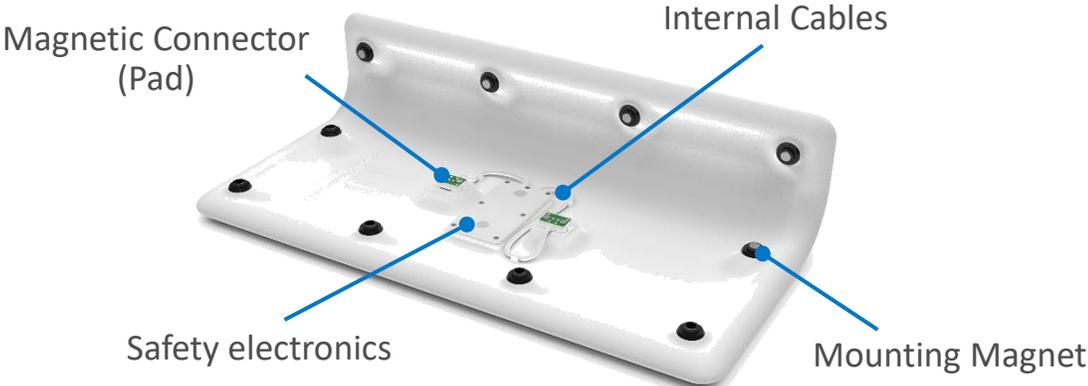
Status: AIRSKIN® an →
Roboter bewegt sich



Status: AIRSKIN® gedrückt →
Roboter stoppt



AIRSKIN® Komponenten



Demo Anwendung Palettieren

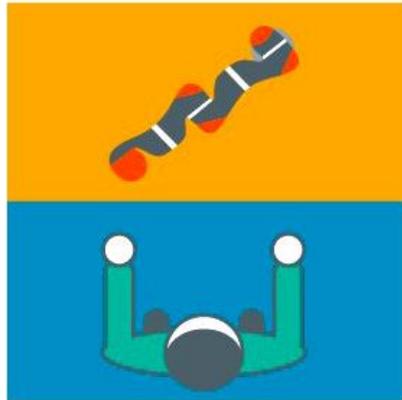


ZAUNLOSE ROBOTIK

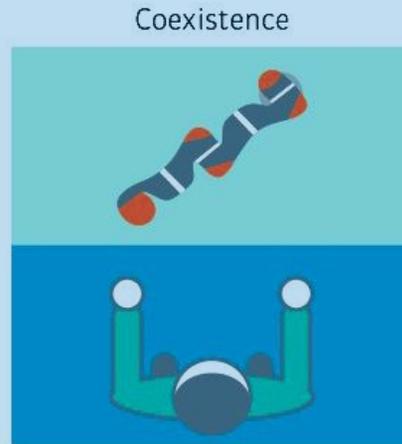
Spektrum kollaborativer Anwendungen

Full Automation (FA)

Human-Robot C... (HRC)

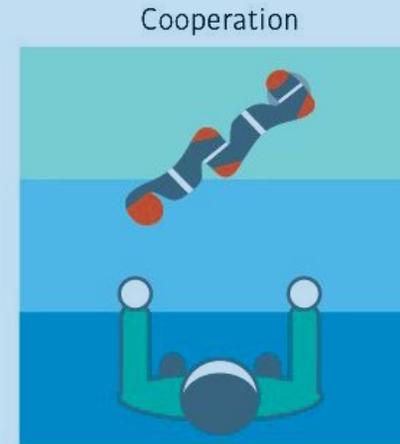


Separate workspaces



Presence detection

AIRSKIN® World



Intervention zones



Shared workspaces

Separate workspaces

Shared workspaces

Decoupled work

Coupled work

No contact allowed

Contact allowed

Maximum speed

Adapted speed

Überblick Normenlandschaft

Maschinenrichtlinie

- Konformitätserklärung
- CE Zeichen



ISO 12100

Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsgrundsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung

- Gefährdungen analysieren
- Gefährdungen mit geeigneten Maßnahmen auf ein akzeptables Restrisiko reduzieren

ISO 13849

Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen

- Zuverlässigkeit technischer Maßnahmen
- PLe (Performance level e) - höchste Sicherheit

ISO 10218

Industrieroboter - Sicherheitsanforderungen

- Roboter (Teil 1), Robotersysteme und Integration (Teil 2)
- Roboter-spezifische Gefährdungen

ISO/TS 15066

Roboter und Robotikgeräte - Kollaborierende Roboter

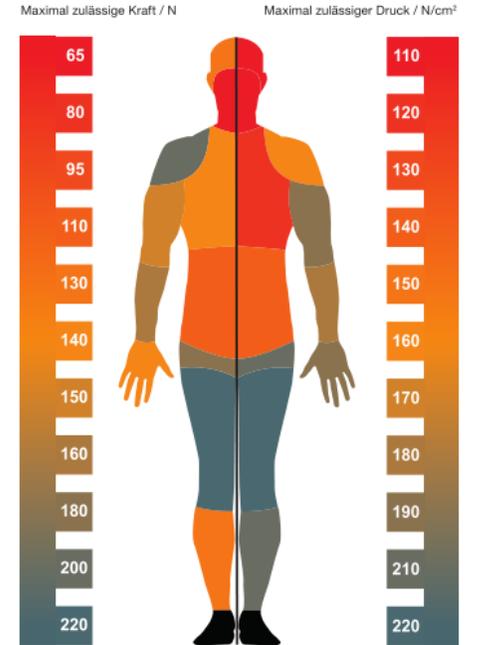
- Biomechanische Grenzwerte in kollaborativen Anwendungen
- Validierung mit Kraftmessgerät und Druckfolien

ISO/TS 15066

Biomechanische Grenzwerte für verschiedene Körperregionen

Schmerzeintritt

- **Kraft**, z.B. 160 N für Unterarme und Handgelenke
=> AIRSKIN[®] reagiert bei 5 N, dämpft Kollisionen
- **Flächenpressung**, z.B: 180 N/cm²
=> AIRSKIN[®] deckt scharfe Kanten ab und vergrößert jede Kollisionsfläche auf > 1 cm²



Quelle: TÜV Austria Whitepaper II

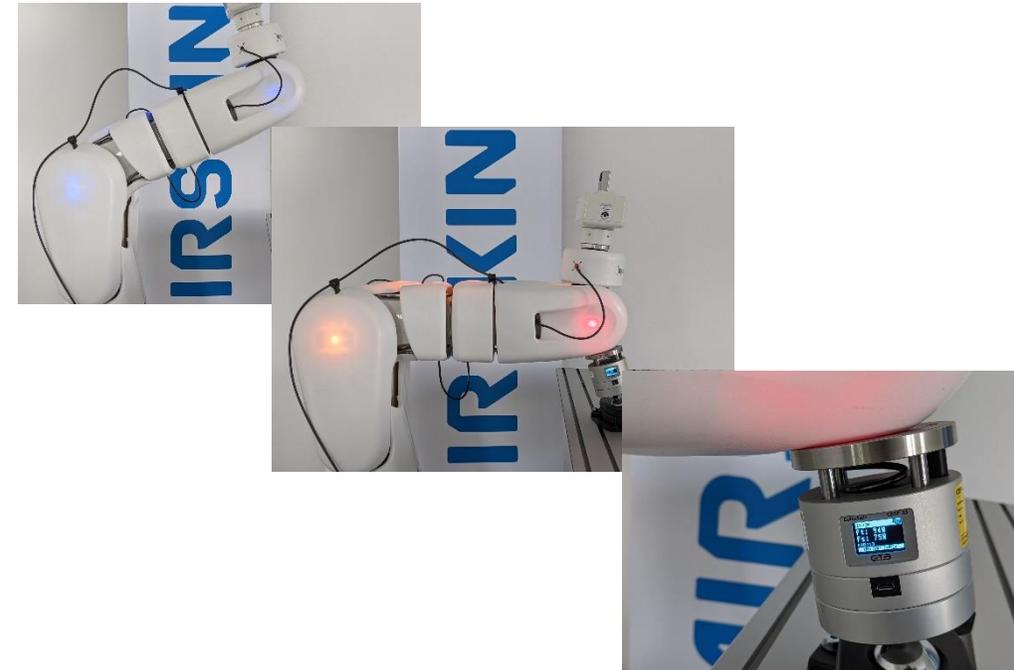


ISO/TS 15066

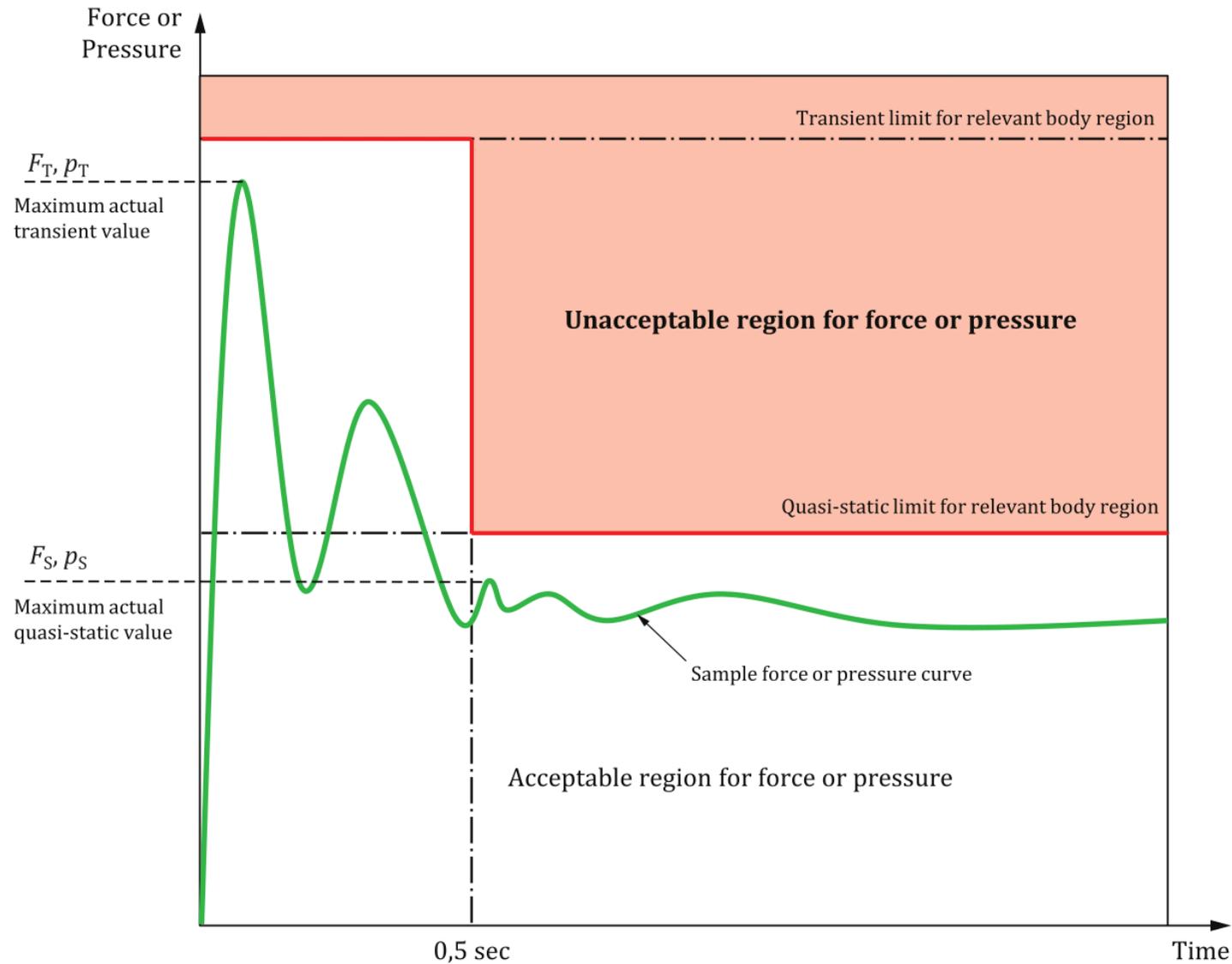
Biomechanische Grenzwerte für verschiedene Körperregionen

2 Arten von Kontakt

- **Transienter Kontakt, Stoß im freien Raum:** Berechnung der erlaubten Geschwindigkeit über Formel basierend auf übertragener Bewegungsenergie, z.B. 1300 mm/s
- **Quasi-statischer Kontakt, Klemmung:** Validierung der erlaubten Geschwindigkeit über Messungen tatsächlich auftretender Kräfte, z.B. 400 mm/s



Kraftverlauf bei Quasistatischem Stoß



Quelle:
ISO/TS 15066

Berechnungsbeispiel dynamischer Stoß + Live Demo

Formel in ISO/TS 15066

- Berechnung der auf den Menschen übertragenen Energie in perfekt inelastischem Stoß

$$E = \frac{\mu \cdot v^2}{2} = \frac{F^2}{2 \cdot k} + \frac{d_s^2 \cdot k_s}{2}$$

Kinetische Energie **Federenergie** **Federenergie**
Im Roboter **im Körper** **in AIRSKIN**

- Daraus ergibt sich die maximal erlaubte Geschwindigkeit

$$v \leq \sqrt{\frac{F_{\max}^2}{k \cdot \mu} + \frac{d_s^2 \cdot k_s}{\mu}}$$

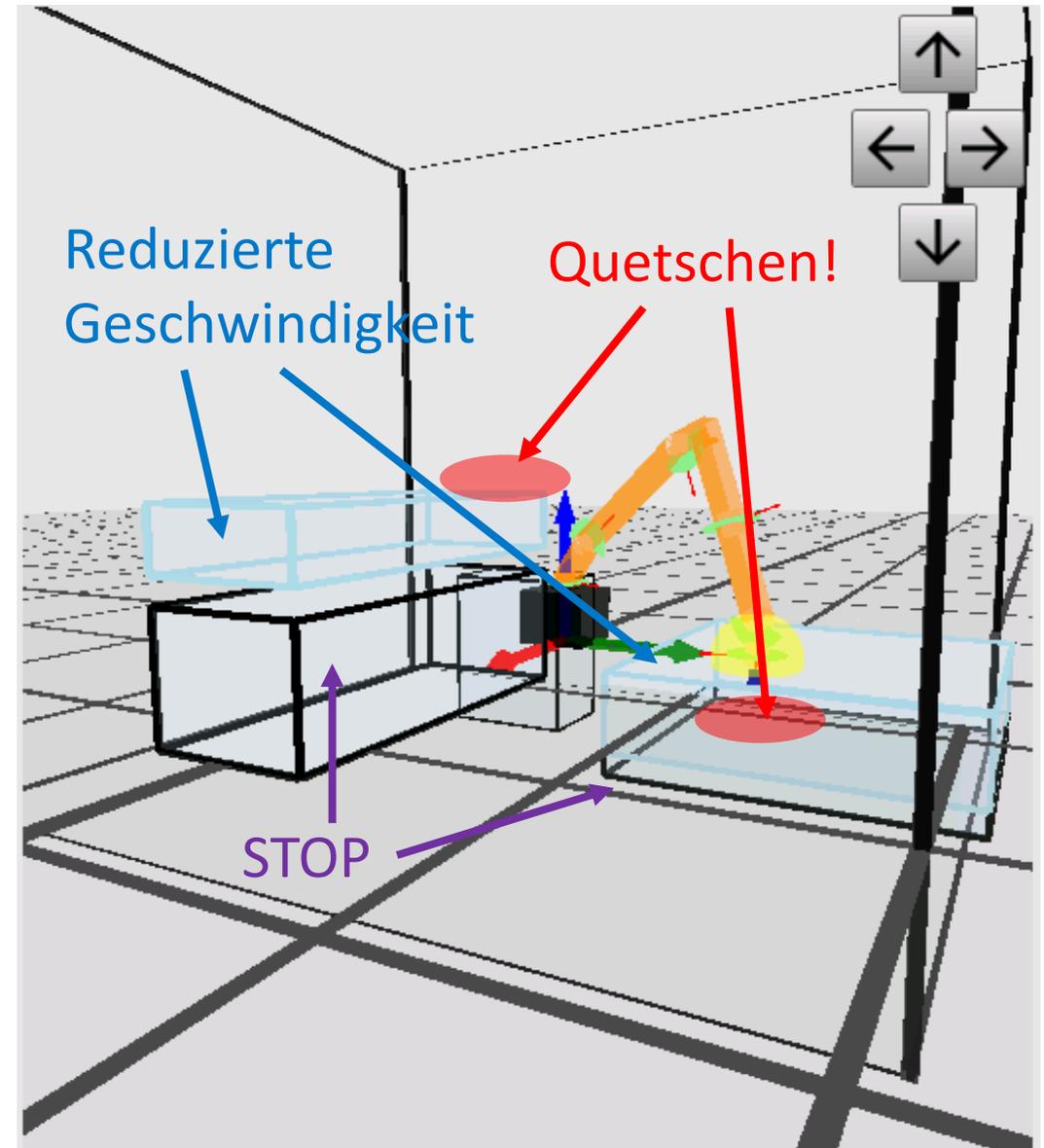
Berechnungsbeispiel dynamischer Stoß + Live Demo

Robot values				Values from application		
Robot mass M	255 kg	Robot mass from manual		Contact Area A	7 cm ²	Test body: cylinder with 3 cm diameter
AIRSKIN spring constant k_A	2950 N/m	force-distance measurements modules 2.11.2020		Robot payload m_L	20 kg	Nominal robot payload from manual
AIRSKIN thickness d_A	16 mm	compression Module H0: 16 mm, H1: 30 mm				
	0,02 m					

Body Region	Max. permissible force	Max. force multiplier Ft	Speed based on pressure	Speed based on force	Compound max. speed	Speed with AIRSKIN based on pressure	Speed with AIRSKIN based on force	Compound max. speed with AIRSKIN	improvement with AIRSKIN	Contact Force	contact force with AIRSKIN	Reduction
Unit	[N]		[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	[mm/s]	%	[N]	[N]	%
Hands and fingers	140	2	20034	1323	1323	20065	1736	1736	31%	280	148	53%
Neck	150	2	8113	1230	1230	8152	1465	1465	19%	300	229	76%
Neck	150	2	12169	1230	1230	12195	1465	1465	19%	300	229	76%
Lower arms and wrist joints	160	2	9561	1139	1139	9581	1296	1296	14%	320	269	84%
Upper Arms and elbow joints	150	2	9044	1010	1010	9058	1130	1130	12%	300	260	87%
Pelvis	180	2	3347	406	406	3351	434	434	7%	360	333	92%
Back and shoulders	210	2	2155	400	400	2161	429	429	7%	420	387	92%
Abdomen	110	2	3528	392	392	3532	422	422	8%	220	202	92%
Thighs and knees	220	2	2242	279	279	2245	305	305	9%	440	395	90%
Chest	140	2	1913	316	316	1919	352	352	11%	280	244	87%
Lower legs	130	2	1719	151	151	1723	195	195	29%	260	149	57%
Skull and forehead	130	2	2296	325	325	2334	531	531	64%	260	#ZAHL!	#ZAHL!

Vorbereitung der Messungen

- Sicherheitseinstellungen des Roboters überprüfen
 - Sichere Räume
 - Sichere Geschwindigkeiten
- Gefährdungen identifizieren
- Messpunkte festlegen



Vorgehen bei Kraftmessung + Live Demo

- Biofidele Kraftmessungen: den Menschen nachempfindend
- Messgeräte von GTE, Pilz
- Passende Feder und Dämpfungselement verwenden
- Messgerät solide montieren
- Auf vertikale Krafteinwirkung achten
- Mehrere Messungen
- Eingestellte Maximalgeschwindigkeit fahren, nicht Prozessgeschwindigkeit



GTE CoboSafe CBSF-Basic

Messen des dynamischen Stoßes?

- Formel aus ISO/TS 15066 sehr grobe Näherung, überschätzt tatsächliche Kräfte
- Noch kein anerkanntes (und praktikables!) Messverfahren
- Aktuelle Entwicklung: bewegliches Messgerät mit Körperregionen entsprechenden Massen
- Erste Messergebnisse zeigen bis zu doppelte erlaubte Geschwindigkeit gegenüber Formel



Zusammenfassung

Für zaunlose Anwendungen

- Vergessen Sie 250 mm/s : sichere Teach-in Geschwindigkeit, bei der man rechtzeitig ausweichen kann, keine Relevanz für kollaborative Anwendungen
- Vermeiden von Quetschgefahren durch sichere Räume in den Sicherheitseinstellungen
- Berechnen der erlaubten Geschwindigkeiten im freien Raum
- Messen der erlaubten Geschwindigkeiten an den wenigen Quetschstellen

Kundennutzen

GESCHWINDIGKEIT

1300 MM/S IM FREIEN RAUM
400 MM/S BEI KLEMMEN

FLEXIBILITÄT

EINE APPLIKATION FÜR MEHRERE
PRODUKTIONSLINIEN

PLATZBEDARF

BIS ZU 90% REDUKTION

SICHERHEIT

VEREINFACHTE RISIKOBEURTEILUNG
HÖCHSTE SICHERHEIT PLE / CAT3

AIRSKIN®

AIRSKIN GMBH

Niedermoserstraße 14
1220 Vienna, Austria

E sales@airskin.io

T +43 1 890 86 97

