

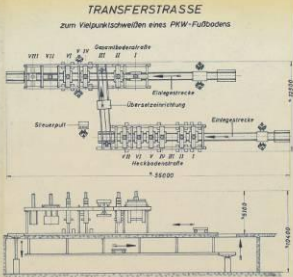
**KUKA**

## 1. Augsburger Produktionstechnik Kolloquium Entwicklung einer Multi Funktionalen Roboter Zelle → kurz: MFZ

- 18.05.2011
- Stefan Bayer  
( KUKA Systems GmbH )

## Historie Technologie Anlagenbau → 1959-1987 ( Beispiel Automobil )

**„Modernste Vielpunktschweißanlage Europas 1959“  
„State of the art multispot-weldingtransferline in 1959“**




**KUKA**  
TRANSFERSTRASSE  
für die rotierende Fertigung eines PKW-Bodenstrahmens

Seit 1975 produziert die modernste Vielpunkt-Schweißanlage (KUKA) bei einer deutschen Automobilfabrik.

**ANZAHL DER SCHWEIßPUNKTE: 1300**  
Taktzeit: 80 sec.  
Anzahl der umlaufenden Unterwagen: 4 Wagen Gesamtbodenstr.  
4 Wagen Heckbodenstr.

Gesamtwicht: + 300 t  
Bedienungspersonal: 6 Mann zum Einlagern  
Bauzeit: 15 Monate bis Lieferung ab Werk  
Inbetriebnahme: 18 Monate nach Auftragserteilung



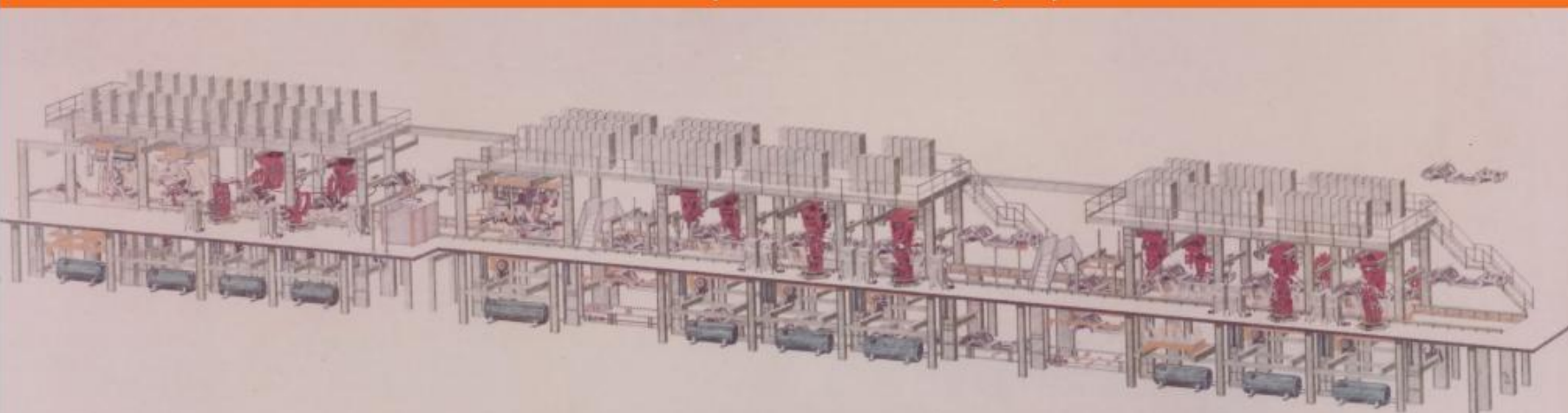
KUKA-Transferstraßen für PKW-Bodenstrahmensherstellung sind ein Beispiel für die Entwicklung der Robotertechnik in der Automobilindustrie. Die modernsten Robotertechnologien sind in diesem Transferstraßenbauwerk auf einen Raum zusammengefasst worden.

**KUKA Autoflex 1986**



**KUKA AUTOFLEX-SYSTEM BILD 1**     **KUKA AUTOFLEX-SYSTEM BILD 5**     **KUKA AUTOFLEX-SYSTEM BILD 6**

**Schweisstransferstrasse für ZSB. Hinterbau und ZSB. Bodengruppe 1987  
Transferline for ASM rear compartment and ASM underbody complete 1987**



## Quo Vadis Technologie Anlagenbau → 2007 → Heute → 2016 → 2026

Entwicklung Automobil 2007



2016/26

Stand der Technik 2007/8



Jigless 2008+



Stand der Technik 2016/26



Entwicklung Luftfahrt / Leichtbau



2016/26

Stand der Technik 2010

**Manufaktur wegen :** Stückzahl & Prozessen mit bedingter Standardisierung .....

**Automations – Sonderlösungen zu:**

- spez. Aufgaben ( z.B. Bohren u. Nieten, Coriolis... )
- Siemens SPS & CNC Technologie

Stand der Technik 2016/26 Themensammlung:

- Mehrfachbearbeitung an Grossbauteilen
- Prozess - / Varianten - Flexibilität
- Standardisierung -- Plug& Play -- CNC Kernel
- Robotik → Mensch Maschine Interaktion → Mobil
- Integrierte Qualitätssicherung

## 16.06.2009 – Erstabstimmung - DLR ZLP Ausrichtung bei KUKA

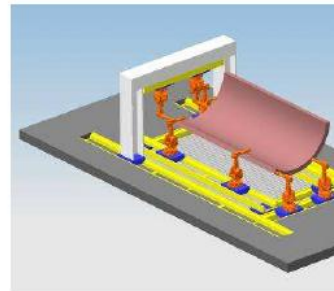
### Produktionstechnik: Ziele der CFK-Verarbeitung

#### Manufaktur



### Anforderungen an andere Partner:

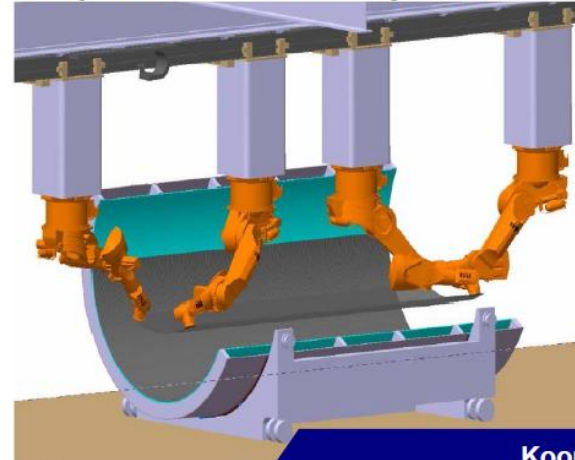
- Fabrikkonzepte für optimierten Material- und Kernsupport
- Minimierung und Optimierung
- Flexible Track-Gestaltung
- Usw.



### Automatisierte CFK-Produktionstechnologie

#### Textiltechnologie

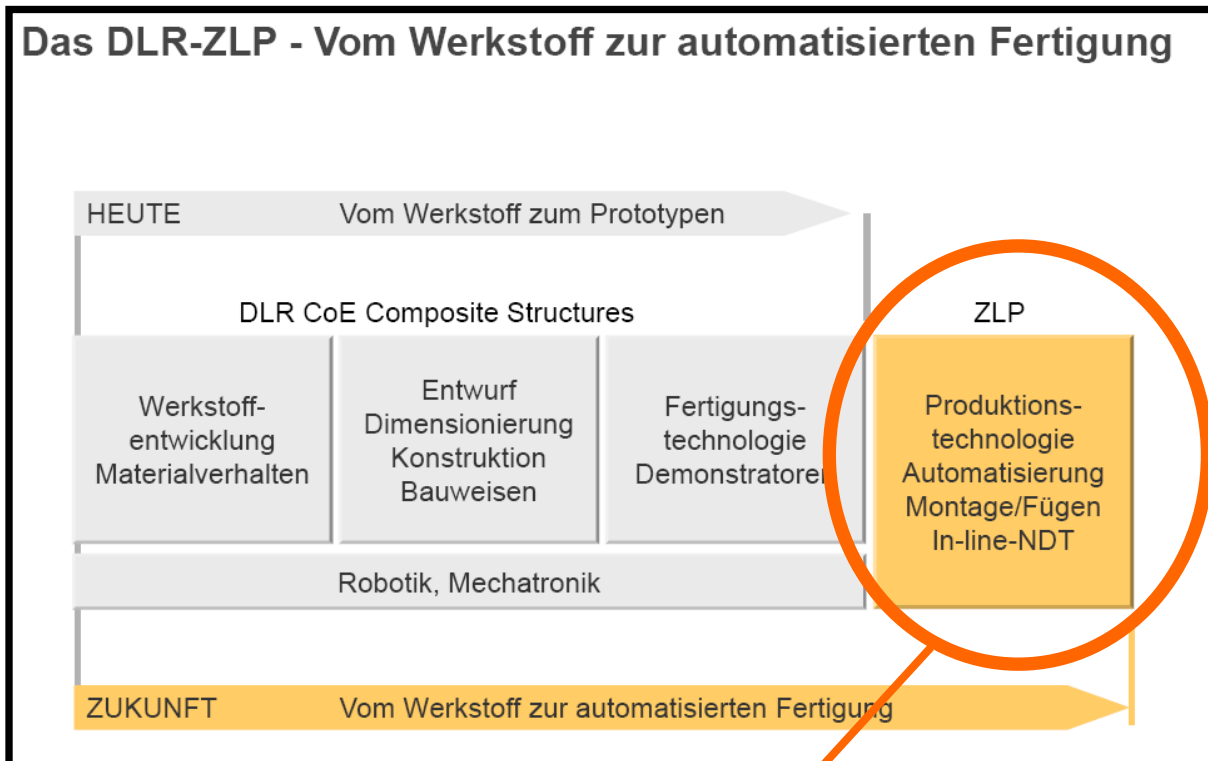
#### Kooperierende Robotersysteme



- Kooperative und flexible Robotersysteme
- Bahnoptimierung
- Dynamik und Steuerungsalgorithmen
- Sensortechnik
- Rückkoppelnde Positioniersysteme
- Endeffektoren (Ablageköpfe, etc)

**Kooperationspartner: KUKA?**

## Anspruch des DLR gegenüber Bund und Land → KUKA Intention



### Entwicklung Produktionstauglicher Automatisierung

→ Ziel einer Kooperation mit KUKA Systems in 2009

→ Inhalte mussten weiter detailliert werden

22.07.2009 – Prämissen für MFZ Erstskeizze mit Vorhabenbeschreibung

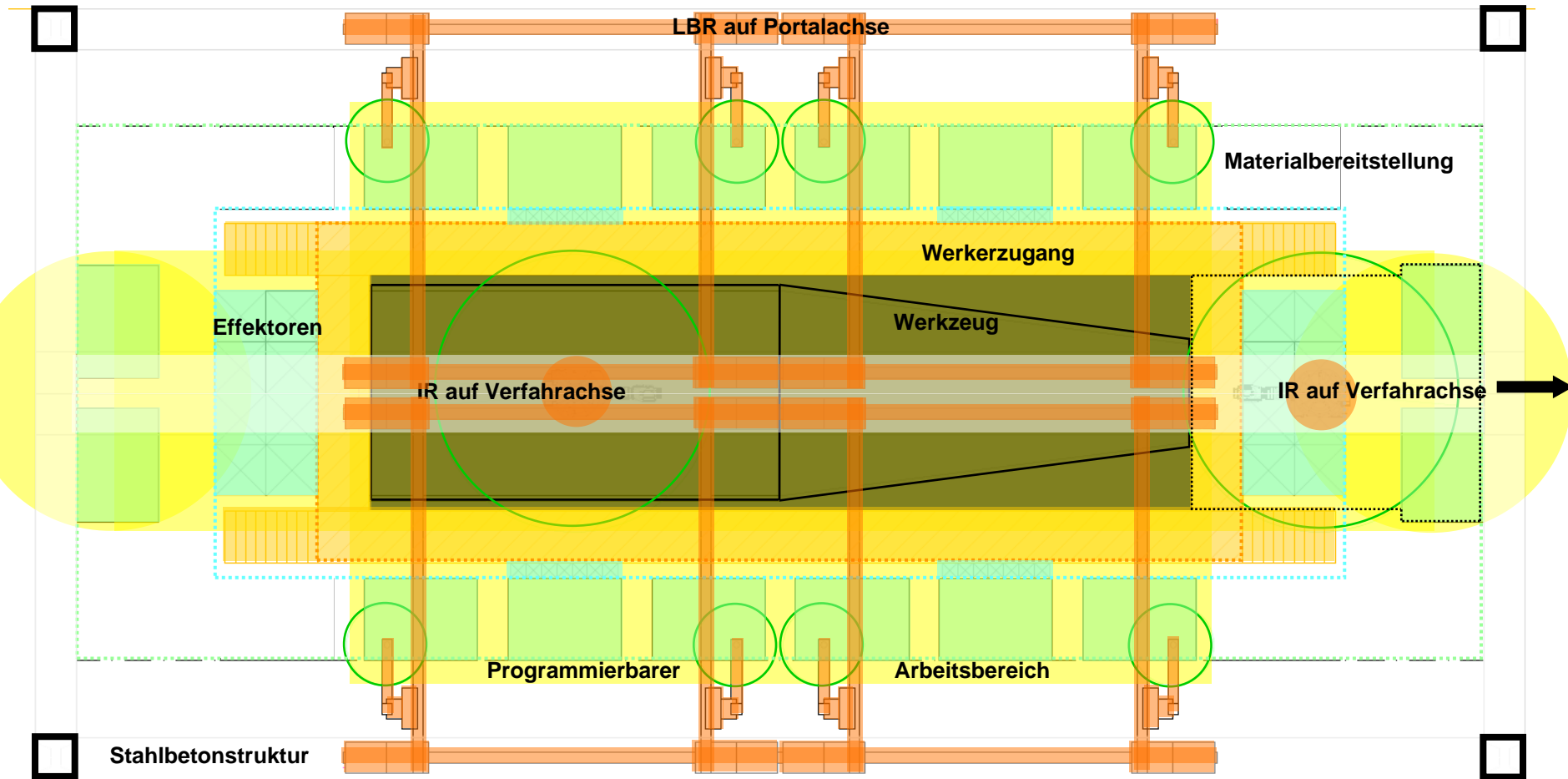
## Umstieg von Manufaktur zu Produktion:

- => **Manueller Zugriff erforderlich für Zugänglichkeit**
- => **Wenig störende Strukturen im Formbereich**
- => **Mensch/ Maschine Interaktion ( mit LBR = Leichtbauroboter )**

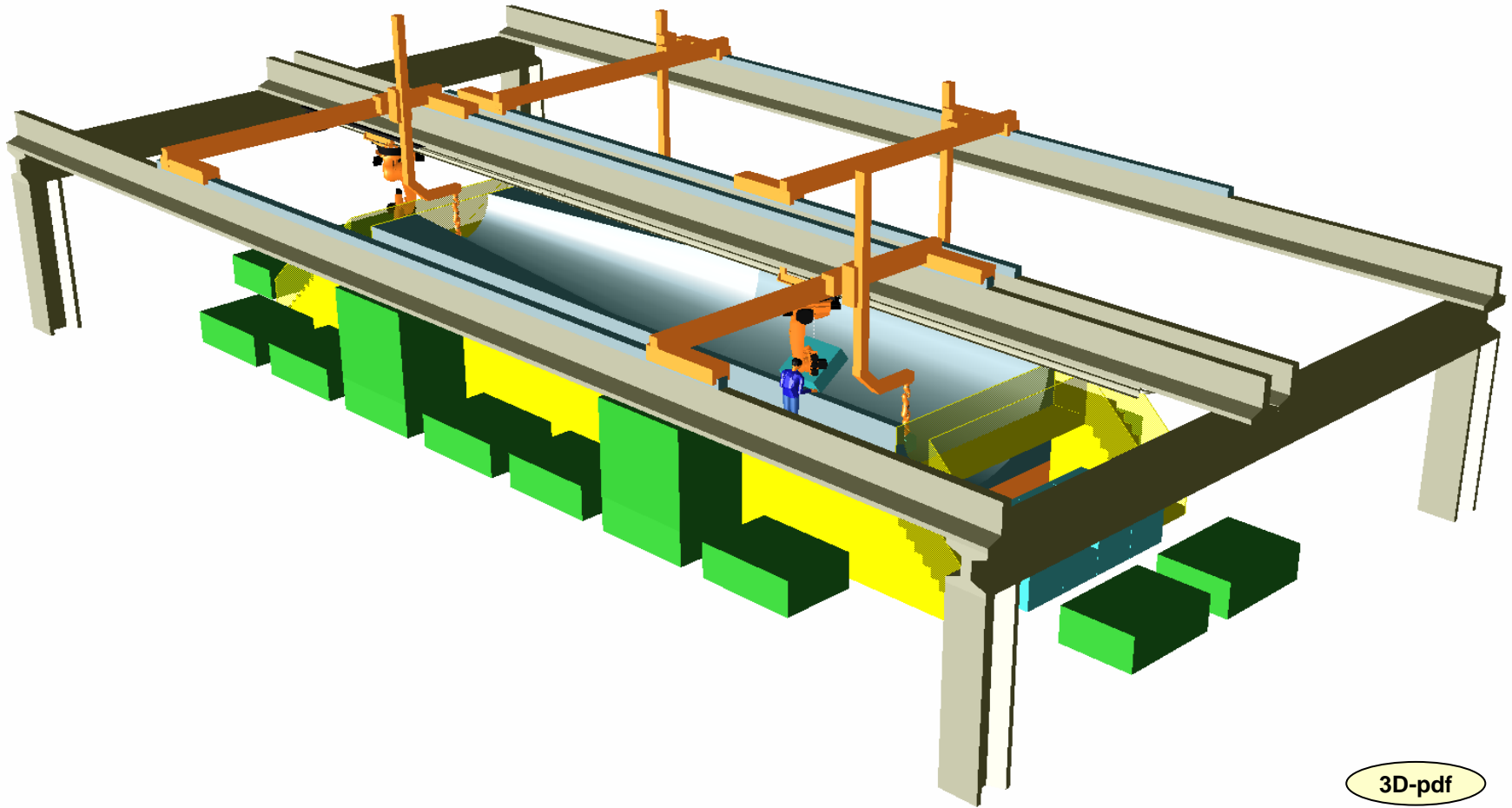
## Zielbauteil Erstausrichtung Rumpfschale A30X

- => **Form Länge 16/ 8m Radius 2,1m**
- => **Bereitstellung der Effektoren & Material nahe Werkzeug**
- => **Großer Arbeitsbereich durch Portalachsen mit LBR**
- => **Mittlere / hohe Traglast durch Roboter auf Verfahrachse**

## 22.07.2009 – Erste Konzeption der MFZ ( Übersicht animiert )

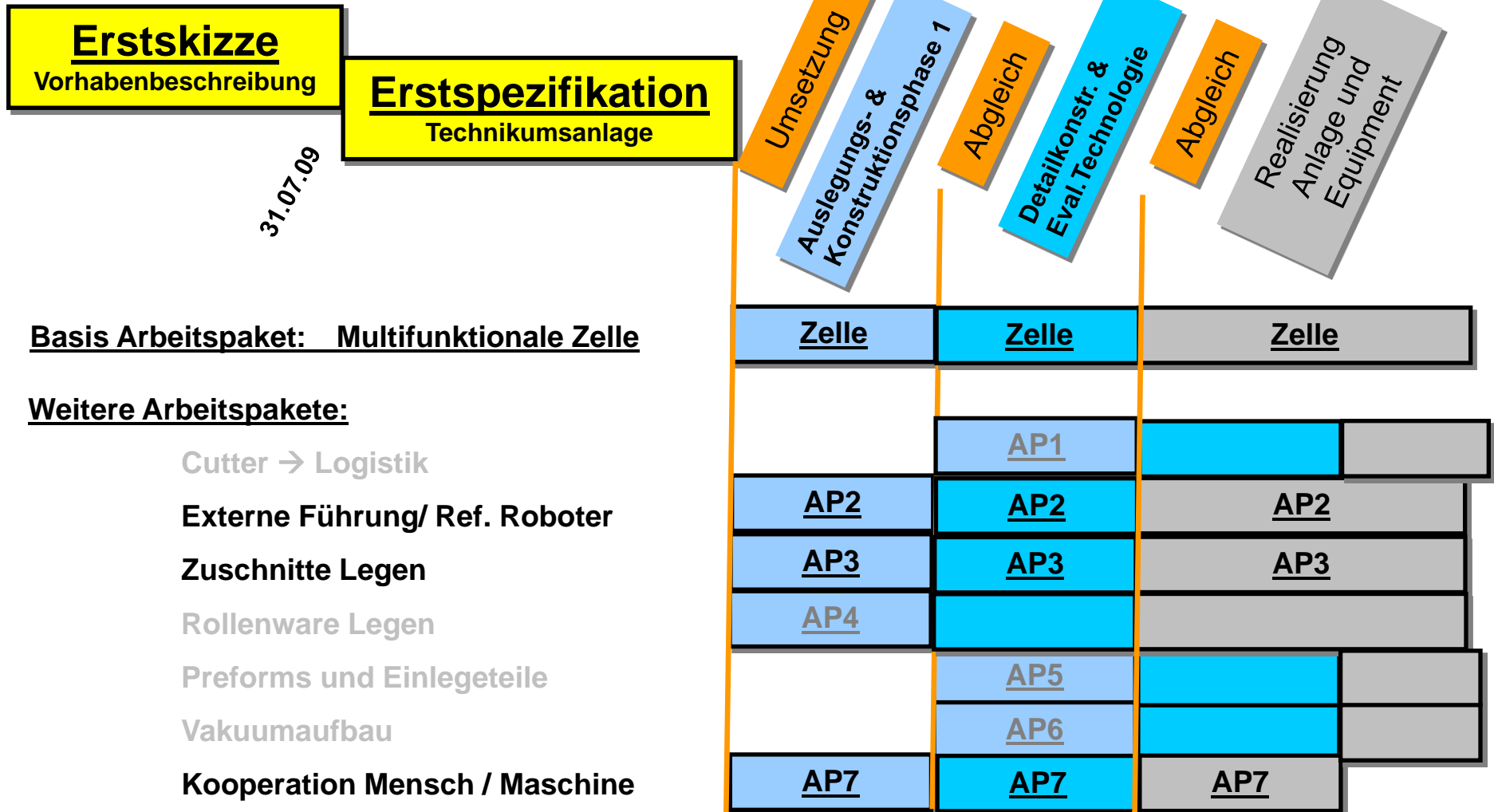


22.07.2009 – Erste Konzeption der MFZ ( 3D pdf )



3D-pdf

## Phasenplan: von Skizze zur Multifunktionalen Zelle ( Plan 2009 )



## DLR-ZLP --- Phasenplan in der Umsetzung

### Erstskizzenerstellung & Kooperationsvertrag August 2009

### Skizzenphase mit Spezifikationserstellung ( 07 bis 12/2009 )

### Realisierung und Umsetzung 04/2010 bis → Ende 2012

#### Absicherungsphase: Testaufbau SIGMA Halle & Absicherung Technologie

1. Arbeitspaket

Auslegungs- & Konstruktionsphase 1  
April 2010 – Ende 2010

2. Arbeitspaket

Detailkonstruktion & Evaluierung Technologie  
Dez. 2010 – Ende Juni 2011



Realisierung/ Umsetzung MFZ (DLR / KUKA)

#### Umsetzungsphasen: Umsetzung MFZ & Validierung Prozesse

Bau & Basis-Inbetriebnahme MFZ  
Juli. 2011 – Mai 2012

3. Arbeitspaket

Prozesstechnik & Validierung  
Mai.2012 – Ende 2012

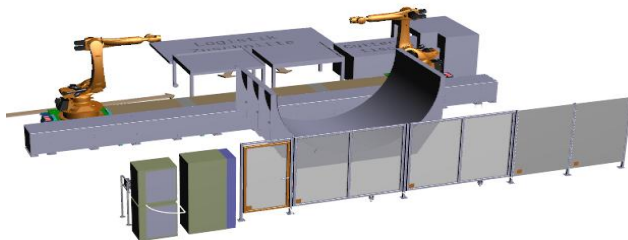
4. Arbeitspaket

## Absicherungsphase 1 & 2 : Übersicht Arbeitspakete

- Basis AP – Testaufbau SIGMA Halle und Entwurf Multifunktionale Zelle

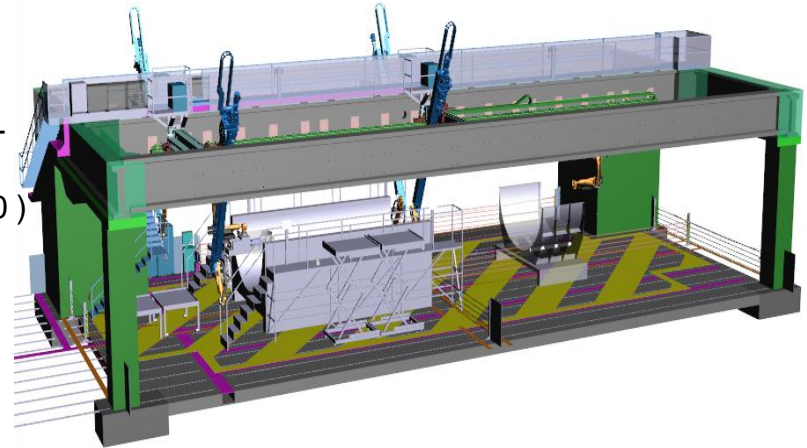
### TEZ

Technologie-  
Erpropungs-  
Zelle



### MFZ

Multi-  
Funktionale-  
Zelle  
( ca 12/2010 )



- AP2 - **Externe Führung** Roboter (Nachführung, Aktives Finden Lage Bauteil) incl. Entwicklung Führungsrechner
- AP3 - Konstruktion **Endeffektor (Zuschnitte Legen)**
- AP7 - **Kooperation Mensch / Maschine**

## Absicherungsphase 1 & 2 : T E Z

### Technologie Erprobungs Zelle kurz TEZ → SIGMA Halle :

- Neue Steuerungsgeneration KRC 4 mit KUKA Quantec  
( Erste Anwendung ausserhalb Automotive )
- Erfahrungen & Tests mit neuer Generation
- Test zum Thema externe Führung
- Prüfung verschiedener neuer Softwarestände.....( laufend )
- Ablagetests mit Prototypengreifer
- Shakertests ( KW 21/ 2011 )

## T E Z --- Einsatz neuer Produktgeneration

QUANTEC Serie



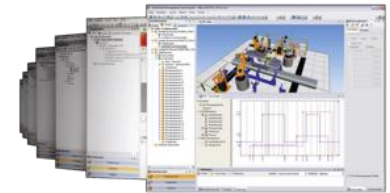
KR C4



smartPAD



KUKA.WorkVisual



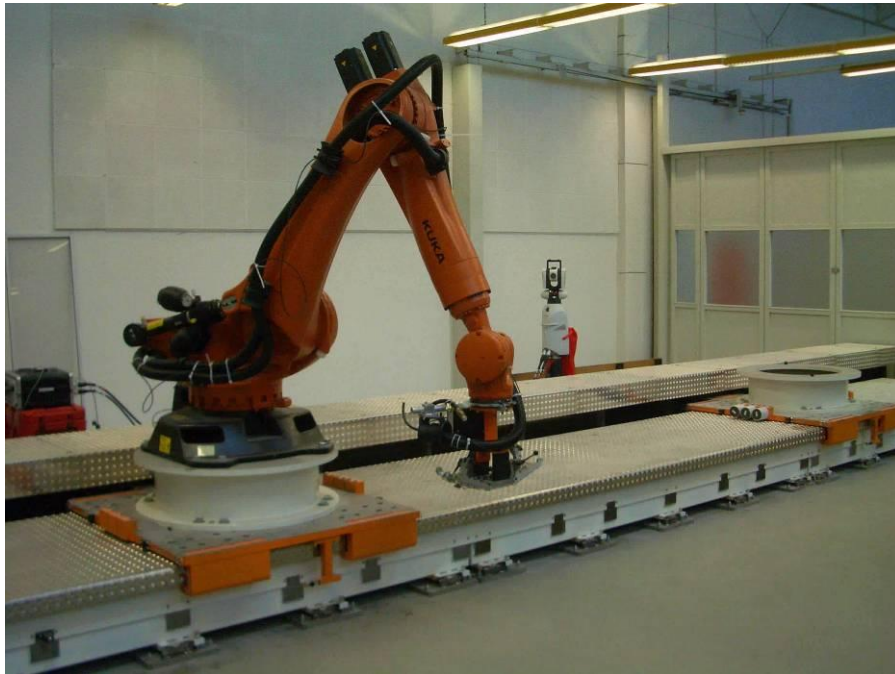
### Merkmale ( Auszugsweise ):

- Roboterfamilie -Traglastbereich 90 bis 300 kg max A-Raum 3,1 m  
höhere Dynamik (20%) höhere Genauigkeit ( WH )
- Steuerung mit vielfältigen Integrationsmöglichkeiten  
Process Control, CNC Kernel.....
- Bewegungs- und Sicherheitssteuerung in einer Einheit  
=> geänderte Sicherheitskonzepte möglich
- Roboter Sensor Interface RSI mittelfristig in 4 ms

.....

## TEZ --- Externe Führung TCP -- Erstanforderung und Versuchsaufbau

- KRC4 als Steuerung mit Quantec KR210R2700 prime auf 7. Achse
- Externer Steuerungsrechner zur Korrekturwertberechnung
- Externes Messsystem: Leica AT901xR w/ controller AT900



## TEZ --- Externe Führung TCP & Korrektur Rob Root

- Im ersten Schritt abgebildet und getestet mit einem Lasertracker System offen für Anbindung alternativer Systeme
- Ergebnisse für Onlineführung und Positionskorrektur i.O.

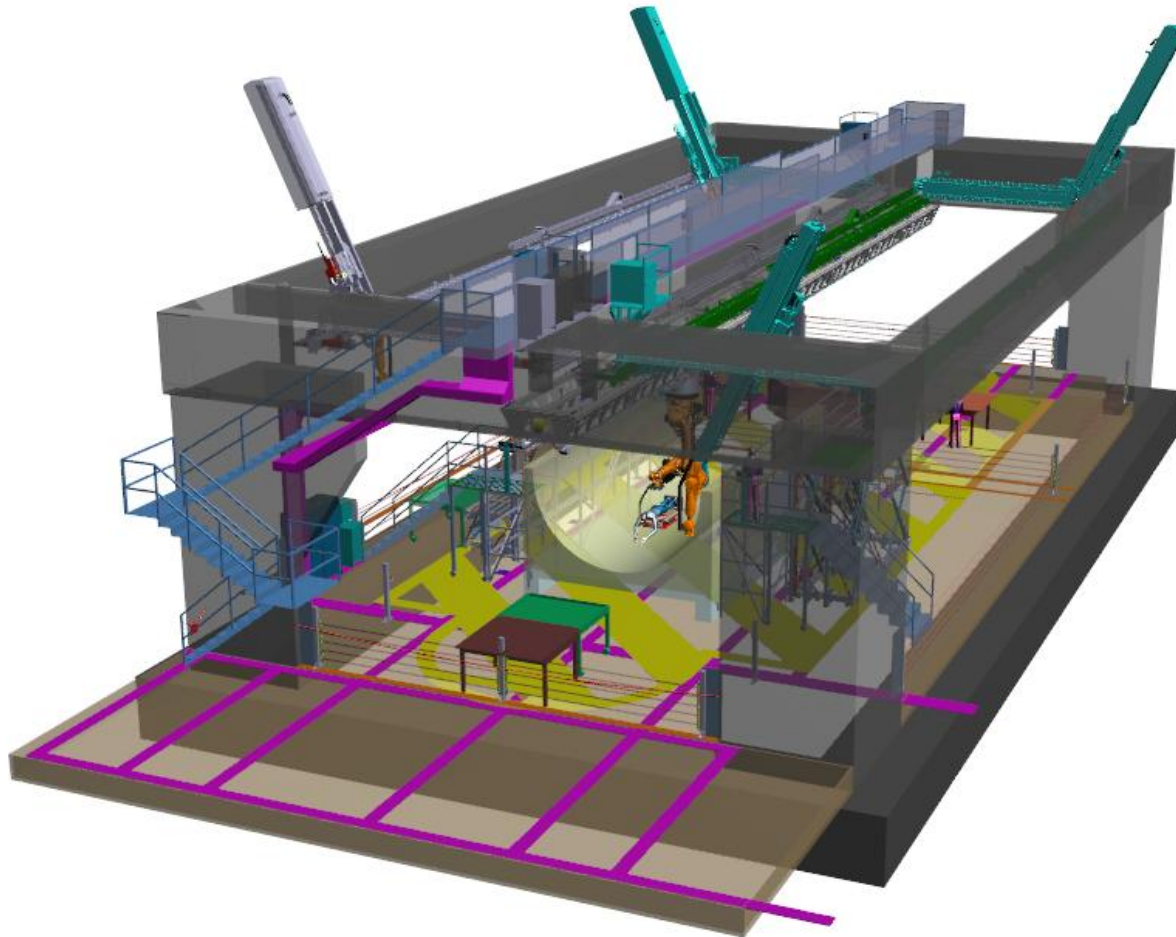
	ohne externe Führung	mit externer Führung
Positioniergenauigkeit <sup>(1)</sup>	± 0.9 mm	< ± 0.2 mm
Bahngenauigkeit <sup>(2)</sup>	± 1.2 mm <sup>(3)</sup>	< ± 0.3 mm <sup>(3)</sup>
Tracking-Geschwindigkeit <sup>(4)</sup>	entfällt	300 mm/s

- (1) bei Geschwindigkeitsreduktion auf 70 mm/s vor Erreichen Zielpunkt
- (2) für Linearbewegungen mit unterschiedlichen Achskonfigurationen (A1-6, A1-7, A7)
- (3) für Bahngeschwindigkeiten bis 300 mm/s
- (4) erreichbare Trackinggeschwindigkeit definiert durch Einhalten der spez. Positionier- und Bahnfahrngenauigkeiten

- **Verschattungsthematik bei optischem System führt zu Restriktionen**

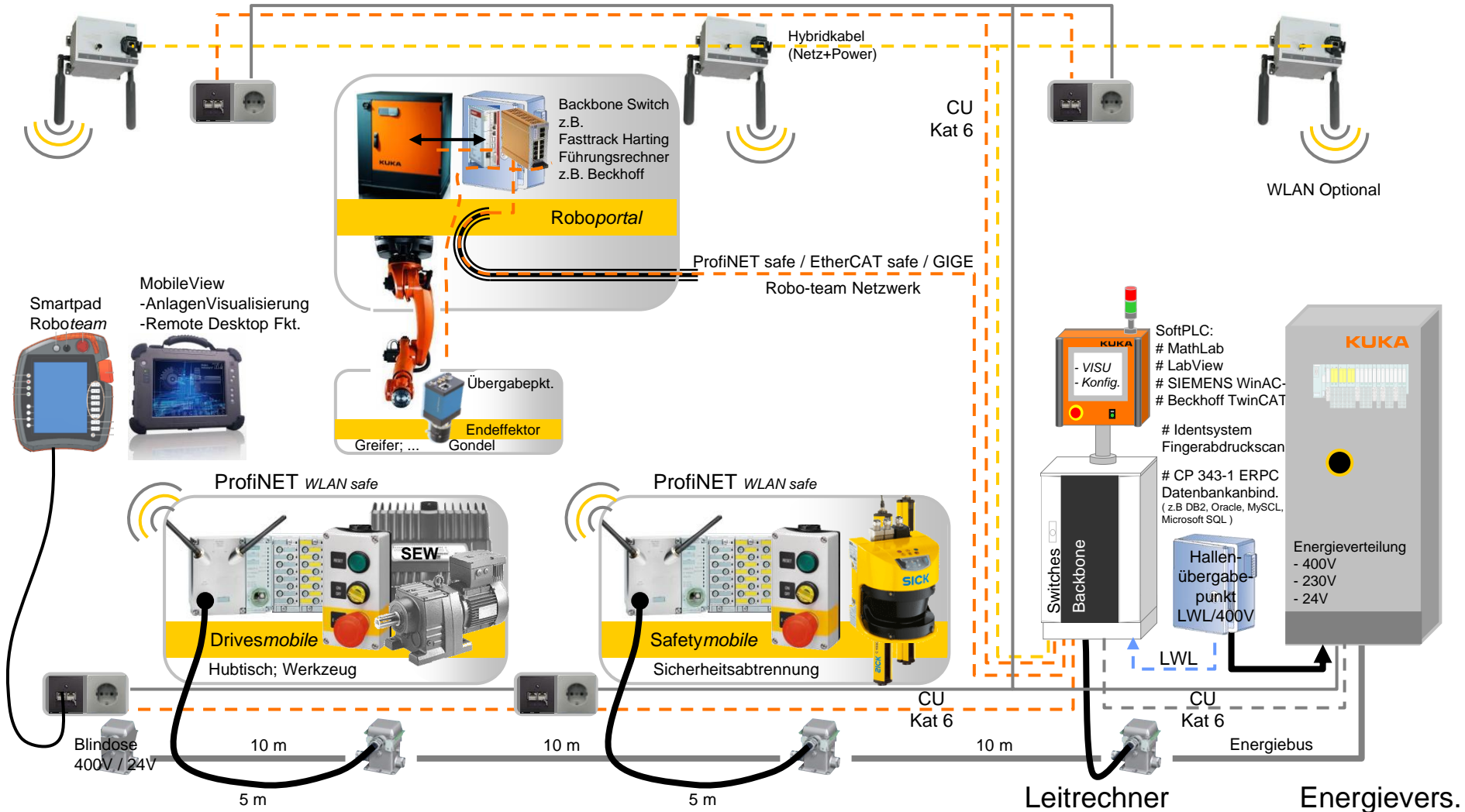
### Korrektur Rob Root ( aktuell in Versuchsplanung )

## MFZ --- 3D Darstellung mit Animation

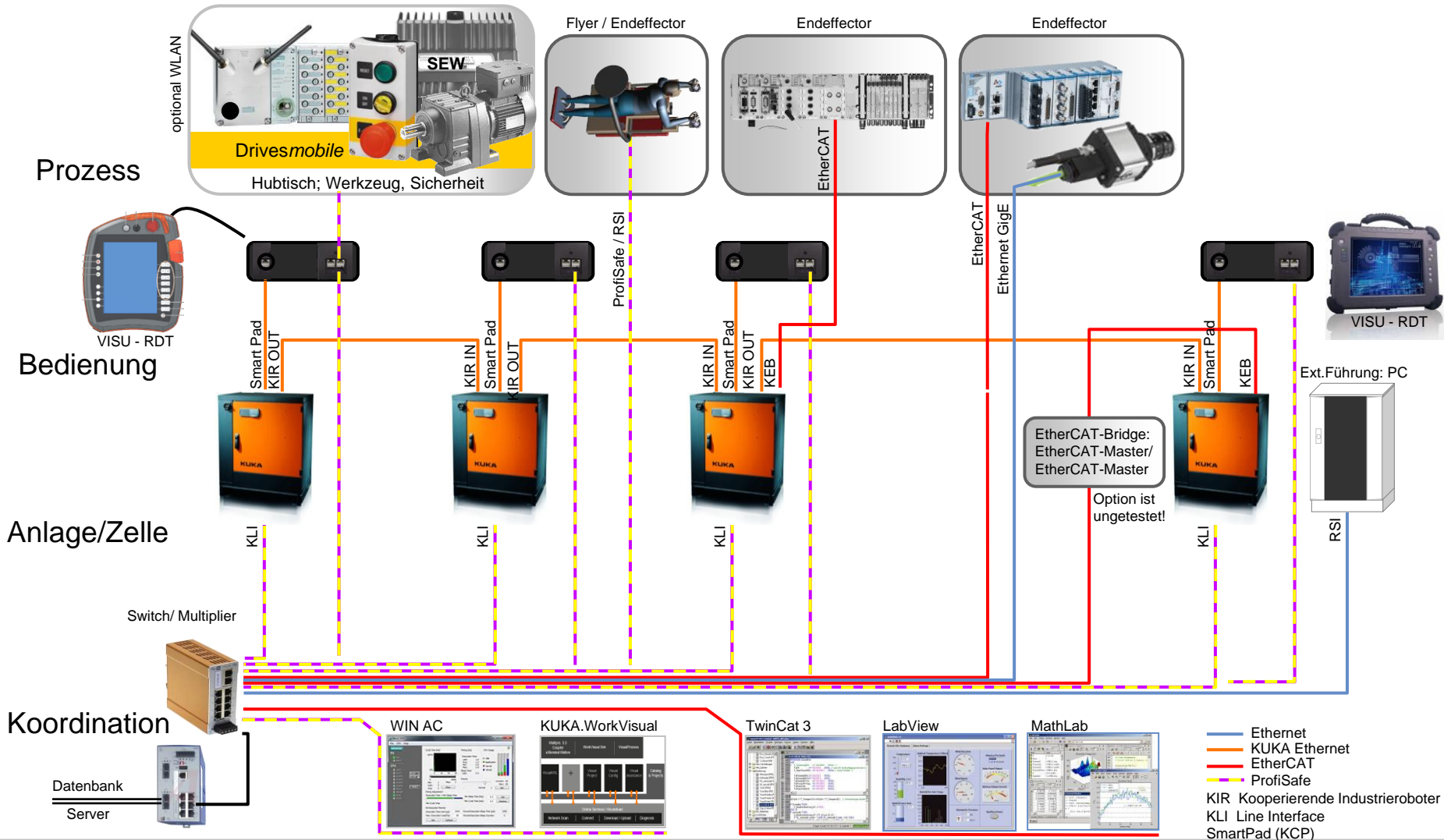


3D-pdf

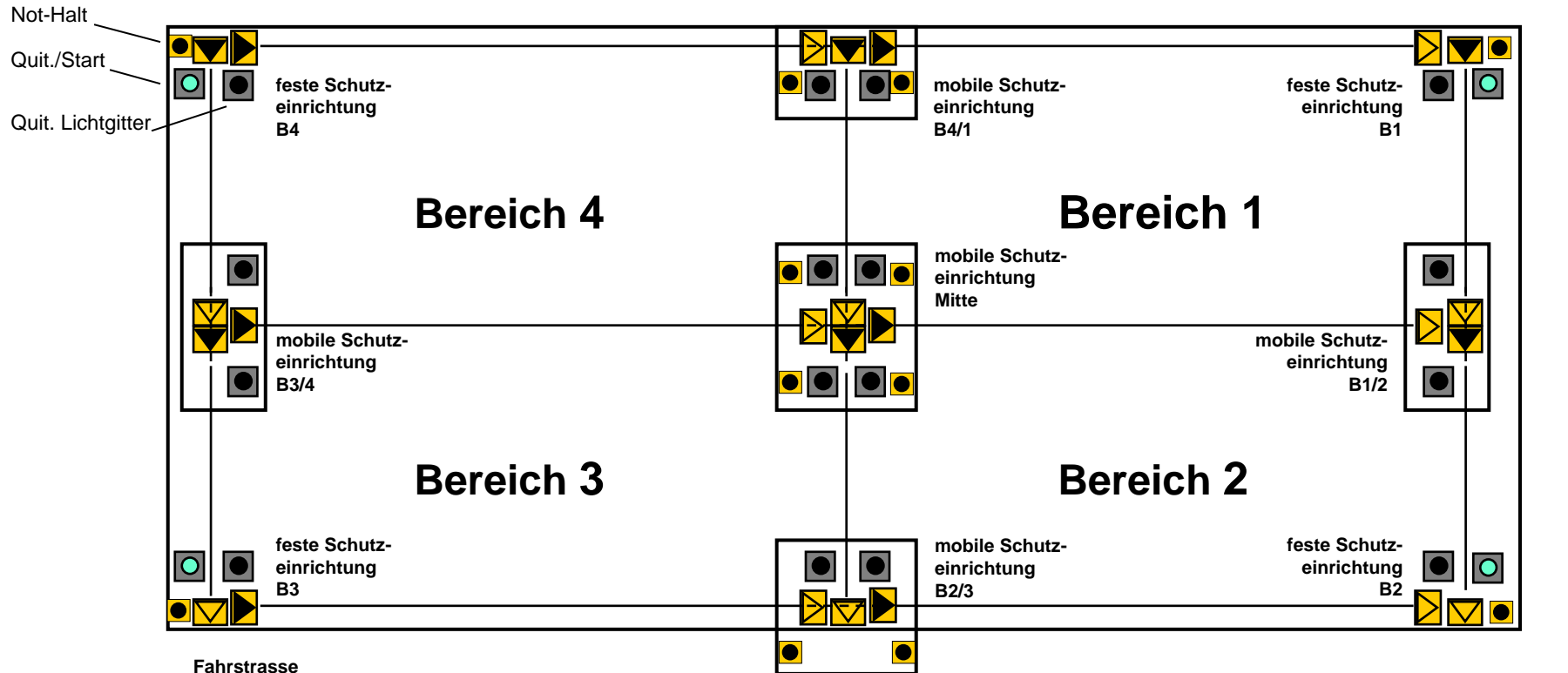
## MFZ --- Steuerungskonzept I – Konzeptdarstellung



## MFZ --- Steuerungskonzept II – Konzeptdarstellung



## MFZ --- Sicherheit Hallenebene – Konzeptdarstellung



## MFZ --- Übersicht

### Seitliche Portale

mit 2x Portale li ( mit Arm KR 240 R2500 Prime )  
mit 1x Portal re. ( dito )

### Mittige Verfahrachse

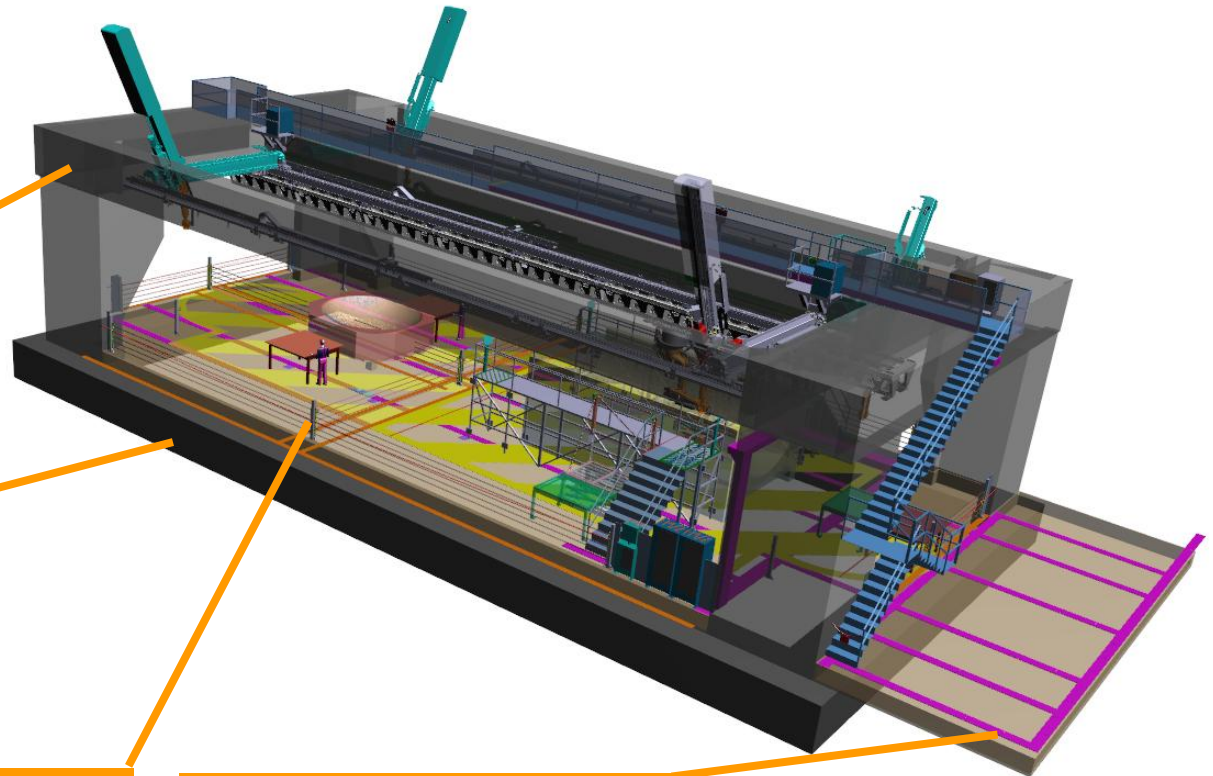
mit 2x KR270 R2700 Ultra C  
mit 1x zus. Tenderwagen

Oberes Maschinengestell  
Stahlkonstruktion als  
Tragwerk

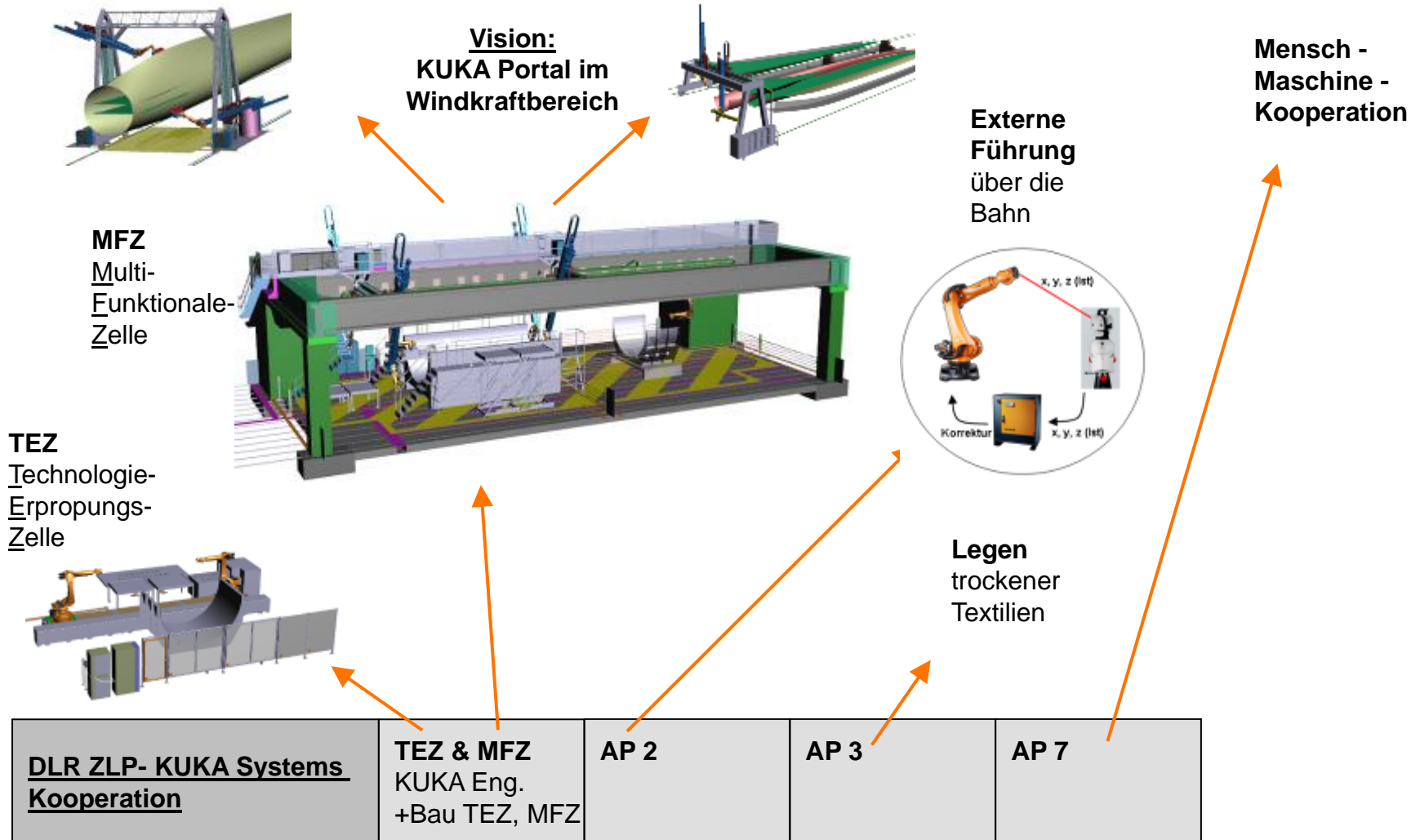
Unteres Maschinengestell  
Stahlbeton Ringfundament  
mit 4 Säulen

Sicherheitskonzept  
Konfektionierbar für Forschungsbetrieb  
ohne trennende Schutzeinrichtungen

Spannfeld ( entkoppelt )  
integrierte Kanäle &  
Halfenschienen



## MFZ --- Ausblick und Übersicht aktuelle Themen im DLR ZLP Projekt



Für Rückfragen stehe ich gerne zur Verfügung

