KERN-LIEBERS

FIRMENGRUPPE



Werkstofftechnische Prozessentwicklungen in der Flachdrahtherstellung

Dr. Benjamin Hertweck

NE DRAHTFORUM

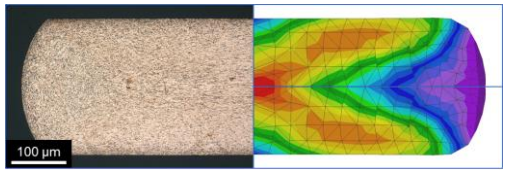
OUTLOOK / CONTENT

KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

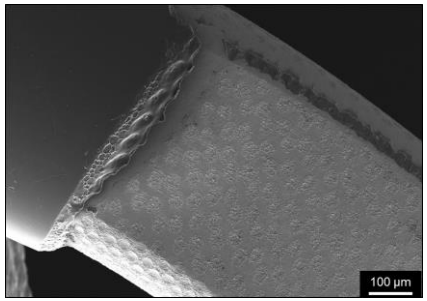
1 Die KERN-LIEBERS Firmengruppe und BRUKER-SPALECK

2 *Prozess- und Werkstoffentwicklungen*

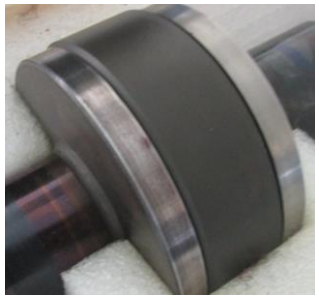
Grundlagen des Drahtwalzens und numerische Simulation



Herstellung von beschichteten Materialien



Verwendung von beschichteten Werkzeugen

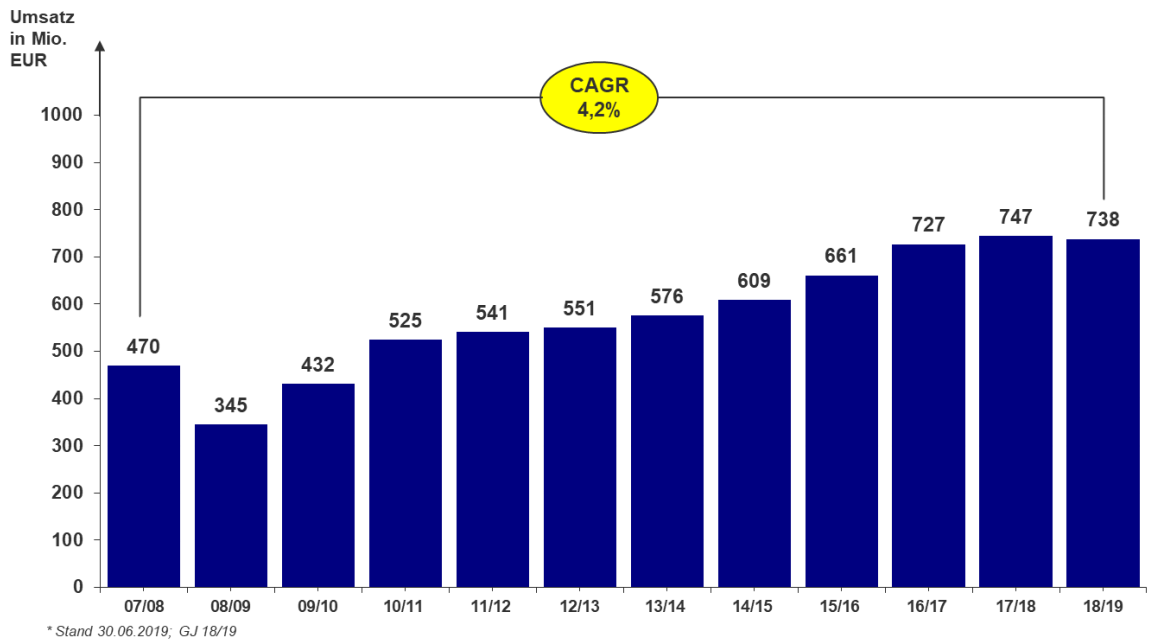


3 Zusammenfassung und Ausblick

KERN-LIEBERS at a glance

KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

Umsatzentwicklung [in Mio. Euro]

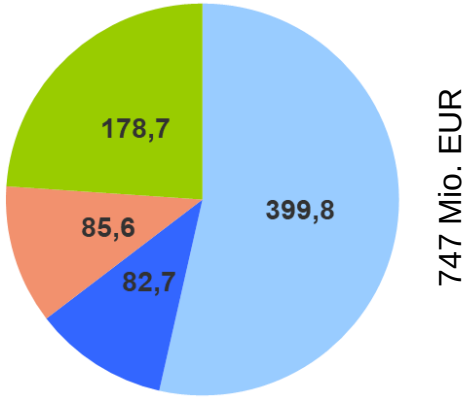


* Stand 30.06.2019; GJ 18/19

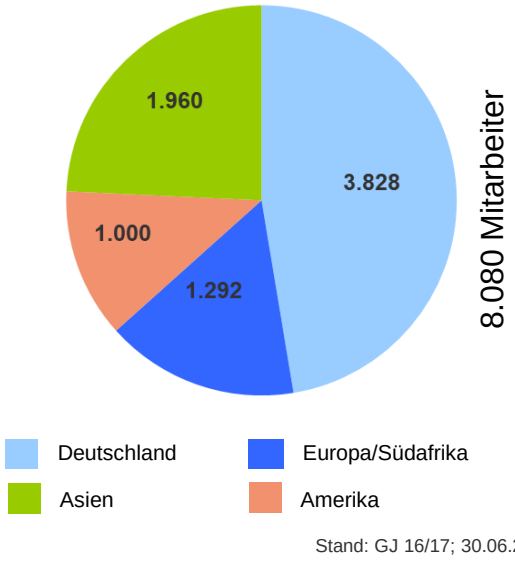
Wichtige Fakten

- Traditionelles Familienunternehmen mit Gründung im Jahr 1888
- Kernkompetenzen: Präzisionsteile in der Metallverarbeitung und bei Kunststoffverbundteilen
- Investitionen Sachanlagen ungefähr 10 %
- Führende Position in verschiedenen Marktsegmenten/-nischen
- Hoher Qualifizierungsstandard (IATF, Umwelt, Energie, IT, …)

Umsatz nach Regionen



Mitarbeiter nach Regionen



Stand: GJ 16/17; 30.06.2017

KERN-LIEBERS - Geschäftsbereiche und Internationalität

KERN-LIEBERS FIRMENGRUPPE

Geschäftsbereiche

KERN-LIEBERS STRIP SPRINGS
Bandfedern

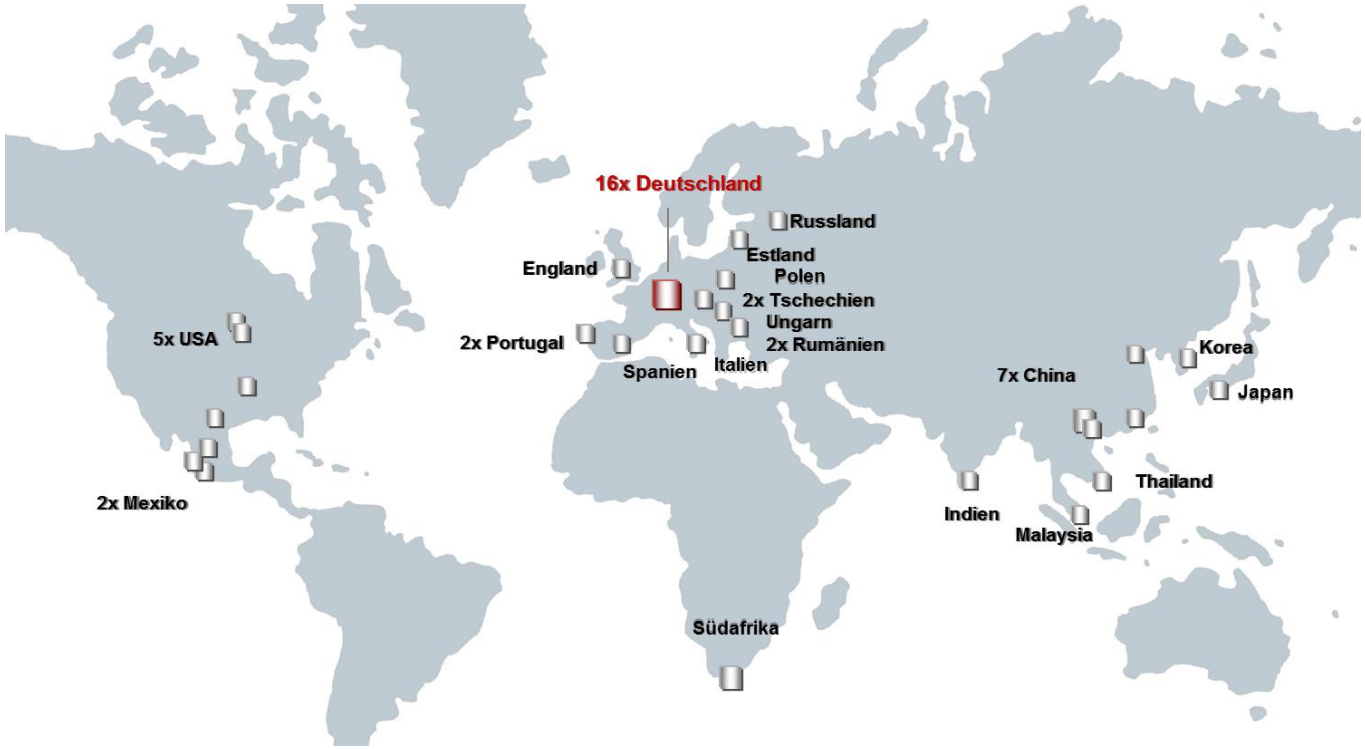
KERN-LIEBERS WIRE AND SPRINGS
Draht und Federn

KERN-LIEBERS STAMPED PARTS
Stanzteile

KERN-LIEBERS STAMPED-BENT PARTS AND SPRINGS
Stanzbiegeteile

KERN-LIEBERS TEXTILE
Textil

Weltweite Präsenz



- Stammwerk in Schramberg (1417 Mitarbeiter)
- China ist bedeutender Markt
- Über 52 Standorte weltweit
- Produktion: *locals for locals*

KERN-LIEBERS - Kunden und Produkte

KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

Typische Produkte



- Präzisionsfedern in kleinsten Abmessungen
- Zug-, Druck- und Schenkelfedern
- Draht- und Stanzbiegeteile
- Mikrofedern für die Medizin- und Sensortechnik

- Präzisionsstanz- und Biegeteile
- Stanzwerkzeuge
- Buchsen und Rohre
- Drahtbiegeteile





- Feinschneid- und Stanzteile mit Präzisionsnachbearbeitung
- Multikontaktschleifer
- Lochstanzen im Durchmesser-bereich von 50 – 1.000 µm
- Laserbohren im Bereich 25 bis 100 µm

Kunden

automotive (OEM)

DAIMLER · Audi · VW · BMW

automotive (TIER)

BOSCH Technik fürs Leben · Continental · SCHAEFFLER (LuK, INA, FAG) · DELPHI Innovation for the Real World · MAGNETI MARELLI · ZF

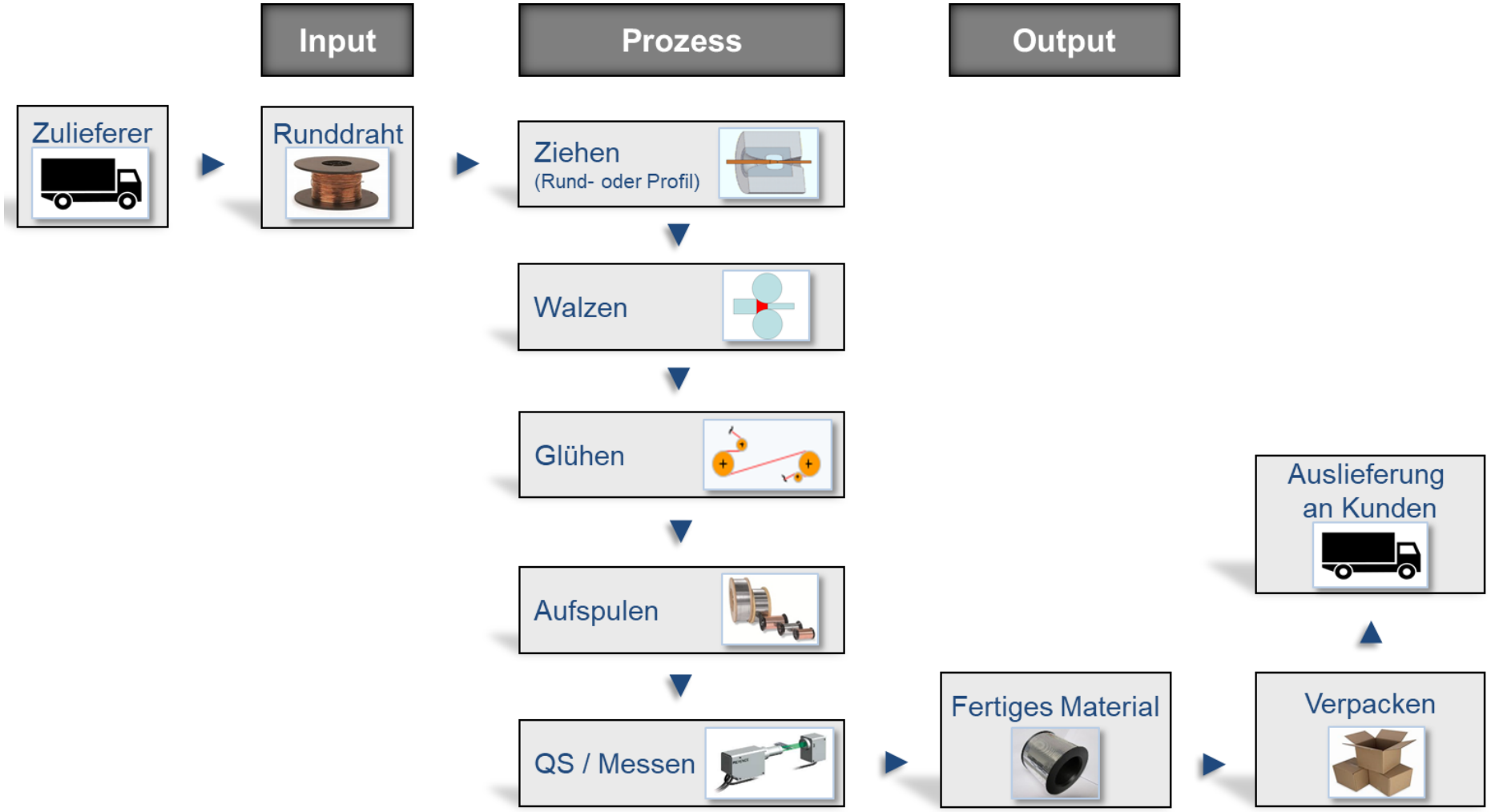
non-automotive

B BRAUN SHARING EXPERTISE · PHOENIX CONTACT · JUNGHANS GERMANY. SINCE 1861 · Mayer & Cie. Rundstrickmaschinen · Husqvarna · STIHL

PRODUKTION VON NE-FLACHDRÄHTEN

KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

Der Produktionsprozess der Firma Bruker-Spaleck



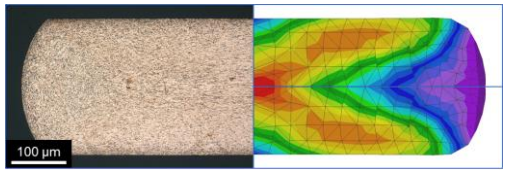
OUTLOOK / CONTENT

KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

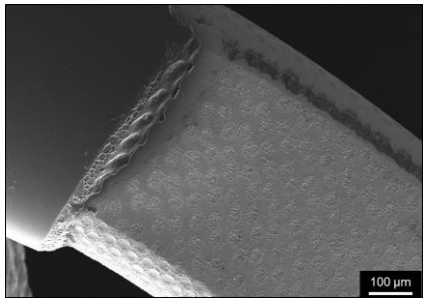
1 Die KERN-LIEBERS Firmengruppe und BRUKER-SPALECK

2 *Prozess- und Werkstoffentwicklungen*

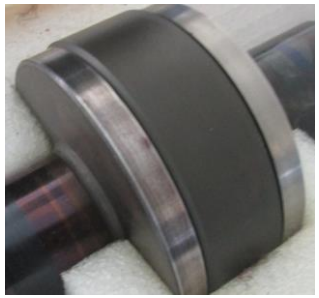
Grundlagen des Drahtwalzens und numerische Simulation



Herstellung von beschichteten Materialien



Verwendung von beschichteten Werkzeugen



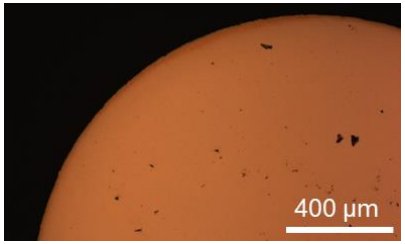
3 Zusammenfassung und Ausblick

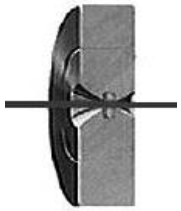
Flachdrahtproduktion: NUMERISCHE SIMULATION

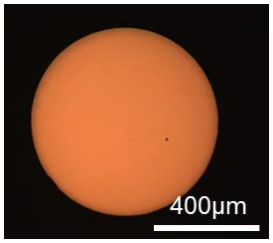
KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

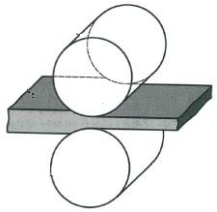
Aufbau der Fertigung

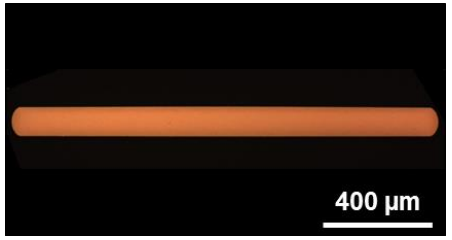
inline Ziehprozess → Walzprozess











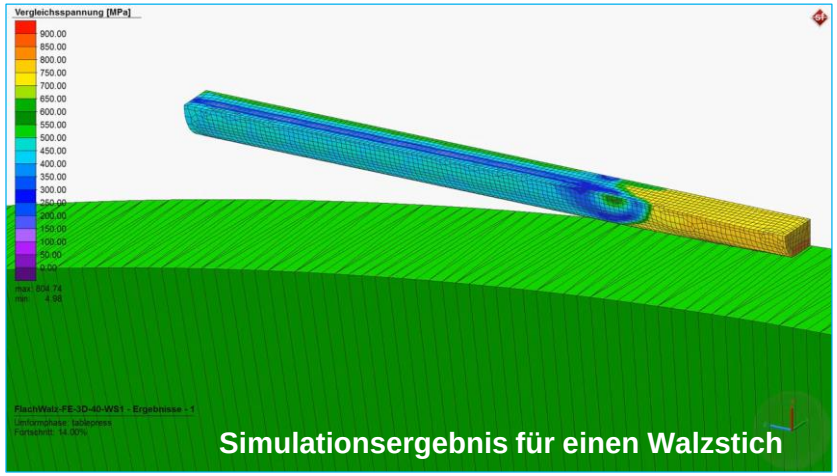
- Ermöglicht Flexibilität und Vergrößerung des Querschnittsspektrums
- Stellt unterschiedliche Vorverfestigung für das Walzen dar

Grafiken entnommen aus [Kopp/Weigels]

- Vielzahl an Walzstichen ermöglicht große b/d-Verhältnisse
- Linien mit 3 bis 7 Walzstichen verfügbar
- Modularer Aufbau der Linien
- Verschiedene Walzdurchmesser verfügbar

Bedeutung der numerischen Simulation in der Umformtechnik

- **Vorteile**
  - Voraussage von Geometrie und Festigkeit des Drahts
  - Einsparung von Werkzeug- und Rüstkosten
  - Erweiterung des Prozessverständnisses
- **Voraussetzung**
  - Aufstellung eines validen Models
  - Genaue Ermittlung relevanter Werkstoffparameter
- Globales **Alleinstellungsmerkmal** für Präzessionsdraht

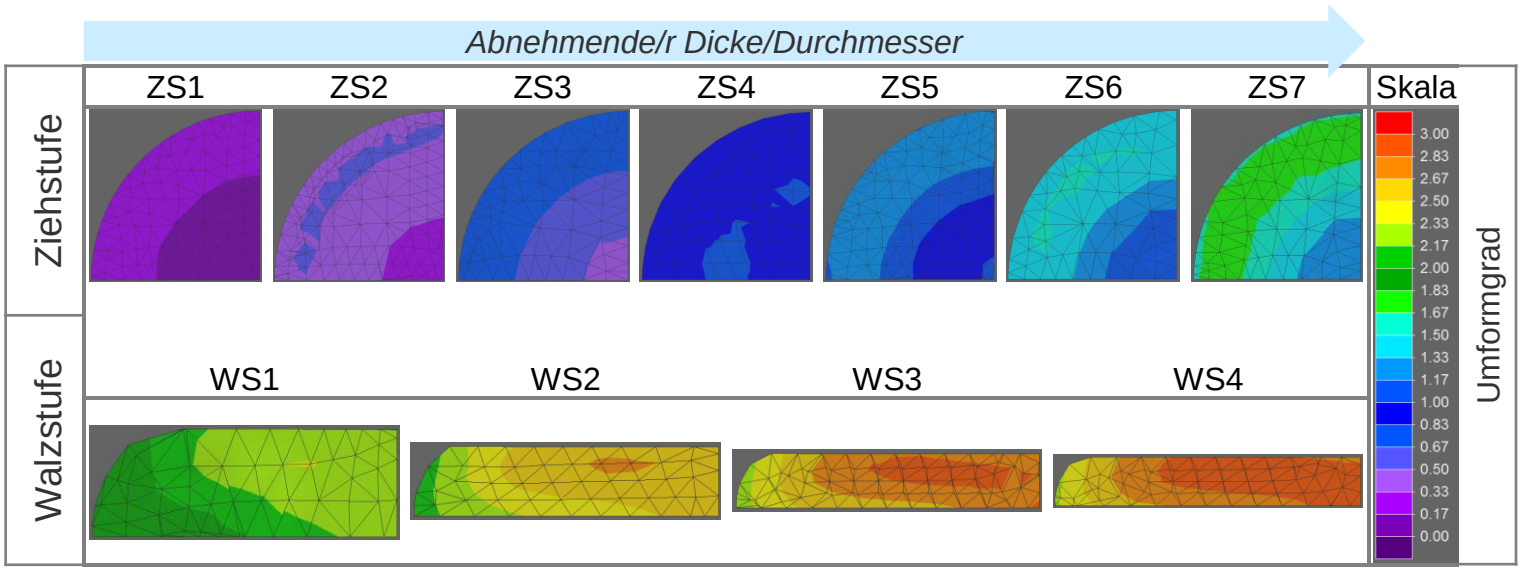


Simulationsergebnis für einen Walzstich

Flachdrahtproduktion: NUMERISCHE SIMULATION

KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

Simulation einer exemplarischen Stichfolge [1,2,3]



Ergebnisse und Bedeutung

- *Ergebnisse:*
  - Reduktion der Stichanzahl bei versch. Abmessungen
  - Erweiterung des Models auf beschichtete Drähte
  - Vorhersage der mechanischen Parameter (→neben Drahtgeometrie)
  - Verbesserte Verteilung der Leistungsaufnahmen auf die unterschiedlichen Walzblöcke
- Kombination aus *Prozesswissen und Simulation* ermöglicht *Reaktion* auf *gestiegene Kundenanforderungen*

[1] B. Hertweck, N. R. Vetter, C. Seeger, „Optimierung der Flachdrahtherstellung mittels Finite-Element-Analyse – Teil 1: Erstellung eines validen Models“, Metall, November 2018.
[2] N. R. Vetter, C. Seeger, B. Hertweck, „Optimierung der Flachdrahtherstellung mittels Finite-Element-Analyse – Teil 2: Anwendungsbeispiele“, Metall, März 2019.
[3] N. R. Vetter, C. Seeger, B. Hertweck, „Überblick über Applikationen der numerischen Simulation in der Flachdrahtherstellung“, Bänder Bleche Rohre, akzeptiert.

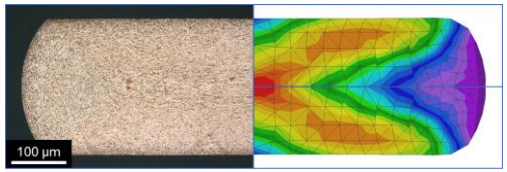
OUTLOOK / CONTENT

KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

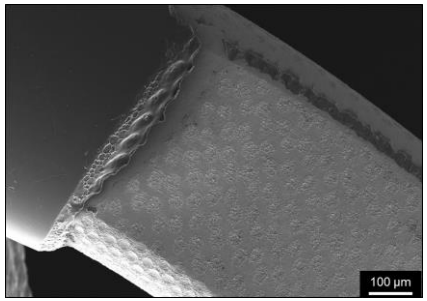
1 Die KERN-LIEBERS Firmengruppe und BRUKER-SPALECK

2 *Prozess- und Werkstoffentwicklungen*

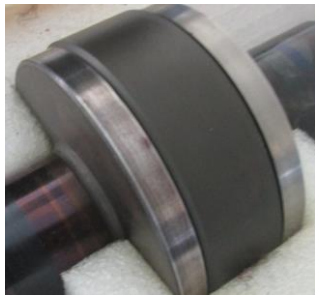
Grundlagen des Drahtwalzens und numerische Simulation



Herstellung von beschichteten Materialien



Verwendung von beschichteten Werkzeugen



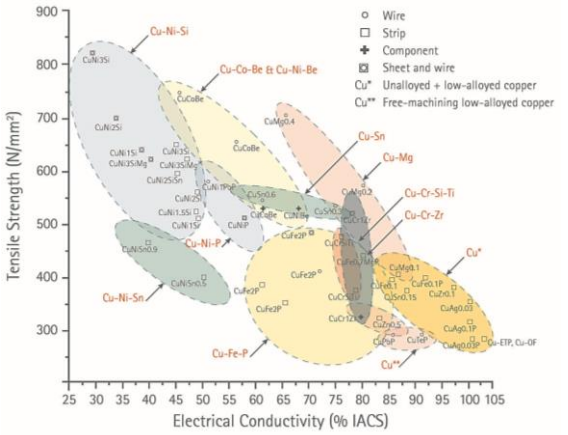
3 Zusammenfassung und Ausblick

Beschichtete Materialien I: METALLISCHE BESCHICHTUNGEN

KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

Materialmotivation und Hintergrund

- Grundsätzlich stehen geometrische und mechanische Eigenschaften im Vordergrund
- Steigende Kundenanforderungen
  - Neue Grundwerkstoffe → niedriglegierte Kupferlegierungen
  - Beschichtungen zur
    1. **Verbesserung der Leitungseigenschaften**
    2. **Drahtisolation**
- *Entwicklungsziel:*
  Technologievorsprung, Alleinstellungsmerkmale, Wettbewerbsvorteile

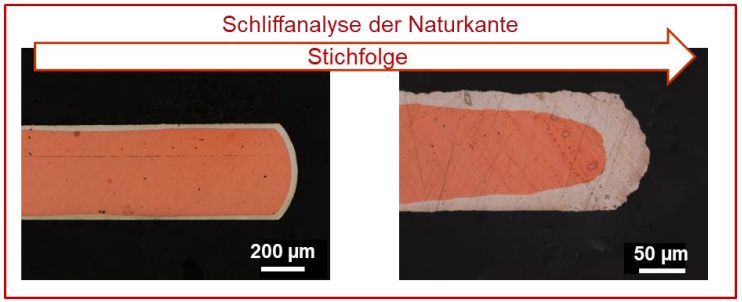


[Deutsches Kupferinstitut: Niedriglegierte Kupferwerkstoffe. Informationsdruck DKI-i8-2012]

Anwendung Silberbeschichtung

- Motivation für *Silberbeschichtungen*:
  - EMV-Anwendungen im Hochfrequenzbereich brauchen Oberflächen-nah hohe el. Leitwerte

    → Eindringtiefe des Skin-Effekts: $\delta = \sqrt{\frac{2 \cdot \rho}{\omega \cdot \mu}}$
  - Häufig auch hohe Korrosionsbeständigkeit
- Vorgehen in der Verfahrensoptimierung
  - Generierung eines Verständnisses zum Umformverhalten
  - Anwendung von klassischen Methoden (→Metallographie)
  - Ergänzende Umformsimulationen
- Herausforderung:
  Geringe Schichtdicke für beide Methoden kritisch

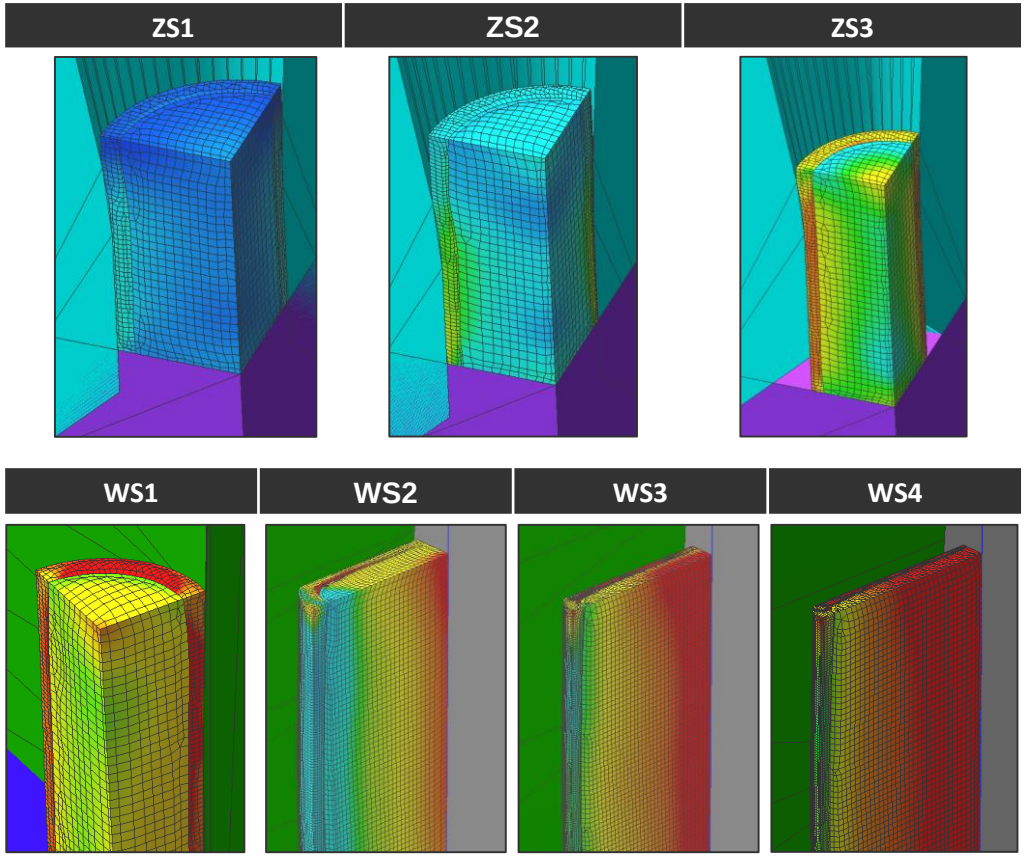


Cu-ETP-Draht mit Ag-Beschichtung

Beschichtete Materialien I: METALLISCHE BESCHICHTUNGEN

KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

Umformsimulation



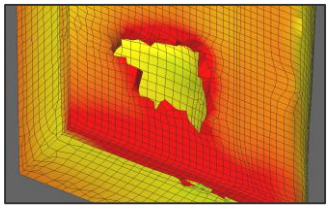
Metallographische Analyse





Resümee

- Anspruchsvolle Simulationen: Angepasste Netze, Minimierung Rechenzeit, Abplatzungen,…
- Metallographisches Vorgehen: Präparation des Verbundwerkzeugs, Kontrastbildung mittels FIB,...

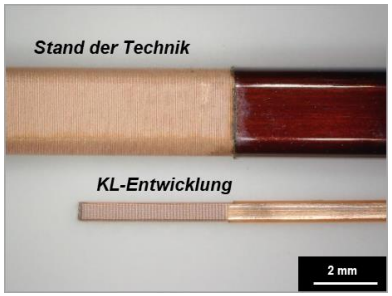


Flachdrahtproduktion: FLACHER MIKROLACKDRAHT

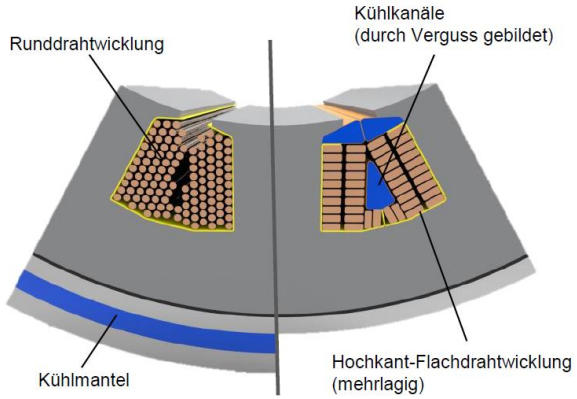
KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

Lackdraht

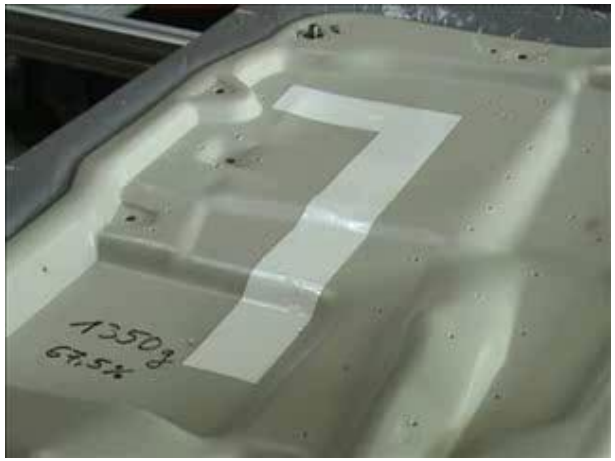
- *Aufbau und Eigenschaften*
  - Leitermaterial ist Kupfer oder Aluminium
  - Isolation durch Polymere



- *Hauptanwendung:*
  Wicklungen in Elektromotoren und Spulen



Lackdraht substituiert das FFC Bordnetz



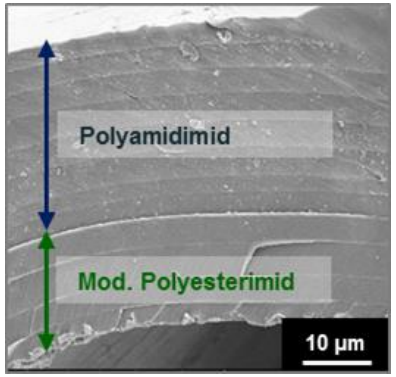
Flexible flat cables:

- Zusammenführung der Flachdrähte zu Kabeln durch Extrusion oder Laminierung
- Ermöglicht die automatisierte Verlegung von Kabeln
- FFCs können mit unterschiedlicher Drahtanzahl / -stärke geliefert werden

(Automatisierte FFC Verlegung an einer Auto-Tür entnommen aus [Kunze])

Bedeutung des Lackdrahts für das Bordnetz

- Hohe Flexibilität bei der Zusammensetzung der Drahtbündel
- Hohe Beständigkeit
  - Thermisch
  - Mechanisch
  - Elektrisch
- Erarbeitung geeigneter Konzepte zur automatisierten Verlegung



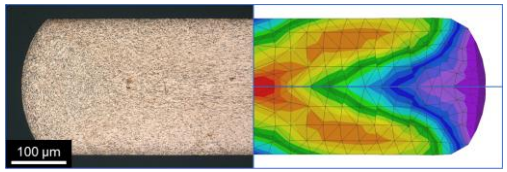
OUTLOOK / CONTENT

KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

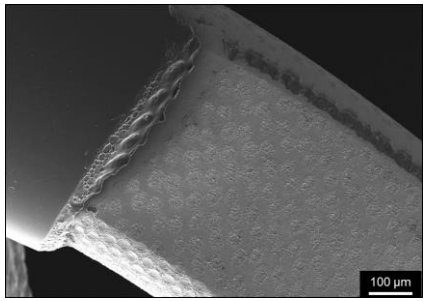
1 Die KERN-LIEBERS Firmengruppe und BRUKER-SPALECK

2 *Prozess- und Werkstoffentwicklungen*

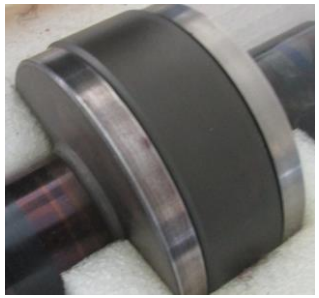
Grundlagen des Drahtwalzens und numerische Simulation



Herstellung von beschichteten Materialien



Verwendung von beschichteten Werkzeugen

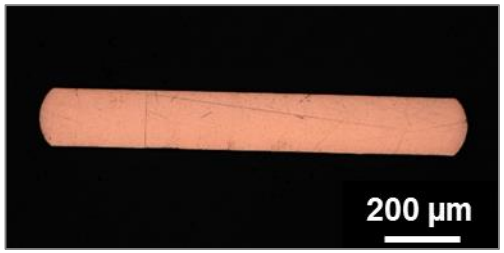


3 Zusammenfassung und Ausblick

VERWENDUNG VON BESCHICHTETEN WERKZEUGEN

KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

Aluminium als Leiterwerkstoff

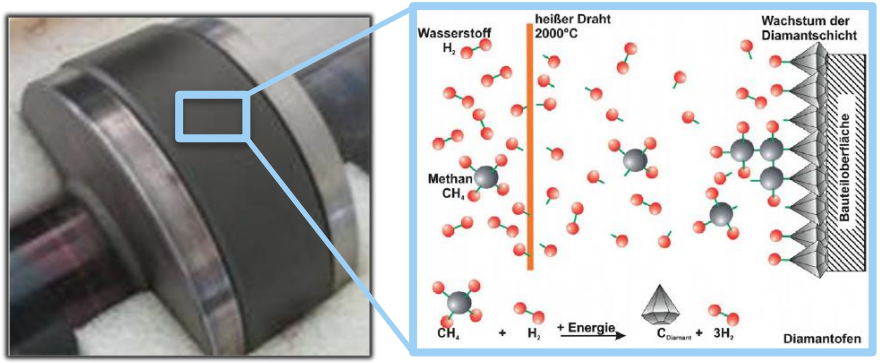
Materialmerkmale	Reinaluminium	Reinkupfer
Bezeichnungen	Al99,5 (EN AW-1050A)	Cu-ETP (CW004A)
Reinheit	$c(Al) = 99{,}0 \ldots 99{,}5\ \%$	$c(Cu) \approx 99{,}9\ \%$
Dichte ρ in $10^3 \cdot {}^{kg}/_{m^3}$	2,70	8,93
Spez. el. Widerstand ϱ in $10^{-2} \cdot {}^{\Omega \cdot mm^2}/_{m}$	2,65	1,721
Exemplarische Flachdrahtherstellung		
Widerstand pro Meter in $\mathrm{m\Omega}$	**90**	**90**
Querschnitt *(d · b)* in $\mathrm{mm^2}$	**0,260** · 1,200	**0,166** · 1,200
Masse pro Meter in g	**0,96**	**2,12**
Querschliff des Drahts		
Bedeutung von Aluminium-Legierungen	• Legieren bewirkt rapiden Abfall der Leitfähigkeit • Technisch relevant ist deshalb nur die AlMgSi • Anwendung bei mechanischer (vibronischer) Belastung	

VERWENDUNG VON BESCHICHTETEN WERKZEUGEN

KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

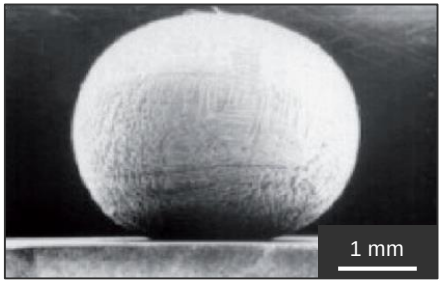
Zentrale Herausforderung bei dem Walzen von Aluminium

- Adhäsion von Aluminium auf Walzen
- *Folge:*
  - Verschmutzung der Walzen
  - Defekte an der Oberfläche
  - Walzen ohne Schmierung ist nicht möglich
- *Idee:*
  Verwendung von Diamantbeschichtungen auf den Walzen



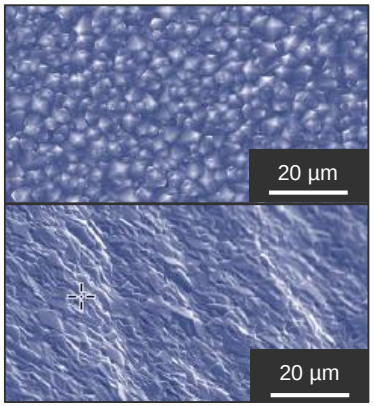
Prozessoptimierung und -vorteile

Keine Neigung zu Adhäsion von Aluminium und Werkzeug



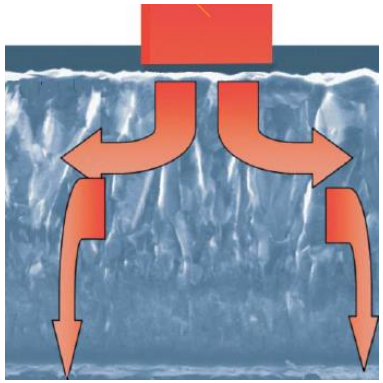
Geringe Oberflächenspannung von Aluminiumtröpfchen auf Diamantoberfläche

Einstellung der Oberflächengüte



Oberflächenreibung als zentraler Umformparameter

Gute Wärmeableitung



Wärmeabtransport vom Werkstück in die Walze

Graphiken entnommen aus [Rosiwal *et al.*: Zukunft im Blickpunkt, Konstruktion]

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

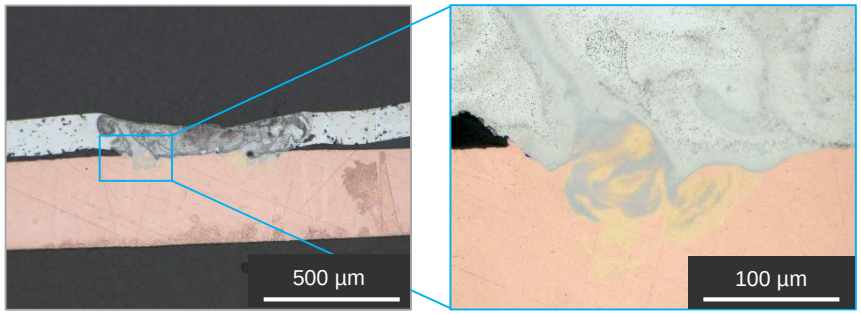
KERN-LIEBERS
FIRMENGRUPPE

Ansätze für Prozessentwicklungen



- **Zentrale Themen sind**
  - Werkstofftechnik mit Fokus auf Metalle
  - In Kombination mit aktuellen Themen aus der Umformtechnik
- **Motiviert durch**
  - Kundeninteresse
  - Kundennutzen
    → Vorentwicklung ist sehr nah an den Geschäftsbereichen in Kooperation mit Kunde
- **Alleinstellungsmerkmale der Produkte**
  - Kombination aus neuartigen Halbzeugen und anspruchsvollen Umformprozessen
- **Innovative Produktionstechnologie als Treiber für Kundenentwicklungen**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!





VIELEN DANK !