

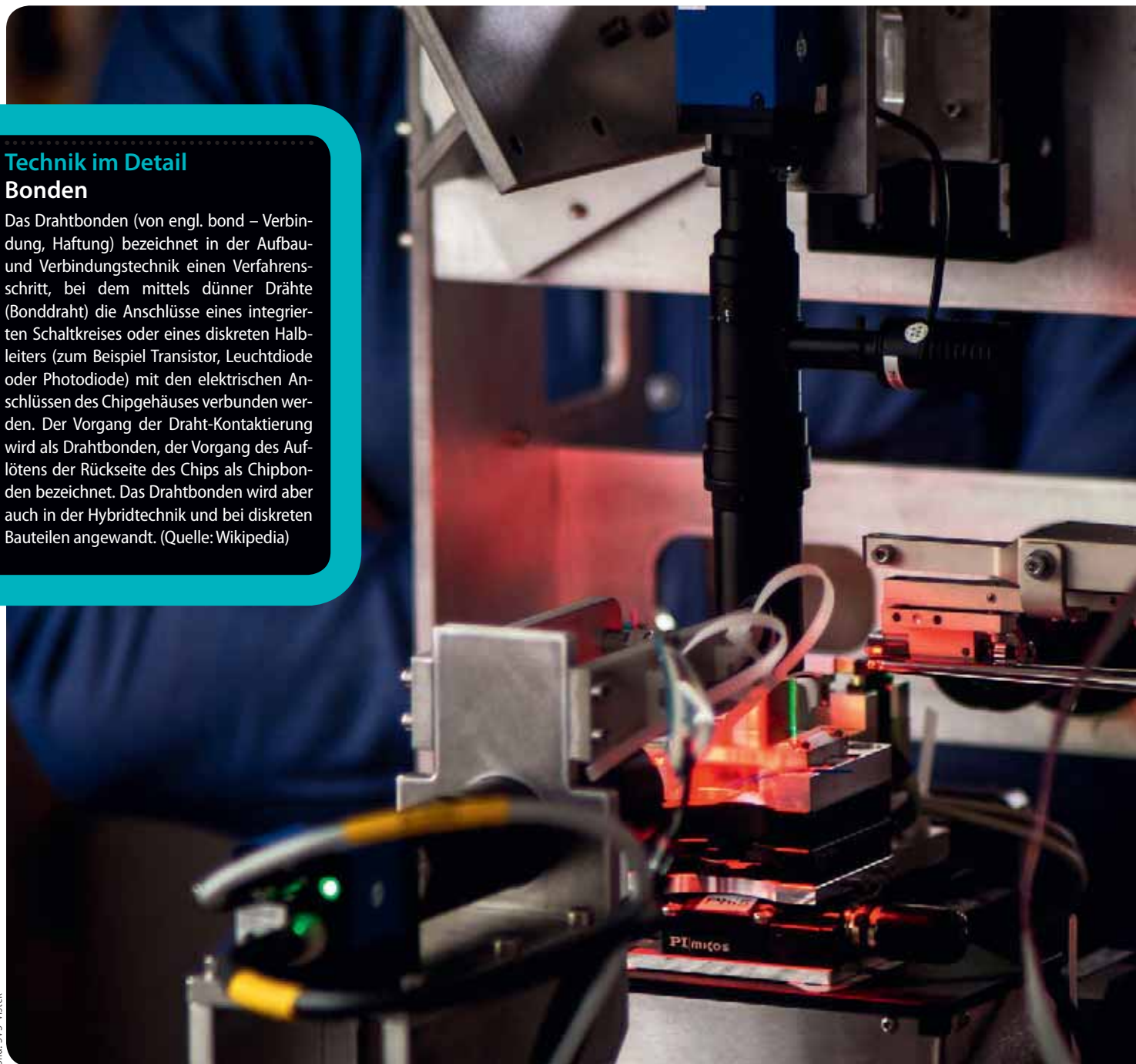
# In der Hitze des Labors

## Eine Geschichte aus dem Alltag von Ingenieuren von SVS-Vistek

Arteos, ein Spezialist für das Fügen und Montieren im Mikrometerbereich, bekam im November 2014 den Auftrag, einen haardünnen Draht auf einem Silizium-Chip zu befestigen – und das mit einer Genauigkeit von unter einem Mikrometer: Eine Herausforderung auf dem Gebiet des Material Handlings und der damit einhergehenden hochgenauen Positionierung der Bauteile.

### Technik im Detail Bonden

Das Drahtbonden (von engl. bond – Verbindung, Haftung) bezeichnet in der Aufbau- und Verbindungstechnik einen Verfahrensschritt, bei dem mittels dünner Drähte (Bonddraht) die Anschlüsse eines integrierten Schaltkreises oder eines diskreten Halbleiters (zum Beispiel Transistor, Leuchtdiode oder Photodiode) mit den elektrischen Anschlüssen des Chipgehäuses verbunden werden. Der Vorgang der Draht-Kontaktierung wird als Drahtbonden, der Vorgang des Auflötlens der Rückseite des Chips als Chipbonden bezeichnet. Das Drahtbonden wird aber auch in der Hybridtechnik und bei diskreten Bauteilen angewandt. (Quelle: Wikipedia)



**E**s ist dunkel in dem Raum. Die Fenster sind verhangen, um Fremdlicht weitestgehend auszuschließen. Der Raum ist nicht größer als fünf mal fünf Meter. Die drei Ingenieure haben vor lauter technischen Geräten und Messinstrumenten kaum Platz. Sie stehen um einen Tisch herum und schauen, den Atem anhaltend, an einer großen Apparatur vorbei auf einen Monitor. Der Bildschirm zeigt ein mehrere Zentimeter dickes Band über ein paar Elektroden, das in Wirklichkeit nur 80 Mikrometer misst und periodisch auf und ab wippt.

### Der Optik bleibt nichts verborgen

Zweifel bahnen sich ihren Weg in die kleine Ingenieurs-Schmiede von Arteos bei Aschaffenburg. Sie haben vieles versucht, viel wurde im Vorfeld gerechnet, viele Probleme bereits im Aufbau gelöst. Die fahrbaren Präzisions-Schiebetische stehen reglos in Position. Der

Draht liegt bereit, und eigentlich bedarf es nur eines einfachen Schritts, um ihn mit den Elektroden zu verbinden. Doch er schwingt – für das menschliche Auge unsichtbar, jedoch unmissverständlich für die Optik der Kamera, unübersehbar visualisiert auf dem Monitor.

Das erste Bildverarbeitungs-System ist vor dem Bauteil positioniert und liefert so Informationen zum Abstand der Werkteile zueinander. Das zweite ist über den Objekten positioniert. Es gibt Auskunft über die Lage parallel zum Boden. Mit Hilfe von Subpixel-Optimierung und kamerainterner Lichtsteuerung von SVS-Vistek kann die Präzision des Systems über das geforderte Maß hinaus gesteigert, der Aufwand für die Bildverarbeitung überschaubar gehalten werden. Die kleinste Baureihe aus dem Sortiment des bayerischen Kameraherstellers ist ausgestattet mit einem 9,2 MP Exview HAD CCD II Sensor von Sony und mit einem umfangreichen Feature-Set. Die Kamera mit dem Namen Eco ist ge-





**RODRIGUEZ**  
Precision in Motion®

# Precision in Motion

## IDEALE EINHEIT AUS LINEARFÜHRUNG UND ANTRIEB

Zahnriemen-  
antrieb

- Verschiedene Führungsvarianten
- Unterschiedlich kombinierbare Antriebsmöglichkeiten
- Querschnitte 40 mm x 37 mm bis 120 x 455 mm
- Maximaler Hub bis 11000 mm
- Rostbeständige Ausführungen
- Komplett inkl. Motor und Steuerung



1 IDEE

)))

2 KONZEPT

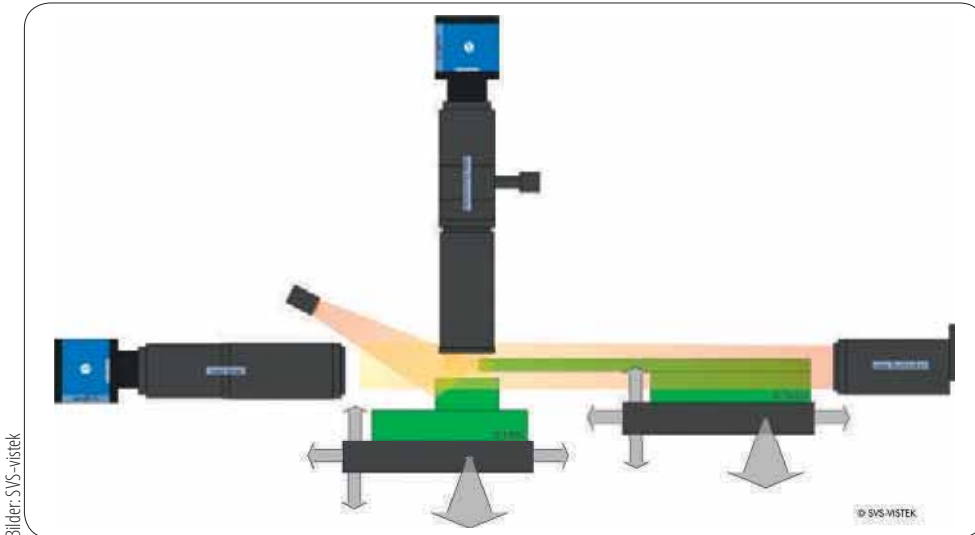
)))

3 LÖSUNG

BEDARFSGERECHTE **SYSTEMLÖSUNG** FÜR  
PRÄZISIONSLAGER UND LINEARTECHNIK



RODRIGUEZ GmbH  
Tel. +49 (0) 2403 780-0  
info@rodriguez.de  
www.rodriguez.de



Bildverarbeitendes System zur Positionierung im Mikrometerbereich.

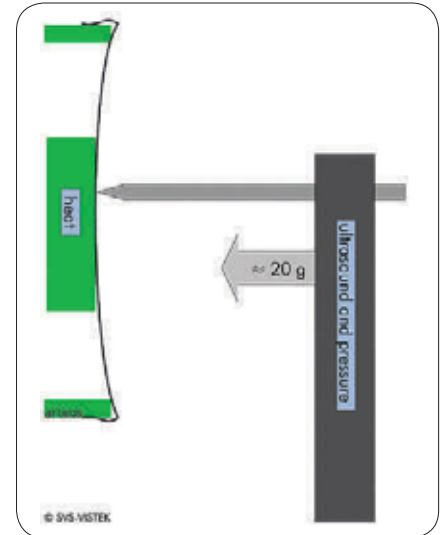


Illustration des Schweißverfahrens mittels Hitze, Ultraschall und Druck.

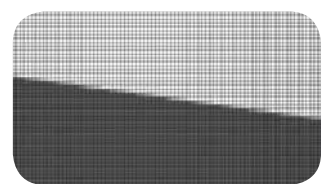
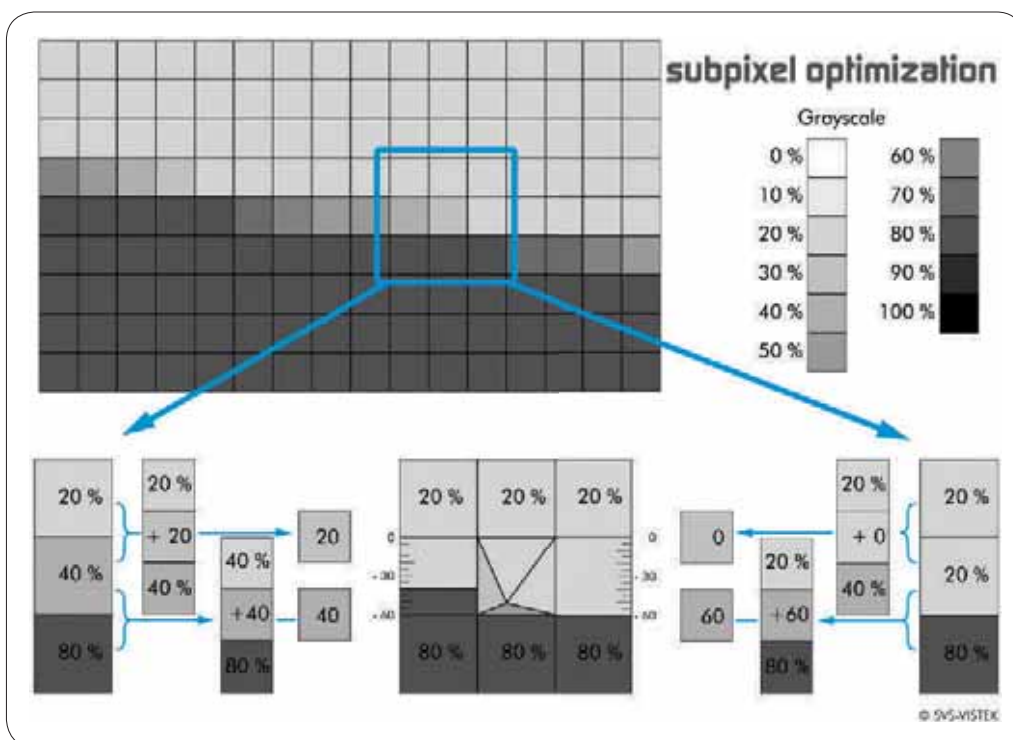
eignet für Präzisionsarbeiten auf kleinstem Raum. Telezentrische Objektive von Myutron übertragen Licht beugungsfrei an jedes der 3,7 mal 3,7 Mikrometer großen Pixel.

**Eigentlich Routinearbeit**

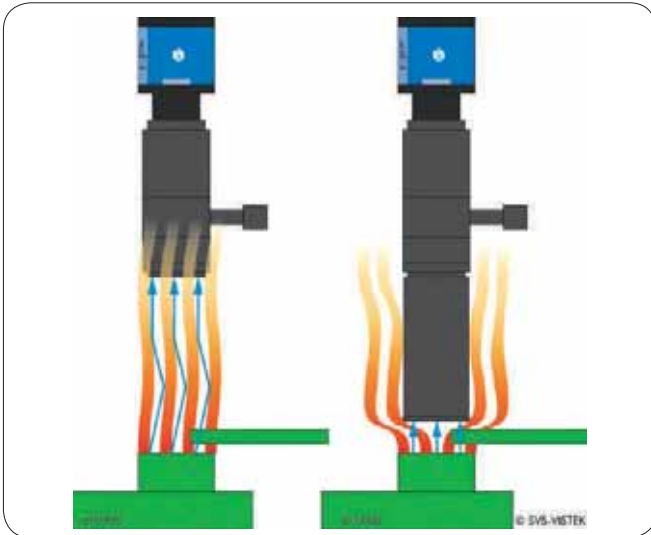
Neben dem optischen System wird auch von den Schiebetischen höchste Präzision verlangt. Vollautomatisiert werden sie sich im Betrieb mit einer Genauigkeit circa 150 Nanometer bewegen. Dazu meldet eine Skala die genaue Position des Tisches, was die Gesamtpräzision nach Implementierung aller Messprotokolle auf 50 Nanometer steigert. Sind Draht und Siliziumchip zueinander positioniert, soll die komplette Einheit unter eine Bondnadel gefahren werden. Diese verbindet den Draht mit dem Chip dauerhaft an vier Punkten. Das Verfahren dieser speziellen Art des Bondens kann

auch als Schweißen bezeichnet werden, da im Gegensatz zum klassischen Bonden kein Draht mitgeführt wird, sondern der vorhandene Draht lediglich mit dem Silizium verschweißt wird.

Als Energie nutzt das Verfahren keinen Strom. Der nämlich würde die Elektronik gefährden. Stattdessen soll eine Mischung aus bereits implizierter Hitze, Druck und Ultraschall zum Einsatz kommen. Die Ausgangstemperatur der Materialien beträgt bereits bei der Positionierung 160 Grad Celsius; da ein nachträgliches Erhitzen die erreichte Positionierung gefährden würde. Schwingungen zwischen sechzehn Kilohertz und einem Gigahertz in der Nadel regen das Metall weiter an, und erhitzen es weiter. Rund zwanzig Gramm Druck und damit das Gewicht eines modernen Autoschlüssels sind ausreichend, um mit der nur sechzig Mikrometer dicken Spitze der Nadel den Ultraschall zu übertragen und die dauerhafte Schweißverbin-



Gerade bei der Betrachtung von scharf abgesetzten Kanten kann mit Hilfe von Subpixeloptimierung eine deutlich höhere Auflösung generiert werden. Sie beruht auf mathematischen Algorithmen und wird nach der physischen Aufnahme der Bildinformation hinzugefügt. Ähnlich einer Vektorisierung, sucht die Software im Bild nach Kanten.  
Links: Subpixeloptimierung  
Oben: Fünffach verbesserte Auflösung



Auswirkungen der Hitze auf den Strahlengang von Licht. Rechts: Minimierung der Wirkung durch Verkürzung der Hitzesäulen.

dung herzustellen. Ein oft erprobtes Verfahren, mit dem man bei Arteos bereits viel Erfahrung gesammelt hatte, das jedoch auf eine ruhende Lage der Bauteile angewiesen ist.

### Gleich einer Fatamorgana

Das Problem der Ingenieure von Arteos ist jedoch, dass der Draht immer noch um die finale Position schwingt und dieses Verhalten beim Dazuschalten weiterer Komponenten verstärkt. Spekulationen über ein Flirren des Lichts oder den Einfluss von Schwingungen aus dem Boden, wie sie von vorbeifahrenden Lkw oder der bloßen Benutzung der nahen Treppe herrühren, stehen im Raum. Bei schrittweisem Abschalten aller Komponenten stellt sich heraus, dass Vibrationen des Bodens durchaus zu beobachten sind, sie jedoch nicht für das periodische Schwingen des Drahtes verantwortlich sind. Stattdessen ist es die Hitze, die ein Flirren verursacht. Die erhitzten Komponenten erwärmen die Luft kontinuierlich, dehnen sie aus und lassen sie unterschiedlich warme Schichten bilden. Der Mikrokosmos bringt unter dem Kameraauge Erscheinungen hervor, die dem Flirren auf Autodächern in der Sonne oder den unterschiedlichen, spiegelartigen Luftschichten einer Fatamorgana gleichen. So brechen die entstehenden Hitzesäulen das Licht in wiederkehrenden Mustern und erzeugen den Anschein einer Schwingung.

### Abstand bringt Abkühlung

Ist das Problem einmal erkannt, können sich die Ingenieure von Arteos auf die Suche nach einer Lösung machen: Ein Point-Of-No-Return, da die Hitze von elementarer Bedeutung für das weitere Verfahren ist. Daher versuchen es die Ingenieure zunächst mit der Kühlung der Luft in Form eines Ventilators. Doch auch dieser bringt den Draht physisch zum Schwingen und stellt keine Lösung dar.

Schließlich bringt eine Anpassung des optischen Systems die alles entscheidende Verbesserung. Das Team nutzt die Proportionalität der Brechungen zur Höhe der Warmluftsäule und verlängert das Objektiv mit einem vorschraubbaren Adapter-Tubus. Auf diese Weise senken die Ingenieure schließlich den Abstand vom Objekt zum ersten Glas und minimieren den Einfluss der erhitzten Luft auf ein zu vernachlässigendes Minimum.

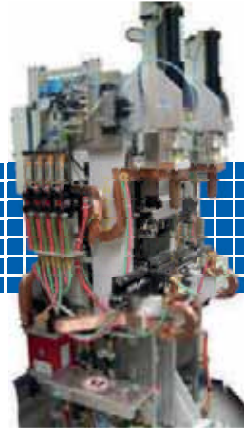
bf ■

Autor

Alexander Lucke, SVS-Vistek

## Heißer Schweißer

C-Bügel-Schweißeinheiten in stabiler Bauform für Buckel-Schweißanwendungen und weitere, flexible Einsatzmöglichkeiten.



**C-Bügel Schweißeinheit**  
Modularer Baukasten mit flexibler Bügel-Gestaltung.



Helu Schweißtechnik GmbH • Seehofstraße 56-58 • D-64653 Lorsch  
www.tuenkers.de • info@tuenkers.de

Weitere Informationen:  
9.tuenkers.com

## ATM.1ST

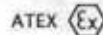
Kleinere Dimensionen für hochgenaue Anwendungen.



Präzisionsdrucksensor

Höchste Zuverlässigkeit

Bis zu 125 Grad einsetzbar



NEU: Mit integrierter Temperatur-Messung (ohne Ex)



www.stsensors.de