



# Sparkling Science > Wissenschaft ruft Schule Schule ruft Wissenschaft

Forschungsprojekt

## QLIP

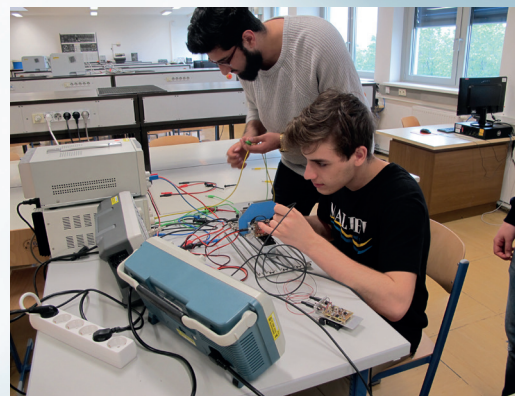
**Qualitätssicherung beim  
Laserstrahlschneiden mittels  
in-situ-Polarisationsmessung**

### Projektleitende Einrichtung

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

### Beteiligte Schulen

HTL Donaustadt, W  
HTL Ettenreichgasse, W



# QLIP

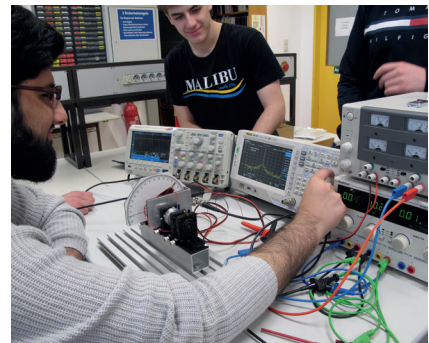
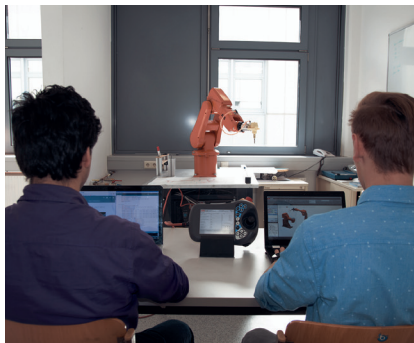
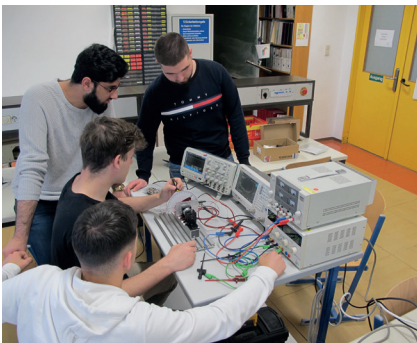
## Qualitätssicherung beim Laserstrahlschneiden mittels in-situ-Polarisationsmessung

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, können die thermischen Emissionen aus der Schnittfuge zur Ermittlung der Schnittqualität beim Laserstrahlschneiden herangezogen werden.

Hierzu wurde die von erhitzten Stahlblechen emittierte und polarisierte Wärmestrahlung aufgezeichnet und ausgewertet. Durch die Verwendung eines aktiven optischen Elements (SCPEM = Single Crystal Photo-Elastic Modulator) und eines Polarisators wurde der Polarisationszustand der thermischen Strahlung in ein moduliertes Signal gewandelt und mit einer Fotodiode erfasst und anschließend aufgezeichnet. Das ausgewählte Messverfahren bietet die Möglichkeit, emittierte thermische Strahlung mit einer hohen Abtastrate aufzuzeichnen, wodurch auch hochdynamische Vorgänge eines Schmelzbads erfasst werden können. Mittels Auswertelgorithmen wurde das Verhältnis der Polarisationsanteile aus den Signalverläufen berechnet, um damit die Neigung der Schneidfront ermitteln zu können. Diese Ergebnisse können zudem zur Verbesserung existierender Simulationsmodelle des Laserschneidens herangezogen werden, wodurch in weiterer Folge das Prozessverständnis erweitert werden kann.

Gemeinsam mit den Lehrpersonen und Schülerinnen und Schülern der HTL Donaustadt und der HTL Wien 10 wurden verschiedene Aufgaben festgelegt, die von den Jugendlichen im Rahmen des Sparkling-Science-Projekts zu lösen waren. Dazu wurden mehrere Diplomprojekte an den Schulen gestartet.

Um beim Laserstrahlschneiden mit der benötigten hohen Abtastrate messen zu können, wurden von einer Gruppe von Schülerinnen und Schülern erste Prototypen angepasster elektronischer Verstärkerschaltungen entwickelt. 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 entwickelte diese Gruppe auch die Ansteuerelektronik für den in Resonanz schwingenden SCPEM. Diese Aufgaben stellten einen wesentlichen Beitrag zum Forschungsprojekt dar. Eine weitere Diplomarbetsgruppe beschäftigte sich mit der Entwicklung von Programmmodulen, die die Aufzeichnung der Sensorsignale und die Signalaufbereitung zur weiteren Verarbeitung

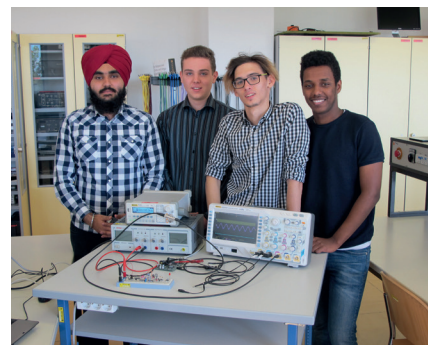
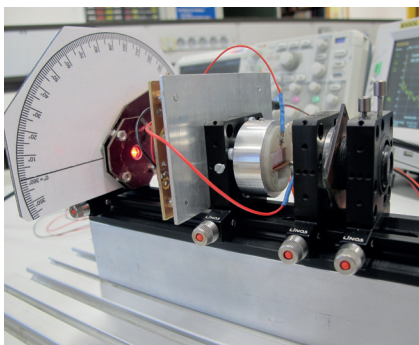


**Projektlaufzeit:** 4.9.2017 bis 31.12.2019

der aufgezeichneten Messsignale ermöglichen. Dabei wurde das Sensorsignal mit einem Programmmodul aufgezeichnet, darauffolgend spezifische Daten extrahiert und weiteren Informationen (z.B. einem Zeitstempel) gegenübergestellt. Eine dritte Gruppe von Schülerinnen und Schülern analysierte die Kommunikationsschnittstelle des eingesetzten Roboters um spezielle Prozessparameter auszulesen. Die hierbei gewonnenen Informationen mussten für eine weitere Signalverarbeitung entsprechend aufbereitet werden. Um etwa die Richtungsabhängigkeit der aufgezeichneten Messsignale eliminieren zu können, musste der mit einem Zeitstempel versehene Geschwindigkeitsvektor des auf dem Laserbearbeitungskopf montierten Messsystems ermittelt werden. Die angesprochenen Aufgaben wurden von den Schülerinnen und Schülern auf unterschiedliche Art in Angriff genommen. Die Ermittlung der Bewegungsdaten aus dem Roboter konnte von den Jugendlichen mit einer relativ niedrigen Messfrequenz realisiert werden. Ein weiterer Ansatz der Schülerinnen und Schüler bestand in der Verwendung eines Beschleunigungssensors, der zusätzliche Daten zur Positionsbestimmung liefern sollte. Eine Verknüpfung dieser beiden Ansätze gelang den Schülerinnen und Schülern aber nicht mehr. Das Forschungsteam hat in weiterer Folge die Roboterkommunikation selbst untersucht und konnte die Auslesegeschwindigkeit deutlich steigern, wodurch die Verwendung eines zusätzlichen Beschleunigungssensors entfallen konnte.

Die Entwicklung der Messverstärker und Ansterelektronik wurde von mehreren Schülerinnen und Schülern in Angriff genommen. Im Rahmen ihrer Arbeiten wurden von den Jugendlichen zwar mehrere Schaltungen entwickelt und auch mittels LTSpice simuliert. Ein praktischer Einsatz dieser Schaltungen für die geplanten Messaufgaben war aber nicht möglich. Das Forschungsteam hat daher ersatzweise Messungen, die keine hohen Abstraten erforderten, durchgeführt und die Ansteuerung des SCPEMs optimiert. Die Entwicklung der Messelektronik wird aber gemeinsam mit der HTL Donaustadt auch nach Projektende fortgesetzt werden.

[www.sparklingscience.at/de/qclip.html](http://www.sparklingscience.at/de/qclip.html)



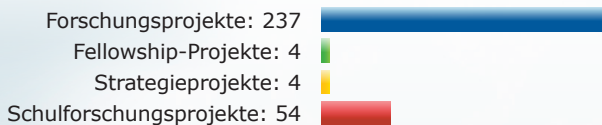
Stand: April 2020

# Facts and Figures

**Sparkling Science** ist ein Programm des BMBWF, 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 BMBWF, das Programmbüro bei der OeAD-GmbH. [www.sparklingscience.at](http://www.sparklingscience.at)

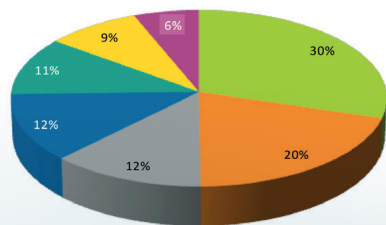
## Anzahl der Forschungsprojekte

# 299



Datengrundlage: ohne Pionierprojekte

## Forschungsfelder



- 30% Naturwissenschaften
- 20% Sozialwissenschaften
- 13% Technik
- 12% Lehr-Lernforschung
- 11% Informatik
- 9% Geisteswissenschaften
- 6% Medizin und Gesundheit

## Beteiligte Personen

Schülerinnen und Schüler

# 95.217

29.661 direkt = aktiv eingebundene Schülerinnen und Schüler



65.556 indirekt = passiv eingebundene Schülerinnen und Schüler, die z.B. ausschließlich bei einem Vortrag oder einer Präsentation zuhören oder einen kurzen Fragebogen ausfüllen

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Studierende

# 4.251

Lehrpersonen und angehende Lehrpersonen

# 2.593

Stand: Juni 2019

## Programmlaufzeit



## Fördermittel

Fördermittel insgesamt

# 34,9 Mio. Euro

## Beteiligte Einrichtungen

Schulen bzw. Schulzentren

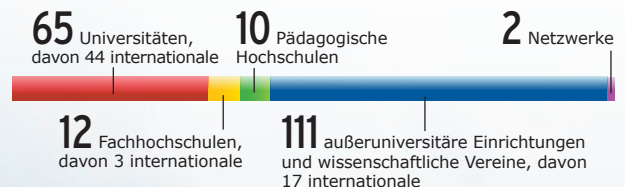
# 529

inklusive 46 internationaler Schulen aus DE, IT, ES, SK, SI, HU, AR, FR, GB, JP, CM, NO, PL, CH, RS, PYF, TR, US

Forschungseinrichtungen

# 200

inklusive 64 internationaler Forschungseinrichtungen aus DE, GB, CH, US, HU, FR, ES, IT, CZ, DK, NL, NO, SE, CO, AU, SK

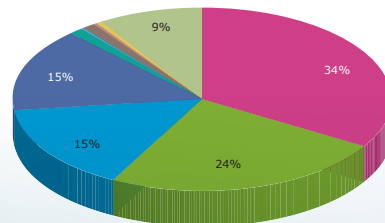


Partner aus Wirtschaft und Gesellschaft

# 185

inklusive 9 internationale Partner aus Wirtschaft und Gesellschaft aus DE, IT, CZ, CH, SI, IL, CM, CO, US

## Beteiligte Schulen bzw. Schulzentren



- 179 Allgemeinbildende Höhere Schulen
- 129 Berufsbildende Mittlere und Höhere Schulen
- 80 Kooperative bzw. Neue Mittelschulen
- 79 Volksschulen
- 6 Schulzentren
- 5 Sonderpädagogische Zentren
- 1 Polytechnische Schule
- 1 Andere
- 1 Statutsschule
- 46 Internationale Schulen

Bundesministerium Bildung, Wissenschaft und Forschung