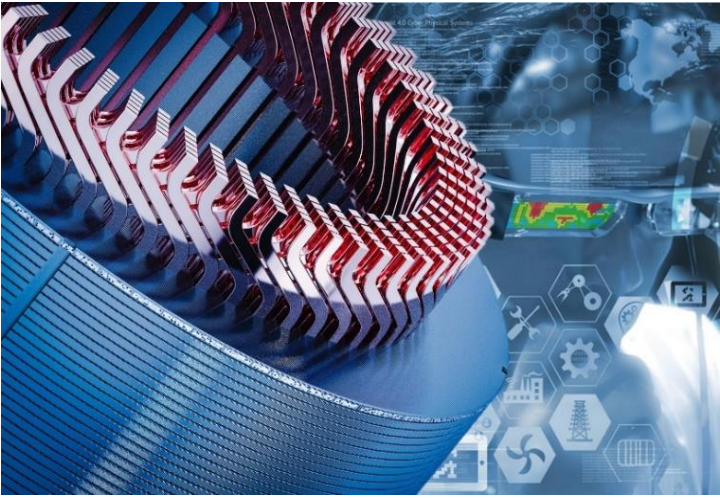
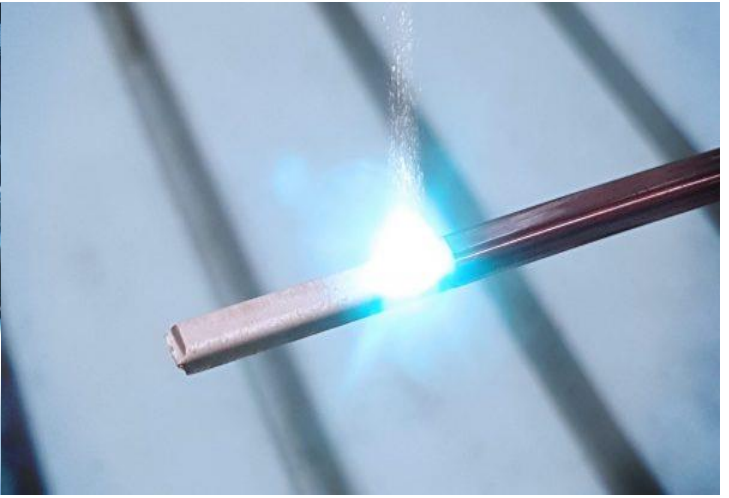


## E-MOBILITY – wireLINE TECHNOLOGIE ZUR EFFIZIENTEN DRAHTENTSCHICHTUNG



Statoren für die Fertigung von Elektromotoren, Foto: PEM, Aachen



Abisolieren von Hairpins mittels Laserstrahlung

## PRODUKTIONS-LÖSUNGEN FÜR DIE STATORENFERTIGUNG

Bei der Fertigung von Statorn werden häufig Kupferleitungen eingesetzt, die zur Isolation gegen Kurzschluss mit einem Lack oder einer Isolierung geschützt sind. Bei der Herstellung von Elektromotoren kommen Kupferlackdrähte mit speziellen Isolationsbeschichtungen aus Kunststoffen zur Anwendung. Typischerweise werden dazu temperaturbeständige Kunststoffe wie Polyamidimid (PAI), Polyetheretherketon (PEEK) genutzt.

Um optimale Schweiß- und Lötgergebnisse zu erhalten, muss die Isolationsbeschichtung vor dem Fügen partiell entfernt werden.

Diese Entlackung lässt sich mit mechanischen Methoden oder – wesentlich reproduzierbarer und prozesssicher – mit der wireLINE von cleanLASER durchführen.

Beim Entlacken zur Schweißvorbehandlung wird das Rohmaterial von der „Rolle“ (coil) zugeführt und der beschichtete Draht für die Wicklung in Stücke von typischerweise 100 bis 800 mm Länge geschnitten, sodass daraus Pins entstehen.

Diese I-Pins werden dann zu Halbschlaufen gebogen, in die gelochten Statorbleche eingesteckt und anschließend miteinander verlötet oder verschweißt, um dadurch geschlossene Windungen zu erzeugen.

### ANFORDERUNGEN DER INDUSTRIE

- Allseitige Entlackung, vollständige Lackfreiheit, hohe Reproduzierbarkeit bei schwankender Lackschichtdicke
- Erhalt des Kupferdrahtquerschnitts zur Vermeidung von Überdimensionierung
- Hohe technische Verfügbarkeit, geringe Taktzeit
- Bauteiltoleranter Prozess, da der Draht und insbesondere die Beschichtung häufig Fertigungstoleranzen unterliegen
- Kontaminationsfreie Entlackung
- Platzsparende Integration in die Fertigungslinie und Bearbeitung am bewegten Draht

## Kupferdrahtentschichtung mit wireLINE DIRECT und wireLINE MIRROR

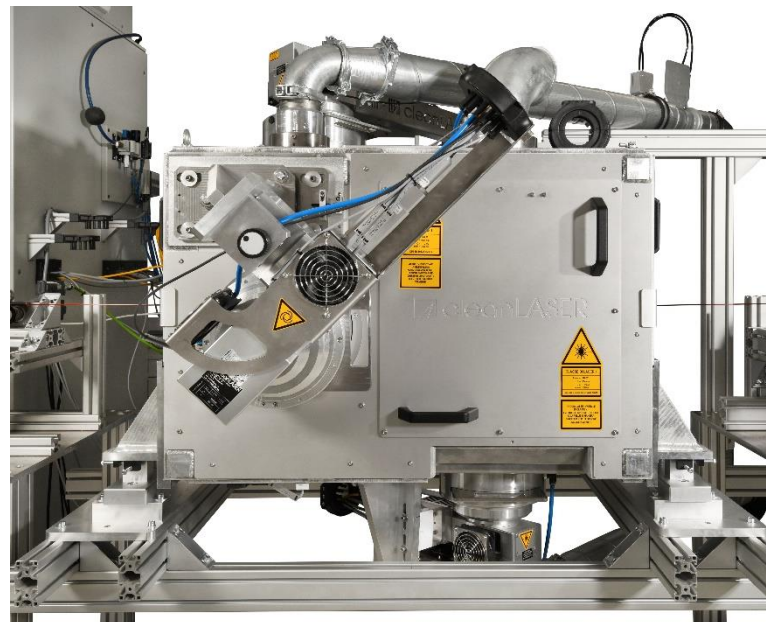
IPG | cleanLASER hat die laserbasierte Entlackungsoptik wireLINE in zwei Varianten entwickelt: wireLINE DIRECT und wireLINE MIRROR. Mit beiden Ausführungen lässt sich eine rückstandsfreie Entlackung der Kupferdrähte mit RFU-Werten < 5 erreichen. Durch die berührungslose Technologie arbeiten die Anlagen verschleißfrei mit einer geringen Leistungsaufnahme von ca. 4 bis 5 kW im Dauerbetrieb. An der Kupferoberfläche wird die Laserstrahlung größtenteils reflektiert, sodass der Abtragprozess stoppt. Dadurch lässt sich die Reduzierung des Drahtquerschnittes vermeiden.

Die wireLINE-Technik erlaubt die Bearbeitung über große Abisolierlängen am bewegten Draht. Durch den nahezu permanent aktiven Laser ist eine hohe Prozesseffizienz erzielbar. Die On-the-fly-Bearbeitung ermöglicht einen breiten und variablen Geschwindigkeitsbereich. Die Module der wireLINE-Technik lassen sich einfach in bestehende Fertigungslinien integrieren und sind intuitiv über die grafische Benutzeroberfläche der Software zu bedienen.

### wireLINE DIRECT

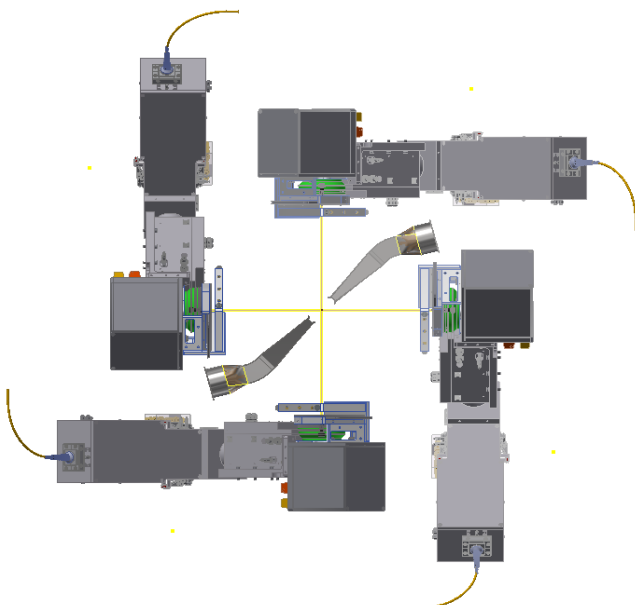
#### TECHNOLOGIE wireLINE DIRECT

- Direkte Bestrahlung des Drahtes mit 4 Optiken und 4 Lasersystemen
- Ortsnahe Erfassung der Partikel durch radiales Absaugen
- Großer Arbeitsabstand
- Entlackungsbereich bis zu 340 mm Länge
- Drahtvorschub bis zu 1 m/s
- Besonders geeignet für wechselnde Drahttypen
- Höchste Durchsatzraten



#### VORTEILE wireLINE DIRECT

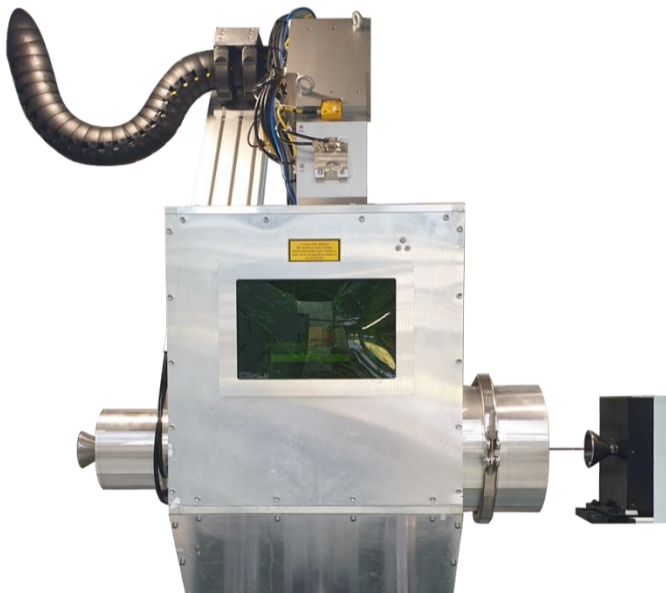
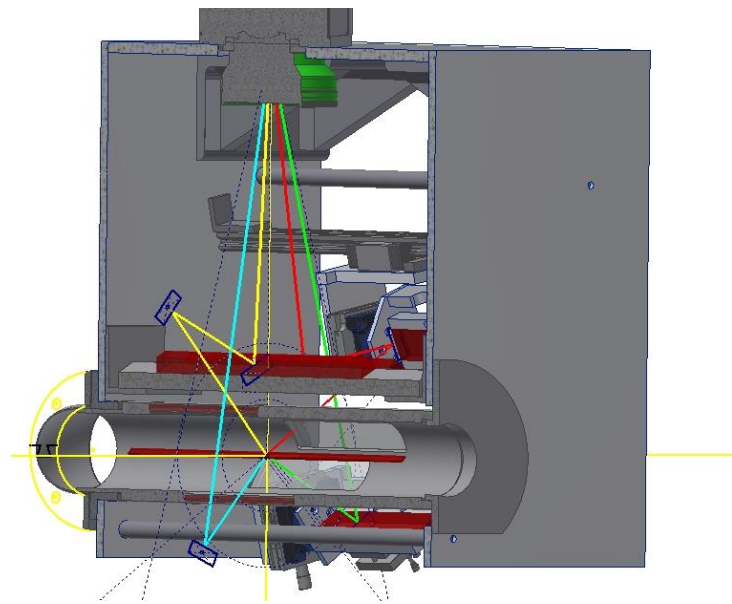
- Sehr kurze Taktzeiten durch hohe Gesamtlaserleistung, z. B. PAI 80 – 90 µm, 3,6 mm<sup>2</sup> x 20 mm Länge, ca. 0,55 s
- Einfache Einrichtung des Prozesses
- Hohe Flexibilität für verschiedene Drahtquerschnitte
- Kompaktes Integrationsmodul – geringer Platzbedarf
- Minimale Kosten pro Entlackungsvorgang bei hohen Stückzahlen



## wireLINE MIRROR

### TECHNOLOGIE wireLINE MIRROR

- Strahlwegkompensierte Spiegeleinheit zur allseitigen Bestrahlung des Drahtes mit nur einer Laserstrahlquelle
- Axial durchströmtes Absaugrohr mit integriertem Cross-flow zur effizienten Partikelerfassung
- Entlackungsbereich bis zu 290 mm Länge
- Spezielle Konfiguration für einen Drahttypen

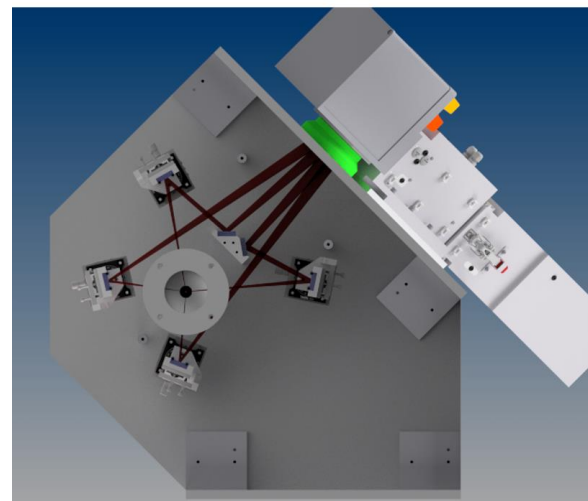


### VORTEILE wireLINE MIRROR

- Geringe Taktzeiten durch hohe Laserleistung (bis zu 500 Watt),  
z. B. PAI: 80 – 90  $\mu\text{m}$ , 3,6  $\text{mm}^2$  x 20 mm Länge, ca. 1,2 s
- Reduzierte Einbaulänge: ca. 940 mm
- Geringe Investitionskosten
- Integrierte Absauglösung

### Optionen für wireLINE DIRECT und MIRROR

- Anbindung an die Betriebsdatenerfassung des Unternehmens
- Softwaregesteuerte Anpassung auf unterschiedliche Drahtquerschnitte
- Kamerabasierte Prozessvisualisierung
- Inline-Prozessüberwachung:  
Hochdynamische, kamerabasierte Ergebniskontrolle bei Drahtvorschubgeschwindigkeiten von 0,5 m/s

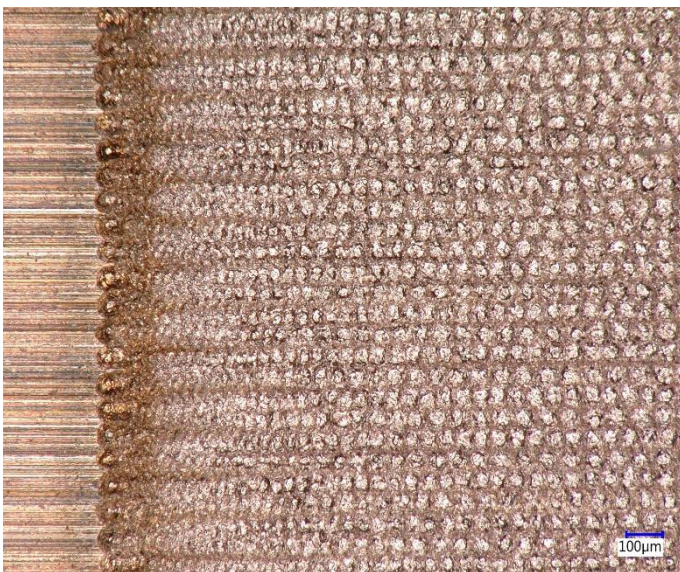


## wireLINE STATIC

Mit der Ausführung wireLINE STATIC lassen sich neben Hairpins auch Stromschienen mit größeren Querschnittsflächen und Abisolierlängen ruhend bearbeiten. Die wireLINE STATIC wird dabei als Stand-Alone Lösung mit einem Festanschlagsmodul ausgeführt. Der variabel einstellbare Endschlag ermöglicht unterschiedliche Abisolierlängen für die Drahtenden, die typischerweise bei < 60 mm liegen. Die wireLINE STATIC kann mit verschiedenen Leistungsklassen bis zu 500 Watt ausgestattet werden und zählt als Gesamtsystem zur Laserklasse 1.

### TECHNOLOGIE wireLINE STATIC

- Stand-Alone Lösung mit Festanschlagsmodul
- Variable Abisolierlängen, typ. < 60 mm
- Pneumatisches Spannsystem zur Fixierung der Drähte während der Bearbeitung
- Fußschalter zum Auslösen des Laserprozesses
- Anpassbar an vielseitige Drahtquerschnitte
- Integriertes Absaugmodul zur effizienten Partikelersfassung
- Ausführung als Sitz- oder Steharbeitsplatz, optionale Roboterführung



Mikroskopbild einer laserbearbeiteten Kupferoberfläche

### VORTEILE wireLINE STATIC

- Mehrseitige Bearbeitung in einer Aufspannung möglich
- Variable Ausführung für Entlackung von 2 oder 4 Seiten möglich
- Statische Bearbeitung des freien Draht-Endes
- Ausführung mit variablem oder festem Endanschlag
- Drahtenden-Bearbeitung von bereits auf Länge geschnittenen Drähten möglich