



# Sparkling Science > Wissenschaft ruft Schule Schule ruft Wissenschaft

Forschungsprojekt

## QLIP

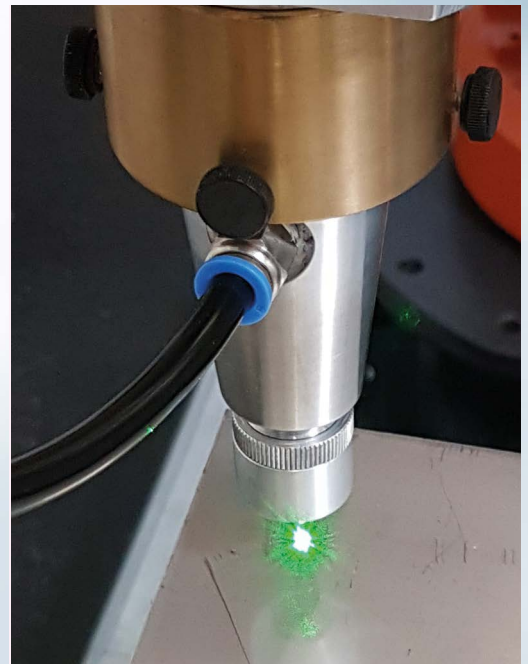
**Qualitätssicherung beim  
Laserstrahlschneiden mittels  
in-situ-Polarisationsmessung**

**Projektleitende Einrichtung**

Technische Universität Wien  
Institut für Fertigungstechnik und  
Hochleistungslasertechnik  
DI Dr. Gerhard Liedl  
gerhard.liedl@tuwien.ac.at

**Beteiligte Schulen**

HTL Donaustadt, W  
HTL Ettenreichgasse, W



# QLIP

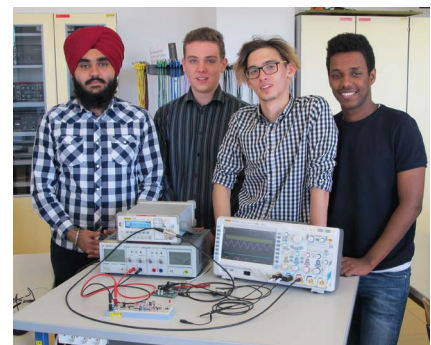
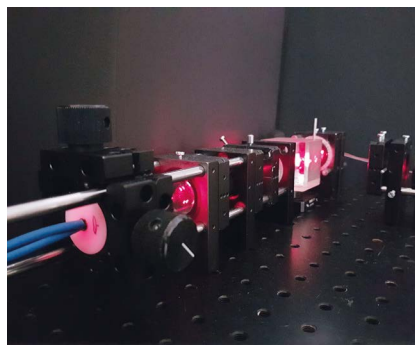
## Qualitätssicherung beim Laserstrahlschneiden mittels in-situ-Polarisationsmessung

Laserstrahlschneiden zählt heute aufgrund der erzielbaren hohen Flexibilität, der ausgezeichneten Automatisierbarkeit und der hohen Qualität lasergeschnittener Bauteile zu den Standardverfahren der industriellen Materialbearbeitung. Das Laserstrahlschneiden ist zudem ein hochdynamischer Prozess mit einer Vielzahl von Parametern, wodurch Qualitätsüberwachungssysteme vor sehr hohen Herausforderungen stehen. Da zusätzlich eine direkte Beobachtung der Vorgänge im Schnittspalt nur sehr schwer möglich ist, sollen die thermischen Emissionen aus der Schnittfuge zur Ermittlung der Schnittqualität beim Laserstrahlschneiden herangezogen werden.

Hierzu wird während des Laserstrahlschneidens von Stahlblechen die emittierte und polarisierte Wärmestrahlung aus dem Schnittspalt aufgezeichnet und ausgewertet. Durch die Verwendung eines aktiven optischen Elements (SCPEM = Single Crystal Photo-Elastic Modulator) und eines Polarisators wird der Polarisationszustand der thermischen Strahlung in ein moduliertes Signal gewandelt und mit einer Fotodiode erfasst und anschließend aufgezeichnet. Das ausgewählte Messverfahren erlaubt es, die von der Schneidfront emittierte thermische Strahlung mit einer hohen Abtastrate zu erfassen, wodurch auch hochdynamische Vorgänge des Schmelzbads erfasst werden können. Mittels Auswertelgorithmen soll das Verhältnis der Polarisationsanteile aus den Signalverläufen berechnet und damit die Neigung der Schneidfront ermittelt werden. Durch die Korrelation der bei Laserstrahlschneidversuchen ermittelten Schnittqualität und der berechneten Schneidfrontneigung soll ein Qualitätskriterium gefunden werden. Diese Ergebnisse können zudem zur Verbesserung existierender Simulationsmodelle des Laserschneidens eingesetzt werden, wodurch in weiterer Folge das Prozessverständnis erweitert werden kann.

Die drei Hauptziele dieses Sparkling Science Projekts sind:

- 1) Aufbau eines Polarisationsmesssystems mit Hilfe eines photo-elastischen Modulators (SCPEM = Single Crystal Photo-Elastic Modulator) zur Erfassung rasch veränderlicher Polarisationszustände infraroter Strahlung.
- 2) Detektion der Emission thermischer s- und p-polarisierter Strahlung aus der Schnittfuge



**Projektlaufzeit:** 04.09.2017 bis 31.08.2019

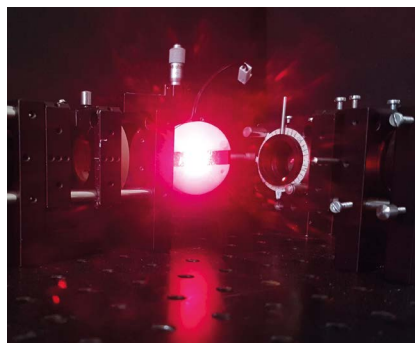
während des Laserstrahlschneidens von Stahlblechen, um den Emissionswinkel der Schneidfront bestimmen zu können.

3) Feststellung einer Korrelation zwischen dem ermittelten Schneidfrontwinkel und der Schnittqualität beim Laserstrahlschneiden. Dieser Zusammenhang soll als Grundlage für eine zukünftige industrietaugliche Qualitätsüberwachung dienen.

Gemeinsam mit Schülerinnen und Schülern aus der HTL Donaustadt und der HTL Wien 10 besteht die Aufgabe in der Entwicklung eines komplexen Messsystems zur Detektion des Polarisationszustandes der beim Laserstrahlschneiden emittierten Wärmestrahlung aus der Schnittfuge. Zum Erreichen dieses Vorhabens werden mit den Schülerinnen und Schülern drei Diplomarbeitsgruppen gebildet. Um beim Laserstrahlschneiden mit der benötigten hohen Abtastrate messen zu können, entwickelt eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern exakt angepasste elektronische Verstärkerschaltungen. Erst mit diesen genau angepassten Messverstärkerschaltungen kann das mit hoher Frequenz modulierte Signal des SCPEM mittels einer Fotodiode mit ausreichender Auflösung erfasst und anschließend aufgezeichnet werden. Zusätzlich entwickelt diese Gruppe auch die Ansteuererelektronik für den in Resonanz schwingenden SCPEM.

Eine weitere Diplomarbeitsgruppe beschäftigt sich mit der Entwicklung von Programmmodulen, die die Aufzeichnung der Sensorsignale und die Signalaufbereitung zur weiteren Verarbeitung der aufgezeichneten Messsignale ermöglichen. Dabei muss das Sensorsignal mit einem Programmmodul aufgezeichnet, darauffolgend spezifische Daten extrahiert und weiteren Informationen (z.B. einem Zeitstempel) gegenübergestellt werden. Eine dritte Gruppe von Schülerinnen und Schülern analysiert die Kommunikationsschnittstelle des eingesetzten Roboters, um spezielle Prozessparameter auszulesen. Die hierbei gewonnenen Informationen müssen für eine weitere Signalverarbeitung entsprechend aufbereitet werden. Um etwa die Richtungsabhängigkeit der aufgezeichneten Messsignale eliminieren zu können, müssen der mit einem Zeitstempel versehene Geschwindigkeitsvektor des auf dem Laserbearbeitungskopf montierten Messsystems ermittelt und mit den Sensordaten der Fotodiode synchronisiert werden.

Um die zuvor erwähnten drei Hauptziele dieses Sparkling Science Projekts erreichen zu können, sind alle von den drei Diplomarbeitsgruppen entwickelten Komponenten notwendig.





**Sparkling Science** ist ein Programm des BMWFW, das Forschung auf dem letzten Stand der Wissenschaft mit voruniversitärer Nachwuchsförderung verknüpft. In sämtlichen thematisch breit gefächerten Projekten werden Schülerinnen und Schüler in die Forschungsarbeiten ebenso wie in die Vermittlung der Ergebnisse eingebunden. Die Leitung des Forschungsprogramms liegt beim BMWFW, das Programmbüro bei der OeAD-GmbH.



**Sparkling Science >**  
**Wissenschaft ruft Schule**  
**Schule ruft Wissenschaft**

### Sparkling Science Facts & Figures

**Programmlaufzeit:** 2007 bis 2020

#### Eckdaten 1. - 6. Ausschreibung

299 Projekte (Forschung & Schulforschung)  
35,9 Mio. Euro Fördermittel

#### Beteiligte Personen <sup>1</sup>

78.152 Schüler/innen (24.208 direkt beteiligt,  
53.944 indirekt beteiligt)  
2.837 Wissenschaftler/innen & Studierende  
1.788 Lehrer/innen & angehende Lehrpersonen

<sup>1</sup> Beteiligte Personen der 1. – 5. Ausschreibung.  
Von den Projekten der 6. Ausschreibung liegen diese Daten noch nicht vor.

#### Beteiligte Einrichtungen

492 Schulen und Schulzentren<sup>1</sup>  
179 Partner aus Wirtschaft & Gesellschaft,  
davon 9 internationale  
198 Forschungseinrichtungen<sup>2</sup>  
64 Universitäten, davon 43 internationale  
110 außeruniv. Forschungseinrichtungen,  
davon 16 internationale  
12 Fachhochschulen, davon 3 internationale  
10 Pädagogische Hochschulen  
2 Netzwerke

<sup>1</sup> davon 45 internationale Schulen (AR, CH, CM, DE, ES, FR, GB, HU, IT, JP, NO, PL, PYF, RS, SI, SK, TR, US)

<sup>2</sup> davon 62 internationale Forschungseinrichtungen (AU, CH, CO, CZ, DE, DK, ES, FR, GB, HU, IT, NL, NO, SE, SK, US)

[www.sparklingscience.at](http://www.sparklingscience.at)

Stand Aug. 2017