
Modul – Greifersystem für die Rohbaufertigung

Hauptkriterien zur Bewertung von Modulgreifersystemen

⇒ Stabilität

- Eignung für hochdynamische Anwendungen am Roboter.
- Geringes Schwingungsverhalten für sicheren Prozess.

⇒ Flexibilität

- Freiheitsgrade in allen Geometrieachsen.
- Schneller Aufbau, schnelle Änderung und Reparatur.

⇒ Gewicht

- Unterschreiten der Lastgrenzen der Roboter.
- Optimale Taktzeiten durch maximale Verfahrensgeschwindigkeiten.

⇒ Reproduzierbarkeit

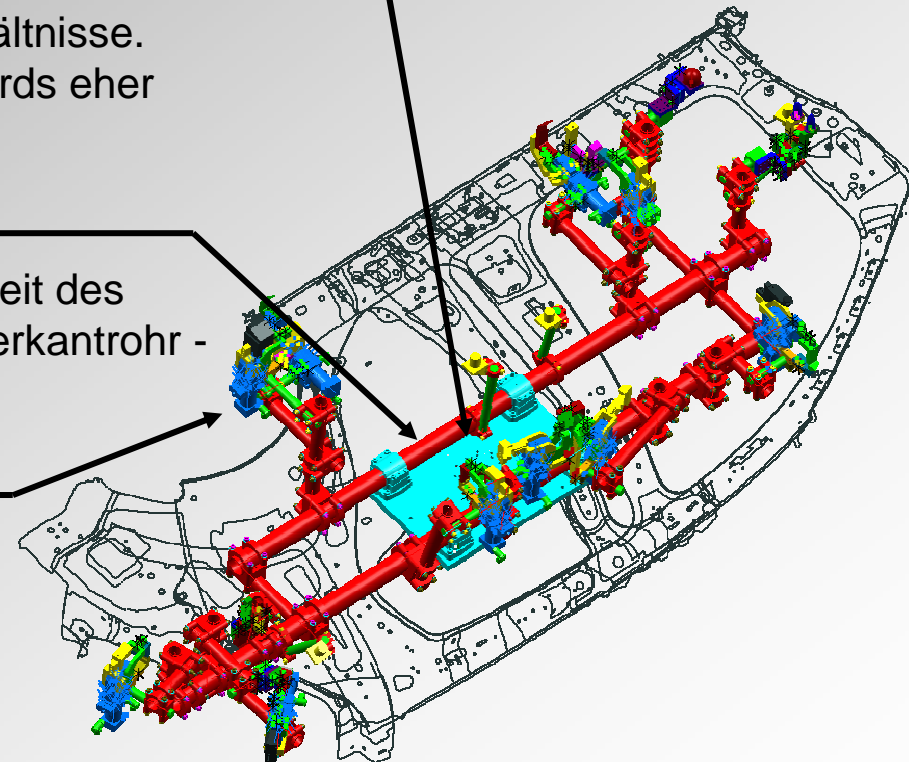
- Gewährleistung einer Montage gemäss Konstruktionsvorgaben.
- Herstellung der ursprünglichen Geometrie nach Reparatur oder Crash.

Hauptbaugruppen von Greifersystemen

1. **Roboteradapterplatte**
Ausführung als Aluminiumplatte in verschiedenen Materialstärken und Abmassen abgestimmt auf Bauteilverhältnisse. Gussvariante aufgrund weniger Standards eher ungünstig.

2. **Grundrahmen**
hohe Verantwortung für Gesamtsteifigkeit des Systems. Ausführung in Rundrohr -, Vierkantrohr - oder Profilsystem.

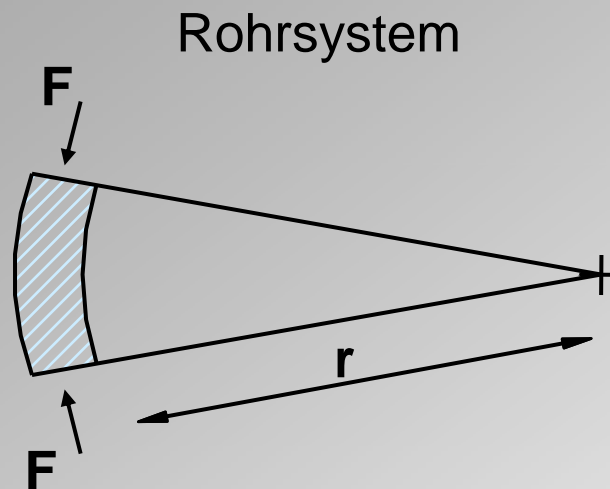
3. **Funktionsbaugruppen**
Ausleger / Greiferarm zur Anbindung von Spannstellen / Konturen etc. an den Grundrahmen. Ausführung zumeist in Rundrohrtechnik.



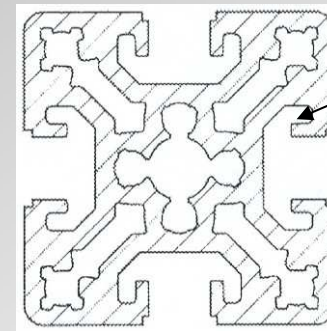
Rohrsysteme für hohe Stabilität

Flächenträgheitsmoment

- Nur die von der Belastungsmittellinie am weitesten entfernte Bauteilfläche trägt die Last!



Profilsystem



(Quelle: R + K)

Inneres Material bei Profilsystemen hat keine Tragfähigkeit. Bei gleichen Abmessungen höheres Gewicht!

- Für steife und leichte Gerüststrukturen ist das Rohr das ideale Bauelement

Das Präzisionsrohr als Trägerelement

Präzisionsrohr in genormten Durchmessern 25 / 40 / 60 mm



Aluminium für Standardanwendungen



Stahl für höhere Steifigkeit bei grösseren Bauteilabmessungen



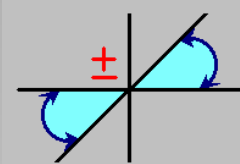
Carbon - Rohr (CFK)
Ausgeschäumte Rohre in CFK – Technik zur Gewichtsreduzierung bei Sonderanwendungen

Präzisions – Verbindungselement GN - Serie

Äusserst robuste Klemmelemente gefertigt aus hochfestem Aluvollmaterial für Grundrahmenaufbau

Kubusbaumform

In gewichtsoptimierter Technik mit Einzelklemmschellen (Demontierbarkeit) und gerundeten Kanten



Präzisionsgrundkörper

Aus hochfestem Aluminiumwerkstoff. Garantierte Toleranzen der Achswinkel $\pm 5'$

Verbindung mit einseitiger Blocklage

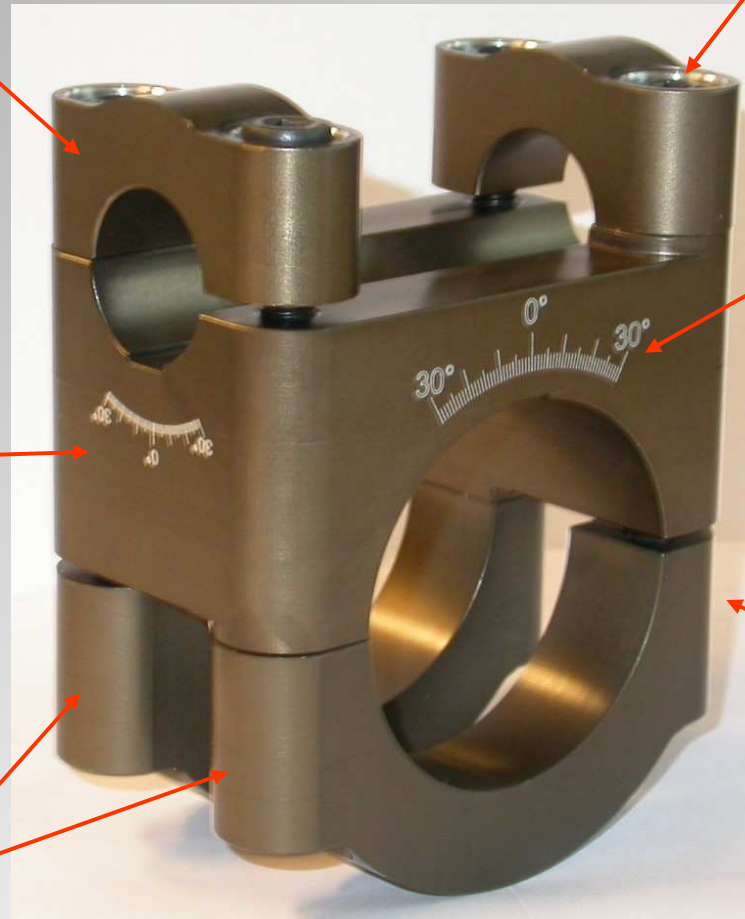
Für definierte Klemmposition. Kein Verdrehen der Rohre beim Anziehen.

Norm – Zylinderschraube M8

Für alle Klemmelemente

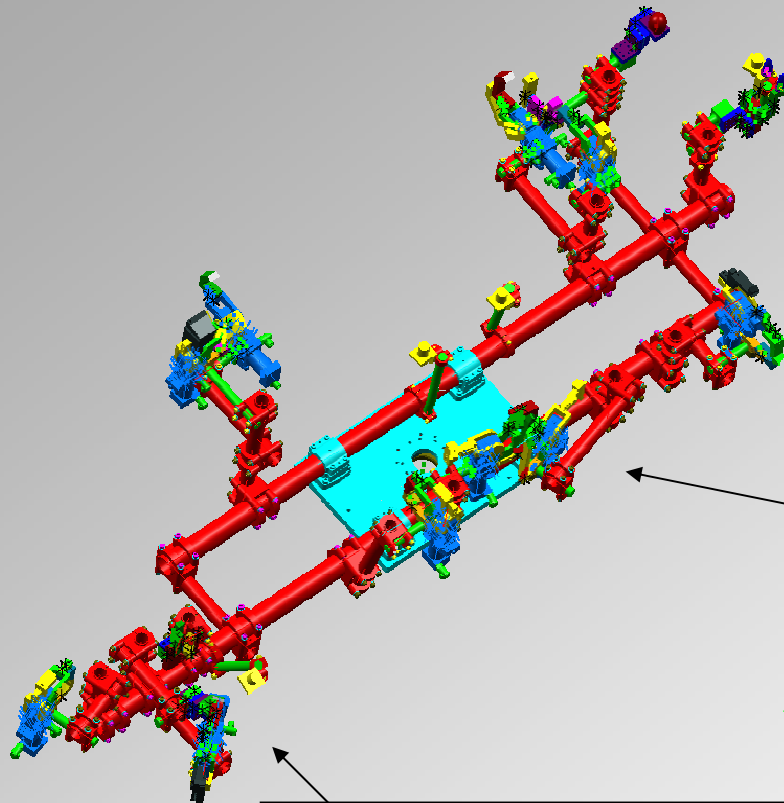
Winkelskala für Lageausrichtung am Rohr

Integrierte **Messbohrung**
Durchmesser 8 h 7 in jedem Grundelement.



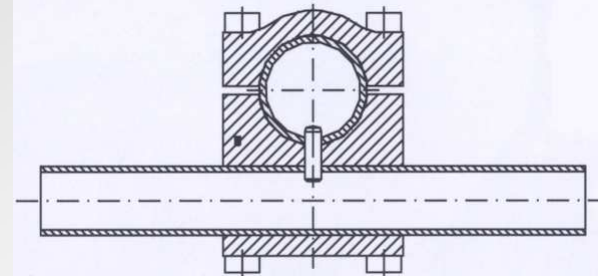
Rundrohrphilosophie: außen weich, innen steif

- Greiferaufbau ähnlich wie Autokarosserie mit steifer Grundstruktur für Rahmen und ‚weichen‘ Auslegern



- Montage / Einrichtung Greifer mit konventionellen Messmitteln auf Legetoleranz ± 5 mm.
- Feinjustierung und Einmessen auf Messmaschine $\pm 0,2$ mm
- Dokumentation der Position der Verbindungselemente mit Anriss oder Siegelack als Auslieferungszustand.
- Abbohren der Verbindungselemente nach Inbetriebnahme Referenzbohrung = Referenzlage!
- Im Reparaturfall Positionierung des neuen Klemmverbinders gemäss Referenzlage.

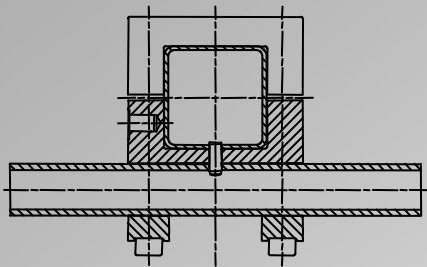
Steifer Grundrahmen,
Rohrdurchmesser 40, 60 mm,
Verbindung optional mit Formschluss
(fester Zylinderstift), Vorgebohrt oder
Rasterrohr.



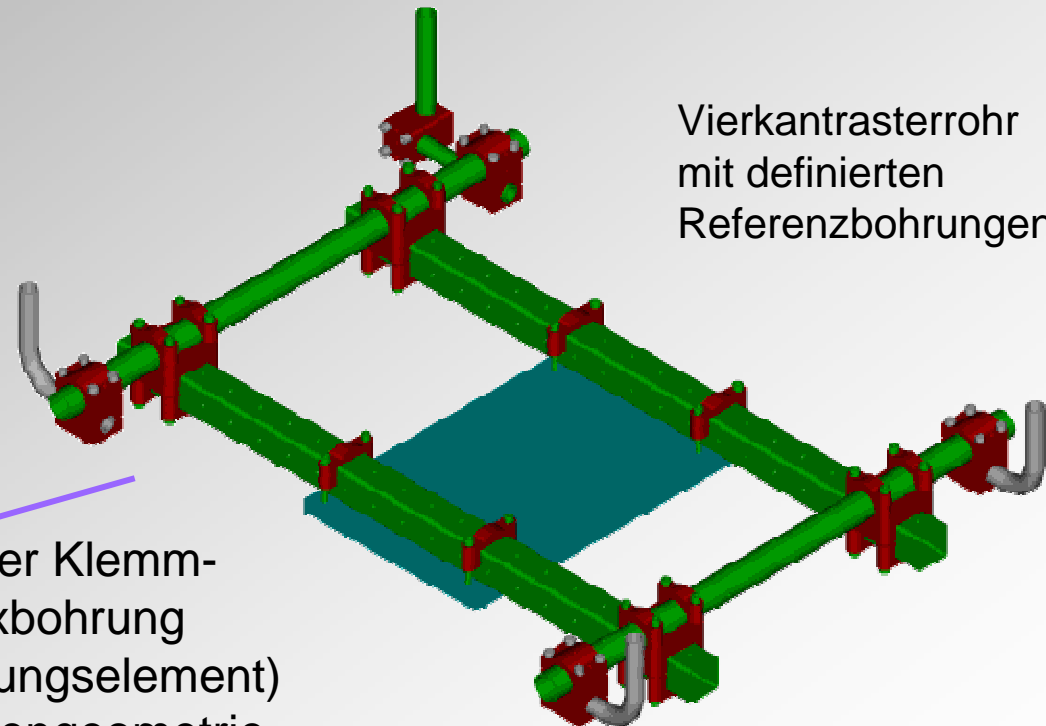
Aufbau Ausleger (Formschluss) mit
Rohrdurchmesser 25 (40) mm in mindestens
2 Funktionsachsen, so dass sich die
Baugruppe flexibel einrichten lässt, Abbohren
nach Inbetriebnahme.

Greifersystem in Mischbauweise Rund – und Vierkantrohr

- “Außen weich, innen steif“
- Geometrisch eindeutig definierter Grundrahmen durch Vierkantrohrtraverse
- Um alle geometrischen Freiheitsgeraden an der Spannstelle zu garantieren werden im Vergleich zu Rundrohrgreifern zusätzliche Klemmstücke erforderlich



Positionierung der Klemmschellen in Indexbohrung
(Sockel Verbindungselement)
Definierte Rahmengenometrie

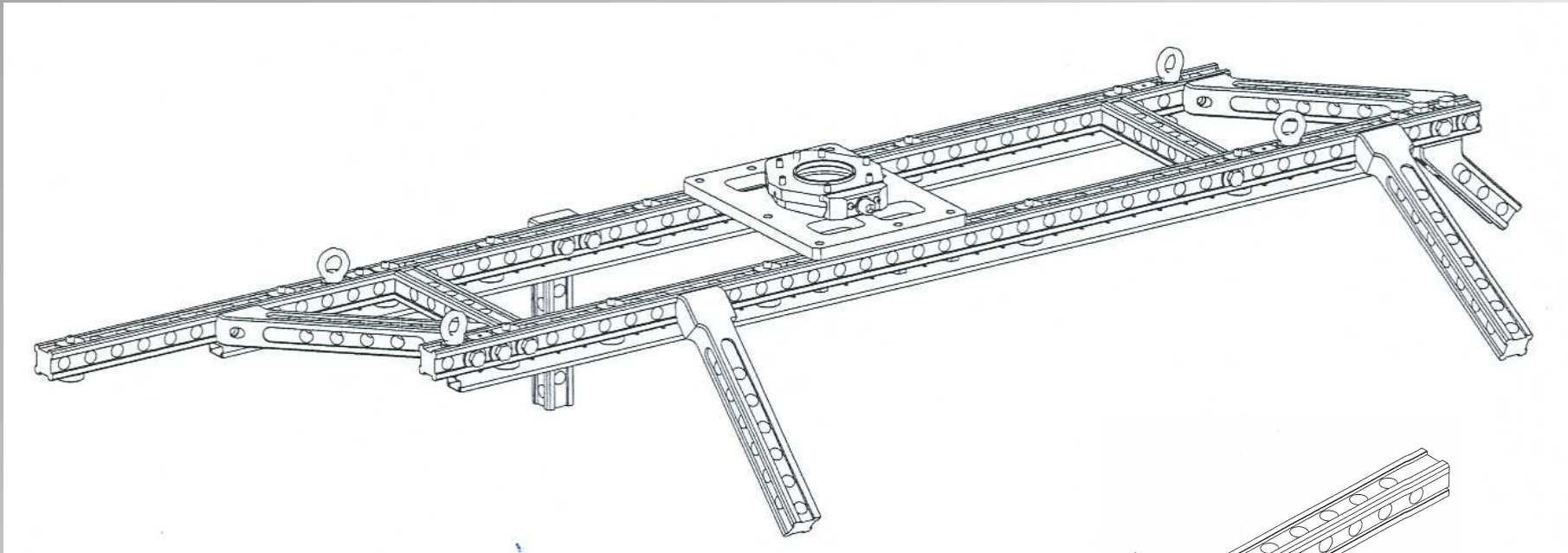


Vierkantrasterrohr
mit definierten
Referenzbohrungen

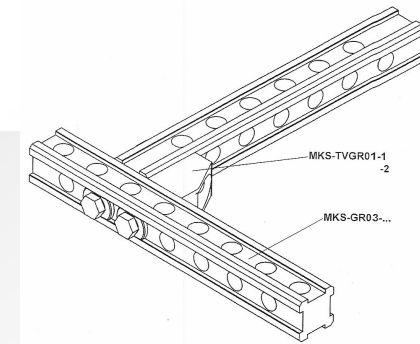
Hauptkunden: AUDI

Greifersystem TÜNKERS - SPRINGER

Profil aus hochfestem Aluminiumvollmaterial mit definierten Rasterbohrungen.
Verbindung der Profile mittels Sonderschrauben.



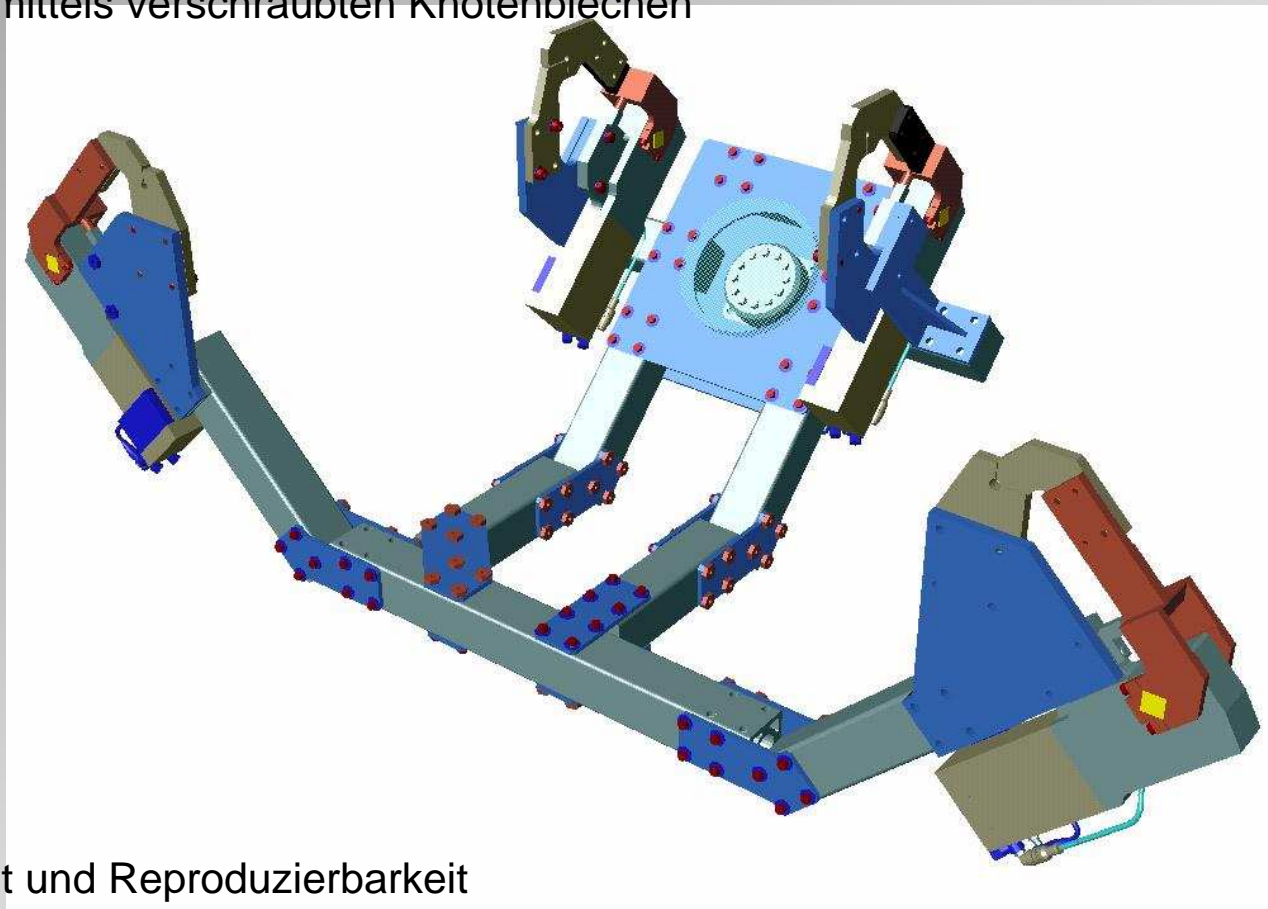
- geometrisch eindeutig definierter Grundrahmen
- Rasterbohrungen bestimmen Flexibilität im Rahmenaufbau
- Sonderprofile für Winkelabgänge



Hauptkunden: VW

TÜNKERS Profilgreifersystem "A"

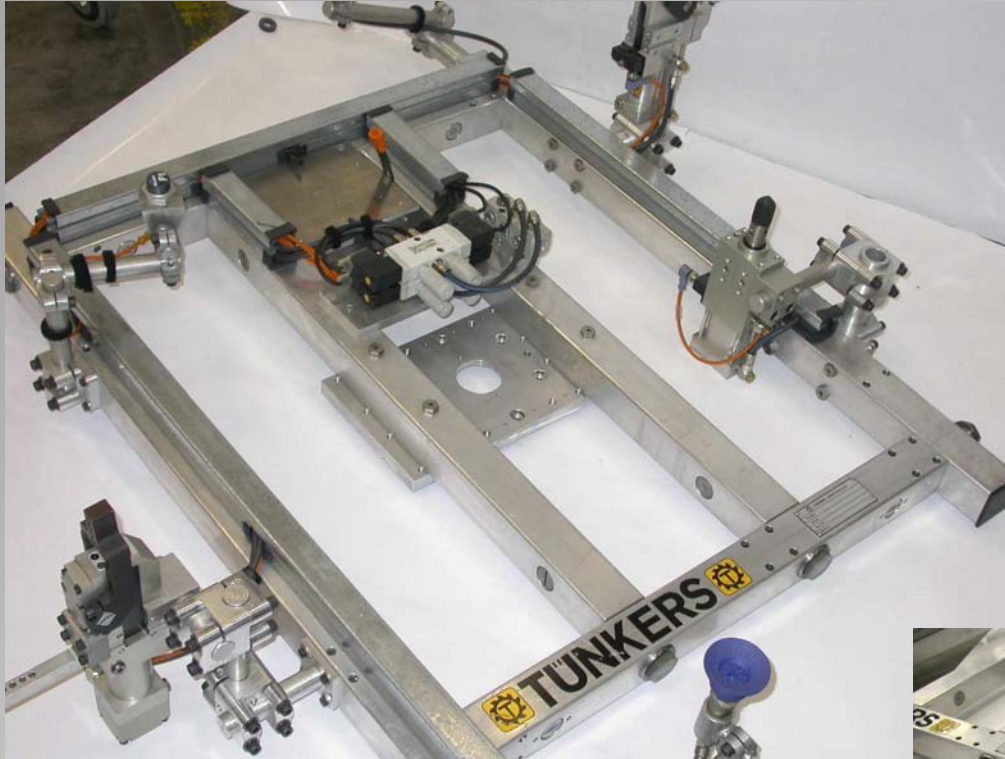
- Rahmenaufbau mit Aluminiumprofilsystem
- Verbindung mittels verschraubten Knotenblechen



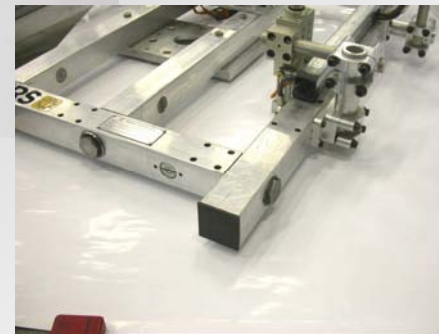
- hohe Qualität und Reproduzierbarkeit
- geringe Flexibilität, da hoher Anteil anwendungsspezifische Komponenten

Hauptkunden: Renault, Peugeot

TÜNKERS Profilgreifersystem "B"



- Rahmenaufbau mit Aluminium-profilsystem
- Verbindung mittels Schrauben und Gewindebolzen (IKEA)
- hohe Genauigkeit und Reproduzierbarkeit
- eingeschränkte Flexibilität



Detail Rahmenverbindung

Status: Prototyp

Übersicht Systeme für Grundrahmenaufbau

Bewertungskriterien

	Steifigkeit	Flexibilität	Gewicht	Reproduzierbarkeit
Rundrohr	++	+	+	○
Vierkantrohr	++	+	+	+
TÜNKERS – SPRINGER	+	+ ○	○	+
TÜNKERS Profil “A“	+	+ ○	○	+
TÜNKERS Profil “B“	+	+ ○	○	+

Konstruktive Anforderungen an die Greiferarme

- Geringes Gewicht, hohe Steifigkeit, geringes Schwingungsverhalten
- Schmäler, möglichst kompakter Konstruktionsaufbau in einer Ebene mit geringem Bauraumbedarf für optimaler Zugänglichkeit des Greifers in der Vorrichtung bzw. Ablage
- Möglichst viele Freiheitsgrade um den Spanner in benötigte Lage zu positionieren
- Einfache Justage in allen Bewegungsachsen zur Feinabstimmung auf Bauteil zum Beispiel beim Einrichten auf der Messmaschine oder bei der Reparatur nach einem Crash
- Schnelle Einstellmöglichkeit oder Auswechselbarkeit der Komponenten / Baugruppen, da hohes Bruchrisiko beim Crash
- Aufbau im Formschluss oder Kraftschluss???

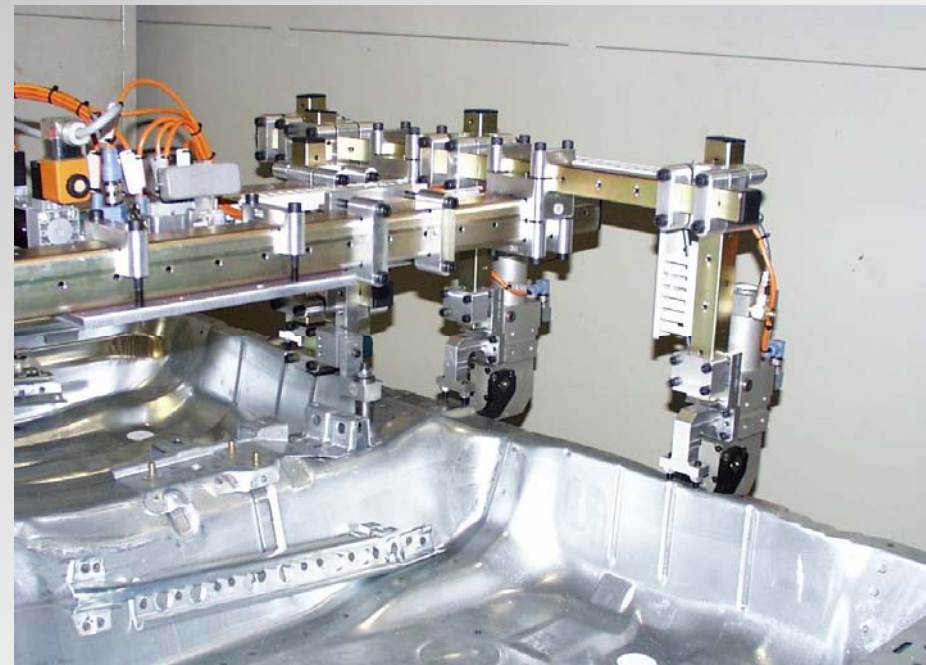
Formschluss kontra Kraftschluss

Für eine 100 %ige Reproduzierbarkeit ist ein konsequenter Formschluss der Verbindungselemente bis hin zur Spannstelle / Konturstück ideal:

- Einfachste Montage (“nur zusammenstecken“)
- Bei Reparatur Austausch des defekten Teils

Probleme:

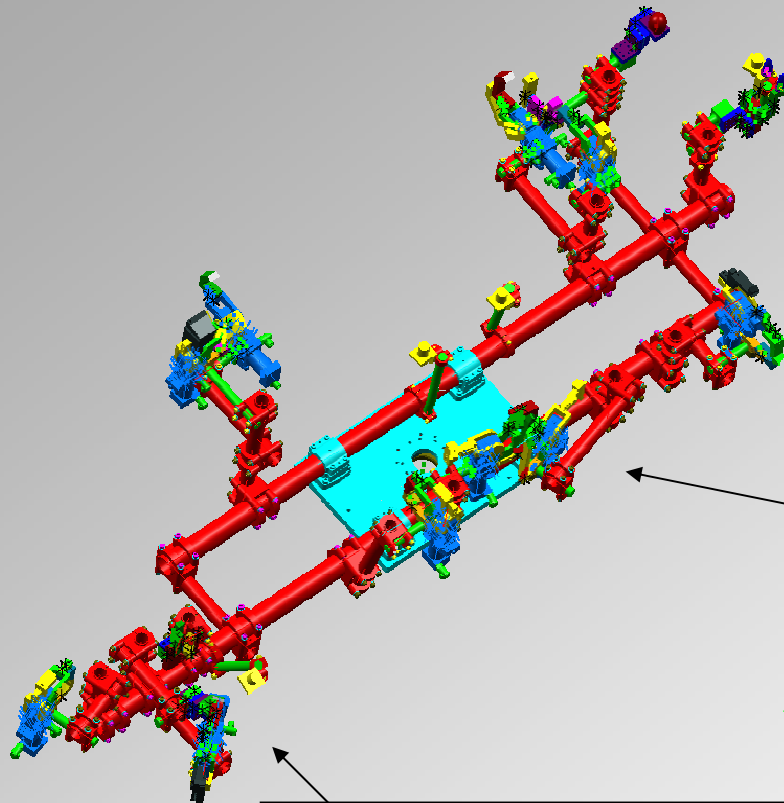
- Realisierung des Formschlusses mit allen geometrischen Freiheitsgeraden
(auch Modulsysteme in Vierkant- oder Profiltechnik verwenden bei den Auslegern zumeist Rundrohr-elemente oder Kugelverbinder)
- Ein Anlagencrash führt zwangsläufig zum Defekt von Verbindungs- oder Strukturelementen
=> Ist ein Austauschteil vorhanden?



Spannstellenanbindung (Greiferarm)
mit 100% Formschluss

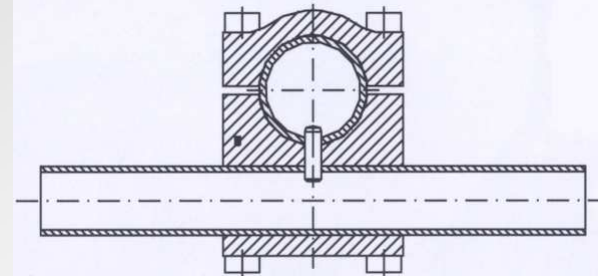
Rundrohrphilosophie: außen weich, innen steif

- Greiferaufbau ähnlich wie Autokarosserie mit steifer Grundstruktur für Rahmen und ‚weichen‘ Auslegern



- Montage / Einrichtung Greifer mit konventionellen Messmitteln auf Lagetoleranz ± 5 mm.
- Feinjustierung und Einmessen auf Messmaschine $\pm 0,2$ mm
- Dokumentation der Position der Verbindungselemente mit Anriss oder Siegelack als Auslieferungszustand.
- Abbohren der Verbindungselemente nach Inbetriebnahme Referenzbohrung = Referenzlage!
- Im Reparaturfall Positionierung des neuen Klemmverbinders gemäss Referenzlage.

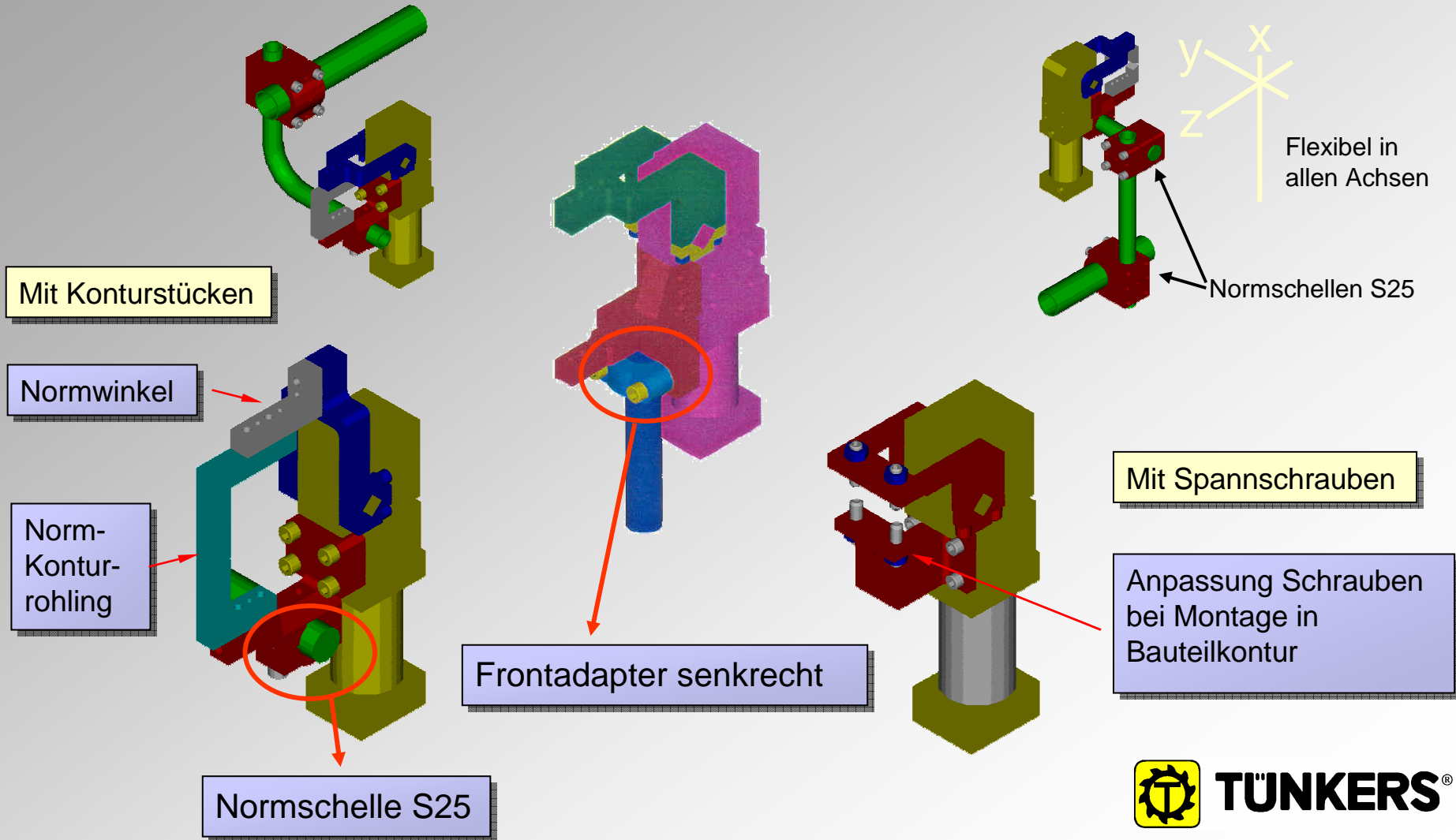
Steifer Grundrahmen,
Rohrdurchmesser 40, 60 mm,
Verbindung optional mit Formschluss
(fester Zylinderstift), Vorgebohrt oder
Rasterrohr.



Aufbau Ausleger (Formschluss) mit
Rohrdurchmesser 25 (40) mm in mindestens
2 Funktionsachsen, so dass sich die
Baugruppe flexibel einrichten lässt, Abbohren
nach Inbetriebnahme.

Lösung Spannstelle

- Abgang von Rahmenstruktur mittels Kreuz- oder T-Klemmstück
- gerades Rohr oder Winkelrohr als Ausleger sowie Adapter zur Befestigung des Pneumatikspanners



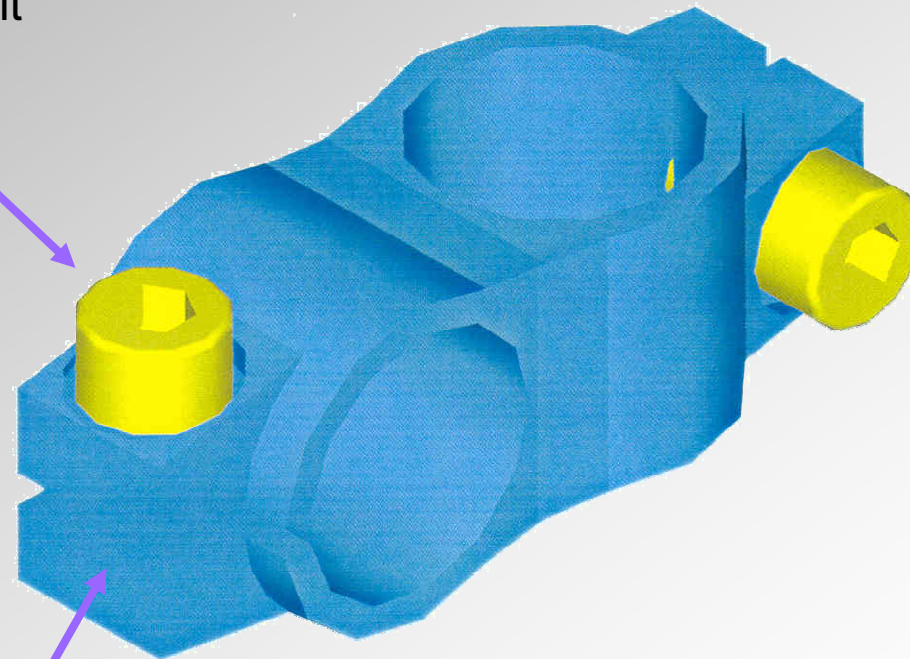
Kompaktverbinder in Stahlausführung für Greiferarme

Kompakte Abmasse und geringes Gewicht speziell als Lösung für die Rahmenausleger zu den Funktionsbaugruppen (Spannstellen, etc.)

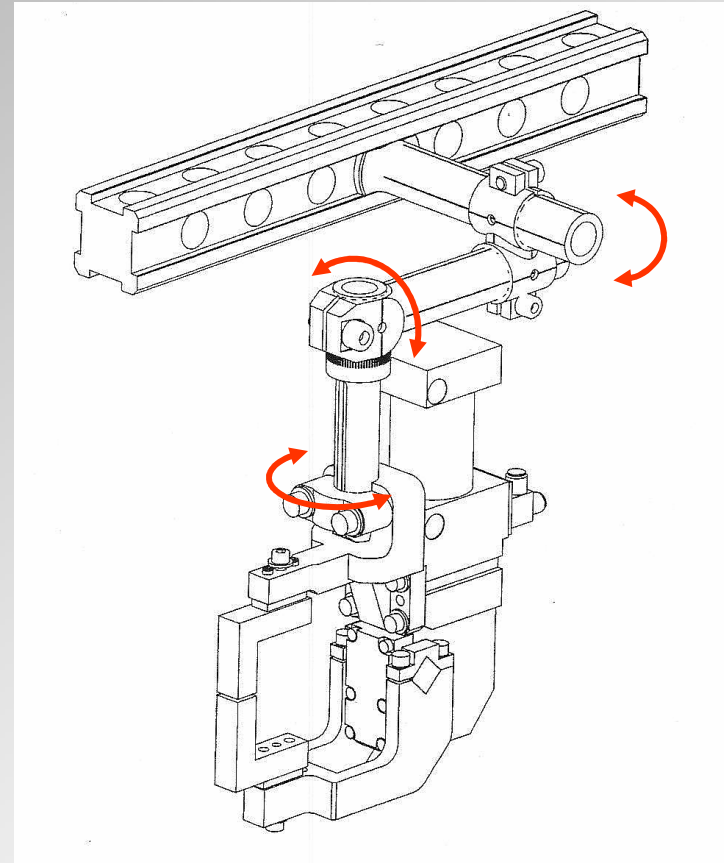
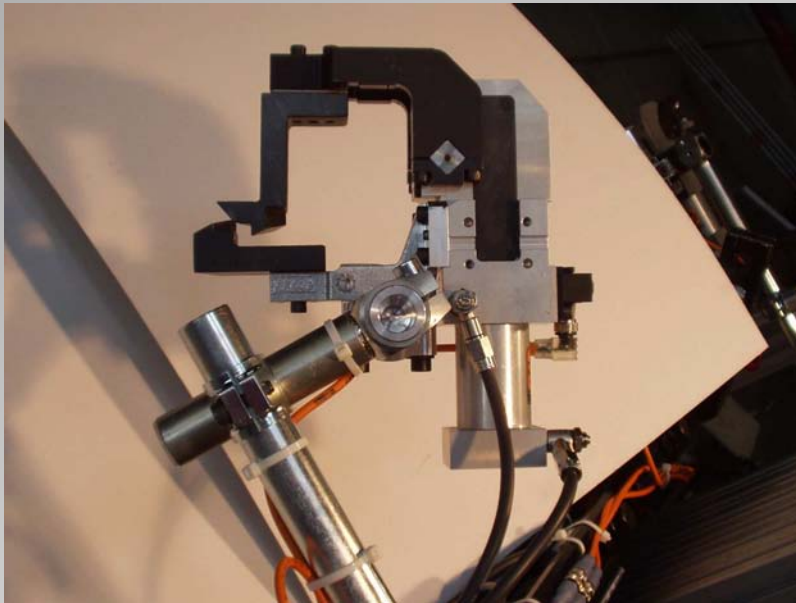
Klemmung jeder Achse mit einer Schraube

- Fertigung aus ST 52 Vollmaterial.
- Dank 3 x höherem E – Modul als Aluminium extrem dünnwandige Klemmschelle.

Schellen einseitig geschlitzt
- nur für Ausleger geeignet!



Beispiel Greiferarm bei TÜNKERS – SPRINGER System

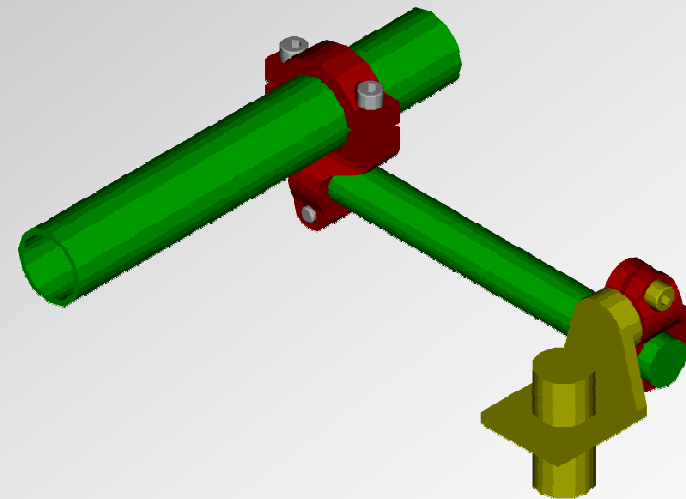
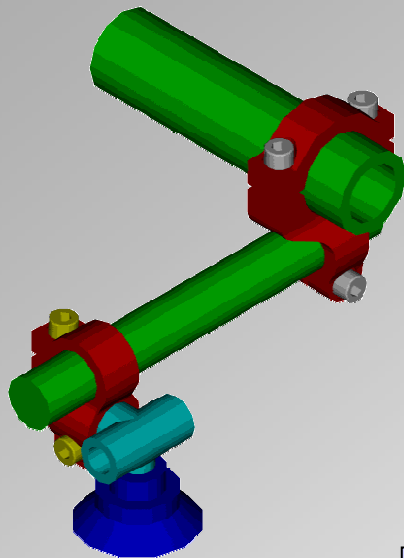


Aufbau in Rundrohrtechnik idealerweise
in allen Bewegungsachsen

Sehr einfache und flexible Anbindung von untergeordneten Baugruppen am Rundsystem

⇒ Die Greiferarme

- Abgang von Rahmenstruktur mittels Schwenkarmen, Positionierung in allen Achsen
- Anpassung der Lage am Bauteil in der Installationsphase möglich



Halbschalentechnik zur einfachen Montier- und Demontierbarkeit

Wie kann bei Greiferarmen in Rundrohrtechnik eine Reproduzierbarkeit erreicht werden?

⇒ Die Greiferarme

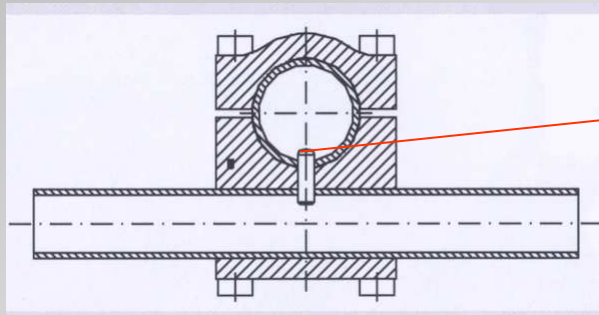
1. **Sicherstellung einer Montage gemäss der geometrischen Vorgaben der Konstruktion.**
2. **Nach einer Verstellung durch Anpassung, Optimierung, Reparatur oder Bauteilcrash den ursprüngliche Zustand sehr schnell wieder herstellt.**

Ohne Präzisionselemente keine Reproduzierbarkeit

Die Form – und Winkeltoleranzen der Verbindungselemente bestimmt die Reproduzierbarkeit der Rahmenstruktur!

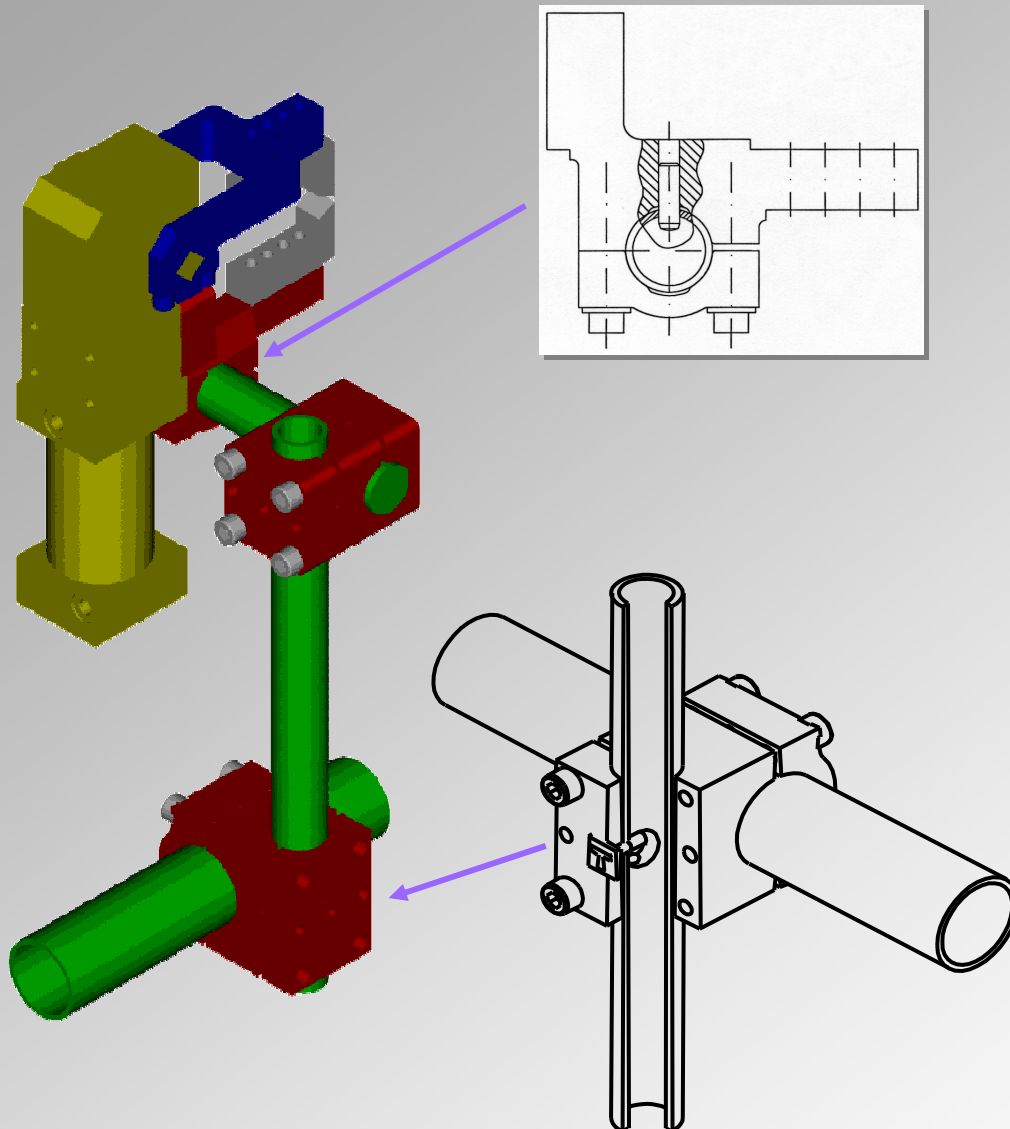


- Exakte Formtoleranz
Fertigung aus hochfestem Alu–
Vollmaterial in einer Aufspannung
(5Achsen CNC) = kein Verzug, keine
undefinierten Flächen wie bei Guss –
oder Schweisskonstruktion.
- Exakte Toleranz der Achswinkel $< 5'$
= max. theoretischen Maßfehler bei
1.000 mm Rohrlänge
⇒ 1,5 mm!



Indexbohrung im Sockel
Zur formschlüssigen Positionierung der
Rohre (vorgebohrt) in kürzester Distanz
bei der Montage.

Referenzbohrung zur Lagesicherung



A. Referenzbohrung vor Montage

Einbringen der Bohrung in alle Rohrelemente gemäß Zeichnungsvorlage. Montage des Systems gemäß vorgegebener Referenzbohrung quasi mit Kraft- und Formschluss. Toleranzausgleich an Spannstelle durch Shims. (KUKA – Prinzip)

B. Referenzbohrung nach Montage

Montage des Systems gemäß Zeichnungsvorgabe und Einmessen auf Messmaschine. Abbohren aller Verbindungselemente **erst nach Produktionsfreigabe** und ggf. Verstiften mit Referenzstift bis hin zur Spannstelle

Reproduzierbarkeit bei Rundrohrarmen durch Skalierung

- Vorteile:
- Einstellhilfe bei der Montage
 - Nutzung zur Dokumentation des Auslieferungszustandes (statt Siegellack oder Anriss)
 - Referenzlage für den Austauschfall



Winkelskala auf
GNK – Verbinder
 $\pm 30^\circ$

Skalenring 0 – 360° flexibel mit
Madenschraube auf Rohr zu befestigen

Zusammenfassung Konzepte für Greiferarme

- Jedes Greiferarmkonzept kann prinzipiell mit jedem Rahmenkonzept kombiniert werden.
- Ein konsequenter Aufbau in Formschluss bringt zwar Vorteile bei der Geometriebestimmung. Aufgrund mangelhafter Flexibilität und hohem Crashrisiko sind solche Systeme nur dann zu empfehlen, wenn:
 - Ein Einsatzgreifer verfügbar ist!
 - Greifer mit Vorrichtungskarakter (Geometrie) benötigt werden.
- Im Standard empfiehlt sich der Einsatz von Rundrohrtechnik, die bedarfsbezogen mit konstruktiven Massnahmen zur Verbesserung der Reproduzierbarkeit ausgerüstet wird (Referenzbohrung – Skala)

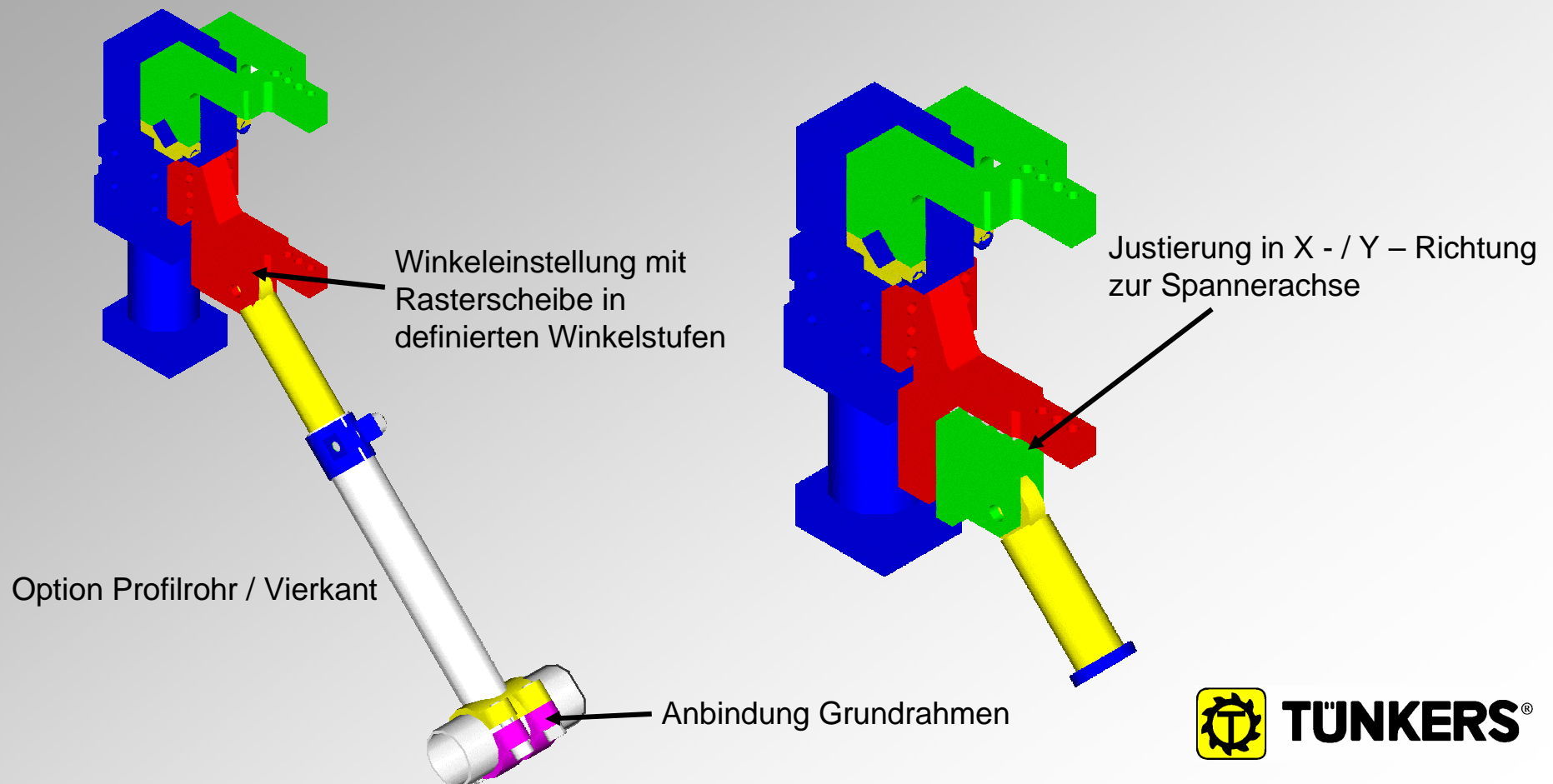
Ausblick auf Innovationen

- Neues Konzept für Greiferarme.
- Modulgreifer mit erweiterten Anwendungsbereichen.
- Massnahmen zur Gewichtsreduzierung der Systeme.
- Verbesserung der Reproduzierbarkeit durch Klemmelemente in Rasttechnik und Lasergeometrieüberwachung.

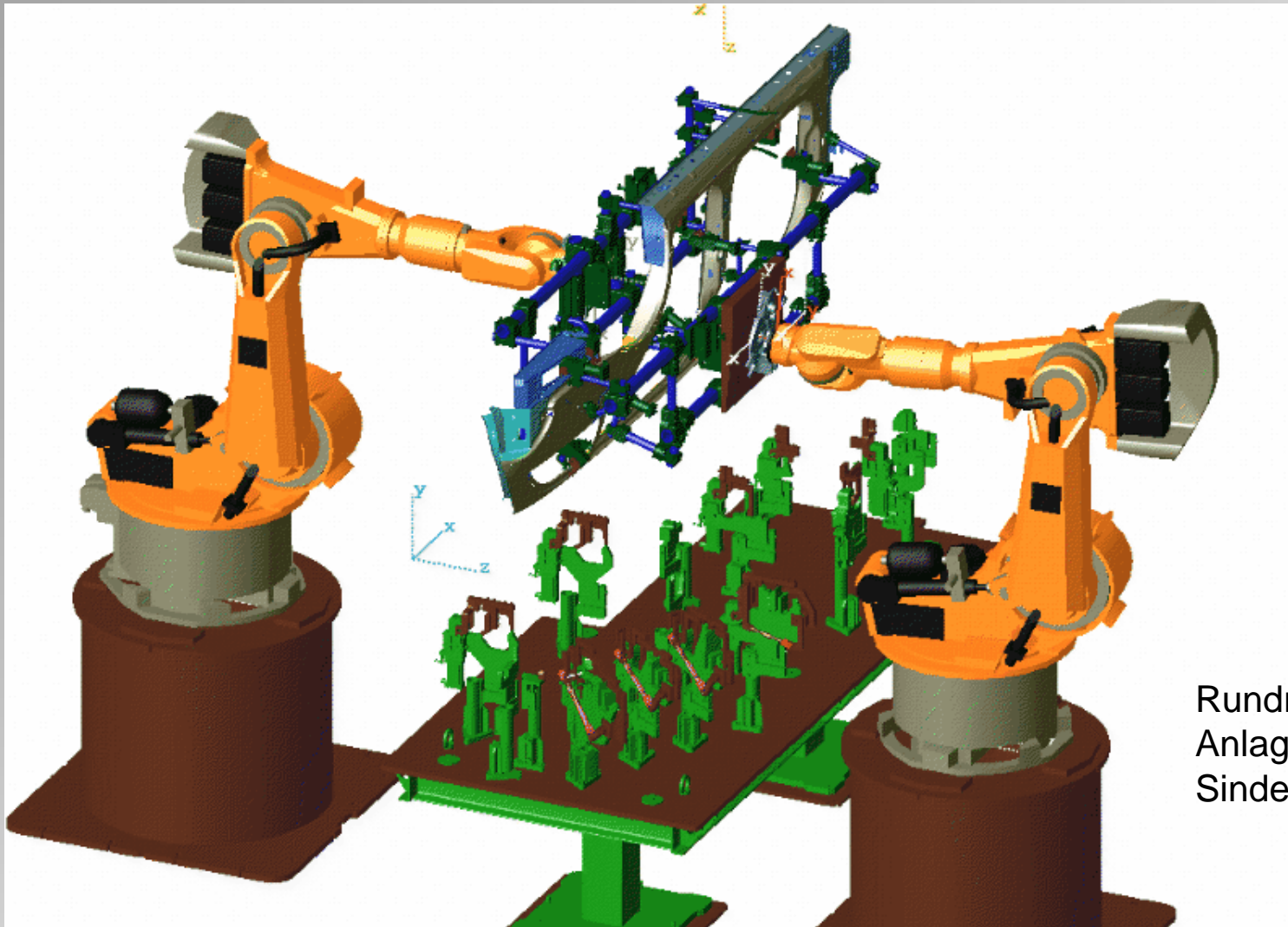
Greiferarme für Spanneranbindungen mit Teleskoprohr und Rasterscheibe

Vorteile:

- Verbindung Spanner und Grundrahmen auf kürzestem Weg (bei Rundrohrrahmen)
- Geringes Gewicht da wenig Bauteile
- Flexibel einstellbar in allen Bewegungsachsen
- Option X - / Y – Justierung direkt an der Spannstellenaufnahme.



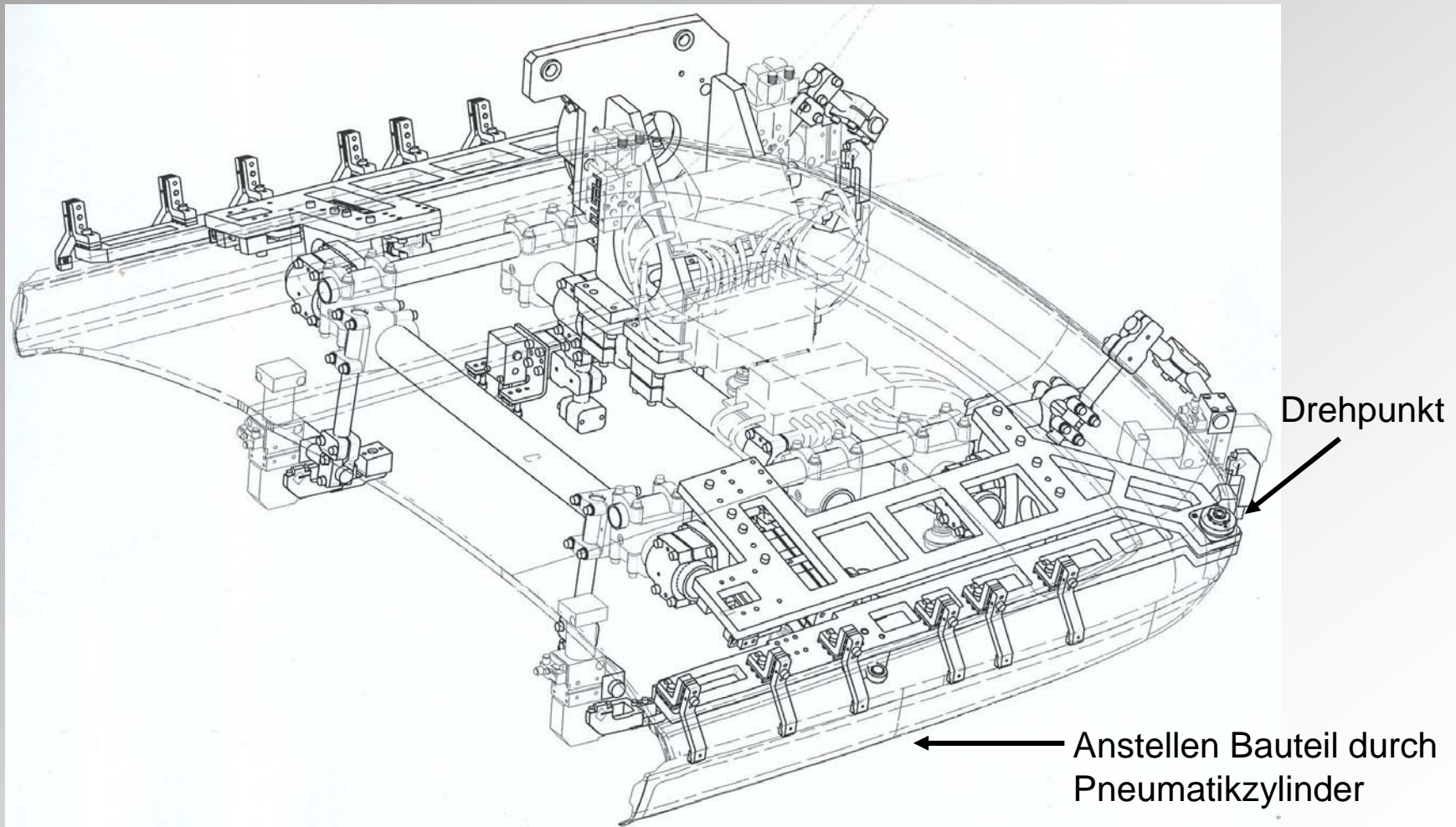
Greiferübergabe von Roboter zu Roboter



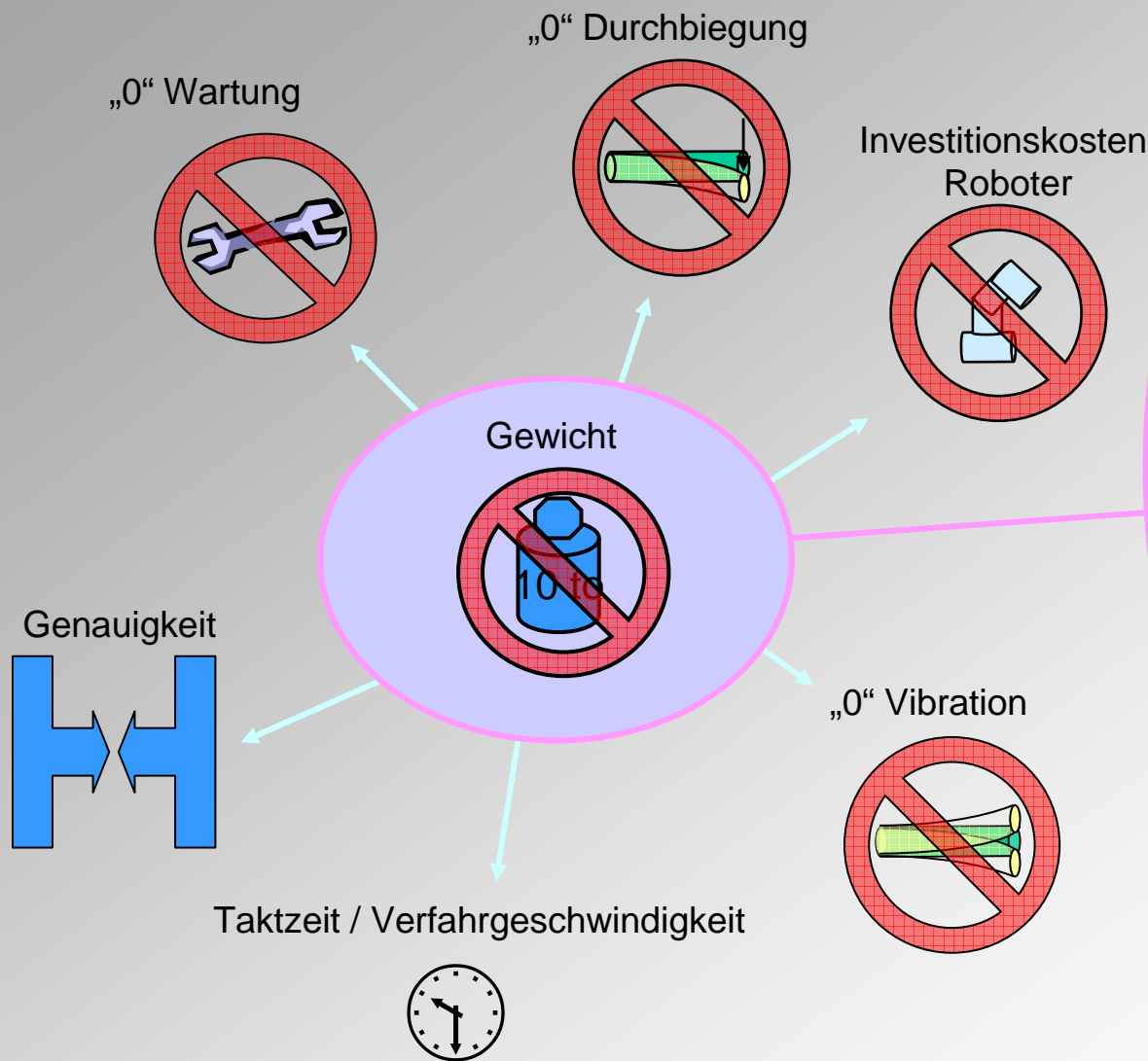
Rundrohrsystem
Anlage DaimlerChrysler
Sindelfingen

Greifersystem mit Vorfalzfunktion (Anstellen)

Integration des Umformprozesses in die Taktzeit / Verfahrzeit des Transportes



Das Gewicht ist ein Schlüsselfaktor

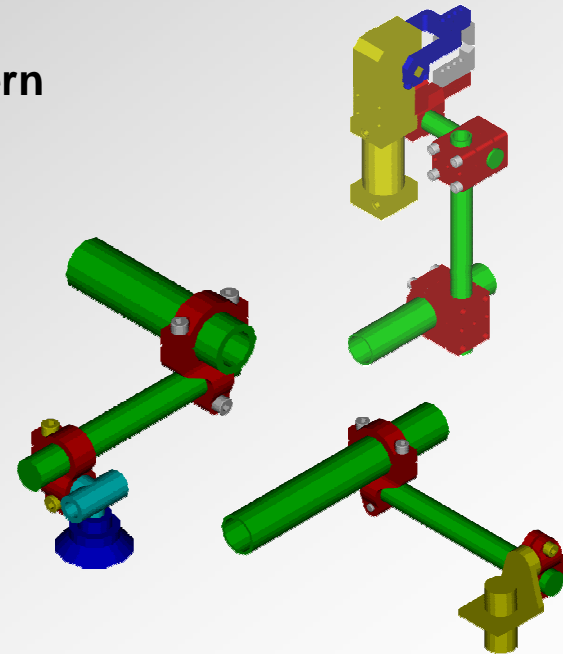
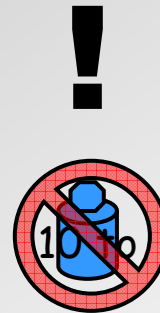
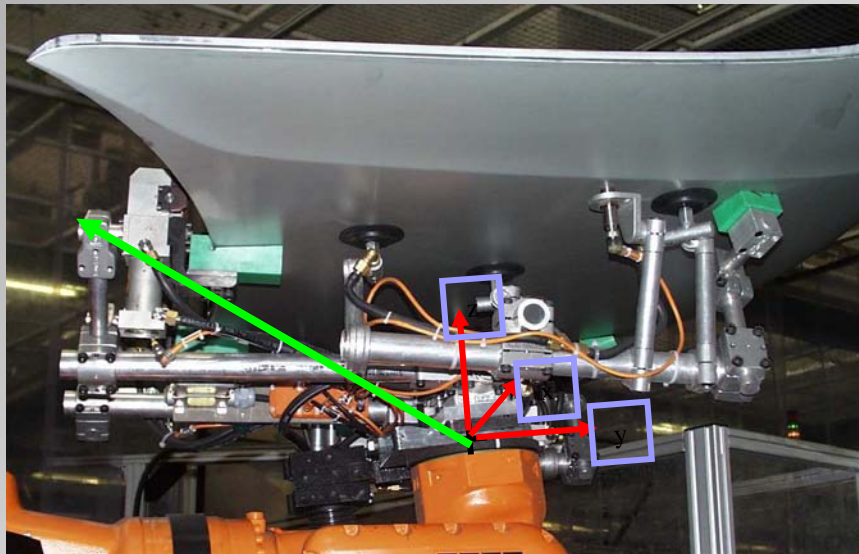


Besonders im Hinblick auf die hohen Verfahrgeschwindigkeiten der neueren Roboter und dem Trend hin zu Multifunktionsgreifern (Modulmix) ist das Greifergewicht ein kritischer Schlüsselfaktor!!!

Fokus Massenträgheiten

Die Betrachtung der rein statischen Masse des Greifers liefert ein unvollständiges Bild. Die Massen mit der größten Entfernung zur Achse 6 sind im Hinblick auf eine Verringerung der Massenträgheitsmomente am wichtigsten:

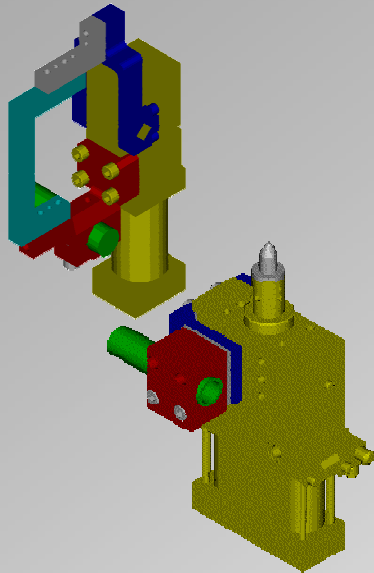
- Komponenten (Spanner, Stiftzieher, etc.)
- Spanneranbindungen
- Trägerelemente (Rohre) und Verbinder an den Auslegern



Funktionselemente (Spanner)

Aktuelle Lösung

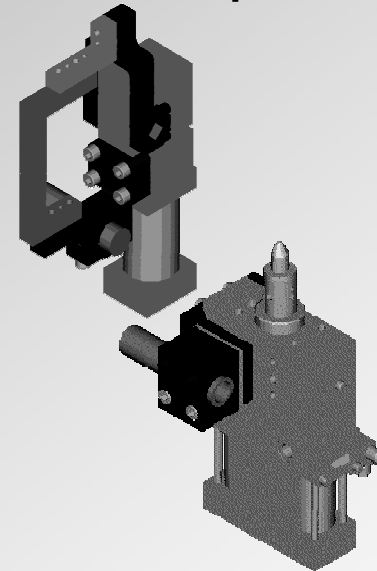
- Aluminiumgehäuse
- Stahl Spannarm



– 30 %

Potentiale zur Gewichtsreduzierung

- Kunststoffgehäuse
- Aluminium Spannarm



- + Elektrische Isolation
- geringere Kraftentwicklung bei Spannkomponenten
- geringere Positionierungssicherheit bei Zentrierstiften

Trägerelemente

Aktuelle Lösung

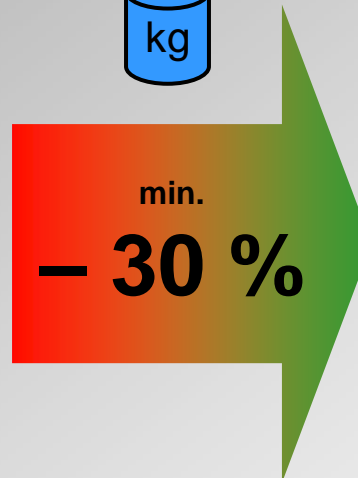
- Al - & St - Rohre



- Al - Profile
- Al - Präzisionsprofile

Potentiale zur Gewichtsreduzierung

- CFK – Rohre (Versuchsphase)
- Hochfeste Stahlrohre (Versuchsphase)
- hochfeste Aluminiumrohre (Versuchsphase)

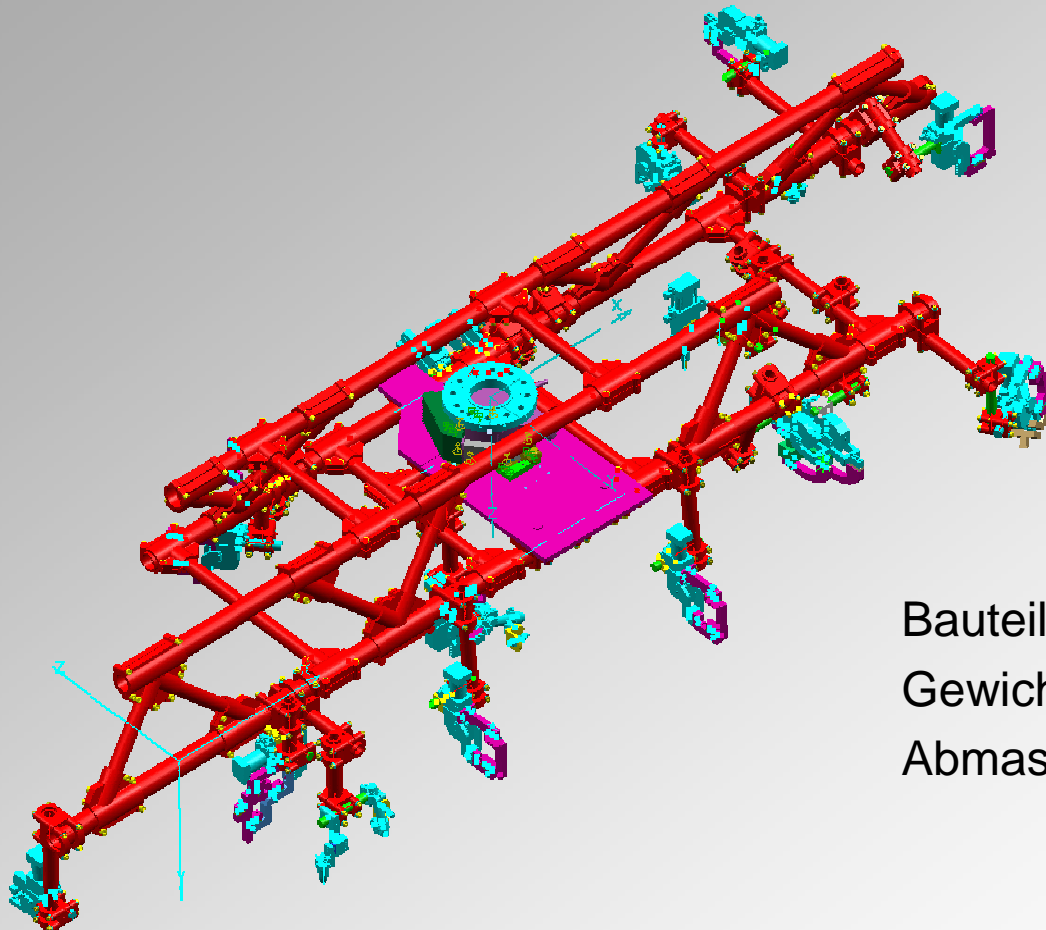


- + Ausschäumung als Rohrverschluss (CFU)
- + Kompatibel zu bestehenden Systemen

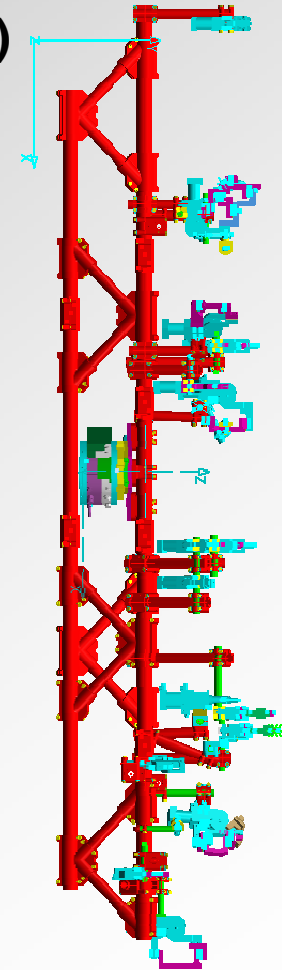
GNT –Verbindungen für Aufbau von extrem leichten Fachwerkstrukturen

⇒ Gewicht

- Einsatz:
großflächige, schwere Bauteile wie z. B. Bus - Seitenwand (NCV2)

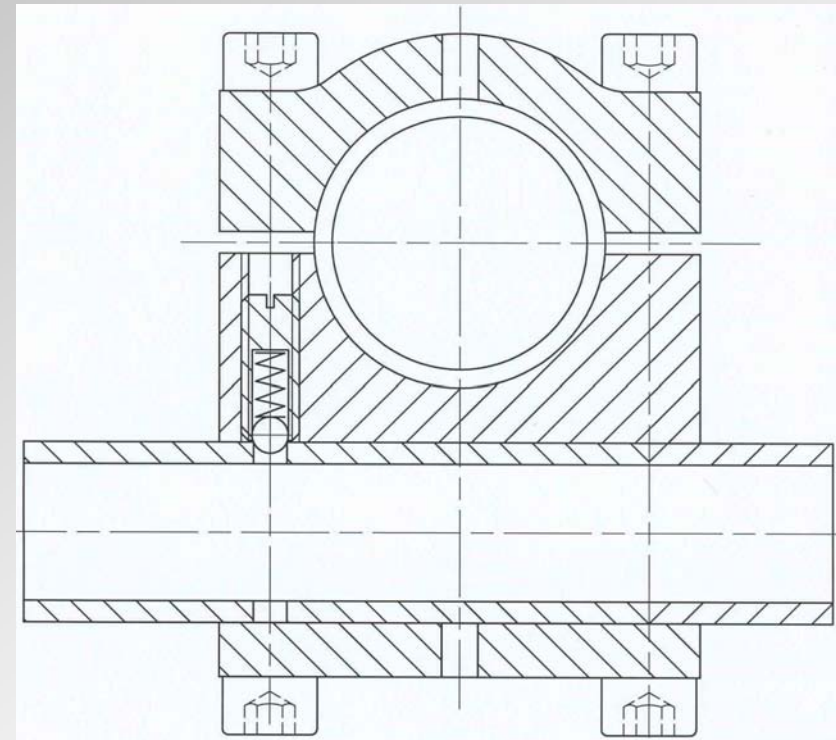


Bauteil
Gewicht: 90 kg
Abmasse: 140 kg



Verbindungselemente mit Einrasttechnik

- Verbindungselemente werden an Referenzstellen mit Kugelfeder-rasten ausgerüstet
- Kugel greift in Bohrung des Rasterrohres oder in die nach dem Einrichten eingebrachte Referenzbohrung.
- Bei einem Bauteilcrash verdrehtes Element kann nach Lösen der Schrauben wieder in die Ursprungslage “eingerastet“ werden.
- Reproduzierbare Position ist gesichert



Option Greifersystem mit Laser-Geometrieüberwachung

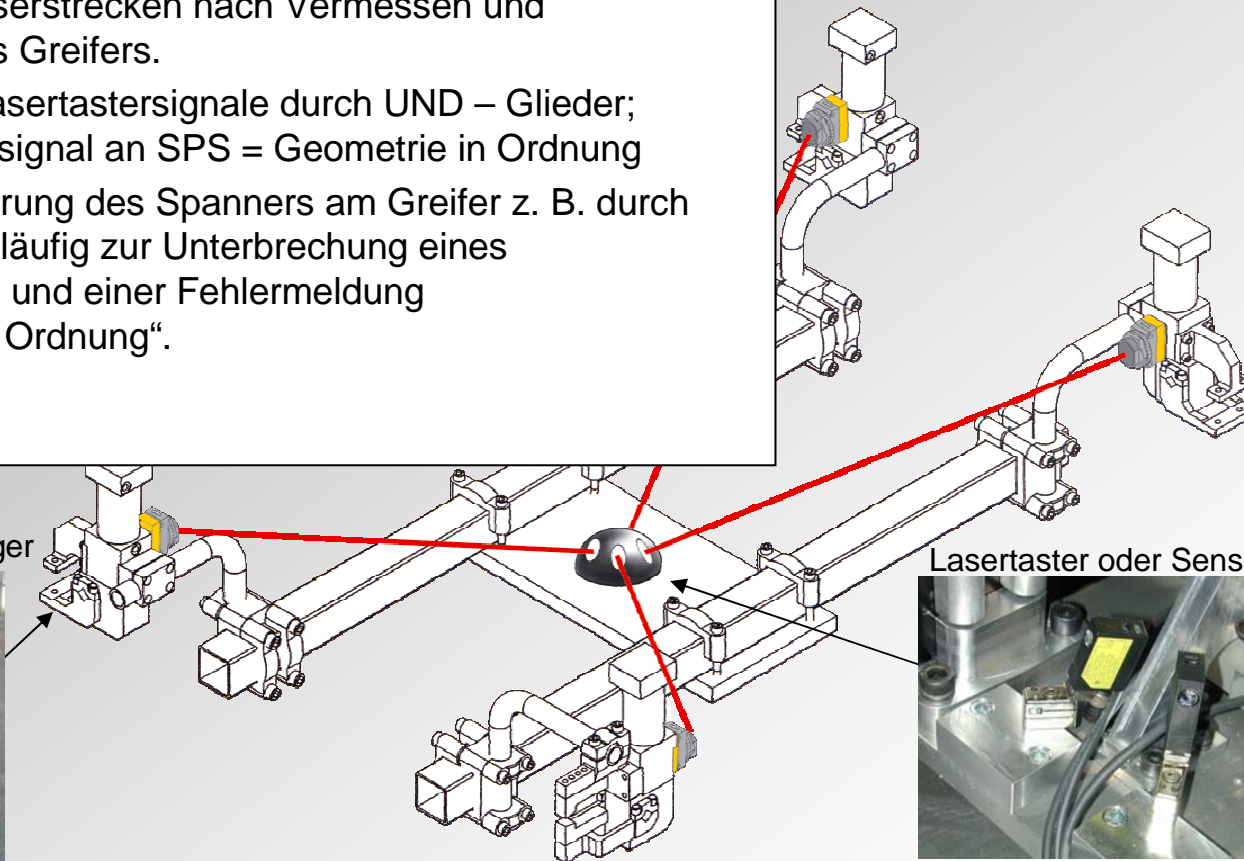
Prinzip:

- Aufbau einer Laserstrecke mit Sender und Empfänger zwischen den geometriebestimmenden Funktionsbaugruppen und einer zentralen Referenzfläche = Roboteradapterplatte.
- Einjustieren der Laserstrecken nach Vermessen und Inbetriebnahme des Greifers.
- Verknüpfung der Lasertastersignale durch UND – Glieder; Nur ein Rückmeldesignal an SPS = Geometrie in Ordnung
- Jede Lagerveränderung des Spanners am Greifer z. B. durch Crash führt zwangsläufig zur Unterbrechung eines Lasersensorsignals und einer Fehlermeldung "Geometrie nicht in Ordnung".

Laserreflektor oder Empfänger



Lasertaster oder Sensor



Referenzliste Greifersysteme

Firma	Werk	Projekt	Bauteile	Funktion	System	Menge	In Betrieb
Audi	Curitiba	A4	Anbauteile	Handling	Rundrohr	30	8/1999
Audi	Ingolstadt	B5	Radhaus	Ausschweissen	Rundrohr	5	5/1998
Audi	Ingolstadt	AU 350	Unterbau	Ausschweissen / Handling	Rundrohr	150	6/2002
Audi	Ingolstadt	B6	Unterbau, Frontelemente	Ausschweissen / Handling	Rundrohr	≈200	1/2000
Audi	Neckarsulm	C5	Unterbau (ca. 80 kg)	Ausschweissen / Handling	Rundrohr	7	7/1998
Audi	Neckarsulm	AU 561	Unterbau	Handling	Vierkanrohr	150	2/2003
Audi	Neckarsulm	W10	Radhaus, Seite, Unterbau	Ausschweissen / Handling	Rundrohr	70	12/1999
BMW	Regensburg	E46	Seitenwand	Handling	Rundrohr	4	10/1998
DaimlerChrysler	Bremen	W203	Seite, Anbauteile, Dach	Handling	Rundrohr	40	1/2000
DaimlerChrysler	Sindelfingen	W203	Seite, Anbauteile, Dach	Handling	Rundrohr	40	1/2000
DaimlerChrysler	Sindelfingen	W210	Radhaus	Ausschweissen	Rundrohr	2	10/1998
DaimlerChrysler	Sindelfingen	W211	Komplett	Ausschweissen/Handling/ Kleberauftrag	Rundrohr	220	05/2001
DaimlerChrysler	Sindelfingen	W211	Anbauteile, Seitenwand	Ausschweissen / Handling	Rundrohr	230	4/2001
DaimlerChrysler	Bremen	R171	Türen / Klappen	Ausschweissen / Handling	Rundrohr	90	12/2002
DaimlerChrysler	Vitoria	NCV2	Komplett	Ausschweissen / Handling	Rundrohr	280	3/2002
Ford	Genk	V 184/207	Komplett	Ausschweissen / Handling	Rundrohr	100	7/1999
Ford	Köln	B-Car	Alle Bauteile	Ausschweissen / Handling	Rundrohr	200	5/2001
Ford	Saarlouis	C-Car	Türen / Klappen	Ausschweissen / Handling	Rundrohr	130	7/2002
Ford	Saarlouis	CW170	Boden	Handling	Rundrohr	8	2000
Krupp	Camford	Honda	Radhaus	Ausschweissen	Rundrohr	20	4/1998
RENAULT	Douri Patencin	X 84	Seitenwand	Ausschweissen / Handling	Profilsystem	240	10/2002
Opel	Rüsselsheim	S4300	Stirnwand	Ausschweissen / Handling	Rundrohr	80	6/2001
Skoda	Mlada Boleslav	PQ 24	Anbauteile	Handling	Rundrohr	5	7/1998
VW	Brasilien	GoL	Boden	Handling	Rundrohr	2	9/1998
VW	Brüssel	A4	Anbauteile	Handling	TÜNKERS - SPRINGER	30	10/1999
VW	Emden	B56P	Anbauteile	Ausschweissen / Handling	TÜNKERS - SPRINGER	16	4/2000
VW	Pamplona	Polo GP	Anbauteile	Handling	Rundrohr	ca. 20	12/1998
VW	Wolfsburg	PQ35	Seitenwand / Klappen	Ausschweissen / Handling	TÜNKERS - SPRINGER	300	01/2003

Fazit: Das breiteste Erfahrungsspektrum ist bei Rundrohrsystemen vorhanden.



TÜNKERS Dienstleistungspaket für Robotergreifer

- **Projektleitung Greifersysteme**
 - Überwachung technischer Standards
 - Koordination Konstruktionsbüros
 - Terminüberwachung

- **Konstruktionsverantwortung**
 - Schulung der beteiligten Konstruktionsbüros
 - Abnahme aller Greifereinzelteilkonstruktionen, Freigabe bzw. Abweichungsprotokollierung

- **Gewährleistung**
 - Volle Gewährleistung für alle freigegebenen Greiferkonstruktionen

- **Greifermontage**
 - Mechanische Fertigung, Montage und Installation (Elektrik, Pneumatik) in unserem Fertigungsstandort Ratingen bei Düsseldorf. Optional Vermessung inkl. Protokollierung

- **Service in Installationsphase**
 - allgemeine personelle Baustellenunterstützung
 - Inbetriebnahme Greifer
 - Roboterprogrammierung
 - Konsignationslager und 24 h Bereitschaftsdienst mit Baustellencontainer vor Ort