

Laser. Marking. Solutions.



# Business Fiber TRIM

## Laser zum Trimmen von elektronischen Widerständen

Die Toleranzen von elektronischen Bauelementen und strengen Kriterien seitens präziser Schalt- oder Ansprechabstände von Sensoren erfordern eine individuelle Abgleich- bzw. Einstellmöglichkeit. Lasertrimmer der Produktserie Business Fiber TRIM sind entsprechend angepasste Faserlaser, die diesen hohen Qualitätsanforderungen gerecht werden. Sie bestehen aus einer komplett luftgekühlten Versorgungseinheit und einem kompakten Laserkopf mit integriertem Vision-System.

### INHALTE

- Widerstände und deren Bauformen | S. 3
- Trimmprozess | S. 4
- Trimmschnittformen | S. 4
- Positionierung & Bildverarbeitung | S. 7
- Anwendungsbereiche | S. 7
- Lasertrimmer | S. 8
- Lasertrimmanlagen | S. 10
- Kontakt, Impressum | S. 13

# Widerstände und deren Bauformen

Die Toleranzen der elektronischen Bauelemente und die hohen Qualitätsanforderungen seitens der präzisen Schalt- oder Ansprechabstände der Sensoren erzwingen einen individuellen Abgleich- bzw. Einstellmöglichkeit.

Die Elektronik unterscheidet Dünn- und Dickschichtwiderstände, die in den SMD-Bauformen 1206, 0805 und kleiner verfügbar sind und auf der Leiterplatte, wie die übrigen Komponenten, bestückt werden. Widerstände werden oft auch Trimmwiderstände genannt, weil der Vorgang des Laserns auch Trimmen genannt wird.

## Bauformen

Die Widerstände sind SMD-Widerstände, die mit ihrer Kohleschicht (schwarze Seite) in Laserrichtung bestückt werden müssen. Dabei wurde in der Vergangenheit die Bauform 1206 bevorzugt.

Da aufgrund der immer enger werdenden Platzverhältnisse auf den Leiterplatten und den Standardisierungsbemühungen der Lagerware der Trend auch aus Kostengründen zu der Bauform 0805 geht, sind die technischen Gegebenheiten mehr denn je zu berücksichtigen.

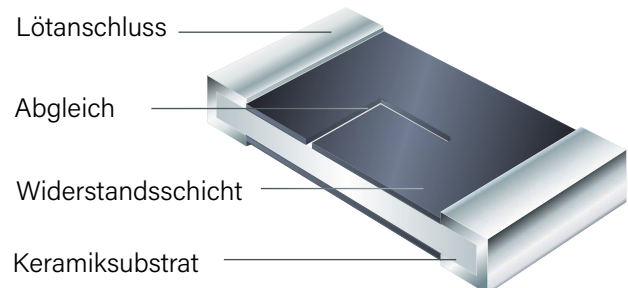
Die Bauformen 1206 und 0612 haben gleiche Abmessungen, jedoch liegen die Lötanschlüsse beim 1206-Chip auf der schmalen Seite, beim 0612-Chip auf der breiten Seite.

## Einflussfaktoren auf den Widerstandswert beim Trimmen

Die Stabilität und Genauigkeit des Widerstandswertes beim Trimmen – und damit die des Sensors – sind von verschiedensten Faktoren abhängig:

- dem zu überschreitenden Widerstandsbereich (Abgleichbereich)
- der Chipgeometrie und der Schnittanordnung (Bauform und Lage des Schnittes)
- der Schnittgeometrie des Widerstandes (Schnittformen)
- der Schnittgeschwindigkeit des Laserstrahls
- der Qualität des Laserschnitts

Bauform	0612	1206	0805	0603
Kantenlänge des Widerstands	1,6 mm	3,2 mm	2,0 mm	1,6 mm
Kantenbreite des Widerstands	3,2 mm	1,6 mm	1,2 mm	0,8 mm



## Trimmprozess

Durch Auslenkung der Scanner-Spiegel des Lasers können gezielt Einzelwiderstände oder Teilbereiche eines Schaltkreises aufgenommen und getrimmt werden. Resistive Bauelemente werden zum Teil direkt in den Schaltkreisen, in welche sie implementiert sind, exakt auf die Applikation fein abgestimmt. Der exakte Leitwert des Widerstandes wird mit dem sogenannten Passivabgleich umgesetzt. Funktionsparameter einer Schaltgruppe werden mittels Aktivabgleich realisiert.

Durch den Laserstrahl wird die Widerstandsschicht ohne Beschädigung des Keramikgrundkörpers abgetragen, oder durch einen gezielten Laserschnitt in das Widerstandsmaterial der spezifische Leitwert verringert, der Widerstandswert erhöht.

In Echtzeit wird der Trimmvorgang durch externe Messverstärker gestoppt und die Eigenschaften überwacht. Die zuletzt erreichten Spiegel- bzw. Positionsdaten werden automatisch gespeichert, sodass ein Trimmschnitt an der gleichen Position fortgesetzt werden kann. Ziel sind exakte Anpassungen des Widerstandswertes mit minimalsten Abweichungen.

### Vorteile Lasertrimmen

**Hohe Präzision**  
der Ergebnisse

**Hohe Langzeitstabilität**  
über den Produkt-  
lebenszyklus

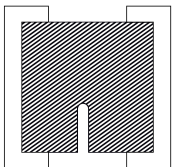
**Kostengünstigere**  
Art des Schaltungs-  
abgleichs

**Einfache Integration**  
in die komplexe Produktion

## Trimmschnittformen

In der Praxis kommen verschiedene Schnittgeometrien zur Anwendung, um bei einer vorgegebenen Fläche eines Widerstandes eine gute Linearität des Trimbereichs zu erhalten. Die folgenden Schnitte haben sich für rechteckige Widerstände bewährt.

### I-Cut / Plunge-Schnitte

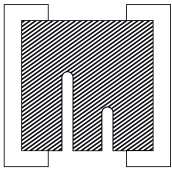


Es ist ein gerade Schnitt parallel zu den Lötanschlüssen des Widerstandes. Der Trimmschnitt sollte in der Mitte liegen und vor der aktiven Kohleschicht beginnen.

**Vorteile:** einfacher, schnelle Schnitt

**Nachteile:** geringe Genauigkeit wegen exponentiellem Widerstandsverlauf; geringe Langzeitstabilität; Gefahr von »Hot Spots«, d.h. Überhitzung am Schnittende durch den Stromfluss

### Double-Plunge-Schnitte



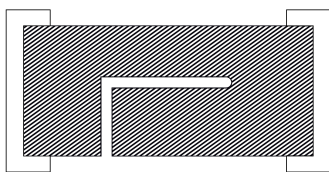
Es sind zwei gerade Schnitte parallel zu den Lötanschlüssen des Widerstandes. Der Trimmschnitt soll bei  $\frac{1}{3}$  und  $\frac{2}{3}$  der Widerstandslänge liegen.

Der erste Schnitt sollte 50% bis 70% der Länge des zweiten Schnittes betragen, da sonst der Effekt der Feineinstellung verloren geht. Der zweite Schnitt wird gerne durch ein »Vorschaltsignal« eingeleitet, das bei 10% bis 5% vor dem Endwert liegt (genannt »Cut off«).

**Vorteile:** hohe Genauigkeit gegenüber dem Plunge-Schnitt, langsamere Widerstandsänderung, auch für kleine Widerstandsgeometrien geeignet (vergleiche L-Schnitt)

**Nachteile:** langsamer als der Plunge-Schnitt, geringere Langzeitstabilität als der L- Schnitt

### L-Cut



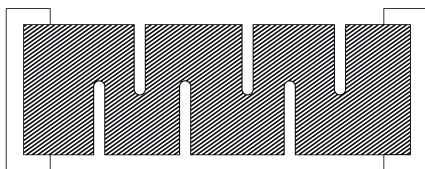
Der Name kommt von der Form des Laserschnittes. Ähnlich dem Double-Plunge-Schnitt soll hier mit einem Cut off von 10% bis 15% gearbeitet werden, um danach in den zweiten Schnitt längs des Widerstandes zu kippen.

Da die Widerstandsänderung längs des Widerstandes gering ist, wird der Abgleich recht genau und stabil. Der L-Schnitt kommt nur für mindestens 1,5mm lange Widerstände in Betracht.

**Vorteile:** gute Genauigkeit und Langzeitstabilität

**Nachteile:** nur für große Widerstandsgeometrien einsetzbar (  $L > 1,5 \text{ mm}$  )

### M-Cut / Serpentina-Schnitt



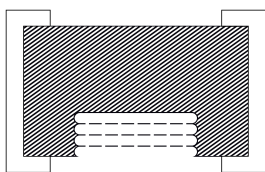
Bei diesem Schnitt wird der Widerstand in einer mäandrierförmigen Form getrimmt. Der Schnitt erlaubt eine hohe Widerstandsänderung, allerdings auf Kosten der Langzeitstabilität und des Stromrauschens.

Der Abstand des Lasers zwischen den Schnitten und der Terminierung sollte nicht kleiner als 0,5 mm sein, da sonst das Widerstandsmaterial zu sehr erhitzt werden könnte.

**Vorteile:** langer Trimmweg bringt guten Trimbereich

**Nachteile:** geringe Langzeitstabilität; hohes Stromrauschen; Gefahr von »Hot Spots«

### Shave-Cut / Hobel-Schnitt

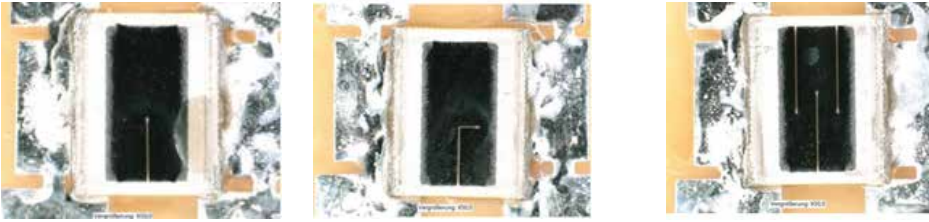


Dieser Schnitt kommt überwiegend bei hohen Spannungen oder großen Strömen am Widerstand zum Einsatz, da der Stromlinienverlauf besonders optimal liegt.

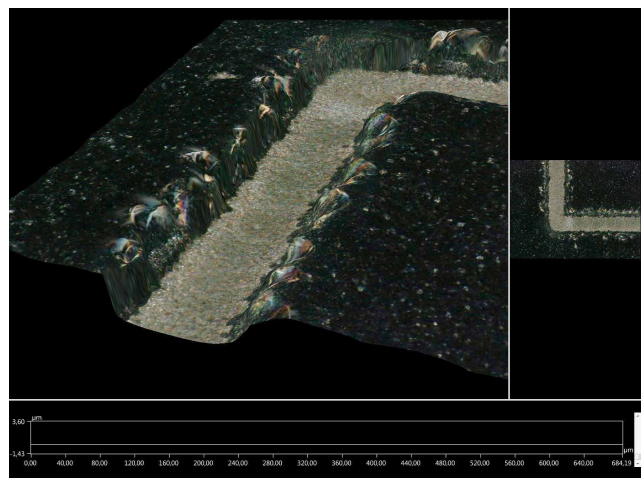
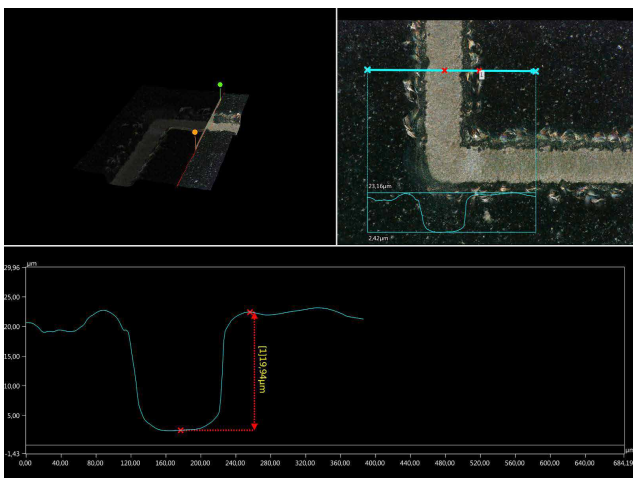
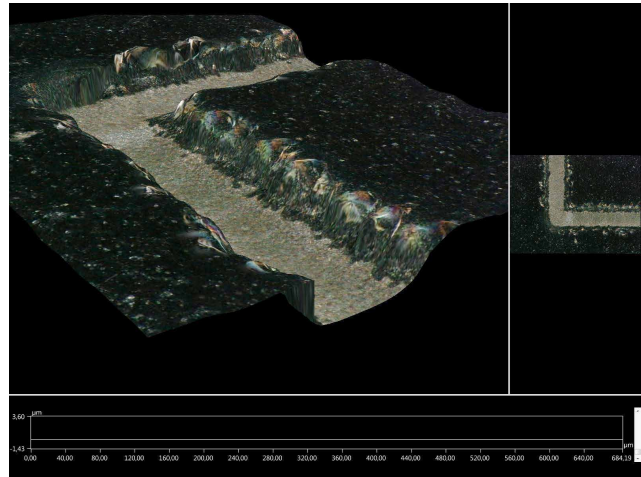
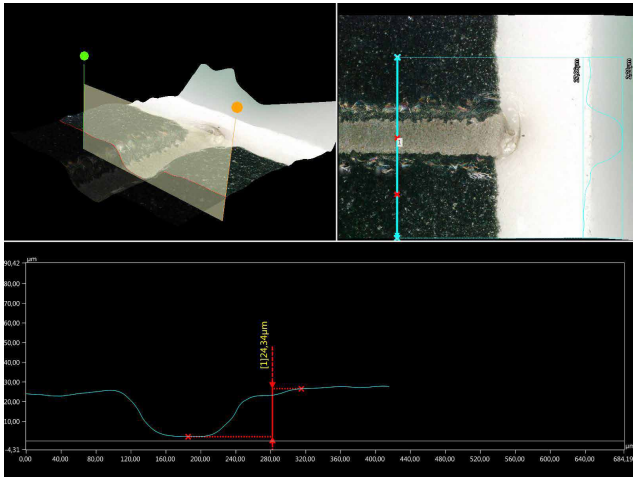
**Vorteile:** hohe Genauigkeit und Stabilität; geringes Stromrauschen; anwendbar bei Spannungen über 150 Volt; geringe Gefahr durch »Hot Spots«

**Nachteile:** extrem langer Trimmvorgang

### Einzelwiderstand jeweils mit I-Cut, L-Cut und M-Cut



### 3D-Mikroskopenaufnahmen eines L-Cuts



## Positionierung & Bildverarbeitung

Diese typischen Bauformen der Widerstände erfordern eine sehr genaue Positionierung der Startposition des Laserstrahls, welche aus praktischer Sicht nicht mehr wirtschaftlich mit den vorhandenen Mitteln einzustellen ist.

Mit dem Einsatz der Bildverarbeitung AOI (Automatic Object Identification) kann diese Genauigkeit erzielt werden. AOI ist ein kompaktes, autarkes Bildverarbeitungssystem, welches der vollautomatisierten Erkennung, Identifikation und Vermessung von Objekten, Text und Codes mit komplexen Geometrien dient. Hierfür wird der Markierbereich online über ein Kamerasystem erfasst und analysiert. Die zu lasernde Geometrie wird vollautomatisch auf das zu trimmende Objekt ausgerichtet.

## Anwendungsbereiche

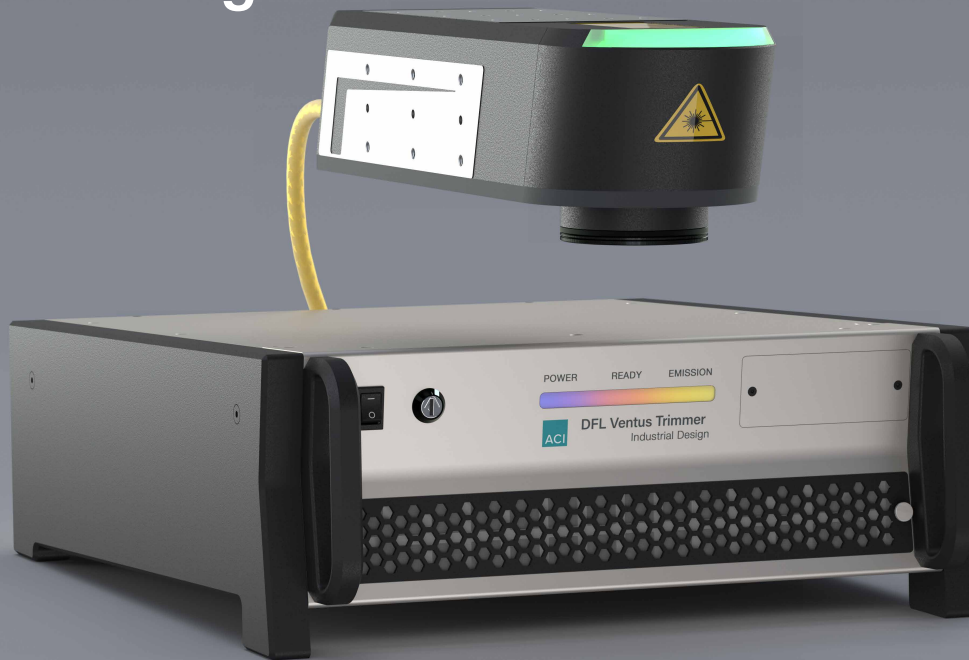
Lasertrimmer kommen in verschiedenen Anwendungen zum Einsatz: In der Dick- und Dünnschichttechnik, beim passiven und aktiven Trimmen auf Materialien wie Silizium-Wafern, SMD-Widerständen oder SMD-Kondensatoren.

- Automobilelektronik
- Industrie- und Leistungselektronik
- Automation
- Mess- und Regeltechnik
- Sensoren

- Linear- und Rundpotentiometer
- Militärtechnik, Luft- und Raumfahrt
- Telekommunikation
- Hochfrequenz-Baugruppen
- Medizintechnik, medizinische Sensoren



# DFL Ventus Trimmer Industrial Design



## Lasertrimmer

Lasertrimmer von ACI sind MOPA-Faserlaser. Sie unterscheiden sich von den Lasern für die Materialbeschriftung durch eine für Trimmanwendungen angepasste Strahlerzeugung, ein integriertes Bilderkennungssystem (AOI) und durch erweiterte elektrische Schnittstellen, über welche die Anbindung der notwendigen Messtechnik erfolgt. Lasertrimmer kommen als Integrationssystem in bestehende Fertigungslinien oder in Handarbeitsplätzen zum Einsatz.

### Vorteile der Lasertrimmer von ACI

Hohe Lebensdauer  
der Systeme

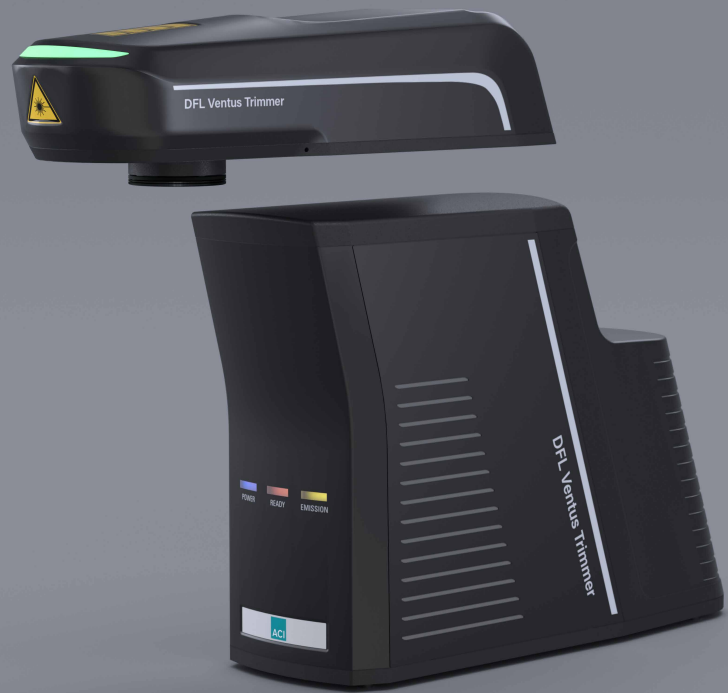
Wartungsarm

Komplett luftgekühlt

Höchste Leistungs- und  
Puls-zu-Puls-Stabilität

Bestes Preis-Leistungs-  
Verhältnis





# DFL Ventus Trimmer

## Eigenschaften

- Laserart: Faserlaser
- Wellenlänge: IR 1.064 nm
- Puls-synchrone Abschaltung
- Integriertes Vision-System AOI mit Auflösung von etwa 9µm/Pixel in der Standardausführung
- Luftgekühlt
- Kompakte Bauweise
- Anwenderfreundliche Handhabung

### Schnittstelle

- Anbindung an Messtechnik über Trimmmodul-Interface

### Exklusiv bei Business Fibre Modellen

**Trennbarkeit** von Laserkopf und Versorgungseinheit

**MOPA-Systeme** mit erweiterten Einstellmöglichkeiten (Pulsbreiten)



## Lasertrimmanlagen

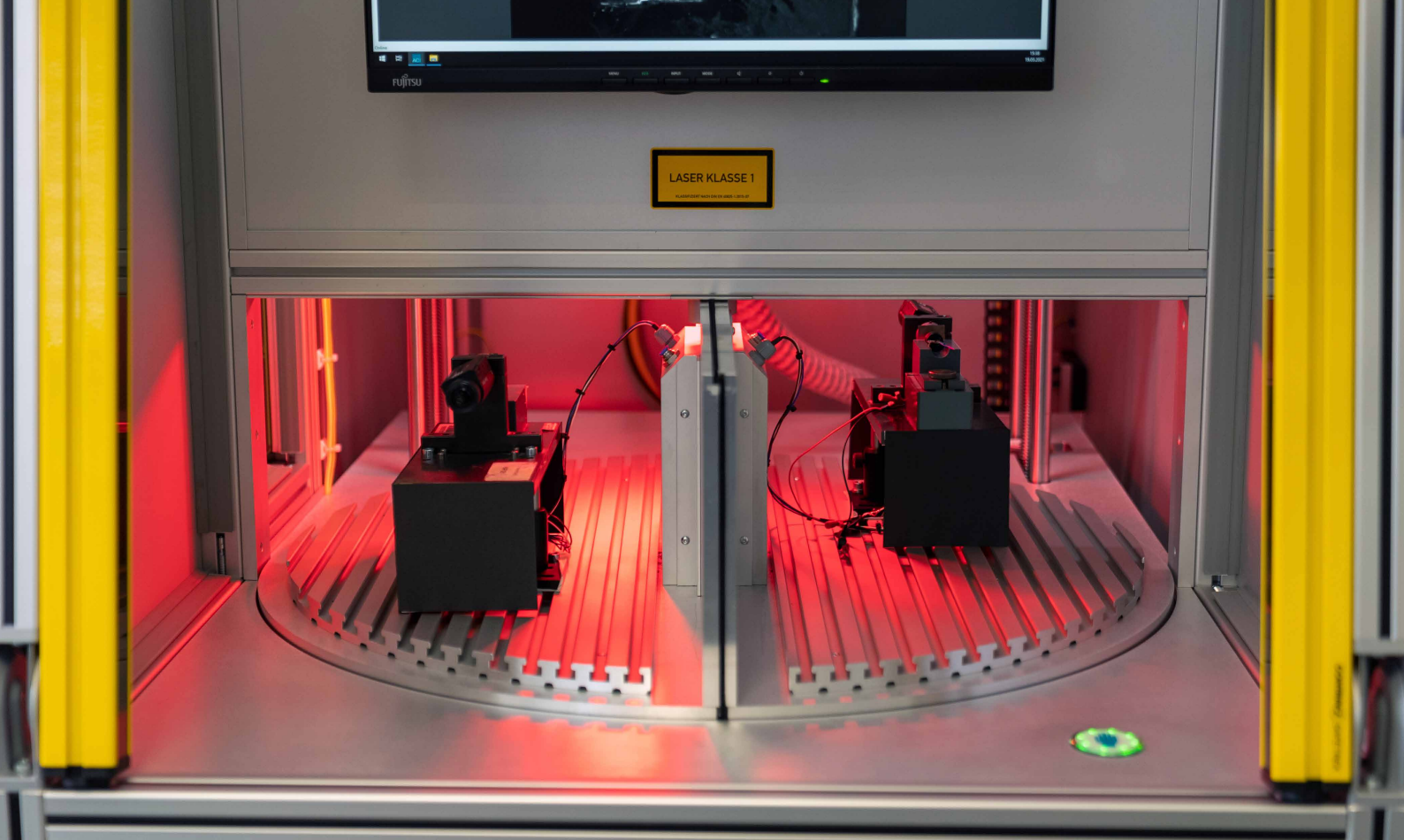
Lasertrimmer sind sowohl als flexible Handarbeitsplätze als auch als Integrationskomponente zur Verwendung in automatisierten Anlagen verwendbar. Entsprechend kundenspezifischer Anforderungen können die Laseranlagen angepasst werden. So sind bspw. Ausführungsvarianten in Verbindung mit einer Workstation Professional oder mit einem Rundtisch möglich. Die Handarbeitsplätze sind ESD-konform aufgebaut. Sämtliche Komponenten werden über die ACI-eigene Lasersoftware Magic Mark gesteuert.

### Beschreibung der Trimmanlage

Kernstück der Trimmanlage ist ein Trimmlaser, der mit einem hochauflösenden Kamerasystem und einem schnell schaltendem Trimmmodul-Interface ausgestattet ist. Neben dem Laser gehören folgende Komponenten zum Prozess: ein Steuer-PC, die Messtechnik und die Workstation in der Ausführung eines Rundtisches mit x- und z-Portal. Die komplette Workstation ist als ergonomischer Handarbeitsplatz ausgeführt und entspricht den Anforderungen der Laserklasse 1.



Jetzt scannen  
und Film ansehen



## Laser

Der Laser ist analog der Beschriftungslaser mit einem Scannersystem ausgestattet, welches die Positionierung des Laserstrahls in der Bearbeitungsebene mittels Strahlableitung über Galvanometerspiegel realisiert. Der Laser ist mit einem internen Kamerasystem und einer Bildverarbeitung ausgestattet (AOI). Die optische Auflösung des Systems beträgt etwa  $9\mu\text{m}/\text{Pixel}$ . Die zu trimmenden Widerstände haben eine Größe im Millimeterbereich. Durch die automatische Bildererkennung dieser Widerstände im Sichtfeld des AOI-Systems kann der Laserstrahl hochgenau positioniert werden. Mit dem Scannersystem können typische Trimmschnittgeometrien als I-, L- oder M-Cut realisiert werden. Wesentliche Systemkomponente des AOI-Systems ist die Beleuchtungseinheit. Vier separat schaltbare Beleuchtungssegmente ermöglichen unterschiedliche Beleuchtungsszenarien.

## Messtechnik

Mit der Laseranlage können Widerstände getrimmt und damit komplette Schaltungen, z. B. Sensorschaltungen, abgeglichen werden. Die eingebundene Messtechnik besteht aus einem Netzteil zur Spannungsversorgung, einer Schaltmatrix und einem Messgerät. Je nach Sensor wird über die Schaltmatrix die spezifizierte Betriebsspannung und der zugehörige Messkanal geschaltet. Die Messtechnik und Laser sind hardwaretechnisch so konfiguriert und verkabelt, dass die Messtechnik den Schaltpunkt des Sensors überwacht und die Laseremission nahezu pulsgenau unterdrückt, sobald der spezifizierte Abgleichwert des Sensors erreicht ist.

## Prozesssteuerung – Steuer-PC

Der komplette Trimmprozess wird über ein komplexes anwendungsspezifisches Programm gesteuert. Über die Auswahl des Sensortyps erfolgt die komplette Konfiguration des Lasers, des Netzteils, der Schaltmatrix und des Messgerätes. Während dem Trimmprozess kann der Anwender den Trimmschnitt live anhand des eingeblendeten Kamerabildes verfolgen. Nach Trimmende wird zudem der erreichte Abgleichwert des Sensors und der Trimmstatus zur Anzeige gebracht und protokolliert.





## Partnerschaft mit ACI Laser Kundenvorteile

Das Streben nach herausragender Partnerschaftlichkeit ist zentraler Kern unserer Arbeit. Unseren Kunden bieten wir nachhaltige Lösungen, die auf ganzheitlichen Beratungen, Zuverlässigkeit und Stabilität fundiert sind.

ACI Laser steht für:

- ✓ Entwicklung & Produktion *Made in Germany* mit über 20 Jahren Erfahrung
- ✓ Komplettlösungen aus einem Haus: Lasersysteme, Schutzumhausungen, Software und Zubehör
- ✓ Individualisierbare Lasersysteme
- ✓ Einfache Funktionserweiterung der Software über Plugins

  
Made in Germany



## Wir beraten Sie gern.

Wir garantieren Ihnen eine maßgeschneiderte Gesamtlösung, die den Anforderungen Ihrer Applikation entspricht. Eine intensive Beratung erhalten Sie von unserem erfahrenen Vertriebs-Team. Wir freuen uns auf Ihre Anfrage.

© ACI Laser GmbH  
[www.aci-laser.de](http://www.aci-laser.de)

Stand: 05/2024  
Änderungen vorbehalten

**Firmenhausitz**  
Steinbrüchenstr. 14  
D-99428 Grammetal  
Tel. +49 (0)3643 4152-0  
Fax +49 (0)3643 4152-77  
[kontakt@aci-laser.de](mailto:kontakt@aci-laser.de)

**Sales Office Chemnitz**  
Leipziger Str. 60  
D-09113 Chemnitz  
Tel. +49 (0)371 238701-30  
Fax +49 (0)371 238701-39  
[soc@aci-laser.de](mailto:soc@aci-laser.de)