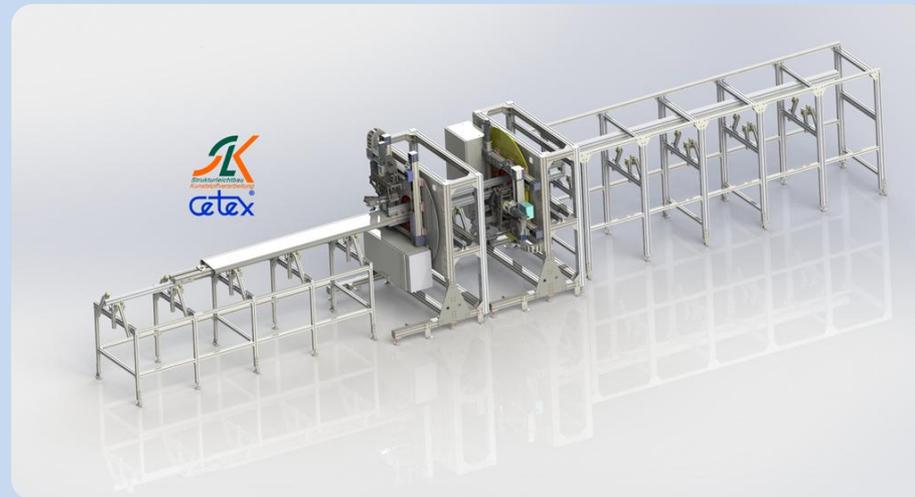


Entwicklung eines zwangsläufigen Schneid- und Fixiersystems für den Einsatz in einem Tapelegekopf

Chemnitz, den 28.03.2017
Saxsim



Cetex[®]

R. Wallasch, R. Tirschmann (TU Chemnitz)
M. Spieler, W. Nendel, L. Kroll (TU Chemnitz)
O. Rohde (Cetex gGmbH)

DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft



Agenda

Motivation und Ziele

Einführung in die Technologie

Pilotanlage

Konstruktive Umsetzung

Realisierung

Orbitallegekopf

Schneid- und Fixiersystem

Randbedingungen

Bewegungsplan

Getriebe für die Schneide

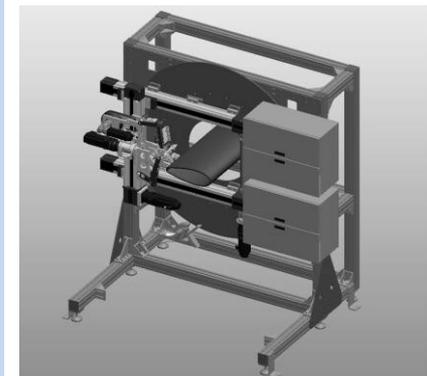
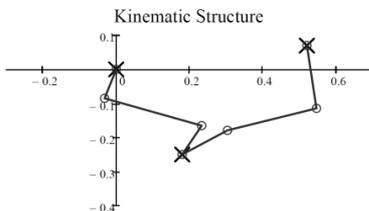
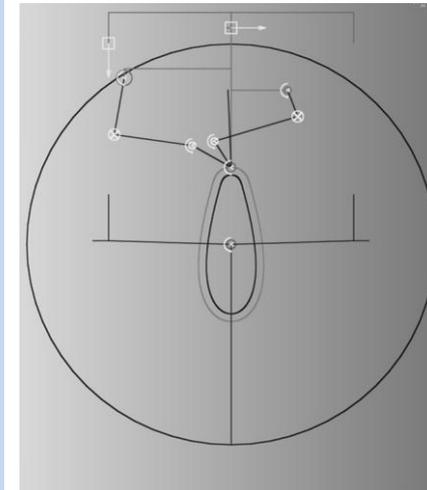
Getriebe für den Niederhalter

Synchronisation und Aufbau des Gesamtmechanismus

Konstruktive Umsetzung

Validierung

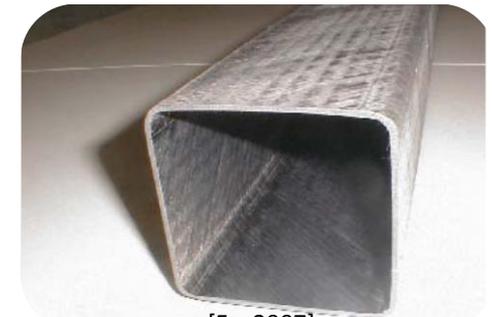
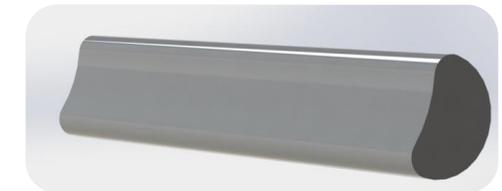
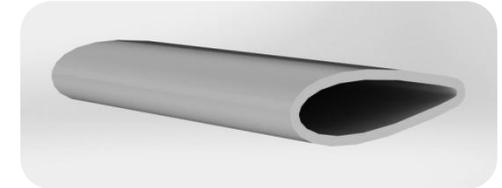
Zusammenfassung und Ausblick



XX fixed points
OO pivot points

Motivation und Ziele

- Technologie für ein großserientaugliches Verfahren
- Erzeugung komplexer geschlossener Strukturbauteile
 - Rotationssymmetrische und rotationsunsymmetrische Querschnitte
 - Flexibler Lagenaufbau
 - Variation des Fertigungsprogramms
 - Inkonstanter Querschnitt
 - Konvexe und konkave Oberflächen
- Verarbeitung vorimprägnierter faserverstärkter thermoplastischer Halbzeuge
- Sensorintegration in den Lagenaufbau
- Kontinuierlicher Verarbeitungsprozess
- Bereitstellung komplexer Halbzeuge



[Fav2007]

Einführung in die Technologie

Thermoplastischen Tapewickeln und Tapelegen

Technologie:

Tapewickeln



Automatisiertes Tapelegen

Ebenes Tapelegen

Kontur Tapelegen

Tapelegen auf Kern

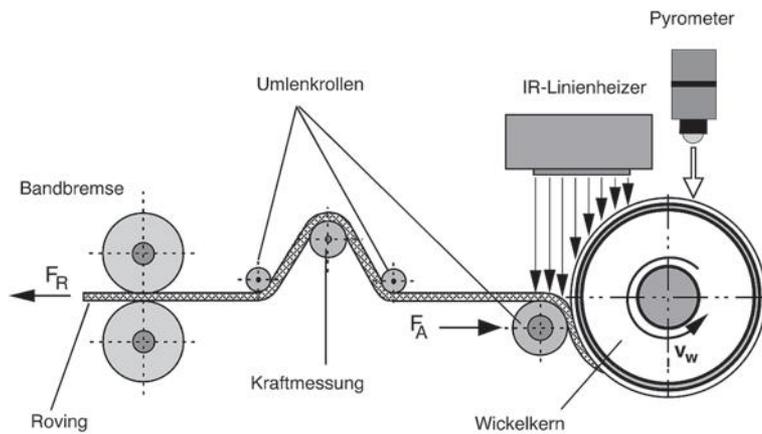
Energieeintrag:

IR-Heizung

Laser

Heißluft/Brenner

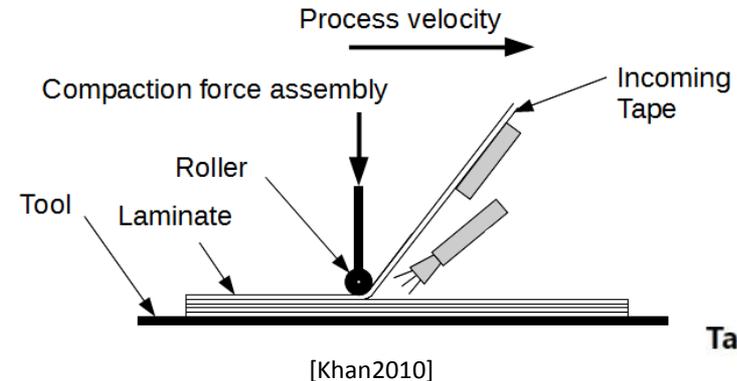
Maschinentyp: Rotierender Kern (+ Wickelkopf)



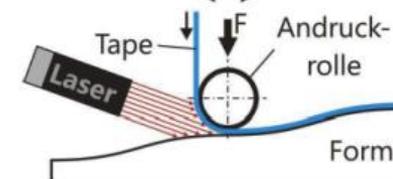
[Schl2014]

Portal (Gantry)

Rotierender Kern +
Multiaxial Roboter



Tapelegen



Einführung in die Technologie

Thermoplastischen Tapewickeln und Tapelegen

Technologie:	Tapewickeln	Automatisiertes Tapelegen		
		Ebenes Tapelegen	Kontur Tapelegen	Tapelegen auf Kern
Energieeintrag:	IR-Heizung	Laser	Heißluft/Brenner	
Maschinentyp:	Rotierender Kern (+ Wickelkopf)	Portal (Gantry)	Portal (Gantry)	Rotierender Kern + Multiaxial Roboter
Geometrie:	Rotationssymmetrische Profile	Flache Platte	Gekrümmte Platte	Komplexe 3D Strukturen



[IPT2006]



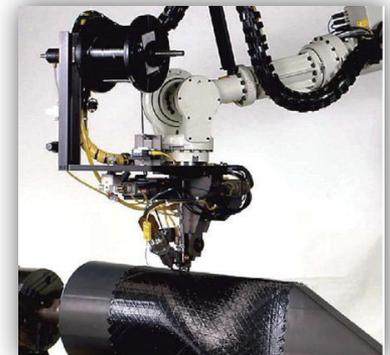
Cetex / TU-Chemnitz



[IPT006]



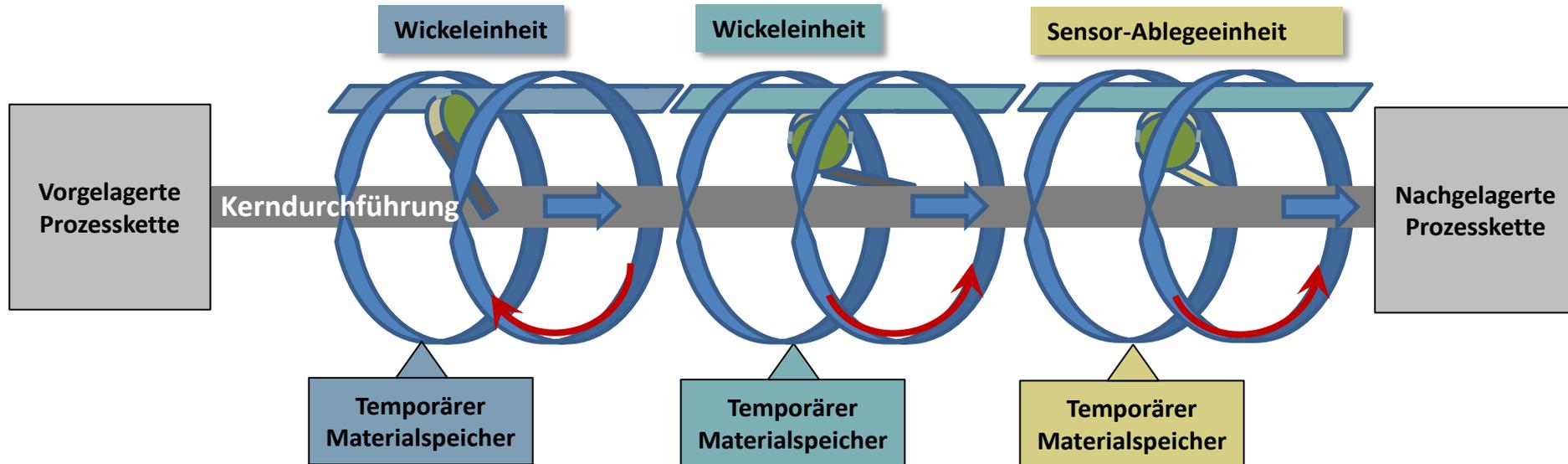
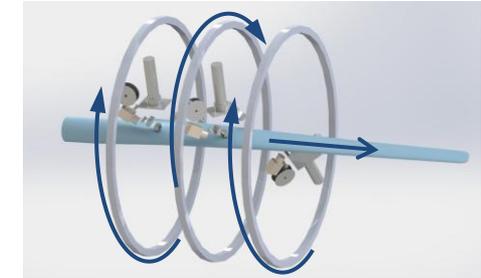
[IPT2006]



[AUD2014]

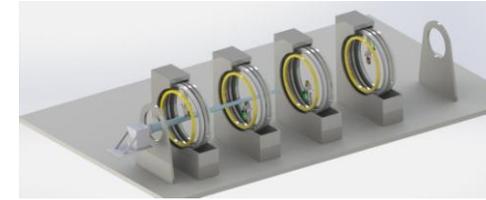
Einführung in die Technologie Prozesskette und Maschinenkonzept

- modular strukturiertes Konzept zum Orbitalwickeln
- Integration einer großserientauglichen Produktion in eine geschlossene Wertschöpfungskette
- Potential zur Integration weiterer Prozesse

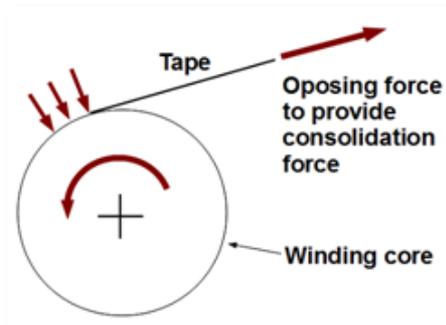


Einführung in die Technologie

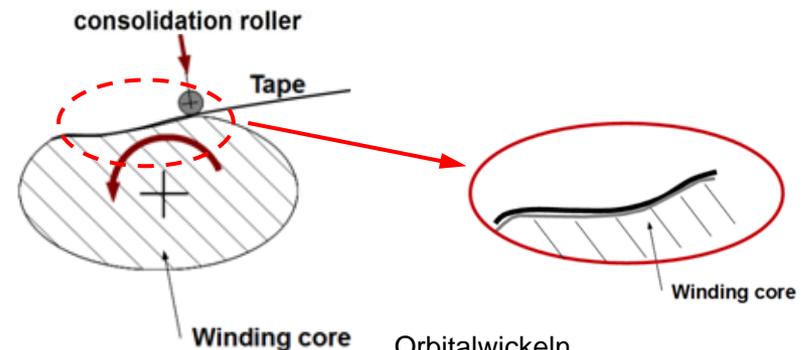
Verfahrensspezifika



- Erzeugung rotationsunsymmetrischer Teile mit inkonstantem Querschnitt
- Verarbeitung thermoplastischer Pre-preg Tapes durch Ablegen und on-line Konsolidierung
- Kontinuierliche Kerndurchführung (Prozesssynchronisation)
- On-line Sensorapplikation
- Kombination des thermoplastischen Tapelegens und Wickelns



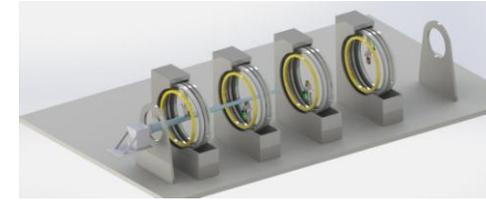
Konventionelles Thermoplastisches Wickeln



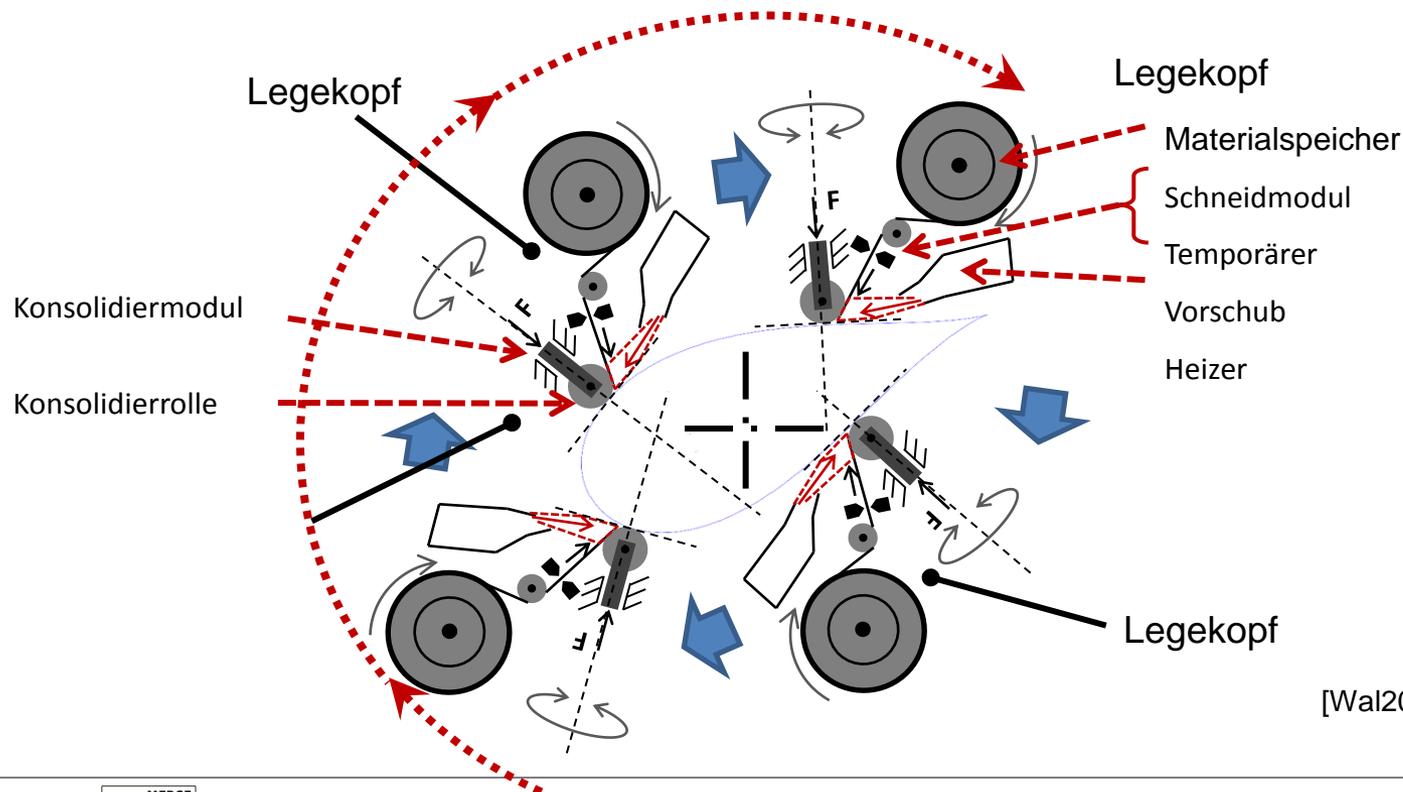
Orbitalwickeln

[Wal2015]

Einführung in die Technologie Verfahrensspezifika

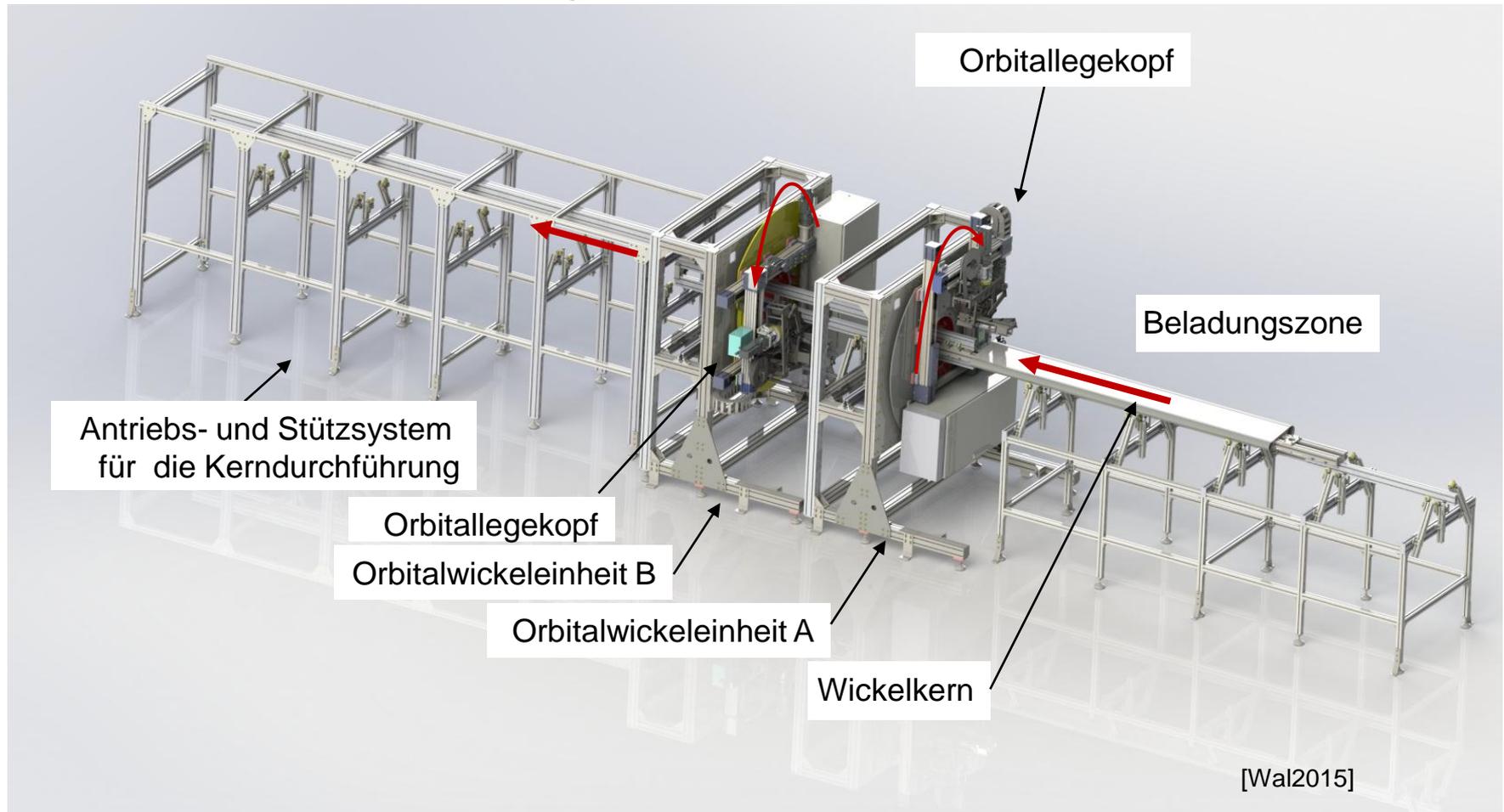


- Erzeugung rotationsunsymmetrischer Teile mit inkonstantem Querschnitt
- Verarbeitung thermoplastischer Pre-preg Tapes durch Ablegen und on-line Konsolidierung
- Kontinuierliche Kerndurchführung (Prozesssynchronisation)

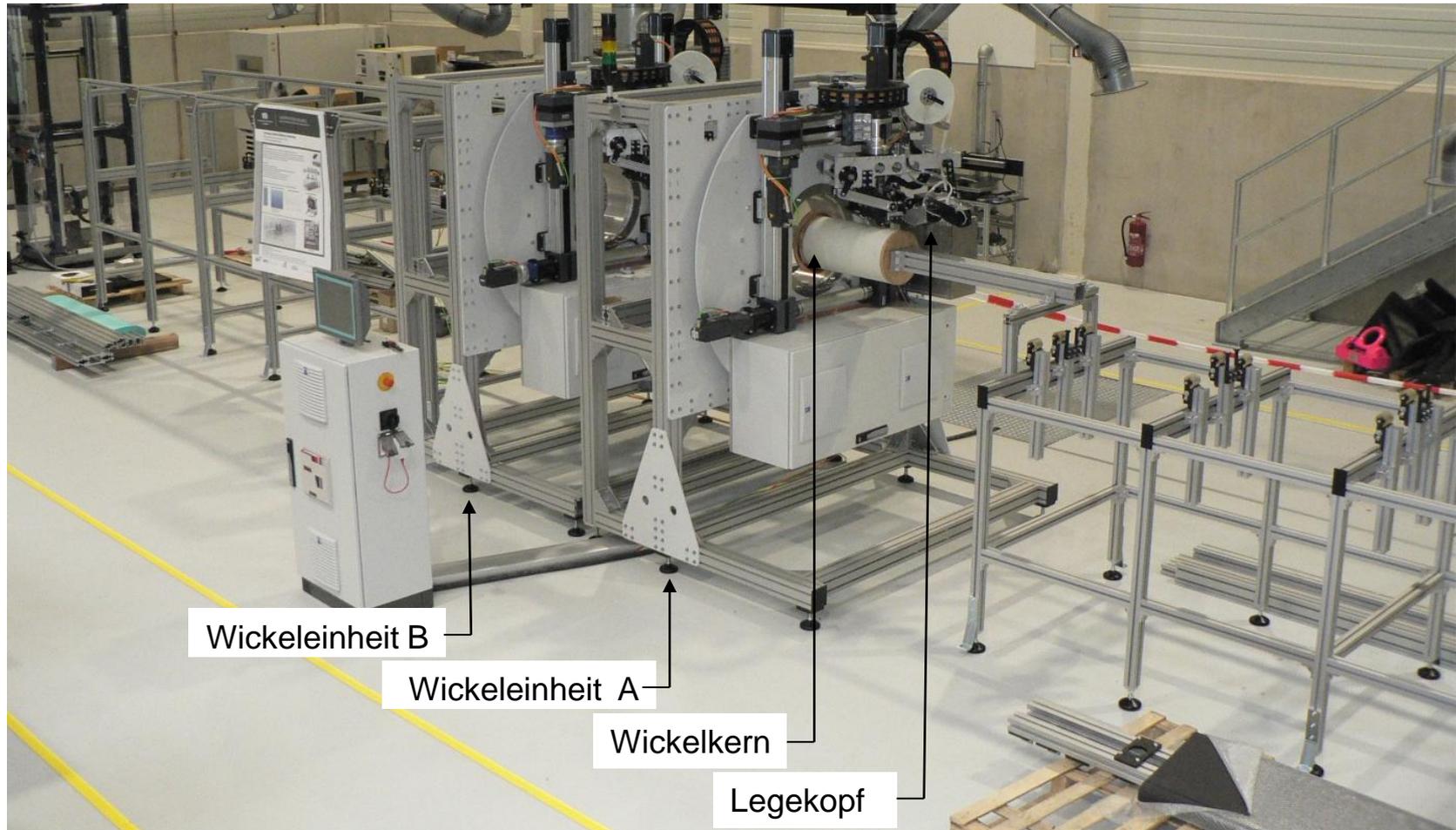


[Wal2015]

Pilotanlage Konstruktive Umsetzung



Pilotanlage Realisierung im Versuchsfeld



Wickeleinheit B

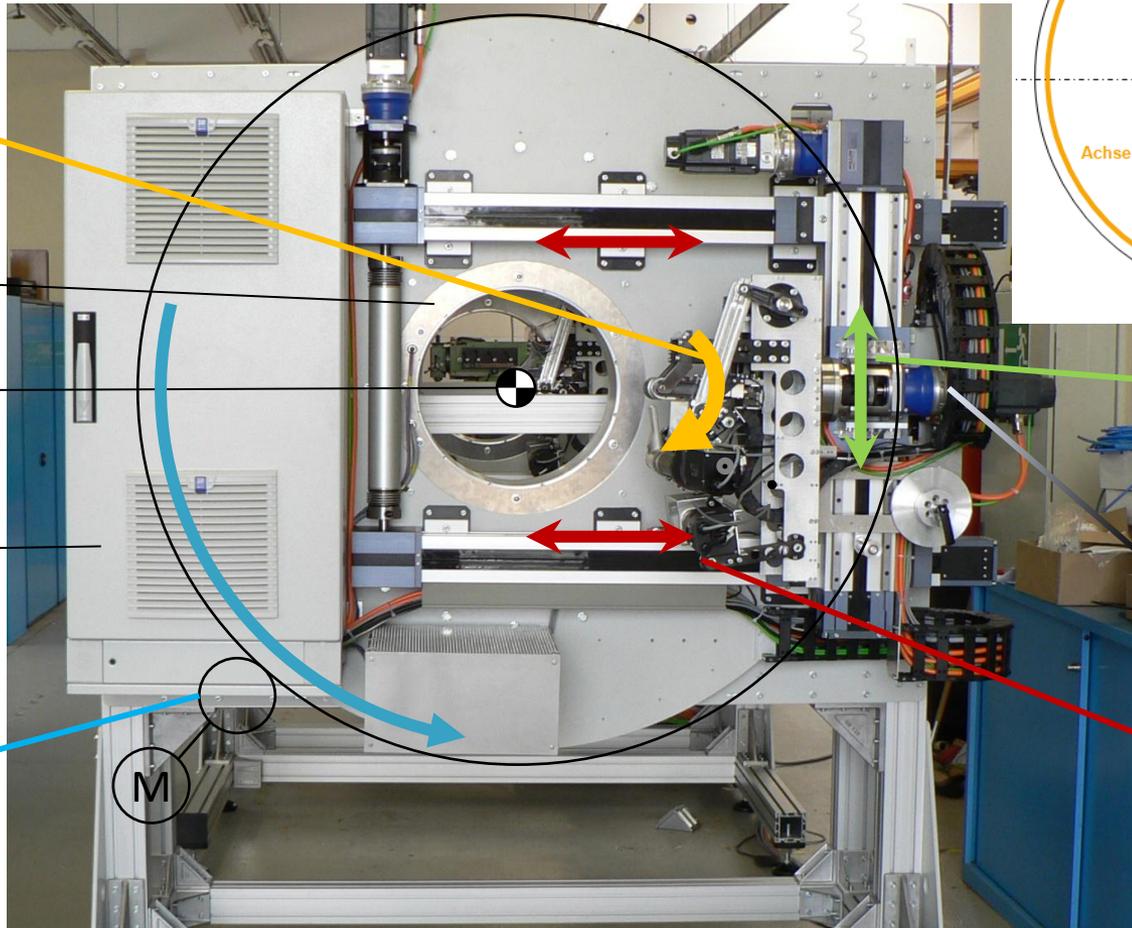
Wickeleinheit A

Wickelkern

Legekopf

Pilotanlage

Kinematische Struktur der Mechanik einer Wickeleinheit Grundstellung der Wickeleinheit



Kippung

Schleifring

$P_{\max} = 11\text{kW}$

Rotationsachse

Schaltschrank

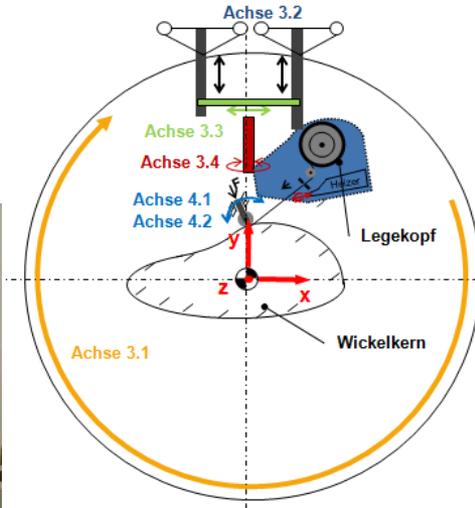
Hauptrotor

M

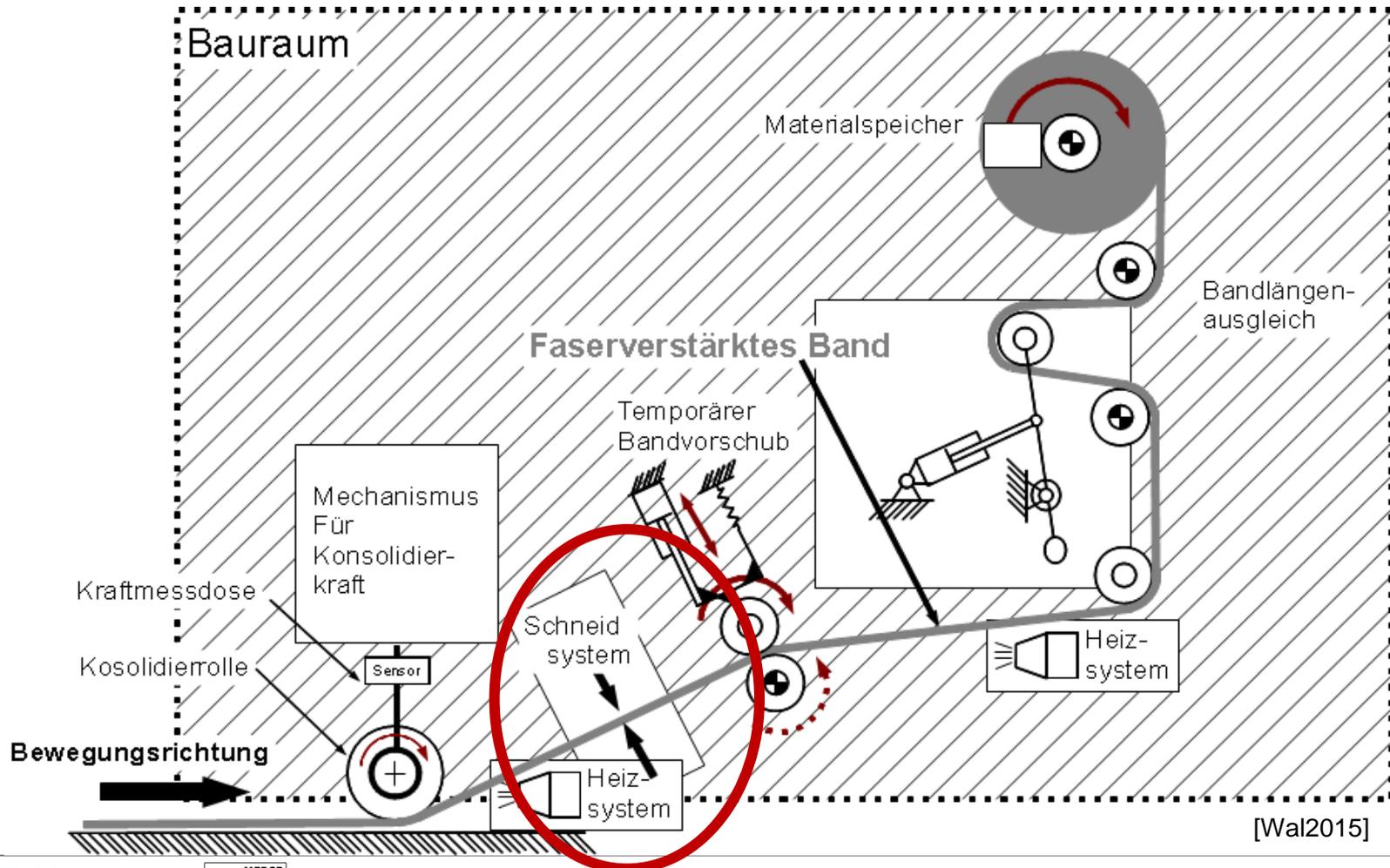
Tangentiale
Zustellung

Schwenkung

radiale
Zustellung

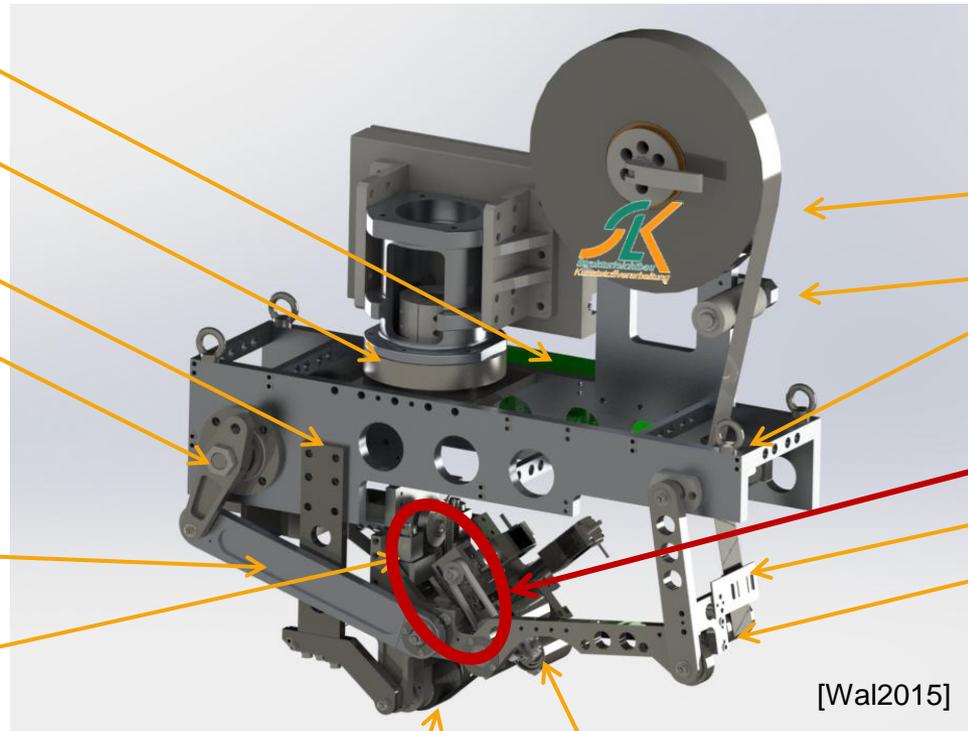


Pilotanlage Orbitallegekopf



Pilotanlage Orbitallegekopf

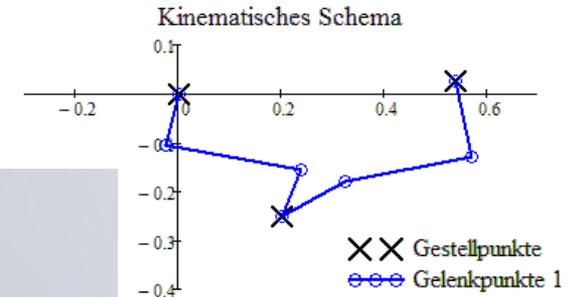
Schwenkantrieb
Drehverbindung
Gestellplatte
Kippantrieb
Koppel
Konsolidiermodul



[Wal2015]

Konsolidierrolle

Umlenkrollenpaar



Materialspeicher

Umlenkrollen

Schneidmodul

Bandführung

Umlenkrolle

Schneid- und Fixiersystem

Randbedingungen

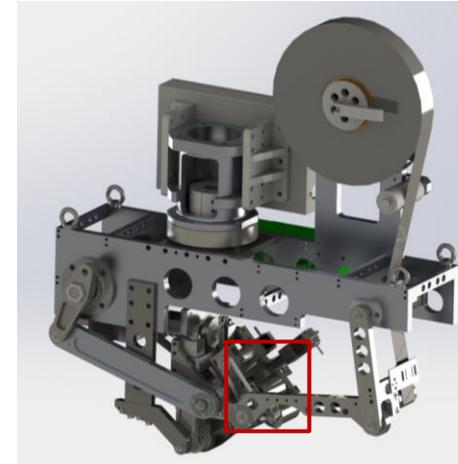
- erforderliche Bewegungen der Arbeitsorgane
- Umsetzung mittels pneumatischer Antriebe zweckmäßig

Randbedingungen beim Orbitallegekopf

- Einsatz von Pneumatik nicht möglich
- Verhältnismäßig kleiner Bauraum
- Einsatz mehrerer elektrischer Einzelantriebe nicht möglich (Masse und Bauraum)
 - Motor + Spindel → zu groß und zu schwer
 - Hubmagnete → zu groß und zu schwer
- Schneidkraft: $F_S = 50 \text{ N}$
- Fixierkraft: $F_F = 30 \text{ N}$

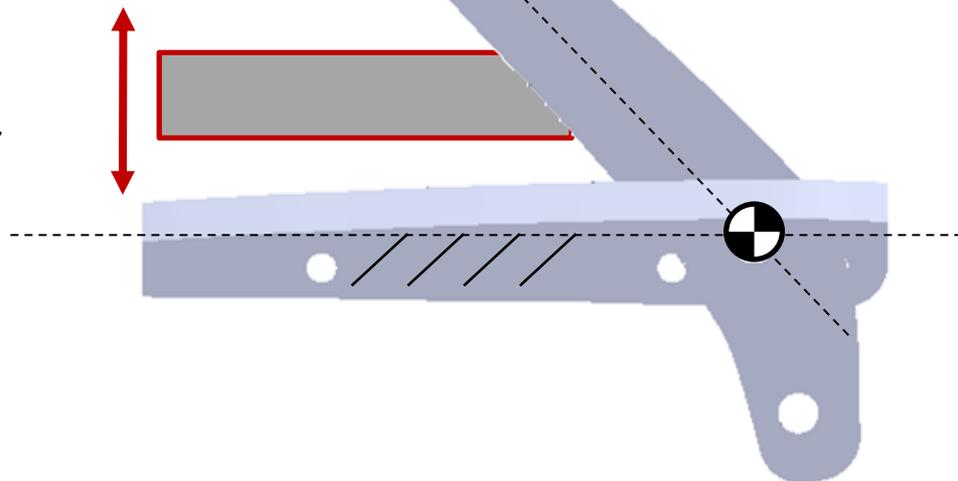


Schneidgut



Schere

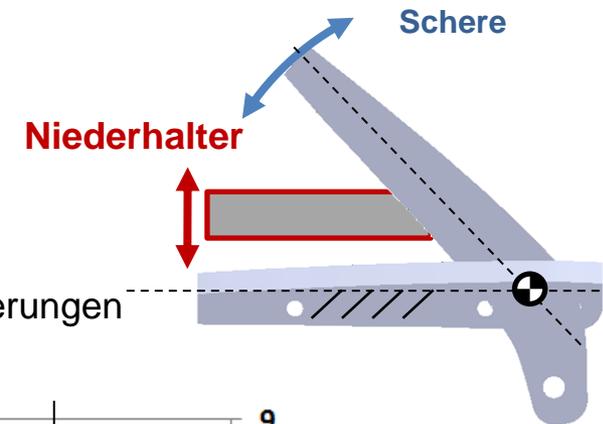
Niederhalter



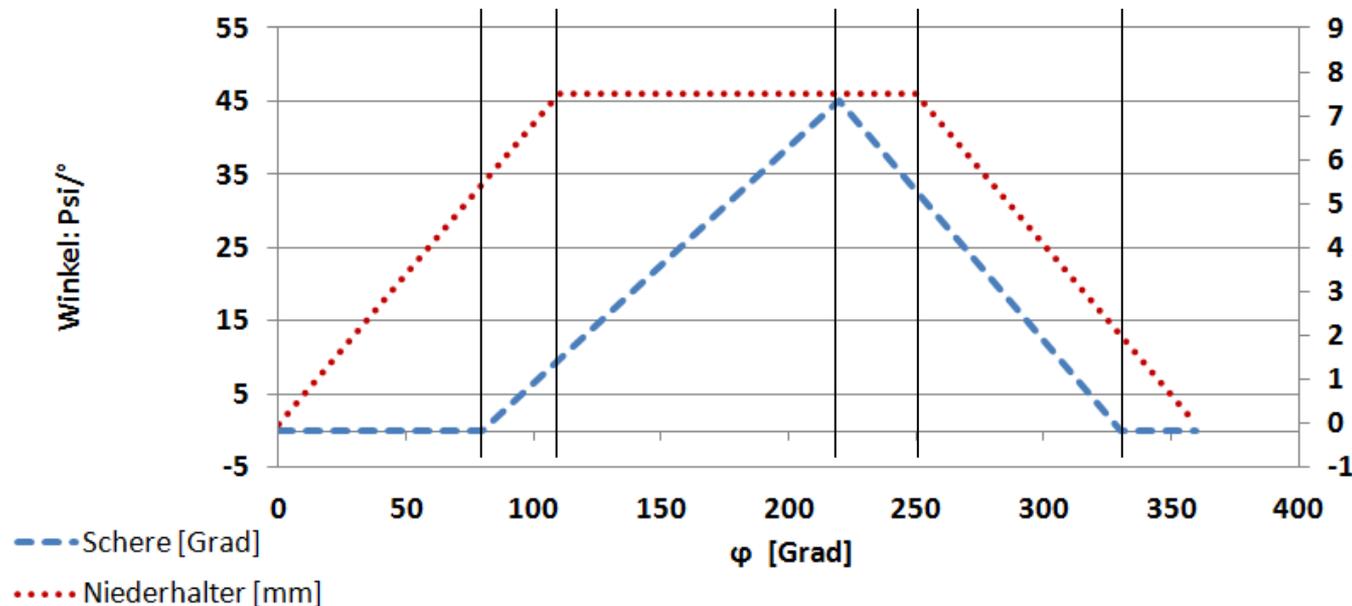
Schneid- und Fixiersystem

Syntheseanforderungen und Bewegungsplan

- Einsatzes nur eines elektrischen Drehantriebs
 - Rückführung beider Abtriebe auf einen Antrieb erforderlich
 - Synchronisation der Bewegungen nach technologischen Forderungen
- Erstellung eines Bewegungsplans



Bewegungsplan



- Suche nach geeigneten Getrieben

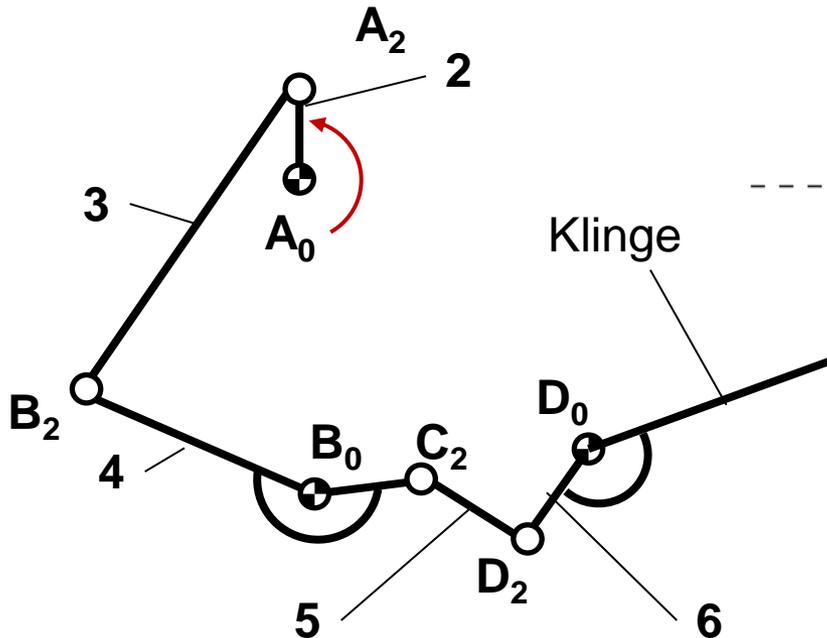
Schneid- und Fixiersystem

Getriebe für die Schneide

Typsynthese

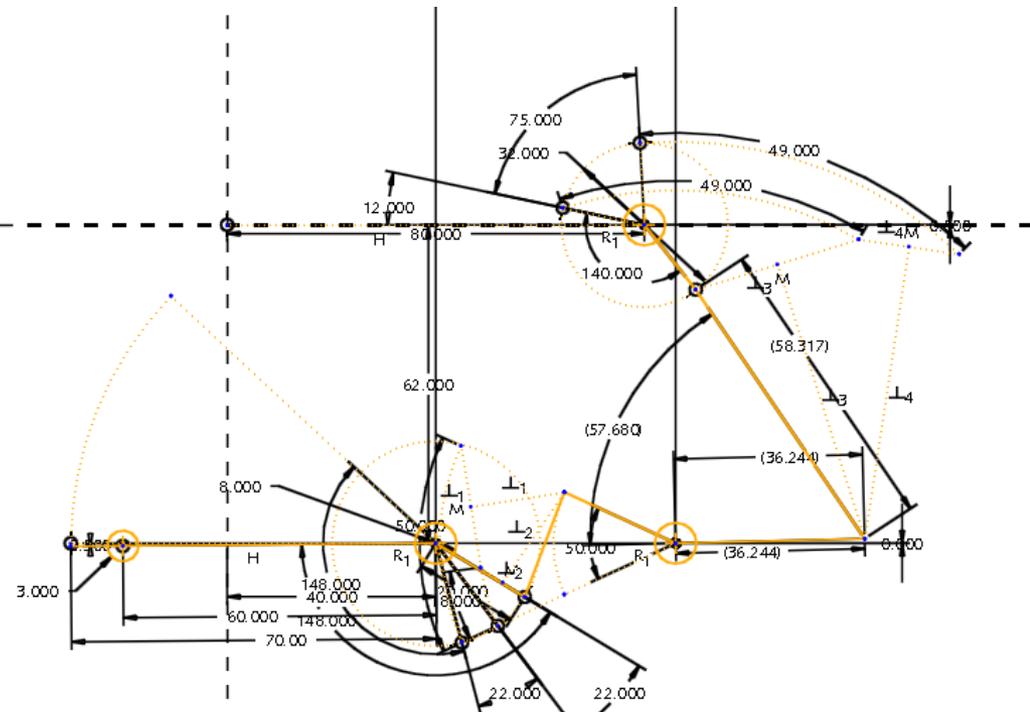
Synthese des zwangläufigen Schneidprinzips in Creo Elements/Pro 5.0 ®

Aufbau eines Skelettmodells



Kinematische Struktur
(Rastgetriebe)

Maßsynthese



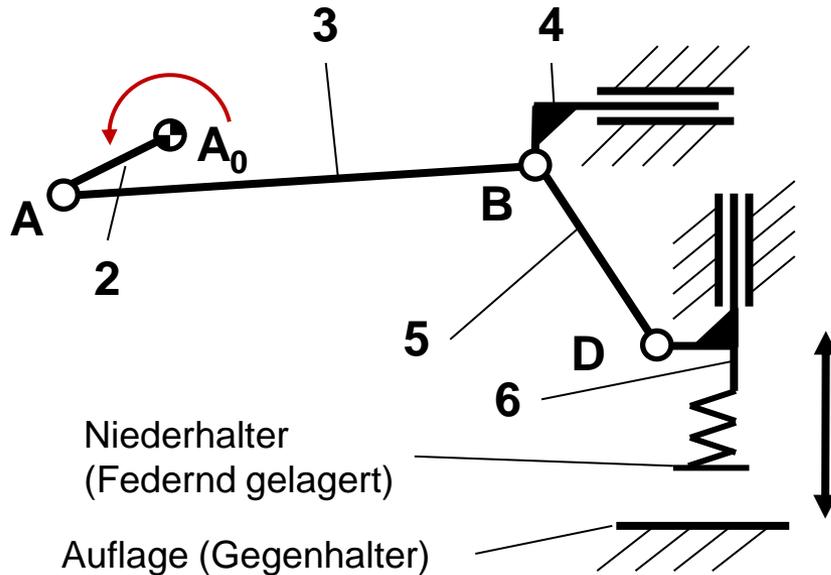
Schneidantrieb (6gliedrig) Skizze für
Skelettmodell

Schneid- und Fixiersystem

Getriebe für den Niederhalter

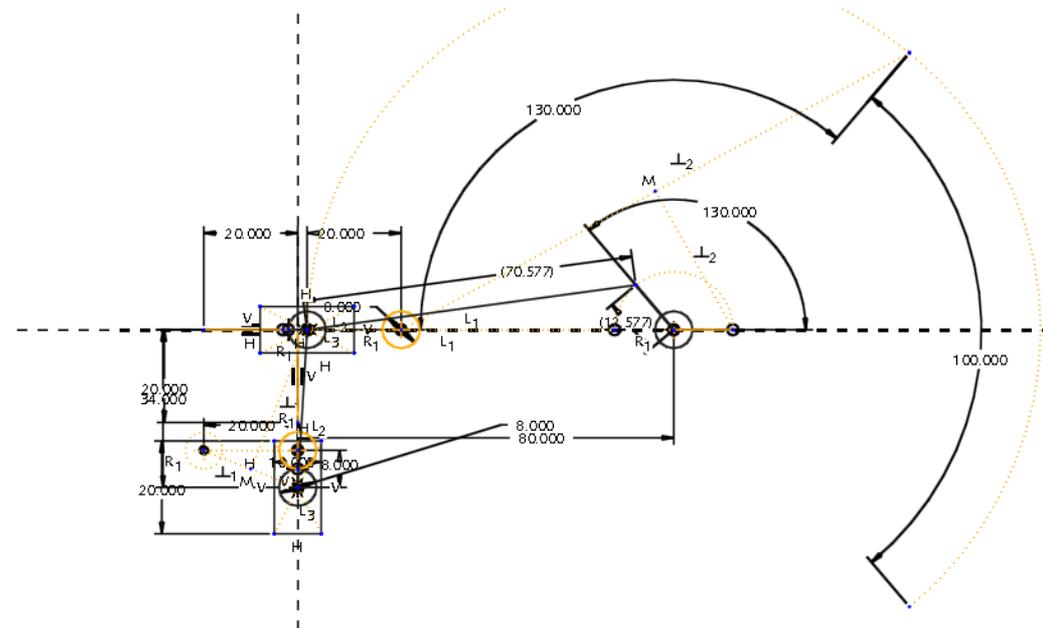
Typsynthese

Synthese des zwangläufigen Niederhaltprinzips in Creo Elements/Pro 5.0 ®
Aufbau eines Skelettmodells



Kinematische Struktur
(Rastgetriebe)

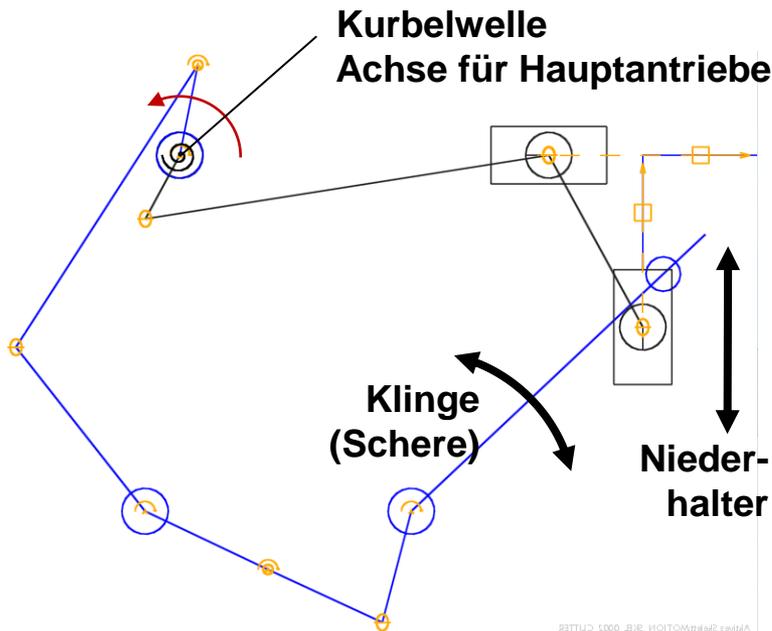
Maßsynthese



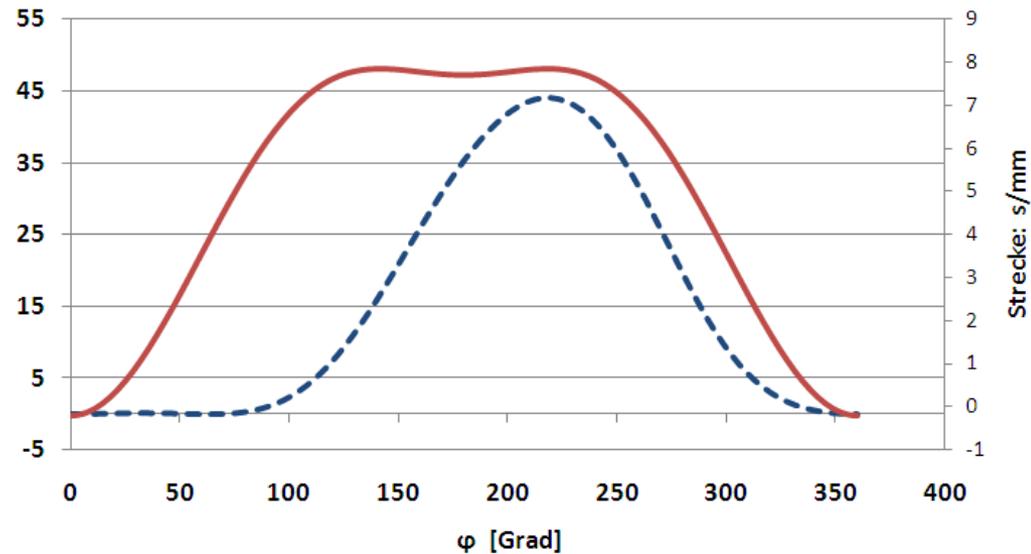
Synthese des Niederhalterantriebs (6gliedrig)

Schneid- und Fixiersystem Synchronisation und Aufbau des Mechanismus

Motion-Skelett



Bewegungsfunktionen



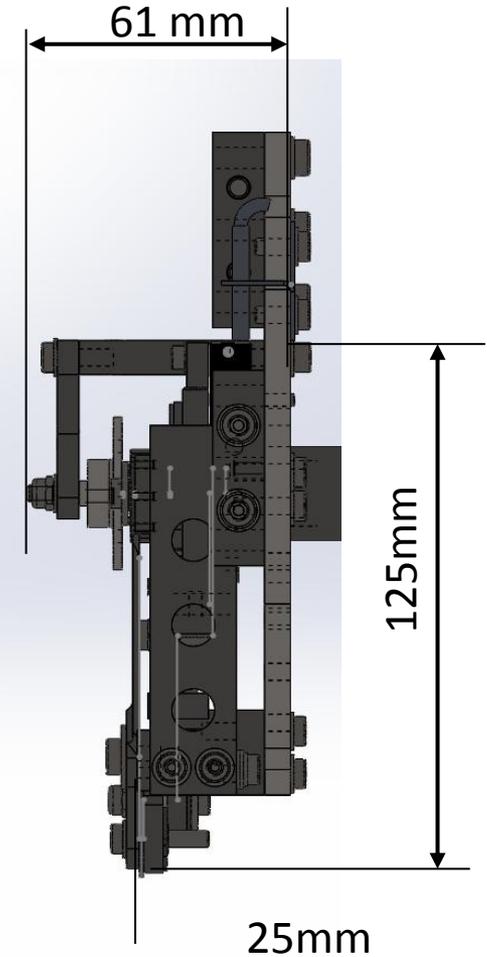
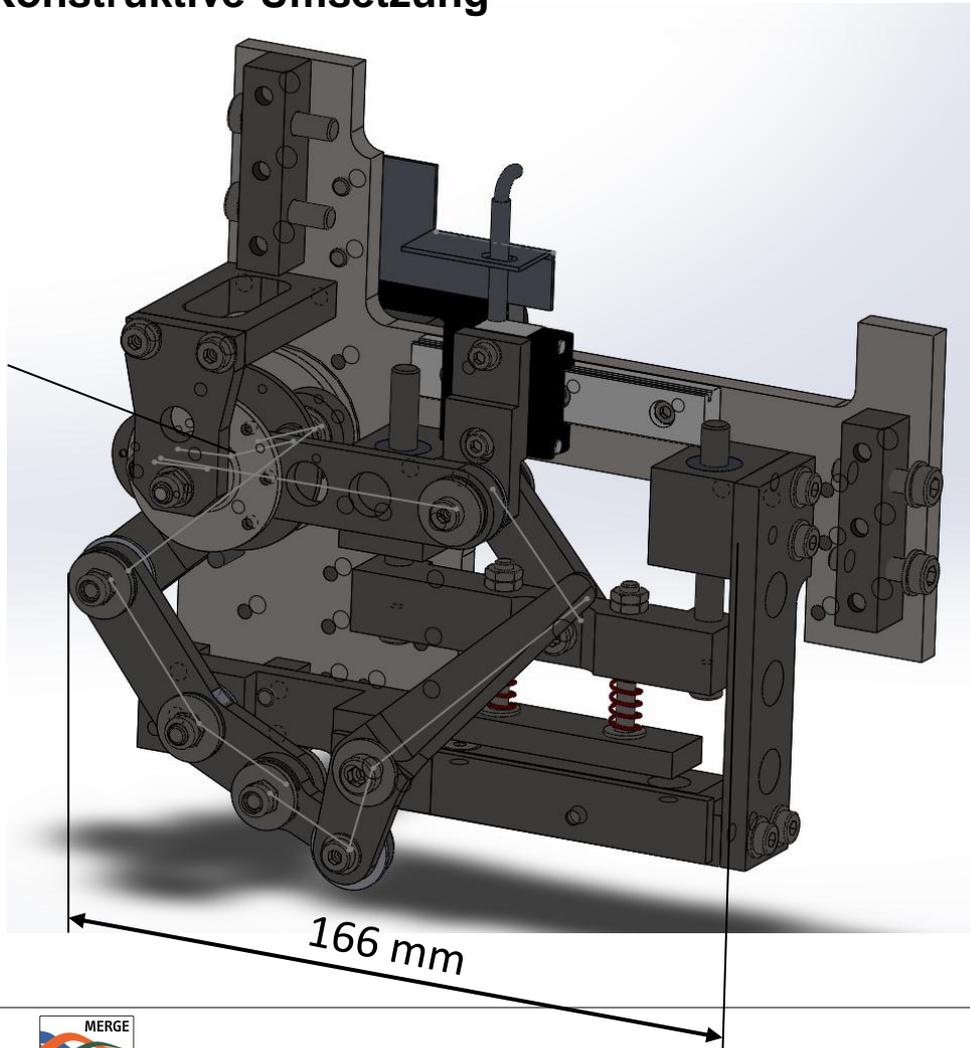
--- Schere [°] — Niederhalter [mm]

XXX
XXX
XXX
XXX
XXX

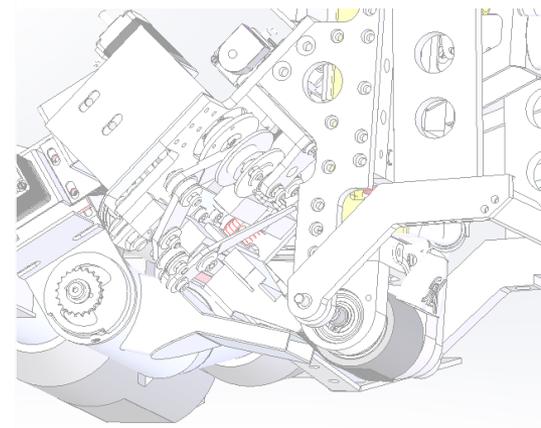
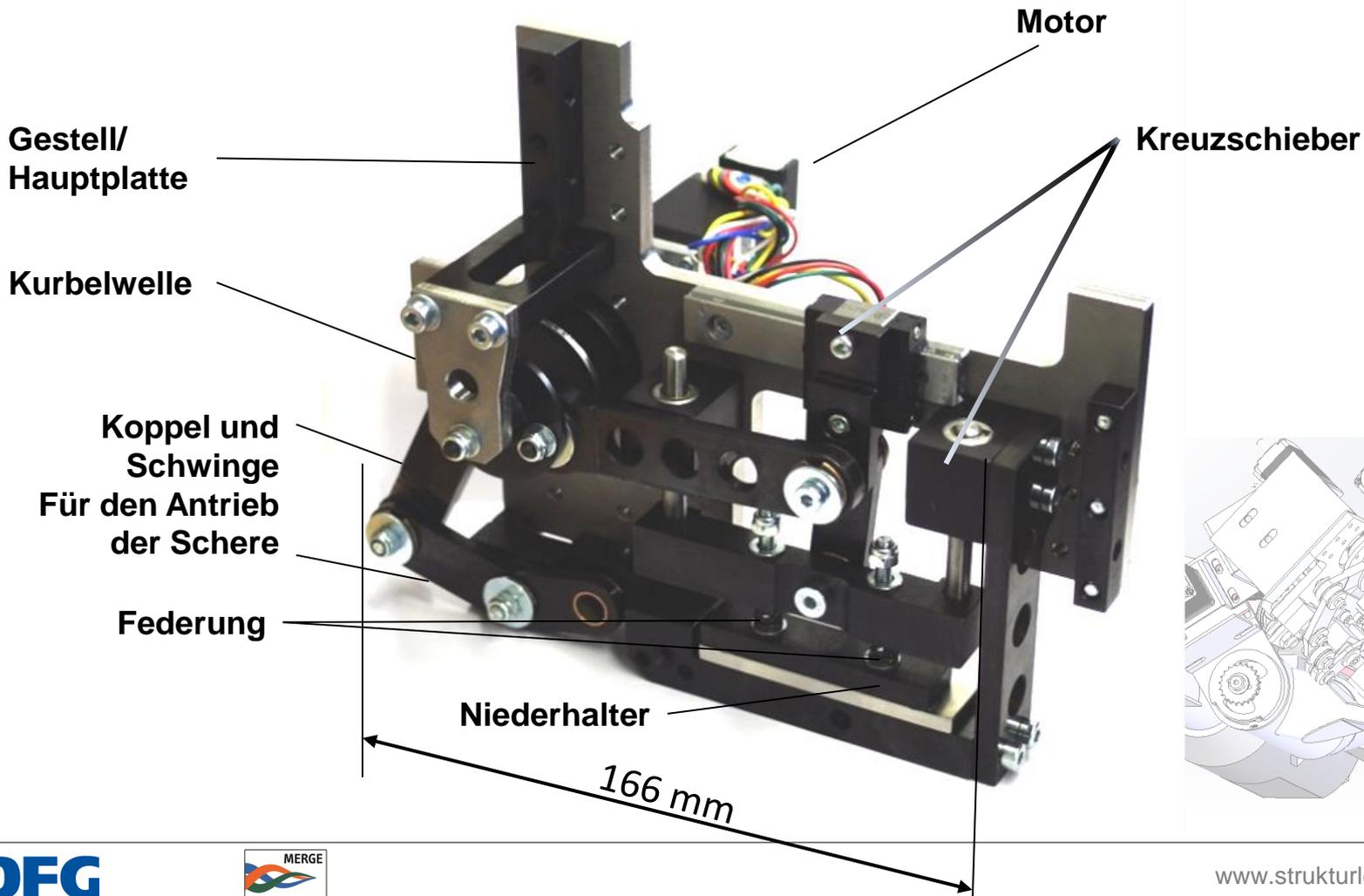
BETTU0_1000_B3E_M010TOMtrskd22 kvstlA

Schneid- und Fixiersystem Konstruktive Umsetzung

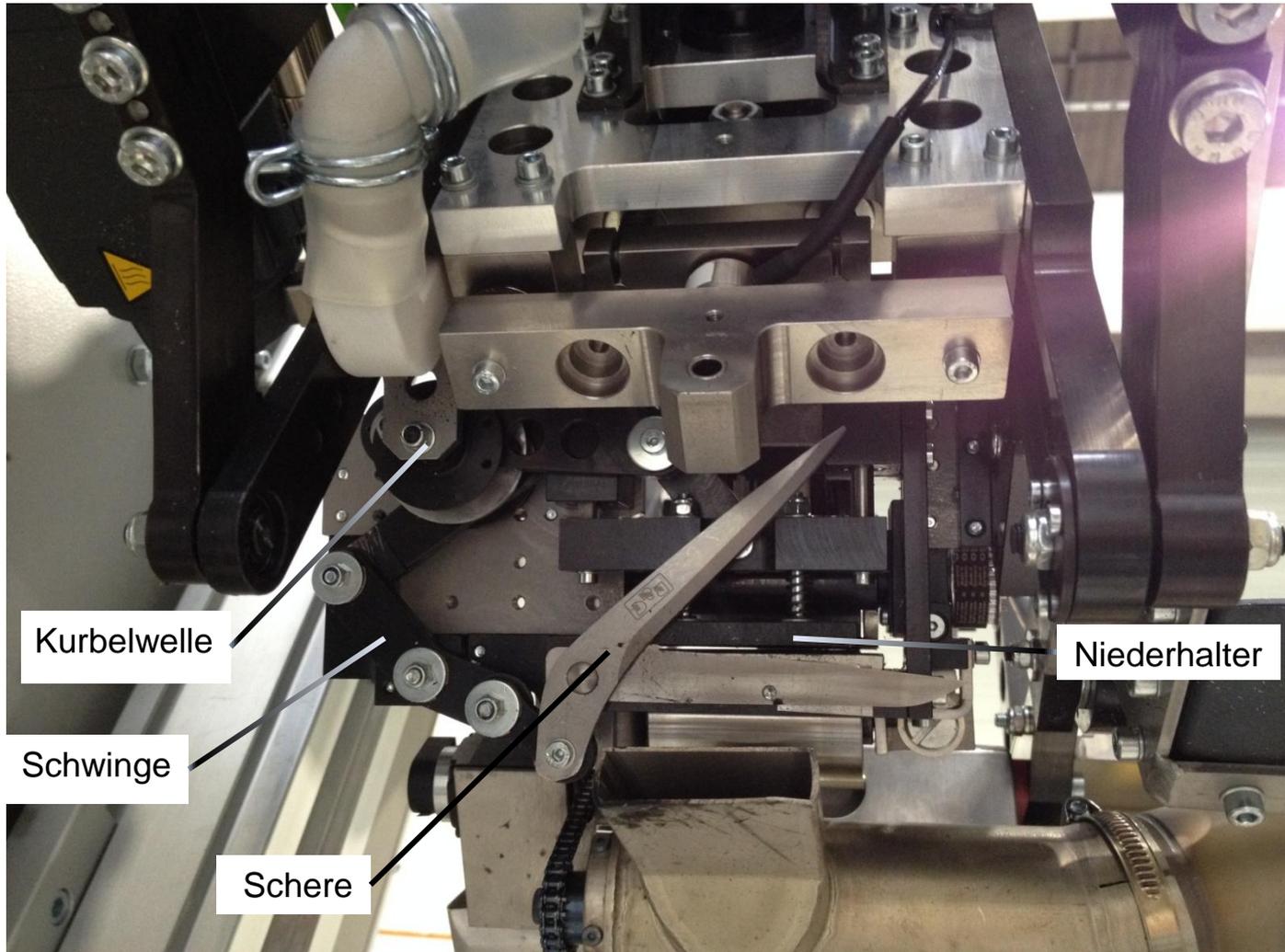
Kurbelwelle



Schneid- und Fixiersystem Fertigung und Montage



Schneid- und Fixiersystem - Position am Legekopf

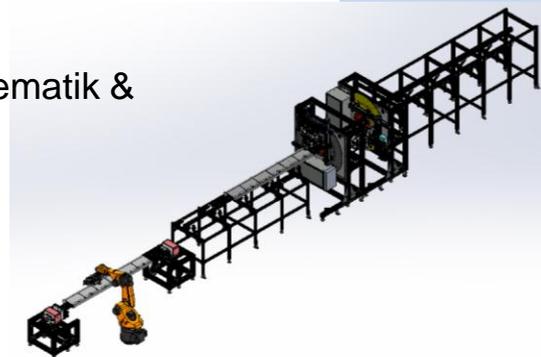
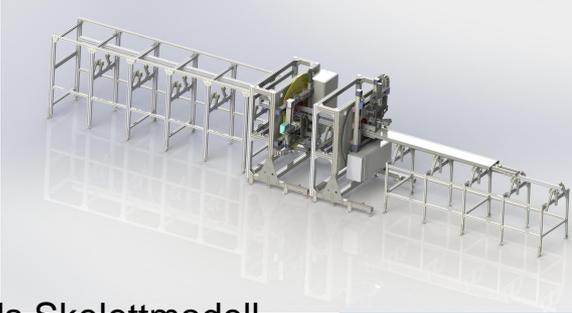


Zusammenfassung

- Technologische Spezifikationen
- Entwicklung eines zwangsläufigen Scherschneidmechanismus
- Entwicklung Getriebe für Niederhalter
- Aufbau eines zwangsläufigen Gesamtsystems und Umsetzung als Skelettmodell
- Konstruktive Ausarbeitung
- Fertigung der Komponenten und Montage des Gesamtsystems
- Validierung der Konstruktion

Ausblick:

- Grundlagenuntersuchungen zu verschiedenen Tapes unidirektional- bis multiaxialfaserverstärkte Halbzeuge
- Validierung der gesamten Technologie des Orbitalwickelns (Kinematik & Verarbeitungsparameter)
- Spezifikation des Verarbeitungsspektrums
- Ausarbeitung der Anlagensteuerung
- Optimierung der Anlagentechnik (Rollentemperierung)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Literatur

- | | | |
|------------|------------------------------------|--|
| [IPT2006] | M. Emonts | Herstellung von belastungsoptimierten UD endlosfaserverstärkten Thermoplast-Bauteilen |
| [Dai2002] | S.C. Dai, L. Ye | Characteristics of CF PEI tape winding process with on-line consolidation |
| [DBU1990] | Iffland et. al. | Entwicklung und Erprobung eines neuen Fertigungsverfahren von Rotorblättern für Windkraftanlagen |
| [AUD2014] | N.N. | Automated Dynamics [http://www.automateddynamics.com/automation-equipment] |
| [Hei2009] | A. Heine | Kinematische Analyse ebener und räumlicher Getriebestrukturen mit Hilfe von Motion-Skeletten, SAXSIM, Chemnitz, 2009 |
| [Schl2014] | Schledjewski, R. | Handbuch Verbundwerkstoffe, Hanser Verlag2014 |
| [Khan2010] | Khan, M. A.: | Experimental and Simulative Description of the Thermoplastic Tape Placement Process with Online Consolidation. Dissertation, Technische Universität Kaiserslautern, 2010 |
| [Fav2007] | Mike Favaloro,
David Hauber | PROCESS AND DESIGN CONSIDERATIONS FOR THE AUTOMATED FIBER PLACEMENT PROCESS, ADC Acquisition Company, Schenectady, NY 12305 |
| [Wal2015] | R. Wallasch, R.
Tirschmann, ... | Continuous Winding Technology for Specific Closed Structural Components, 20 th Symposium on Composites , Wien 2015 |



Diese Arbeit entstand im Rahmen des Bundesexzellenzcluster EXC 1075 „Technologiefusion für multifunktionale Leichtbaustrukturen“ und wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Die Autoren danken für die finanzielle Unterstützung.