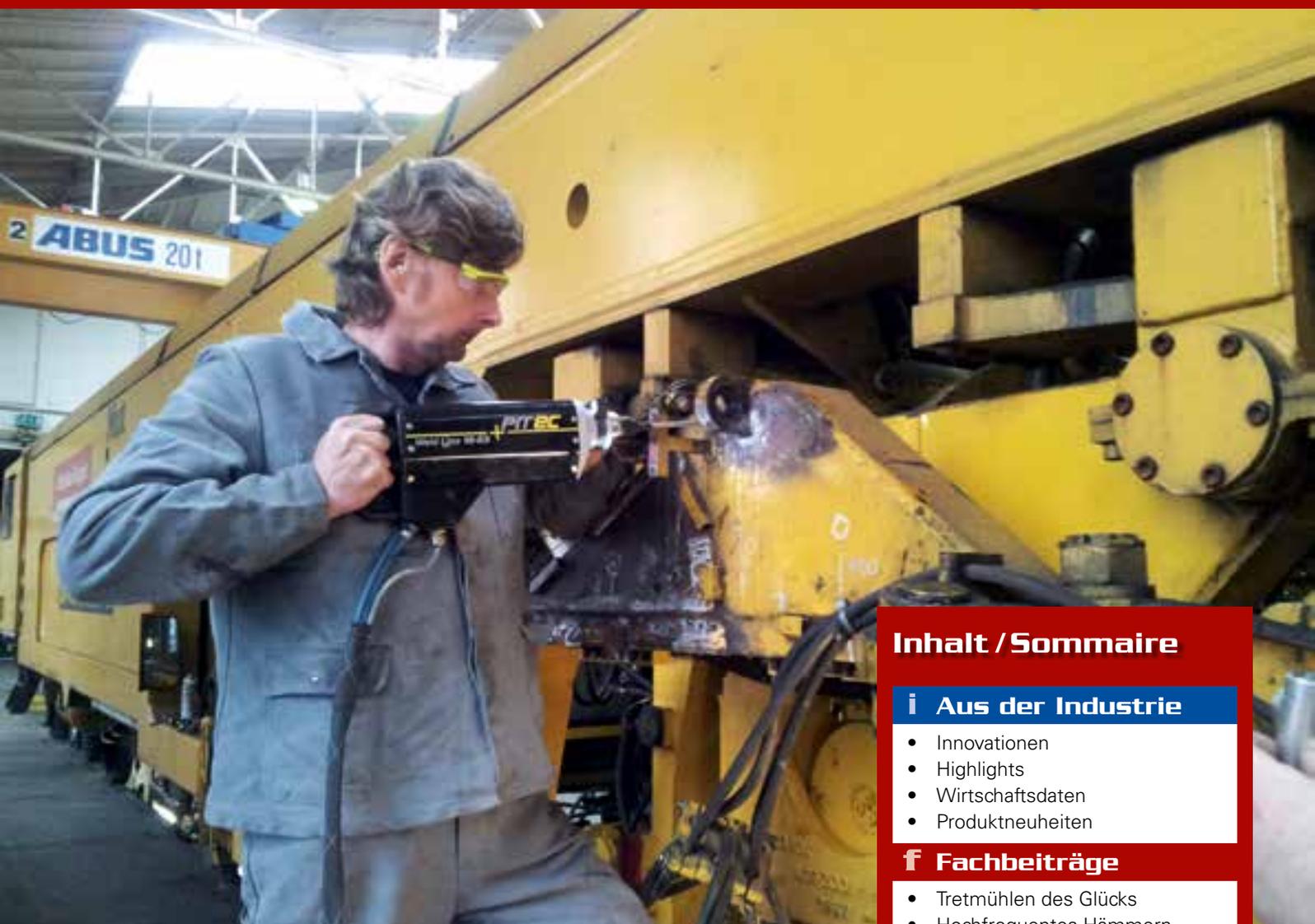


# SCHWEISSTECHNIK SOUDURE



OFFIZIELLES ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN VEREINS FÜR SCHWEISSTECHNIK



## Inhalt / Sommaire

### i Aus der Industrie

- Innovationen
- Highlights
- Wirtschaftsdaten
- Produktneuheiten

### f Fachbeiträge

- Tretmühlen des Glücks
- Hochfrequentes Hämmern
- Elektroerosives Bohren
- Der Elektronenstrahl

### b Berichte

- 43. Berufsweltmeisterschaft in Sao Paulo
- Amsterdam ist eine Reise wert
- Produkt-Norm EN 1090
- Schutzgase – Serie «MIG»
- X-Man Rätsel

### m Mitteilungen

- SVS Kursprogramm
- Veranstaltungskalender
- Impressum

**Die Tretmühlen des Glücks** Seite 12

**Höherfrequentes Hämmern im Schienenfahrzeugbau** Seite 16

**Die gesamte Bandbreite des elektroerosiven Bohrens** Seite 24

**Der Elektronenstrahl, ein faszinierendes Instrument** Seite 28

# FastMig X

Seien Sie bereit für die besten Schweißnähte

FastMig X ist für alle Metalle und Schweißprozesse geeignet. Jetzt können Sie die Einstellungen einer Schweißanlage auf die nächste kopieren. Außerdem können Sie das schnurlose ARC Mobile Control Feature zur Kontrolle, zum Verwalten und Regeln der Schweißparameter und Einstellungen verwenden.

Entdecken Sie Kemppi in sozialen Netzwerken:



[www.kemppi.com](http://www.kemppi.com)



## Ihre offiziellen Kemppi Vertretungen in der Schweiz Vos représentations Kemppi officielles en Suisse

### JS Schweisstechnik AG

Tambourstrasse 1  
8833 Samstagern  
Tel. 044 784 95 05  
Fax 044 784 90 05

Gebietszuteilung:  
AI/AR/SG/GR/FL/Teil SZ

### Wolf Schweisstechnik GmbH

Hauptstrasse 71  
4313 Möhlin  
Tel. 061 853 91 67  
Fax 061 853 91 69

Gebietszuteilung:  
BS/BL/SO/AG West

### LWB WeldTech AG

Bernstrasse 41  
3175 Flamatt  
Tel. 031 744 66 44  
Fax 031 744 66 45

Gebietszuteilung:  
BE/UR/OW/NW/FR (DE)  
LU Süd/Teil SZ/Entlebuch

### KSR SA Associate of Kemppi Group

Generalimporteur für die Schweiz  
Rue Edouard Verdan 20  
1400 Yverdon-les-Bains  
Tel. 024 447 44 00  
Fax 024 447 44 05

Gebietszuteilung:  
Gesamte Westschweiz

### Vaterlaus Schweisstechnik AG

Vorderdorfstrasse 30  
8112 Otelfingen  
Tel. 044 847 30 00  
Fax 044 847 30 01

Gebietszuteilung:  
ZH/SH/TG/AG Ost/Teil LU

# Leistungsstark, robust und flexibel!



## ABIMIG® W T. Der robuste, flüssiggekühlte Hochleistungs-Schweißbrenner mit dem Dreh ...

Die Schweißbrenner der Serie ABIMIG® W T überzeugen durch höhere Belastungsgrenzen als herkömmliche Brenner gleicher Baugröße, da das von ABICOR BINZEL konzipierte Kühlsystem die Verschleißteile auch bei hoher Leistungsaufnahme noch besser vor Überhitzung schützt.

Ein in die Gasdüsen integrierter Spritzerschutz macht diese besonders widerstandsfähig. Zudem sind Brennerhülse und Gasdüsen vernickelt, um Schweißspritzer-Anhaftungen auf ein Minimum zu reduzieren.

Dank der dreh- und wechselbaren Brennerhülse in verschiedenen Längen und Geometrien kann der Schweißer die ABIMIG® W T-Brenner genau auf seine Bedürfnisse anpassen.

Jetzt exklusiv erhältlich bei Ihrem BINZEL BestPartner!



**KSR** Rue Edouard Verdan 2C  
1400 Yverdon-les-Bains  
Tel. 024 447 44 00  
Fax. 024 447 44 05  
equipements  
de soudage www.krsoudage.ch

**Stucki Soudure SA**  
Stucki Soudure S.A.  
1607 Palézieux/VD, Au Grivaz  
Telephone: 021/907 70 17  
www.stuckisoudure.ch

THE LINDE GROUP  
**PanGas**  
30 Fachmärkte in der Schweiz.  
Telefon 0844 800 300, Fax 0844 800 301  
contact@pangas.ch, www.pangas.ch

**B. SCHMID CO AG**  
MODERNES SCHWEISSEN + SCHNEIDEN  
B. Schmid Co AG  
Täferstrasse 12, 5405 Baden-Dättwil  
Tel: 056 484 10 80, www.schmid-schweissen.ch

**AE**  
**AUTOGEN ENDRESS AG**  
SCHWEISSTECHNIK + PROPÄNTECHNIK  
Fälmisstrasse 20 Tel. +41 44 725 21 21  
8833 Samstagern Fax +41 44 725 20 51  
www.autogen-endress.ch verkauf@autogen-endress.ch

**MAX MÜLLER HÖRGEN**  
Max Müller Schweißtechnik  
Werk: 8808 Pfäfers, 82  
www.max-mueller-horgen.ch

**S** Der innovative  
Technologie-  
partner  
**Sechy Schweißtechnik**  
**Sechy Schweißtechnik AG**  
info@sechy.ch • www.sechy.ch

**hb** **Hebutec**  
Schweisstechnik  
Hebutec AG Schweißtechnik  
Gallusstrasse 16, 9501 Wil SG  
Tel: 071/911 77 11, http://www.hebutec.ch

**IMHOF**  
SCHWEISSTECHNIK  
IMHOF Schweißtechnik GmbH  
Faanweg 423, 5054 Kirchleerau  
Tel: 062 739 28 00, www.imhof-schweisstechnik.ch

**LISTEC**  
Schweisstechnik AG  
LISTEC Schweißtechnik AG  
Dietrichstrasse 1, 9424 Rheineck SG  
Tel. 071/888 46 66, www.listec.ch

**LWB**  
WeldTech AG  
Bernstrasse 41 Tel. +41 (0)31 744 66 44  
3175 Flamatt Fax +41 (0)31 744 66 45  
www.lwbweldtech.ch

**STS**  
Schweisstechnik GmbH  
STS Schweißtechnik GmbH Telefon 071 383 38 80  
Ebersolstrasse 1 Fax 071 383 38 84  
CH-9126 Necker sts@stsschweisstechnik.ch



Alexander Binzel GmbH & Co. KG  
Schweisstechnik Grenchen  
Postfach 259 · Kapellstrasse 24-30  
CH-2540 Grenchen  
Tel.: 032 644 34 45  
Fax.: 032 644 34 40  
Email: info-ch@binzel-abicor.com

PanGas

Gas & More



# Schweiss- & Schneidtechnik in rund 30 Fachmärkten in der ganzen Schweiz.

- Schweiss- und Schneidmaschinen
- Arbeitsschutz und Sicherheit
- Schweissbrenner
- Schweisschutzgase
- Druckminderer und Schläuche
- Schweissplatz-Zubehör
- Schweiss- und Lötmaterial
- Verschleissteile
- Schweisskurse

**Top-Angebot**  
im PanGas-Fachmarkt  
Gas & More



181.2002

## Schweisrauch-Absaugerät MFD

400 V, mit Flex-Arm HD, 3 m

**3195.-**

statt 3759.- exkl. MwSt.

Gültig bis 05.12.2015

**PLYMVENT®**



Schweisskurs-Programm 2015



PanGas-Katalog

«Schweiss- & Schneidtechnik»



PanGas AG

Industriepark 10, CH-6252 Dagmersellen, Telefon 0844 800 300, Fax 0844 800 301, [www.pangas.ch](http://www.pangas.ch), [www.gasandmore.ch](http://www.gasandmore.ch)

## Editorial

Liebe Mitglieder  
Verehrte Leserinnen und Leser



Geht es Ihnen auch so? Kaum öffnen Sie die Zeitung, hören Nachrichten im Radio oder sehen die Nachrichten im Fernsehen, wimmelt es nur so von Krisen. Eurokrise, Wirtschaftskrise und nicht zuletzt auch die Flüchtlingskrise.

In Krisenzeiten müssen Unternehmen sowohl auf die Anforderungen der Märkte als auch auf die eigene Unternehmenssituation effizient und zielsicher reagieren. Doch gerade in dieser Situation sind Veränderungsprojekte nur schwer in Gang zu bringen. Meist geraten selbst laufende ins Stocken. Eine der häufigsten Ursachen dafür ist die sinkende Motivation der Mitarbeiter.

Was bedeutet Motivation eigentlich? Das bedeutet, dass man etwas aus eigenem Antrieb heraus machen möchte. Die Motivation zum Essen ist der Hunger, die Motivation zum Erfolg der Leistungswille, das Durchhaltevermögen, das Qualitätsbewusstsein, die Kundenorientierung u.v.m. Die Motivation bestimmt also unser Verhalten und die Dauer unseres Handelns.

Müssen Führungskräfte Ihre Mitarbeiter motivieren oder ist der Mitarbeiter an sich motiviert? Müssen Führungskräfte der Motivation der Mitarbeiter Raum geben, ihre freie Entfaltung ermöglichen und insbesondere die vielen Hindernisse wegräumen?

Grundlage jeder positiven Motivationsstrategie in der Krise ist die Transparenz. Mitarbeiter, die den Eindruck haben nicht belogen zu werden, fühlen sich zu Recht ernst genommen und können im Übrigen ihre Handlungen besser an den Erfordernissen ausrichten. Daher ist Transparenz ein wichtiger Motivator, insbesondere, wenn er damit verbunden ist, dass die Mitarbeiter in die Diskussionen um Veränderungs- und Verbesserungsmöglichkeiten miteinbezogen werden. Jeder kann etwas bewirken, jeder kann etwas verändern. Man muss ihm nur die Gelegenheit dazu geben.

Man könnte auch den Mitarbeitern die Möglichkeit geben, einmal etwas auszuprobieren, auch mal einen Fehler zu machen und die Umsetzung seiner Ideen zu wagen, deren Ergebnis jedoch nicht in jedem Fall mit Sicherheit vorausgesagt werden kann. Die Konzentration auf die Erfolgsfaktoren ist dabei nicht nur eine Strategie, um den objektiven Firmenerfolg zu verbessern, sondern auch eine sehr wirksame Motivationstechnik, die enttäuschten Mitarbeitern die Kraft gibt, wieder an sich selbst und an ihre Aufgabe zu glauben.

Einen erheblichen Teil unserer Arbeitsmotivation beziehen wir aus der Interaktion mit Anderen. Schrumpfende Absätze können schlechte Laune produzieren, die sich schneller als die asiatische Grippe überträgt. Führungskräfte, die diese schwierige Situation meistern wollen, verhindern dies, indem sie den Zusammenhalt und das Wir-Gefühl fördern, mit dem Wissen, dass man gerade in der Krise die Probleme gemeinsam besser bewältigen kann.

Denn alles wird anders. Packen wir's an.

Ich wünsche Ihnen Mut, Visionen und Durchhaltevermögen!

Aimée Schmelzer  
Mitglied der Redaktionskommission

### ESAB FÜHRT DIE MANUELLEN PLASMA-SCHNEIDGERÄTE DER CUTMASTER®-SERIE EIN

ESAB Welding & Cutting Products gab die Einführung seiner Luftplasma-Schneidgeräte, der ESAB-Cutmaster®-Serie, mit Ausgangsleistungen im Bereich von 20 bis 120 Ampere und einem empfohlenen Qualitätsschnitt bei Materialien zwischen 12 mm und 40 mm bekannt. Die Cutmaster-Plasmageräte von ESAB gehören zu den leichtesten und kompaktesten der Branche, wodurch sie gut transportierbar und leicht zu verstauen sind.

Bei den Cutmaster-Produkten von ESAB kommt die empfohlene Schnittleistung dem manuell ausgeführten Qualitätsschnitt gleich. Ein Qualitätsschnitt weist eine glatte Schnittfläche mit wenig oder keiner Schlacke auf und erfordert nur wenig oder keine Nacharbeiten oder Schleifen, was alles zur Verbesserung der Produktivität und Qualität beiträgt. Die Cutmaster-Produkte von ESAB bieten bei Bedarf eine zusätzliche Ausgangsleistung für einfache Trennschnitte an. Diese liegt im Bereich 60 bis 150 % über der empfohlenen Schnitttiefe. Dies bedeutet, dass man beim Kauf keine extra «Reserve» einrechnen oder eine Maschine auswählen muss, die grösser ist, als die Endnutzer tatsächlich benötigen.

Vier Geräte der Cutmaster-Serie von ESAB (60, 80, 100 und 120) weisen gemeinsame Merkmale auf. Dazu gehört ein rohrförmiger Schutzbügel, der die Vorder- und Rückseite der Stromquelle mechanisch schützt, sowie als Tragegriff dient. Eine 4-Takt-Rastfunktion verhindert eine Ermüdung der Hand bei länger andauernden Schneidvorgängen, da der Bediener den Schalter loslassen kann, während das System weiter schneidet. LEDs zeigen über einen Farbcode am vorderen Bedienfeld den Druckzustand sowie Einstellfehler an. Die Autopilot-Neustart-Funktion zündet sofort den Hilfslichtbogen beim Schneiden von Streckmetall wie Gitter und Maschendrahtzäune. Jedes Gerät wird standardmässig mit dem branchenführenden 1Torch-Brenner geliefert (Länge 6,1 m oder 15,2 m), es können aber auch mechanisierte und automatisierte Brenner verwendet werden.

Der Netzanschluss für die CE konformen Geräte ist 400 V, 50/60 Hz, 3-phasig.

Zu den Produkthighlights gehören:

- Die Cutmaster 60 von ESAB hat eine Ausgangsleistung von 60 Ampere, eine empfohlene Schnittleistung von 20 mm und eine Trennschnittleistung von 32 mm. Sie bietet eine Schnitttiefe von 12 mm bei 635 mm pro Minute, was um 25 % bis 100 % schneller als Wettbewerbsmodelle ist, und wiegt gerade einmal 19,5 kg. Dieses Gerät kann ausserdem für mittelschwere Fugenhobelanwendungen eingesetzt werden, wenn es mit den richtigen Verschleissartikeln ausgerüstet wird.
- Die Cutmaster 80 von ESAB hat eine Ausgangsleistung von 80-Ampere, eine empfohlene Schnittleistung von 25 mm und eine Trennschnittleistung von 38 mm. Sie wiegt ebenfalls gerade einmal 19,5 kg.



- Die Cutmaster 100 von ESAB hat eine Ausgangsleistung von 100 Ampere, eine empfohlene Schnittleistung von 35 mm und eine Trennschnittleistung von 45 mm auf und wiegt 28,1 kg.
- Die Cutmaster 120 von ESAB hat eine Ausgangsleistung von 120 Ampere, eine empfohlene Schnittleistung von 40 mm und eine Trennschnittleistung von 55 mm auf und wiegt 28,1 kg.

Die Cutmaster 40 ist ein kompaktes, tragbares Gerät von gerade mal 11,8 kg. Die Stromversorgung von 230 V, 1 phasig erlaubt flexible Einsatzorte. Die empfohlene Schnittleistung beträgt 12 mm, Trennschnitt bis maximal 15 mm.

ESAB Welding & Cutting Products ist ein anerkannter Marktführer in der Schweiss- und Schneidindustrie. Von den traditionellen Schweiss- und Schneidprozessen bis hin zu revolutionären, mechanisierten Schneid- und Automatisierungstechnologien, bietet ESAB mit Schweisszusätzen, Ausrüstungen und Zubehör vielerlei Lösungen für ihre Kunden weltweit.

Info.: [www.esab.com](http://www.esab.com).

### EWM AUF DER DVS EXPO 15. BIS 17. SEPTEMBER 2015 NÜRNBERG

#### Innovationen für die gesamte Prozesskette Schweißen – Kosten senken und Qualität steigern

Immer die gesamte Prozesskette Schweißen im Blick, zeigt die EWM AG, der grösste deutsche Hersteller für Lichtbogen-schweisstechnik, zahlreiche Neuerungen rund um die «Multimatrix»-Technologie. Oberste Priorität ist immer, Schweißaufgaben optimal zu lösen, Kosten zu senken und die Wettbewerbsfähigkeit der Kunden nachhaltig zu verbessern. Sämtliche Neuheiten kann der Anwender auf der DVS EXPO in Live-Vorführungen erleben.

Die «Multimatrix»-Technologie von EWM bedeutet sicheres, komfortables und umweltfreundliches Schweißen. Sämtliche Komponenten sind optimal aufeinander abgestimmt – immer mit dem dem einen Ziel: den Kundennutzen zu steigern. Deshalb kann EWM jedem Anwender die perfekte Lösung bieten. Durch Updates bleibt der Anwender im Hinblick auf Schweißprozesse, Software und Bedienung stets auf dem neuesten Stand.



Abb. 1: Kosten senken, der nahezu spritzerfreie «forceArc puls»-Lichtbogen minimiert die Nacharbeit. Foto: EWM AG

Anwender berichten aus der Praxis von bis zu 60 Prozent Kostenersparnis durch die «Multimatrix»-Technologie. Dies gelingt durch eine Reduktion von Energie- und Materialverbrauch, was gleichzeitig die Arbeitszeit beim Schweißen deutlich senkt und die Produktivität erheblich steigert.

**All In** – Mit einem EWM-Schweißgerät ist der Anwender für jede schweisstechnische Herausforderung gerüstet. Denn bei den EWM-Schweißgeräten sind sämtliche gerätespezifischen Schweißverfahren für Stahl, CrNi sowie Aluminium immer im Gerätepreis enthalten – das ist der All In-Gedanke. Damit lässt sich die gesamte Bandbreite an Aufgabenstellungen abdecken. Das kostenlose EN 1090 WPQR-Paket liefert nicht nur diverse praxisrelevante Schweißanweisungen, sondern ersetzt auch die notwendigen Verfahrensprüfungen bei der EN 1090-Zertifizierung.

**«forceArc puls»** – Impuls-Schweißen leicht gemacht  
Ein neues innovatives MIG/MAG-Schweißverfahren ist «forceArc puls», das den Einstieg ins Impuls-Schweißen durch die einfachste Handhabung erleichtert. «forceArc puls» bietet gerade im oberen Leistungsbereich viele Vorteile: minimierte Nacharbeit durch den nahezu spritzerfreien Lichtbogen, weniger Wärmeeinbringung, sichere Spaltüberbrückung und höhere Schweißgeschwindigkeit.

**«Degauss 600»** – entmagnetisieren beim Schweißens  
Das Schweißen von ferromagnetischen Werkstücken kann sich als schwierig erweisen. Das liegt meistens am Magnetfeld im Werkstück. Die Entmagnetisierungs-Stromquelle «Degauss 600» eliminiert das Magnetfeld aus dem Werkstück. Und zwar nicht nur vor dem eigentlichen Schweißprozess, sondern auch während des Schweißens. Das verhindert ein Aufmagnetisieren des Werkstückes wirkungsvoll und führt zu qualitativ hochwertigen Schweißnähten bei ferromagnetischen Materialien.

**EWMWPS-Tool** – Mit der Software WPS-Tool lassen sich schnell und einfach Schweißanweisungen generieren und für die verschiedenen Arbeitsabläufe verwalten. Zusammen mit der Qualitätsmanagement-Software «ewm Xnet» können diese Daten direkt auf den entsprechenden Schweißgeräten hinterlegt und mit individuellen Zugriffsrechten für jeden Benutzer versehen werden. Das sichert die Schweißqualität und hilft bei der Verwaltung der Schweißaufgaben.

Info.: [elke.witkop@ewm-group.com](mailto:elke.witkop@ewm-group.com)

### SCHNELL, PROZESSSICHER, WIRTSCHAFTLICH

#### TPS/i Robotics – Automatisiertes Schweißen neu definiert.

Fronius geht mit der neuen Schweißstromquelle TPS/i Robotics an den Start, die speziell auf die Belange des robotergestützten Schweißens zugeschnitten ist. Sie erlaubt es dank vernetzter, optimal aufeinander abgestimmter Systemkomponenten, mit Robotern schneller und mit höherer Reproduzierbarkeit zu schweißen. Zudem lässt sich mit den ausgeklügelten aber einfach handhabbaren Funktionen der TPS/i Robotics ein neues Qualitätsniveau erreichen und dauerhaft halten.

Die konsequent umgesetzte digitale Systemarchitektur der Schweißstromquelle und die verwendeten neuen Kommunikationstechnologien haben die Ingenieure von Fronius genutzt,



um alle für den Schweißprozess massgeblichen Einflussfaktoren mit hoher Auflösung und Reaktionsgeschwindigkeit zu erfassen und zu verarbeiten. Das Resultat sind ein besonders stabiler Lichtbogen und optimale Schweißergebnisse.

Eine zentrale Rolle spielen dabei der modifizierte Kurzlichtbogen LSC (Low Spatter Control) und der modifizierte Impulslichtbogen PMC (Pulse Multi Control), die dem Schweißer jeweils deutlich mehr Kontrolle über den Lichtbogen geben. Unterstützt wird der Anwender dabei auch durch die erstmals verfügbaren Stabilisatoren: Während der Einbrandstabilisator über eine Anpassung des hochdynamischen Drahtvorschubs dafür sorgt, dass der Einbrand auch bei Stick-Out-Schwankungen konstant bleibt, sorgt der Lichtbogenlängenstabilisator bei einem Wechsel der Lichtbogeengeometrie (z.B. durch einen Nahtformwechsel) oder der Schmelzbadtemperatur für die optimale Lichtbogenlänge.

Im Ergebnis kann mit der TPS/i Robotics deutlich schneller als bisher geschweisst werden – bei gleichzeitig verbesserter Nahtqualität. Zu den sichtbaren Verbesserungen gehört, dass kaum noch Spritzer auftreten.

Ein weiterer positiver Effekt der durchgängigen Digitalisierung der Schweißstromquelle: Es werden fortlaufend Informationen zum aktuellen Zustand der Schweißstromquelle und zu jeder Schweißnaht erhoben und dem Anwender zur Verfügung gestellt. Diese detaillierten Daten können genutzt werden, um den Schweißprozess zu überwachen, zu analysieren und zu dokumentieren. Mit Hilfe einer zentralen Servereinheit (Weld-Cube) können dabei die anfallenden Daten mehrerer Schweißstromquellen über deren Ethernet-Schnittstelle unternehmensübergreifend zusammengeführt und verwaltet werden.

Auch im Bereich der Kommunikation des Schweißsystems mit der Robotersteuerung hat Fronius neue Wege eingeschlagen. Die neuen Roboter-Interfaces des TPS/i-Systems sind wie alle prozessrelevanten Regelungskomponenten in die Systembus-Architektur eingebunden und können somit alle relevanten Daten für die Robotersteuerung in Echtzeit zur Verfügung stellen.

Ein neuer Interface Designer erlaubt die schnelle und bequeme Offline-Programmierung des Roboter-Interfaces mit Hilfe einer grafischen Benutzeroberfläche. Damit kann der Anwender die Schnittstelle gemäss seiner individuellen Anforderungen realisieren und jederzeit anpassen. Darüber hinaus stellt Fronius bereits vorbereitete Schnittstellen zu den Steuerungssystemen der führenden Roboterhersteller bereit.

**Info.: [keller.juerg@fronius.com](mailto:keller.juerg@fronius.com)**

### BOHR-PLASMASCHNEIDANLAGE IST DAS HERZSTÜCK DER FERTIGUNG

In vielen Teilen des Erdballs stehen die Sonderlösungen der Sinner Stahl- und Industriebauten GmbH. Funktionalität und Ästhetik wird bei den Projekten des Unternehmens verbunden. Um die Qualität und die Effizienz in der Produktion zu steigern,



wurde nun eine der beiden wichtigsten Anlagen im Maschinenpark ausgetauscht. Seit Anfang Juli ist eine Bohr-Plasmaschneidanlage der MG-Baureihe von MicroStep am nordrhein-westfälischen Sitz in Kreuztal in Betrieb.

Funktion und Design verschmelzen lassen: das ist der selbstgewählte Auftrag, den die Sinner Stahl- und Industriebauten GmbH bei vielen Projekten bereits erfolgreich umgesetzt hat. Das bezeugen Bauten für Kunden wie der ThyssenKrupp Rasselstein GmbH, der ThyssenKrupp Umformtechnik GmbH in Deutschland aber auch Projekte in Portugal, Südamerika oder den USA. Individuell werden moderne Industrie-, Gewerbe- und Ausstellungshallen aus Stahl konzipiert und realisiert – und zwar vom Standort Kreuztal aus, 80 Kilometer östlich von Köln. Darüber hinaus bietet das vielfältige Portfolio weitere Sonderanfertigungen – seien es Lösungen für Blocklagerregale oder für Konstruktionen im Bereich Fördertechnik.

### Zwei Maschinen am Anfang der Produktion

Für die Qualität der Arbeiten sorgen 57 Mitarbeiter beim nordrhein-westfälischen Stahlbauer, alleine 37 davon sind in der Fertigung tätig. Immer im Mittelpunkt steht dabei der Werkstoff Stahl. «Wir verarbeiten nur Baustahl und arbeiten mit Materialstärken von 1 bis 60 mm, der Kernbereich liegt zwischen 10 und 35 mm», erklärt Sven Strothmann. Zwei Maschinen sind es, die laut Aussage des Betriebsleiters das Herzstück der Fertigung bilden: eine Bohrsägemaschine für den Profilstahl und eine Brennschneidanlage. «Wenn die stehen, steht die ganze Produktion still», sagt Strothmann.

Anfang Juli wurde nun eines der beiden Herzstücke ausgetauscht: eine neue Schneidanlage ist seitdem im Maschinen-

park in Betrieb. Geschäftsführer Armin Sinner und sein langjähriger Betriebsleiter entschieden sich für eine Plasma-Bohrschneidanlage der MG-Baureihe von MicroStep. Als Stromquelle wird eine HiFocus 360i neo von Kjellberg verwendet. Eine unscheinbare aber hilfreiche Option bietet der manuell verstellbare Plasmasupport. Dieser kann um 45° geschwenkt werden und ermöglicht somit Fasenschnitte zur Schweissnahtvorbereitung. Eine vollautomatische Bohreinheit mit 26,8kW und 8-fachem Werkzeugmagazin ermöglicht Bohren bis 40mm und Gewinden bis zu M33.

### Mehr Qualität beim Plasmaschnitt gesucht

Die neue Schneidmaschine löste somit das Vorgängermodell, eine MicroStep Plasma-Autogenschneidanlage des Typs SPL ab, die sechs Jahre beste Dienste verrichtet hatte. Es waren mehrere Gründe, die für die neue Kombianlage sprachen: «Wir mussten immer separat schneiden und bohren. Das war sehr aufwändig. Unsere alte Anlage hatte Autogen, welches wir selten brauchten und Plasma, welches ohne die ContourCut-Technologie nicht auf dem neusten Stand war. Wir haben uns deswegen erst nach einer neuen Plasmaquelle umgesehen, um die Schnittqualität zu erhöhen», verrät Betriebsleiter Strothmann. Dazu kam nun aber, dass das 20 Jahre alte Plattenbearbeitungszentrum, in der die geschnittenen Bleche nachgearbeitet wurden, viele Neuinvestitionen nötig gemacht hätte.

### Kein Nacharbeiten mehr mit der Kombianlage zum Bohren und Plasmaschneiden

Zur Vereinfachung des Fertigungsprozesses und zur Kostenreduzierung entschied man sich gegen ein neues Plattenbearbeitungszentrum. In der Kommunikation mit Mitarbeitern der MicroStep Europa GmbH entstand der Gedanke einer Bohr-Plasmaschneidanlage. «Mit einem anderen Hersteller haben wir uns gar nicht erst beschäftigt. Grund dafür war der Service. Mit Performance, Beratung und Zuverlässigkeit sind wir bei MicroStep immer sehr zufrieden gewesen. Deswegen wollten wir nicht wechseln», schildert Strothmann die Kaufgründe. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf schneller Hilfe im Supportfall. Schliesslich ist nichts so teuer wie Maschinenstillstand, vor allem wenn wie bei Sinner mehr als 30 Mitarbeiter mit ihrer Arbeit nachgelagert sind. Zudem nutzte Sinner den MicroStep-Gebrauchtanlagenservice – musste sich also nicht um den Verkauf seiner bestehenden Anlage kümmern.

Erst wenige Tage ist die neue Schneidmaschine in Betrieb, die Bediener sind noch in der Einarbeitungsphase. «Die Hauptumgewöhnung ist das Bohren. Da muss bei den Einstellungen einiges beachtet werden, da die Technologie neu im Einsatz ist. Bei Fragen kriegen wir aber immer sehr schnelle Unterstützung», sagt der Betriebsleiter, der froh ist, eine Anlage genau nach seinen Vorstellungen im Betrieb zu wissen. «Wir schneiden bis zu 60mm starken Baustahl mit Plasma. Da brauchen wir kein Autogen mehr. Für uns und unsere Bedürfnisse ist die Maschine optimal ausgelegt».

### Die Bohr-Plasmaschneidanlage – Überblick

Die Schneidanlage der MG-Baureihe von MicroStep ist für den dauerhaften anspruchsvollen Einsatz in der Industrie gebaut. An ihr lässt sich eine Vielzahl von Technologien kombinieren. Der energiesparende und robuste CNC-Brennschneidisch mit einer Bearbeitungsfläche von 6.000×2.000mm ist für Bleche bis 100mm konzipiert. Die entstehenden Rauche und Stäube werden mittels Sektionsabsaugung an einer Donaldson-Filteranlage aufgefangen. Zum Be- und Entladen der Bleche wurde einseitig eine Treppe entlang des Tisches angebracht.

### Modernste Plasma-Technologie von Kjellberg zum Fasenschneiden und Markieren

Die Schneidmaschine ist mit einer Plasmaquelle HiFocus 360i neo von Kjellberg mit automatischer Gaskonsole sowie ContourCut Speed Technologie ausgestattet. Ein Modul ermöglicht zudem das Körnen und Markieren über die Plasmaanlage. In X-Richtung können Fasenschnitte zur Schweissnahtvorbereitung angebracht werden mittels eines um 45° manuell schwenkbarem Plasmasupports mit dem Schneidkopf PerCut 451.

### Vollautomatische Bohreinheit mit Werkzeugmagazin

Die Plasma-Bohrschneidanlage bei der Firma Sinner ist mit einer vollautomatischen Bohreinheit mit 26,8kW und einem Werkzeugmagazin für bis zu acht Werkzeuge ausgestattet. Die Bohrspindel ermöglicht Bohrungen bis zu 40mm und Gewindeschneiden bis M33.

[www.microstep-europa.de](http://www.microstep-europa.de)

### AB SOFORT 60 PROZENT TÖDLICHE BERUFSUNFÄLLE VERMEIDEN

Eine neue Detailanalyse der Berufsunfallzahlen von Versicherten der Suva zeigt: Werden die vom grössten Unfallversicherer erarbeiteten «Lebenswichtigen Regeln» eingehalten, können rund 60 Prozent der tödlich endenden Berufsunfälle in der Schweiz vermieden werden. Die «Vision 250 Leben» ist somit realisierbar: Durch dieses Präventionsprogramm sollen bis ins Jahr 2020 rund 250 Leben bewahrt werden, auch wenn die Anzahl tödlicher Berufsunfälle aktuell stagniert.

Jährlich verunfallen rund 180000 Versicherte der Suva bei der Arbeit. Das entspricht rund 100 Berufsunfällen pro Stunde an einem typischen Arbeitstag. Besonders tragisch sind dabei diejenigen Arbeitsunfälle, bei denen Menschen ihr Leben verlieren. In den vergangenen zehn Jahren sind jährlich rund 80 Arbeitnehmende an den Folgen eines Berufsunfalls gestorben. Das will die Suva nicht länger hinnehmen. Aus diesem Grund lancierte sie im Jahr 2010 das Präventionsprogramm «Vision 250 Leben». Ziel ist es, zwischen 2010 und 2020 die Anzahl tödlicher Berufsunfälle zu halbieren. Der Kampagnenstart erfolgte vor fünf Jahren – Zeit für eine Zwischenbilanz: Fakt ist, dass



die Berufsunfallzahlen kontinuierlich sinken, aber bei der Anzahl tödlicher Berufsunfälle noch keine signifikante Veränderung erkennbar ist. «Das wundert uns nur bedingt», sagt André Meier, Abteilungsleiter Arbeitssicherheit bei der Suva. Gründe dafür nennt er mehrere: Zeitdruck, andere Prioritäten und die fehlende Systematik in der Instruktion von Sicherheitsregeln führten immer wieder zu Berufsunfällen. «Um die Anzahl tödlicher Berufsunfälle bis 2020 zu halbieren, müssen wir uns jetzt doppelt anstrengen», sagt Meier.

#### «Lebenswichtige Regeln»: ohne Instruktion keine Wirkung

Die Suva setzt bei der Umsetzung der «Vision 250 Leben» auf die «Lebenswichtigen Regeln». Bis Anfang 2015 hat sie für Tätigkeiten mit hohen Risiken in Zusammenarbeit mit den betroffenen Branchen 19 Sets von «Lebenswichtigen Regeln» erstellt. «Wir haben die notwendigen Grundlagen zur Verwirklichung der Vision geschaffen. Die Suva ist nun auf die Hilfe und Unterstützung der Vorgesetzten in den Betrieben angewiesen, damit die Lebenswichtigen Regeln instruiert werden und helfen, Leben zu retten», sagt Edouard Currat, Mitglied der Geschäftsleitung der Suva. Dass die «Lebenswichtigen Regeln» Leben retten können, zeigen die Ergebnisse einer aktuellen Analyse der tödlichen Berufsunfälle seit Kampagnenstart:

Bei 60 Prozent (drei von fünf) aller tödlich verlaufenen Berufsunfälle der letzten fünf Jahre von Versicherten der Suva wurde eine lebenswichtige Regel missachtet. Zählt man die Unfälle im Strassenverkehr nicht mit, wurde gar bei 72 Prozent (drei von vier) der tödlich verlaufenen Berufsunfälle eine lebenswichtige Regel verletzt. Fazit: Werden die «Lebenswichtigen Regeln» eingehalten, ist die «Vision 250 Leben» realisierbar – und menschliches Leid lässt sich verhindern.

#### Einfach, plausibel und sofort umsetzbar

«Wir sichern Absturzkanten ab einer Absturzhöhe von 2 Metern», lautet beispielsweise die erste lebenswichtige Regel für den Hochbau. Jede Regel für sich ist einfach zu erfüllen, aber man muss daran denken und die Regeln verinnerlichen. «Bei der Erarbeitung der Lebenswichtigen Regeln haben wir die be-

troffenen Verbände und Gewerkschaften aktiv miteinbezogen. Nur so gelang es uns, aus den Unfall- und Risikoschwerpunkten einfache und plausible Sicherheitsregeln für Arbeitgebende und Arbeitnehmende abzuleiten», sagt André Meier. Werden diese Regeln verletzt, gilt für alle Vorgesetzten und Mitarbeitenden: STOPP! Die Arbeit kann erst weitergeführt werden, wenn die Gefahr behoben ist.

#### Sicheres Verhalten fest verankern

Um die STOPP-Botschaft fest in den Betrieben zu verankern, hat die Suva in Zusammenarbeit mit den Sozialpartnern vor rund vier Jahren die Sicherheits-Charta lanciert. Verbände, Unternehmen und Organisationen, die die Sicherheits-Charta unterschreiben, bekennen sich öffentlich, für mehr Sicherheit am Arbeitsplatz zu sorgen und die «Lebenswichtigen Regeln» der Suva strikt einzuhalten. Bis heute haben rund 1250 Mitglieder die Sicherheits-Charta unterschrieben, darunter die Geschäftsleitung von SR Technics, die weltweit technische Lösungen für Fluggesellschaften anbietet. Dass die STOPP-Botschaft in der Praxis funktioniert, erläutert Sara Juraschka, Head of Occupational Safety, Health & Environment bei SR Technics, im Rahmen der Medienkonferenz der Suva vom 18. August 2015. «Mit der firmenweiten Verankerung der STOPP-Botschaft im Jahr 2011 konnten wir die Anzahl aller Unfälle weltweit um 14 Prozent reduzieren. Dieser Erfolg war nur möglich, weil die gesamte Geschäftsleitung sowie sämtliche Führungspersonen hinter dem Grundsatz stehen, bei Gefahr STOPP zu sagen und erst weiterzuarbeiten, wenn die Gefahr behoben ist», sagt Sara Juraschka.

Info.: [www.suva.ch/regeln](http://www.suva.ch/regeln)

#### BLECHE BIS 300MM STÄRKE BEARBEITEN

##### Gut gebohrt ist halb geschnitten

Ein sauberer Schnitt und ein möglichst geringer Schrottanteil sind Maximen beim Blechschneiden. Das gilt insbesondere für Bleche mit Stärken von 300mm und mehr. Der stürmsfs ag im schweizerischen Goldach gelang beides – allerdings in einem sehr aufwändigen Verfahren. Gemeinsam mit der Messer Cutting Systems GmbH aus Gross-Umstadt entstand aus dieser Erkenntnis heraus eine einzigartige Lösung, die der stürmsfs ag hinsichtlich Qualität und Kosten Alleinstellung in ihrem Markt bescherte.

Zum Autogenschneiden von Blechen braucht es entweder eine «Anschnittfahne», was Schrott und Schneidkosten verursacht, oder den Schnitt von einem «Startloch» aus, das zunächst gesetzt werden muss. Die stürmsfs ag, ein Topunternehmen der schweizerischen Stahlbranche, hat insbesondere für dicke Bleche die Anlage OmniMat® L 6500 von Messer Cutting Systems im Einsatz. Diese Anlage verfügt über sechs einzeln oder in Gruppen adressierbare Autogenbrenner mit eigenem Positio-

nierantrieb, die während der Abarbeitung des Teileprogramms zu- oder wegadressiert werden können, ohne dass die Anlage angehalten werden müsste. Ralf Siebert, Teamleiter Produktion Massbleche stürmsfs ag: «In diese Anlage sind leistungsfähige ALFA Autogenbrenner integriert, die allerdings nur Startlöcher bis 190 mm Dicke stechen können. Tiefere Löcher müssen zum Beispiel mittels Sauerstofflanzen eingebracht werden. Das geschieht handgeführt und ist daher zeit- und personalintensiv: Denn ein Mann braucht ungefähr 10 bis 15 Minuten pro Loch und weitere teure Zusatzmassnahmen».

### Komplett neuer Prozess für bestehende Anlage

Deshalb suchte die stürmsfs ag nach einer effizienteren Methode, die bis zu 300 mm dicken Bleche zu bearbeiten. Da das Unternehmen seit Jahren erfolgreich mit Messer zusammenarbeitet, war der Weg zu einer Optimierung kurz: Messer entwickelte für die bestehende Anlage ein Bohraggregat, mit dessen Einsatz die Löcher nicht mehr mit der Sauerstofflanze gestochen werden müssen, sondern mit Tieflochbohrern hergestellt werden. Dieses Ziel zu erreichen, war allerdings alles andere als banal, erforderte es doch einen komplett neuen Prozess auf der Anlage zu generieren, eine neue Software zu schreiben und eine enge Zusammenarbeit mit den Werkzeugherstellern.

### Hohe Qualität bei reduzierten Kosten

Jetzt werden alle autogenen Brennteile bei der stürmsfs ag direkt auf der Kombianlage vorgebohrt. Das läuft in zwei Stufen ab: Zunächst wird ein Pilotloch von 80 mm Tiefe gefertigt, dann erst kommt der Tieflochbohrer zum Einsatz, der das Blech durchstösst. Ralf Siebert: «Dies dient dazu, den Bohrer zu führen, vor Überhitzung zu schützen und die Späne kurz zu halten. Würde man in einem Prozess durchbohren, käme es zu häufigem Werkzeugbruch, da die Späne sonst die Bohrer bremsen und zerstören».

Die kostenrelevanten Ergebnisse sind nicht nur kürzere Prozesszeiten und weniger Schrott, sondern auch ein geringerer Bedarf an Autogen-Verschleissteilen. Auf der Qualitätsseite punktet die stürmsfs ag dank der Messer-Anlage nun mit höherer Schneidgenauigkeit, viel weniger Schrottanteil gegenüber früher, hoher Repetierbarkeit und Prozesssicherheit, deutlich geringerer Wärme in den Bauteilen und damit weniger Verzug.

Was dies für die Kunden bedeutet, erläutert Marcel Meier, Abteilungsleiter Verkauf Stahlbau/Massbleche bei der stürmsfs ag: «Durch das Tieflochbohren direkt auf der Anlage erreichen wir noch genauere Schnitte in noch kürzerer Zeit, und das insbesondere auf Grund der geringeren Wärmeeinbringung immer wieder reproduzierbar. Wir fertigen wesentlich feinere Innenkonturen, und auch bei den Aussenkonturen haben wir deutliche Fortschritte gemacht. So reduziert sich der Bauteilabstand signifikant und das Blech bleibt obendrein geschlossen, was sich ebenfalls positiv auf den Bauteilverzug auswirkt».



Abb. 1: Dank der Messer-Anlage fertigt die stürmsfs ag nun mit höherer Schneidgenauigkeit, geringerem Verzug der Bauteile und viel weniger Schrottanteil.



Abb. 2: Feinere Innenkonturen und auch Aussenkonturen sind das Ergebnis der kombinierten OmniMat® L 6500. Zudem reduziert sich der Bauteilabstand und das Blech bleibt geschlossen.



Abb. 3: Für die Integration des Tieflochbohrens musste ein komplett neuer Prozess auf der Anlage implementiert und eine neue Software geschrieben werden. Fotos: Messer Cutting Systems GmbH

Mittlerweile setzt die stürmsfs ag das Verfahren sogar schon bei dünneren Blechen ein. Marcel Meier: «Das schützt die Brenner und ermöglicht uns wesentlich flexiblere Schneidvorgänge. Und dank einer zweiten, gleich ausgestatteten OmniMat® L 6500 sind wir für kommende Herausforderungen bestens gerüstet».

Info.: [www.messer-cs.com](http://www.messer-cs.com), [www.messer-castolin.ch](http://www.messer-castolin.ch)

### DER NEUE RENNER AUF DER STREIF

Akkubetriebene Werkzeuge gehören längst zur unverzichtbaren Basisausstattung in Industrie und Handwerk. Auf der Beliebtheitsskala ganz oben werden bald auch akkubetriebene Schweissssysteme rangieren. Dafür sprechen die ersten Praxiserfahrungen mit der brandneuen AccuPocket von Fronius. Zu den Anwendern der ersten Stunde zählt die Bergbahn AG Kitzbühel. Sie nutzt das mobile Elektroden-Schweissgerät bei Montage- und Reparatursinsätzen in unwegsamem Gelände mit grossem Erfolg. Dank des besonders leistungsfähigen Lithium-Ionen-Akkus und der damit einhergehend langen netzunabhängigen Schweisszeit lassen sich solche Einsätze wesentlich schneller und mit weniger Manpower als bisher durchführen.

Die Streif. Ein Name, der die Herzen der Fans des Skirennsports seit Jahrzehnten höher schlagen lässt. Das Skigebiet hat über die Jahre nichts von seiner Attraktivität eingebüsst. Dafür sorgt die Bergbahn AG Kitzbühel seit ihrer Gründung im Jahre 1928. Mittlerweile kümmern sich 500 Mitarbeiter darum, dass die 54 Personentransportlifte – vom einfachen Schlepplift bis zur modernen 10er-Gondelbahn – reibungslos laufen und die insgesamt 170 km an markierten Pisten optimal präpariert sind.

Gut 990 Schneerzeuger garantieren die gewünschte Schneesicherheit im 463 ha umfassenden Skigebiet, das sich über Höhen von 800m bis 2000m erstreckt. Und die Infrastruktur wird ständig weiter modernisiert und ausgebaut. Alleine für 2015 stehen noch ein weiterer 8er-Lift, ca. 210 zusätzliche Schneekanonen und Schneelanzen sowie ein weiterer Speichersee auf dem Investitionsplan.

Die Instandhaltung dieser Infrastruktur sowie des Fuhrparks aus 32 Pistenraupen und weiteren Fahrzeugen führt die Bergbahn AG weitgehend in Eigenregie durch. Dafür unterhält das Unternehmen vier Werkstätten und beschäftigt unter anderem acht geprüfte Schweissfachkräfte. Zu deren Aufgaben gehört in den Sommermonaten die Reparatur der Versorgungsschächte, die Strom und Wasser für die Schneerzeuger bereitstellen. Deren Abdeckung wird im Winter oft beim Präparieren der Piste an den Scharnieren beschädigt, da sie für die Fahrer der Pistenraupen unter der Schneedecke nicht zu lokalisieren sind.

#### Reparaturschweissen ohne Stromgenerator

Etwa 700 solcher Schächte sind über die Pisten rund um Kitzbühel verteilt und liegen zum Teil in Gebieten, die nicht mit dem Auto erreichbar sind. Da der Strom für die Beschneigungsanlagen im Sommer aus Sicherheits- und Energiespargründen ausgeschaltet wird, hiess es in der Vergangenheit bei fälligen Reparaturarbeiten, neben der sonstigen benötigten Ausrüstung einen 200kg schweren 6kV-Stromgenerator auf ein Auto zu verladen, um ihn dann mit bis an den betreffenden Schacht zu tragen bzw. nach Abschluss der Arbeiten wieder abzutransportieren, wofür jeweils bis zu vier Mann erforderlich sind.



Seit Mai 2014 muss die Bergbahn AG für solche und ähnliche Reparaturarbeiten zu ihrer grossen Erleichterung nicht mehr mehrere Mitarbeiter abstellen. Zu diesem Zeitpunkt hat das Unternehmen das erste akkubetriebene Elektroden-Schweissgerät AccuPocket von Fronius angeschafft. Dieses speziell für den mobilen Einsatz konzipierte und mit Hochleistungsakkus ausgestattete Gerät hat die Verantwortlichen in kürzester Zeit überzeugt, wie Uli Aufschnaiter, Betriebsleiter bei der Bergbahn AG, bestätigt: «Wir haben uns nach ersten Tests kurzfristig wegen der klaren Vorteile zu einem Kauf entschieden».

#### Arbeitseinsätze schneller abwickeln

Der grösste Vorzug, den die AccuPocket als akkubetriebenes Gerät bietet, ist natürlich die Mobilität. Damit können der Generator und die bisher erforderlichen Stromkabel in der Regel in der Maschinenhalle stehen bleiben. «Als Vorbereitung für einen Einsatz muss ich neben dem sonstigen Arbeitsmaterial nur noch den Transportkoffer mit der vollgeladenen AccuPocket ins Auto packen und kann dann schon loslegen», sagt der Bergbahn-Schweisstechniker Daniel Seyer, der mit der AccuPocket fast täglich im Gelände arbeitet. «Vor Ort muss ich das Gerät nur aus dem Koffer nehmen, der auch Platz für die Schweisshandschuhe, den Schlackenhammer und die notwendigen Systemkomponenten bietet, und gehe die letzten Meter zum Einsatzort». Da das äusserst robuste Schweissgerät inklusive Akku nur 11 kg wiegt, kann der Techniker gleich auch noch seine sonstige Ausrüstung mitnehmen und spart zusätzliche Wege. «Insgesamt bin ich dank der Netzunabhängigkeit und Kompaktheit der AccuPocket pro Einsatz mindestens eine halbe Stunde schneller fertig».

### Schnellladung in 30 Minuten

Die Ladungskapazität der fest eingebauten Akkus von ca. 400 Wh reicht dabei nach Erfahrung von Daniel Seyer aus, um etwa elf 2,5-mm-Elektroden bzw. acht 3,25-mm-Elektroden zu verarbeiten.

Für Schweißanwendungen in grösserem Umfang kann die AccuPocket im Hybridbetrieb an einem Generator betrieben werden. Dafür reicht aber ein kleiner, kompakter (nur ca. 21 kg schwerer) 2-kVA-Generator aus, weil beim Schweißen die Akkuladung zur Unterstützung herangezogen wird.

Ein kompletter Ladezyklus am mitgelieferten massgeschneiderten Ladegerät AccuCharger dauert nur eine halbe Stunde. «Das bedeutet in der Praxis, dass die Schweißer ihr Gerät über Nacht und in der Mittagspause an die Ladestation hängen und danach wieder die volle Akkukapazität zum Schweißen zur Verfügung haben», berichtet Uli Aufschnaiter.

### AccuPocket auf dem Siegertreppchen

Wie bequem sich mit der Fronius-Lösung dank der hohen Verfügbarkeit, der langen Schweissdauer und der Kompaktheit – ohne Kompromisse bei der Nahtqualität eingehen zu müssen – arbeiten lässt, hat sich bei den Mitarbeitern der Bergbahn AG wie ein Lauffeuer herumgesprochen, wie Daniel Seyer mit Schmunzeln erklärt: «Immer häufiger möchten sich auch die Kollegen aus den Werkstätten die AccuPocket ausleihen». Wegen des positiven Feedbacks der Mitarbeiter und der anstehenden Erweiterungsbauten in Millionenhöhe prüft die Bergbahn AG daher aktuell bereits die Beschaffung weiterer Geräte aus der AccuPocket-Serie.

**Info.: [Kirsten.Ludwig@a1kommunikation.de](mailto:Kirsten.Ludwig@a1kommunikation.de)**

### WASSERSTRAHLSCHNITT: BESONDERS KLEINER UND LEICHTER SCHNEIDKOPF

#### Neuentwicklung mit kurzen Schaltzeiten

Beim Schneiden mit dem Hochdruck-Wasserstrahl wird das Material – im Unterschied zu spanenden, thermischen und Laser-Verfahren – weder thermisch noch mechanisch beansprucht. Deshalb werden mit dem Wasserstrahl bevorzugt thermisch empfindliche Materialien wie Edelstähle oder Sonderlegierungen, Kunststoffe, weiche Materialien wie Schaumstoffe sowie auch Keramik und Glas geschnitten. Je nach Einsatzzweck erfolgt der Schnitt entweder durch einen mit Abrasivstoffen angereicherten Wasserstrahl oder – insbesondere bei Kunststoffen – auch mit reinem Wasser. Um neue, interessante Marktsegmente besser erschliessen zu können, müssen neue Schneidkopfmodelle mit besseren Eigenschaften entwickelt werden.

Ein Grossteil der heute in der Industrie eingesetzten Wasserstrahl-Schneidanlagen wird für die Bearbeitung von Blechen und ebenen Tafeln oder Platten eingesetzt. Sie verfügen daher meist



*Der neue Allfi-Schneidkopf Typ X zeichnet sich durch kompakte Abmessungen, geringes Gewicht und schnelle Schaltzyklen aus (Foto: Allfi)*

nur über zwei numerisch gesteuerte Arbeitsachsen (X- und Y-Richtung). Höhenverstellung sowie eine evtl. gewünschte Anstellung des Schneidkopfs erfolgen häufig mechanisch oder mittels einfacher Elektroantriebstechnik. Bei der Entwicklung der Schneidköpfe standen vor allem Robustheit und Funktionalität im Vordergrund, Abmessungen und Gewicht waren bisher dagegen eher zweitrangig.

#### Perspektive 3D-Einsatz

Inzwischen gibt es zunehmend auch das Bedürfnis, die Wasserstrahlschneidtechnik auch an Rohren, gewölbten Flächen oder sogar komplexen dreidimensionalen Konstruktionen einzusetzen. Für Letzteres werden Schneidköpfe mit möglichst geringen Abmessungen benötigt, damit ein Einsatz auch bei beengten räumlichen Verhältnissen möglich ist. Während Schnitte an Rohren und sanft gewölbten Bauteilen sowie Schrägschnitte häufig noch von Maschinen mit «klassischen» Linearachsen ausgeführt werden, kommen bei komplexen 3D-Anwendungen meist Roboter zum Einsatz. Hier spielt das Gewicht des Schneidkopfs oft eine grössere Rolle. Auf der einen Seite kann sich der Roboter umso schneller bewegen, je geringer das zu bewältigende Gewicht ist. Auf der anderen Seite ermöglicht ein leichter Kopf u.U. die Entscheidung für einen kleineren und damit kostengünstigeren Robotertyp.

Eine weitere wichtige Eigenschaft eines Schneidkopfs ist die erreichbare Schaltgeschwindigkeit des Hochdruckventils. Zusammen mit der Beschleunigung und Geschwindigkeit beim Verfahren des Kopfs zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schnitten hat dies Einfluss auf die Zeit zwischen Ende eines Schnitts und Beginn des nächsten und damit auf die Gesamtproduktivität der Anlage.

#### Der neue Allfi-Schneidkopf Typ X

Als Reaktion auf diese Anforderungen hat Allfi seinen neuen Schneidkopf Typ X entwickelt. Entsprechend zeichnet sich dieser durch geringe Abmessungen und niedriges Gewicht aus. Er ist für einen Arbeitsdruck von 4150 bar ausgelegt und eignet

sich sowohl für Reinwasser- als auch für Abrasiveinsatz. Bei einem Durchmesser von 56mm und einer Länge von 190mm wiegt er lediglich 670g. Damit eignet er sich nicht nur für den Einsatz mit Robotern beim 3D-Schneiden unter beengten räumlichen Verhältnissen; die kompakte Bauform ermöglicht zudem auch besonders enge Abstände beim Einsatz in Mehrkopfanlagen und begünstigt auch hierbei eine hohe Achsdynamik. Weiteres hervorstechendes Merkmal ist zudem seine kurze Schaltzeit von lediglich 0,12 s. Selbstverständlich ist der neue Kopf wie alle Allfi-Produkte sehr robust und für hohe Lebensdauer auch bei hartem Dauereinsatz ausgelegt.

#### Einsatz bei Fa. ImaPack

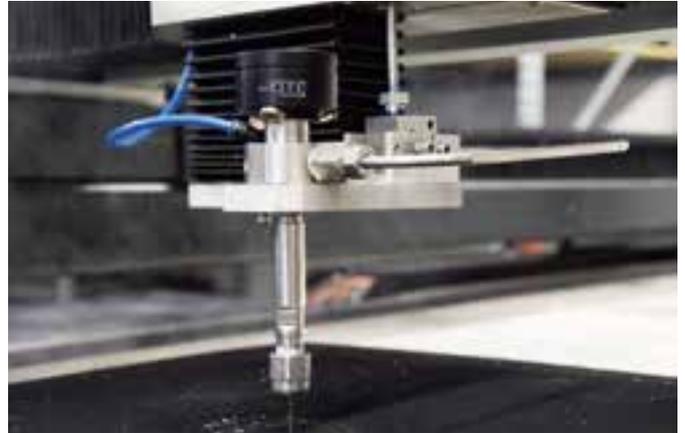
Zu den Anwendern, die diesen neuen Kopf bereits testen konnten, gehört die Fa. ImaPack GmbH in München. Das Unternehmen stellt Stanzwerkzeuge für den Zuschnitt von Kartonagen oder Haftetiketten für den Verpackungsbereich her. Zwischen und neben den Messerleisten der Schnittwerkzeuge sind präzise zugeschnittene Gummimatten angeordnet. Beim Schneiden geben diese nach, so dass die als Schneidlinien bezeichneten Messerleisten herausstehen und den Schnitt ausführen können. Wenn das Stanzwerkzeug anschliessend zurückfährt, federt die Gummischicht ebenfalls zurück und drückt das Schnittgut wieder aus den Zwischenräumen heraus, so dass kein Material «hängenbleibt». Anderenfalls käme es zu Störungen der Anlage. Für den Zuschnitt der Gummimatten investierte ImaPack als erster Stanzformhersteller Münchens bereits vor acht Jahren in eine moderne Wasserstrahlschneidanlage.



Die hochpräzise mit dem Wasserstrahl geschnittenen Gummimatten drücken das Schnittgut nach dem Schnitt wieder aus den Zwischenräumen zwischen den Messerleisten heraus, so dass es nicht hängenbleibt (Foto: ImaPack)

#### Beim Wasserstrahlschnitt ist Service Trumpf

Bei der Herstellung der Stanzwerkzeuge spielt Geschwindigkeit eine entscheidende Rolle: Neue Werkzeuge müssen häufig schon 48 Stunden nach Bestelleingang ausgeliefert werden. Da man mit der Wasserstrahltechnik inzwischen auch noch weitere Materialien wie Schaumstoffe, Styropor oder Dichtungswerk-



Einsatz beim Zuschnitt von Schaumstoffen (Foto: Allfi)

stoffe schneidet, ist ImaPack noch stärker auf eine hohe Anlagenverfügbarkeit angewiesen. Als man jedoch vor einem halben Jahr in eine zweite Anlage mit einer grösseren Arbeitsfläche investierte, erwiesen sich deren Schneidköpfe als Enttäuschung: In dem halben Jahr seit Inbetriebnahme des Systems hatte man hiermit schon mehr Ausfälle als mit der alten Anlage in ihren gesamten acht Betriebsjahren. Die neuen Köpfe wurden alle Naselang undicht, und das nicht allmählich, sondern so katastrophal, dass man schon wenige Minuten nach dem Auftreten der ersten Symptome den Job abrechnen musste. Da man bei der Anlage einen unterbrochenen Job nach der Reparatur nicht an der gleichen Stelle neu starten lassen kann, geht dann unter Umständen die gesamte bis zu 2.080 x 1.080 mm grosse Platte verloren

Deshalb war man sehr erleichtert, als man vor einigen Monaten eher zufällig in Kontakt mit der zuständigen Serviceniederlassung der Firma Allfi AG aus Stans (Schweiz) kam, die sich auf herstellerunabhängigen Service für Wasserstrahlschneidtechnologie spezialisiert hat. Diese stellte kurz entschlossen einen Prototypen ihres soeben neu entwickelten Schneidkopfs Typ X zur Verfügung. «Der neue Allfi-Schneidkopf funktionierte auf Anhieb hervorragend und hatte seither keinerlei Ausfälle, obwohl sein Ventil aufgrund der kleinen Teileabmessungen praktisch ständig im On-Off-Betrieb ist», bilanziert ImaPack-Betriebsleiter Steffen Brüggemann. Da man selbst Dienstleister sei, müsse man sich auch bei der eigenen Ausrüstung auf zuverlässige Partner verlassen können. Mit dieser Aktion habe Allfi sowohl seine fachliche Kompetenz als auch seine Servicebereitschaft überzeugend bewiesen.



Steffen Brüggemann (Foto: Allfi)

Klaus Vollrath

## EXISTENZGRÜNDUNG IN DER SCHWEISSTECHNIK



**Ein Exklusivinterview mit Peter Schmidt (CEO der SwissBeam AG) über Beweggründe, Chancen und Risiken einer Unternehmensgründung in Form eines Management Buy-Outs**

**Herr Schmidt, im Jahr 2013 entschieden Sie sich zur Existenzgründung im Bereich des Elektronenstrahlschweissens. Was waren Ihre Beweggründe?**

Als Produktionsleiter habe ich die Abteilung Elektronenstrahlschweissen bereits seit sieben Jahren neben anderen Abteilungen geführt. Als sich die Möglichkeit eröffnete, die Abteilung in Form eines MBOs zu übernehmen, lagen die wesentlichen Beweggründe in der Sicherung des eigenen Arbeitsplatzes bzw. Gründung eines Unternehmens mit der Aussicht auf ein langfristiges Erfolgspotenzial.

**Wo sind die wesentlichen Vor- und Nachteile eines MBO?**

Die Neugründung eines Unternehmens startet von Null an. Daher müssen nicht nur Beziehungen zu Kunden und Lieferanten aufgebaut, ein Mitarbeiterteam gesucht, sondern es auch ein zukünftiger Markt erobert und schliesslich gefestigt werden. Eine Neugründung birgt nicht nur Risiken, sie bietet auch Chancen, da das Unternehmen nach eigenen Vorstellungen geplant und quasi völlig neu auf der grünen Wiese entstehen kann.

Beim MBO übernimmt man ein bekanntes und möglichst funktionierendes Unternehmen und führt es weiter. Mitarbeiter, Maschinen und Einrichtungen sind vorhanden und eingearbeitet und der Markt für die Dienstleistung Elektronenstrahlschweissen besteht bereits. Das bemerkenswerteste sind die vorhandenen Beziehungen zu Kunden und Lieferanten.

Diese Vorzüge besagen jedoch keinesfalls, sich einfach «ins gemachte Nest» zu setzen. Sie kommen nur dann zum Tragen, wenn man als Nachfolger auch die persönlichen und unternehmerischen Anforderungen mit Leib und Seele mitbringt.

Vor allem die hervorragenden Kenntnisse über betriebsspezifische Gegebenheiten und der Einblick in die vorhandenen Substanz- und Ertragssituationen erleichtern den Schritt in die Selbstständigkeit.

**Welche wesentlichen Erfahrungen als Jungunternehmen haben Sie bis heute gewonnen?**

Die ersten unternehmerischen Erfahrungen konnte ich unmittelbar nach der Gründung machen, in dem ich auf überaus viele positive Reaktionen seitens bestehender Kunden, sowie Mitarbeitern gestossen bin. Dabei erwarb ich eine grosse persönliche Zufriedenheit sowie ein enormes Verantwortungsbewusstsein.

Der Gründungsprozess war sehr komplex, bei dem es vielfältige Anliegen wie betriebswirtschaftliche, finanzielle, rechtliche aber auch steuerliche Fragen zu beachten gab. Mit Unterstüt-

zung von professioneller Hilfe konnte ich hinsichtlich oben genannter Themen sehr gute und hilfreiche Erfahrungen sammeln. Ich kann auch kleinen Unternehmen empfehlen, diese Hilfe mit einzubeziehen, damit die Konzentration auf die Kernaufgaben des Unternehmens ausgerichtet werden kann.

**Was bedeutet nach der Gründung SwissBeam die neue Unabhängigkeit für Sie?**

Vor allem meine Visionen umzusetzen, die Chance Innovationen voranzutreiben und dabei die unternehmerische Verantwortung zu übernehmen.

**Unternehmer bringen eine hohe Arbeitsbelastung mit sich. Wie managen Sie die Work-Life-Balance?**

Zugegeben, die Herausforderung sind deutlich höher als bei einer Anstellung. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass ich nach wie vor Aufbauarbeit leiste, kommen viele Arbeitsstunden zustande. Meine persönliche Lösung ist, dass die Wochenenden komplett der Familie, Freunden und Hobbys gehören und es dabei auch wichtig ist, sich kleine gemeinsame Inseln, beispielsweise Kurzurlaube, zu gönnen. Langfristig ist dem Unternehmen nicht gedient, wenn man ausbrennt.

**Wie unterscheidet sich Ihre Unternehmenskultur von heute zu früher?**

Ein kreatives Arbeitsumfeld, eine hohe Identifikation, Verantwortungsbewusstsein und Innovationskraft sind gelebte Werte bei den SwissBeam-Mitarbeitern und dabei wird uns eine hohe Schlagkraft attestiert.

**Und was bedeutet das für die Mitarbeiter?**

Da wir ein kleines und junges Unternehmen sind muss ich mich voll und ganz auf meine Mitarbeiter verlassen können. Jeder Einzelne ist für den Erfolg von Swissbeam mitverantwortlich. Nur so ist unser Unternehmen und der Arbeitsplatz jedes Einzelnen gesichert, und nur so können wir unsere ambitionierten Zukunftspläne umsetzen.

**Hat sich der Führungsstil vom Produktionsleiter zum Unternehmer geändert?**

In der Führung von SwissBeam gilt die gleiche Lehre wie in einer leitenden Funktion bei einem Arbeitgeber. Bei beiden Führungspositionen zählen ein hohes Mass an Verantwortung und Identifikation, sowie ein langfristiger und erfolgsorientierter Planungshorizont.

**Wo sehen Sie SwissBeam in fünf Jahren?**

Seit der Gründung konnten wir ein stetiges Wachstum erzielen und derzeit sind wir mit dem Geschäftsverlauf sehr zufrieden. Wir bedienen unsere Kunden weiterhin auf hohem Qualitätsniveau und verfolgen attraktive Geschäftschancen.

Wir wollen in Zukunft in neue Technologien investieren und neue Räumlichkeiten beziehen. Von daher ist unser Ziel, durch Kontinuität und Wachstum zur ersten (Schweizer-) Adresse als Dienstleister im Bereich des Elektronenstrahlschweissens zu werden.

Besten Dank für das Gespräch  
A. Schmelzer



Wirtschaft besinnen, den der britische Schriftsteller George Bernard Shaw folgendermassen beschrieben hat: «Ökonomie ist die Kunst, das Beste aus unserem Leben zu machen». Mit anderen Worten: Es geht nicht um Einkommensmaximierung, sondern um die Maximierung des Glücks, der Zufriedenheit oder, wissenschaftlicher ausgedrückt, des subjektiven Wohlbefindens. Wozu sonst verdient man Geld, das man ja am Ende des Lebens nicht mitnehmen kann?

Aus ökonomischer Sicht geht es bei der Suche nach der Verwirklichung eines glücklichen Lebens um einen zweistufigen Prozess. Erstens müssen wir ein Einkommen erzielen, damit wir uns die Dinge leisten können, die wir für ein glückliches Leben brauchen. In dieser Hinsicht sind wir in den Industrieländern im Allgemeinen Profis. Von klein auf lernen wir die Fähigkeiten, die es braucht, um in der Arbeitswelt Karriere zu machen. Leider reicht das aber nicht aus, wie viele Menschen in ihrem späteren Leben schmerzlich erfahren müssen. Man muss auch in der Lage sein, das verdiente Einkommen so zu verwenden, dass es glücklich macht. Das ist die zweite, noch schwierigere Stufe bei der Verwirklichung eines glücklichen Lebens. Und in dieser Beziehung sind wir oft grauenhafte Amateure. So gut wir beim Geldverdienen sein mögen, so schlecht sind wir bei der Umsetzung des Einkommens in Glück. Die dafür erforderlichen Fähigkeiten, die sich mit dem französischen Begriff «Savoir-vivre» oder dem deutschen Wort «Lebenskunst» umschreiben lassen, werden uns in der Schule nicht beigebracht.

Ein Mensch, der nur ans Geldverdienen denkt, handelt unökonomisch, weil er damit sein Glück nicht maximiert. Er verhält sich ineffizient, und zwar in dem Sinn, dass er seine ihm zur Verfügung stehenden Ressourcen nicht optimal nutzt. Die wesentlichen Ressourcen für den einzelnen Menschen sind Zeit und Geld. Das Ziel muss sein, den optimalen Mix von Zeit und Geld zu finden, der zu einem möglichst glücklichen Leben führt. Bei der Frage nach dem Glück des Einzelnen trifft sich somit die ökonomische Betrachtungsweise mit der Psychologie und der Philosophie. Es geht um eine Rückbesinnung auf den eigentlichen Zweck des Wirtschaftens, der nicht in der Einkommensmaximierung, sondern in einem möglichst glücklichen Leben besteht.

Was sind die Tretmühlen des Glücks? Im Wesentlichen lassen sich vier solcher Tretmühlen unterscheiden. Als Erstes haben wir die sogenannte Statustreitmühle. Auf der ganzen Welt empfinden die Menschen tiefe Befriedigung darin, mehr zu verdienen oder zu besitzen als ihre Kollegen, Nachbarn oder Familienmitglieder, das bringt sozialen Status. Allerdings gibt es da folgendes Problem: Nicht alle können mehr als der Durchschnitt verdienen. Deshalb wird das Streben nach mehr Einkommen von allen für die Wirtschaft als Ganzes zu einem Nullsummenspiel. Auch wenn das allgemeine Einkommensniveau in einem Land absolut ständig ansteigt, bleibt doch eine Mehrheit der Bevölkerung unter dem Durchschnittseinkommen und blickt neidvoll auf die oberen Zehntausend.

**Glück und Einkommen bei verschiedenen Einkommensklassen in den USA im Jahre 1994**

Gesamtes Haushaltseinkommen	sehr glücklich (in Prozent)	ziemlich glücklich (in Prozent)	nicht so glücklich (in Prozent)	Durchschnitt Glückesrating
Durchschnitt für alle Einkommensklassen	28	60	12	2,4
weniger als 10000	18	62	20	1,8
10000 bis 20000	21	64	15	2,1
20000 bis 30000	27	61	12	2,3
30000 bis 40000	31	61	8	2,5
40000 bis 50000	31	69	10	2,4
50000 bis 75000	36	58	7	2,6
über 75000	44	49	6	2,8

The Berkeleyshire Strangers who regard one another as being just as happy as they are, just as good as they are, and just as good as they are.



Die starke Bedeutung des relativen Einkommens für das Glück und die Zufriedenheit der Menschen ist somit eine erste Erklärung für die zu beobachtende Stagnation des subjektiven Wohlbefindens im Westen. Solange ein Land arm ist, zählen erst einmal die absoluten Bedürfnisse wie Essen und ein Dach über dem Kopf. Doch kaum sind die Grundbedürfnisse abgedeckt, gewinnen soziales Prestige und Status mehr an Bedeutung. Die Menschen fangen an, sich mit den übrigen Bürgerinnen und Bürgern ihres Landes zu vergleichen, und verhindern damit einen weiteren Anstieg ihres eigenen Glücksempfindens.

Ein weiterer Tretmühleneffekt kommt dadurch zustande, dass die Menschen sich relativ rasch an ein höheres Einkommensniveau gewöhnen und dieses nach kurzer Zeit als selbstverständlich betrachten. Dies ist die sogenannte Anspruchstretmühle (hedonic treadmill), ein aus der Psychologie importierter Begriff. So weiss man, dass ein Lottogewinn den Empfänger für kurze Zeit sehr glücklich macht, aber bald danach pendelt sich das Glücksempfinden wieder auf seinen Normalzustand ein, und der Lottogewinner ist so glücklich oder unglücklich wie vor dem Gewinn. Dieses Beispiel ist typisch für die Freude an materiellen Dingen, die meist nur von kurzer Dauer ist. Egal ob ein neues Auto oder ein neues Mobiltelefon. Die anfängliche Freude verpufft nach kurzer Dauer.

Auch die Entwicklung zur Multioptionsgesellschaft führt zu einem Tretmühleneffekt, der sich als Multioptionstretmühle beschreiben lässt. Mit dem Wirtschaftswachstum ist eine immer grössere Vielfalt an Gütern und Dienstleistungen verbunden. Gleichzeitig sind religiöse Tabus weggefallen, welche dem menschlichen Handeln früher Grenzen setzten. Die Optionen für Arbeit, Freizeit und Konsum nehmen ständig zu, «anything goes». Aber der Entscheid für die richtige Option wird dadurch schwieriger, da die stets steigende Zahl an Optionen auf ein konstantes Zeitbudget trifft. Die Auswahl wird so von einem Dürfen zu einem Müssen und damit zu einer Tyrannei. Ein gutes Beispiel dafür ist die Entwicklung des Fernsehens. Zu Beginn der fünfziger Jahre, als der Fernseher die Wohnstuben eroberte, hatten die meisten Menschen in Europa noch keine Programmauswahl und mussten sich mit einem nationalen Programm begnügen. Was für eine Freude war es da, als endlich auch ausländische Sender empfangen werden konnten und zweite oder sogar dritte Programme entstanden. Die neue Auswahlmöglichkeit emanzipierte die Menschen von der Diktatur des nationalen Monopolprogramms. Bald wurde aus dem Segen ein Fluch. Mit der Entwicklung von Kabel- und Satellitenfernsehen stieg die Zahl der empfangbaren Fernsehprogramme rasch auf über hundert, und heute kann man zwischen tausend Fernsehprogrammen wählen. Nur leider ist unter solchen Bedingungen eine vernünftige Auswahl nicht mehr möglich. Entweder man verbringt den Rest des Lebens damit, alle Fernsehprogramme zu studieren, oder man zappt sich wahllos durch das Angebot. Und häufig beschränken sich die Menschen einfach

auf ein paar wenige Programme und ignorieren den Rest, womit sie de facto wieder auf der gleichen Stufe wie in den sechziger Jahren sind.



Schliesslich gibt es eine Zeitspartretmühle, die uns ebenfalls zu schaffen macht. Technischer Fortschritt führt dazu, dass wir bestimmte Aktivitäten immer schneller und in kürzerer Zeit durchführen können. Trotzdem gelingt es uns im Allgemeinen nicht, Zeit zu sparen, denn es kommt zu einem sogenannten Rebound-Effekt. Je schneller eine Aktivität durchgeführt werden kann, umso mehr und umso häufiger wird sie durchgeführt. Das beste Beispiel dafür ist der Verkehr. Je schneller die Transportmittel werden, umso weiter und häufiger fahren wir. Die für Transport aufgewendete Zeit bleibt ungefähr konstant, ganz egal mit welchen Transportmitteln wir uns fortbewegen. Das ist die sogenannte Constant-Travel-Time-Hypothese, die praktisch weltweit Gültigkeit besitzt. Sowohl in Tansania als auch in den USA wenden die Menschen pro Tag etwa siebzig Minuten für Mobilität auf. Nur tun sie dies in Tansania zu Fuss, während die Fortbewegung in den USA fast nur mit dem Auto stattfindet. Mit anderen Worten: Wann immer wir das Strassennetz ausbauen, fangen die Menschen sofort an, grössere Distanzen zurückzulegen. Zeitsparen wird zur Illusion.



Insgesamt schlage ich in meinem Buch «Die Tretmühlen des Glücks» zehn Strategien vor, die uns dabei helfen können, den Tretmühlen des Glücks zu entgehen. Als Beispiel sei hier die erste Strategie, die Wahl des richtigen Teiches, vorgestellt. Wegen der Statustretmühle hängt das Glück der meisten Menschen vom Vergleich mit anderen ab. Besonders der Beruf spielt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. Hochrangige und gutbezahlte Positionen sind zum ultimativen Statussymbol geworden. Die meisten Menschen sind jedoch weder hochbezahlte Manager noch erfolgreiche Anwälte oder berühmte Ärzte. Und erst recht sind sie keine gefeierten Schauspieler, berühmten Spitzensportler oder gar eine weltbekannte Persönlichkeit. Wir sind fast alle kleine Frösche in einem grossen Teich. Der beste Weg zu mehr Zufriedenheit für solche kleinen Frösche wäre natürlich, die grossen Frösche zu ignorieren. Aber das schaffen im Allgemeinen nur Heilige, Eremiten oder Verrückte. Untersuchungen legen nahe, dass die Menschen mit einer inneren Stimme auf die Welt kommen, die sie antreibt, so weit wie möglich auf der Hierarchieleiter nach oben zu klettern. Normale Menschen kommen also nicht umhin, sich mit anderen zu vergleichen. In diesem Punkt (und nicht nur in diesem) sind die Menschen den Affen sehr ähnlich. Kommt ein Affe in eine neue Gruppe, wo er einen höheren Status besitzt, dann steigt sein Serotoninspiegel. Und Serotonin ist der Botenstoff im Gehirn, den man mit Glücksgefühlen in Verbindung bringt. Doch es gibt eine einfache Möglichkeit, die Wirkung der Statustretmühle zu mildern. Wenn die Frösche um uns herum zu gross sind, dann sollten wir uns einen anderen Teich suchen. Karl Marx hat einmal gesagt: «Ein Haus kann gross oder klein sein. Solange die Häuser in der Nachbarschaft genau so klein sind, ist es vollkommen ausreichend. Wenn aber neben einem kleinen Haus ein Palast entsteht, wird das kleine Haus zur Hütte». Wer sich also nur ein kleines Haus leisten kann, sollte es nicht direkt neben einen Palast bauen. Das wäre sicher der falsche Teich. Besser ist es, sich eine Gegend zu suchen, in der alle in Häuschen wohnen. Andernfalls ist der Tag schon verdorben, wenn man morgens aus der Haustür tritt und den Palast von nebenan erblickt.

Beispiele aus dem Sport zeigen, wie die Wahl des richtigen Teiches hilft, den körperlich unterschiedlich beschaffenen Wettkämpfern gerecht zu werden, etwa in der Unterscheidung von Gewichtsklassen beim Boxen oder Gewichtheben. 50 Kilo schwere Männer müssen nicht «David gegen Goliath» spielen, indem sie auf 120 Kilo-Schwergewichtsboxer treffen. Und sie müssen sich nicht demütigen lassen, indem sie sich abmühen, ein Gewicht zu stemmen, das schwerere Wettkampfgegner mit einem Arm heben. Natürlich haben nicht alle Gewichtsklassen das gleiche Prestige, und ein Schwergewichtschampion besitzt mehr Ansehen als ein Champion im Fliegengewicht. Trotzdem ist es für ein Fliegengewicht besser, Champion in seiner Gewichtsklasse zu sein, als sich von einem Koloss in der prestigeträchtigen Superschwergewichtsklasse k.o. schlagen zu las-



sen. Es braucht eine Vielfalt lokaler Teiche, damit möglichst viele Menschen irgendwo einen grossen Frosch abgeben können. Ein «local hero» zu sein, ist nämlich weit befriedigender als die Position des «global loser».

#### 10 Strategien um den Tretmühlen zu entgehen

1. Wahl des richtigen Teiches!
2. Attraktives Sozialleben statt Anhäufung materieller Güter!
3. Nicht immer nach dem Besten suchen!
4. Vermeidung von stressigen Formen des Familienlebens!
5. Nutzung der Potentiale für zeitliche räumliche Flexibilisierung!
6. Keine Verherrlichung von Effizienz, Innovation, Wettbewerbsfähigkeit und Reformen!
7. Einführung von verpflichtenden Beschränkungen!
8. Kampf der Ranking Manie!
9. Beschränkung der Spitzensaläre statt mehr staatlicher Umverteilung!
10. Förderung der Lebenskunst!

## Höherfrequentes Hämmern (HFH, HFMI) Internationaler Stand der Technologie und Anwendung im Schienenfahrzeugbau

Dass man mittels Hämmern Druckeigenstressungen erzeugt, die sich positiv auf die Schwingfestigkeit auswirken ist schon sehr lange bekannt. Jedoch war die Wirkung der hierzu verwendeten, herkömmlichen Luftmeissel oder auch Nadelhammer so ungleichmässig und oft auch oberflächlich, dass dieses Hämmern wegen der mangelnden Reproduzierbarkeit nie anerkannt wurde.

Erst durch die Entwicklung des höherfrequenten Hämmerns, (in Deutschland bekannt unter HFH, international unter HFMI) wurde von der Wissenschaft diese Technologie anerkannt. Am Beispiel des weltweit am verbreitetsten eingesetzten Verfahrens PIT möchte ich den Stand dieser Technologie erläutern.

---

*Dipl.-Ing.(FH) Peter Gerster GEC Ehingen, IWE*

---

Der englischsprachige Begriff Pneumatic Impact Treatment (PIT) bezeichnet ein Nachbehandlungsverfahren, wobei durch höherfrequentes Hämmern der Oberfläche eine Steigerung der Ermüdungsfestigkeit erzielt wird. Im Speziellen wird die Methode bei Schweissverbindungen angewendet, wobei eine wesentliche Erhöhung der Lebensdauer erreicht werden kann. Die Wirkungsweise beruht dabei auf einer Reduktion der geometrischen Kerbwirkung am Nahtübergang, einem Aufbau von Druckeigenstressungen und einer Verfestigung des Materials im nachbehandelten Bereich. Durch die einfache Bedienbarkeit und einer hohen Reproduzierbarkeit zeichnet sich das Verfahren insbesondere für industrielle Anwendungen im Anlagen-, Behälter-, Maschinen- oder Stahlbau, Schienenfahrzeugbau, usw. aus. Abb. 1 zeigt die erforderliche Ausrüstung (Handgerät mit Steuergerät).

### Ermüdungsfestigkeit

Unter Materialermüdung wird eine Schädigung oder ein Versagen von Bauteilen und Werkstoffen unter zyklischer Beanspruchung verstanden. Es bilden sich dabei Anrisse bevorzugt an Kerben, Fehlstellen oder hochbeanspruchten Zonen, welche sich fortlaufend vergrössern und schliesslich zum Versagen oder Ausfall der Komponente führen. [1]

Im Allgemeinen steigt die Ermüdungsfestigkeit mit zunehmender statischer Festigkeit eines Werkstoffs. Im Fall von geometrischen Unregelmässigkeiten wie Kerben, welche konstruktionsbedingt oder durch Schweissverbindungen entstehen können, ist dieser Zusammenhang durch die zunehmende Kerbempfindlichkeit hochfester Materialien, nur bedingt erfüllt.

Aus diesem Grund ist das Ermüdungsverhalten geschweisster Stahlverbindungen nach aktuellen Richtlinien [2] und Empfehlungen [3][4] generell unabhängig von der Streckgrenze des verwendeten Grundmaterials. Bedingt durch die ständig wachsenden Forderungen nach einer erhöhten Leichtbauweise und einer Steigerung der Lebensdauer von Komponenten und Strukturen, ist jedoch eine Verbesserung des Ermüdungsfestigkeitsverhaltens unerlässlich. Dies kann beispielsweise durch den



Abb. 1: PIT Ausrüstung

Einsatz einer PIT-Nachbehandlung bei höher- und hochfesten, aber auch niederfesten Grundmaterialien erzielt werden.

### Verfahrensbeschreibung

Das PIT-Verfahren ist ein pneumatisch betriebenes, höherfrequentes Hämmerverfahren, welches zur mechanischen Nachbehandlung von geschweissten Verbindungen und hochbeanspruchten ungeschweissten Zonen eines Bauteils entwickelt wurde. Sowohl die Bearbeitungsfrequenz, als auch die Schlagintensität sind unabhängig voneinander einstellbar, wodurch es möglich ist den unterschiedlichen Anforderungen verschiedener Werkstoffe und Schweissnahtgeometrien gerecht zu werden. Ein pneumatischer Muskel im Gerät wandelt die Druckenergie in mechanische Impulse um, welche durch einen oder mehreren gehärteten Stahlbolzen auf die zu behandelnde Oberfläche übertragen werden.

Um die Vibrationen während der Behandlung möglichst gering zu halten, ist ein weiteres Federsystem inkludiert, so dass das Handgerät von der Schlagkraft vollständig entkoppelt ist. Dies bewirkt eine geringe Handarmvibration in der Höhe von rund  $5 \text{ m/sec}^2$  für den Bediener und zusätzlich ergibt sich eine nahezu konstante Schlagkraft, wodurch eine hohe Reproduzierbarkeit gewährleistet ist.

Die Vorschubgeschwindigkeit bei Stahl beträgt etwa  $20 \text{ cm/min}$  bei einer frei wählbaren Bearbeitungsfrequenz des oder der Stahlbolzen von bis zu  $80\text{-}120 \text{ Hz}$ . Über die Druckluft lässt sich die Schlagintensität stufenlos einstellen, wobei im Gegensatz zu anderen Verfahren das Gerät bereits bei einem Druck von unter  $4$  bis  $5 \text{ bar}$  funktionstüchtig ist und somit einen geringen Luftverbrauch von etwa  $175$  bis  $250 \text{ l/min}$  aufweist. Das Abführen der Abluft nach vorne zur Bearbeitungsstelle hat den Vorteil, dass Lackpartikel, Metallspäne und sonstige Verunreinigungen weggeblasen und nicht ungewollt in die Werkstückoberfläche eingedrückt werden, und die strömende Luft den oder die Bolzen kühlt und dadurch die Standzeit deutlich erhöht wird. [5]

**Wirkungsweise der PIT Technologie**

Gegenüber anderen Nachbehandlungsverfahren, wie zum Beispiel Schleifen, Kugelstrahlen oder Spannungsarmglühen, wobei eine Steigerung der Ermüdungsfestigkeit bzw. Lebensdauer meist nur durch einen Effekt erzielt wird, kommen beim PIT-Verfahren folgende Wirkungsweisen kombiniert zur Geltung:

- **Reduktion der geometrischen Kerbwirkung**

Durch die Nachbehandlung wird der für die Ermüdungsbeanspruchung kritische Übergang vom Grundmaterial zur Schweißnaht ausgerundet (siehe Abb. 2 und 3), wodurch dies zu einer wesentlichen Reduzierung der geometrischen Kerbwirkung in diesem Bereich führt. Speziell bei kerbscharfen Geometrien, wie zum Beispiel Schweißnahtenden, trägt dieser Effekt wesentlich zur Wirkungsweise bei.

- **Verfestigung des Materials**

Bedingt durch die Umformung des Materials findet im nachbehandelten Bereich eine lokale Verfestigung statt. Je nach Werkstoff und Verfestigungsverhalten kann dies zu einer wesentlichen Erhöhung der Härte und somit auch zu einer Festigkeitssteigerung führen.

- **Aufbau von Druckeigenstressungen**

Zusätzlich zur lokalen Verfestigung werden Druckeigenstressungen eingebracht, welche entgegen den ermüdungsrelevanten Zugspannungen wirken und dadurch die gesamte Beanspruchung in der höchstbelasteten Zone senken. Zur Verifikation des sich ausbildenden Eigenspannungszustandes durch die Nachbehandlung können Messungen der Eigenspannungen mittels Röntgendiffraktometrie oder Bohrlochmethode dienen, aber auch eine Abschätzung des lokalen Eigenspannungszustandes basierend auf einer numerischen Simulation ist möglich.

Im Abb. 6 sind die vorhandenen hohen Zugeigenstressungen (blaue Kurve) nach dem Schweißen dargestellt. Die Werte liegen im Bereich der Zugfestigkeit des Grundwerkstoffes. Die Simulation des Eigenspannungsverlaufes nach der PIT-Behandlung (rote Kurve) zeigt, dass durch diese Behandlung Druckeigenstressungen ebenfalls in der Höhe der Festigkeit des Grundwerkstoffes im oberflächennahen Bereich eingebracht werden. Deutlich ist auch die Tiefenwirkung der Druckeigenstressungen (bis ca. 2,3mm) zu erkennen. Auch die Messergebnisse der Druckeigenstressungen mit der klassischen Bohrlochmethode (bis ca. 1 mm Tiefe) stimmen speziell bei dem Experiment 2 sehr gut mit der Simulation überein.

Im Abb. 5 sieht man sehr schön die Verteilung der Eigenspannungen nach dem Schweißen und ohne PIT Behandlung. Abb. 6 zeigt das Eigenspannungsniveau nach der PIT Behandlung. Deutlich sind die sehr hohen Druckeigenstressungen bis (mit blauer Farbe) über 800 MPa zu sehen.

Das Ergebnis dieser verschiedenen Faktoren spiegelt sich sehr deutlich in dem Wöhler-Schaubild Abb. 7 wider.

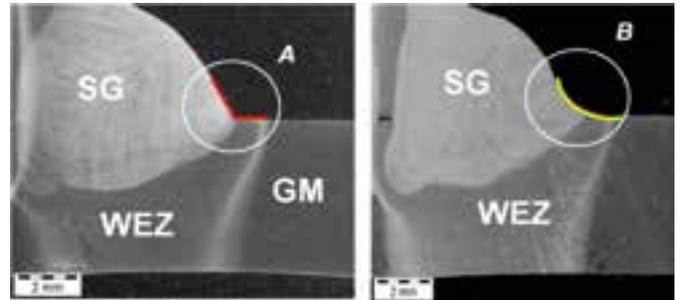


Abb. 2: Makroschliff A

Abb. 3: Makroschliff B

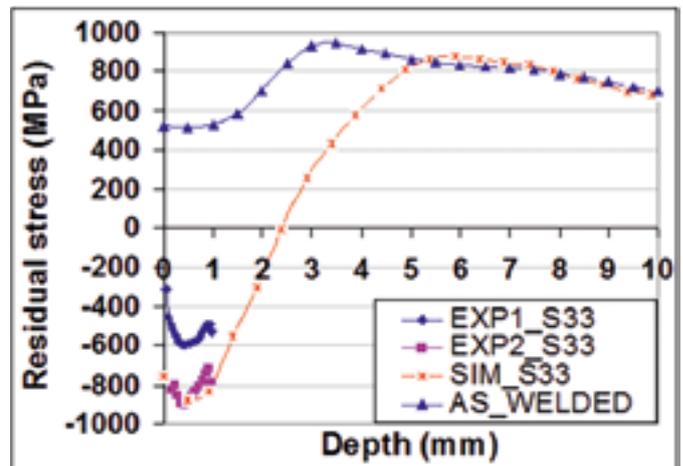


Abb. 4: Eigenspannungen längs zur Schweißnaht



Abb. 5: Zugeigenstressungen ohne PIT

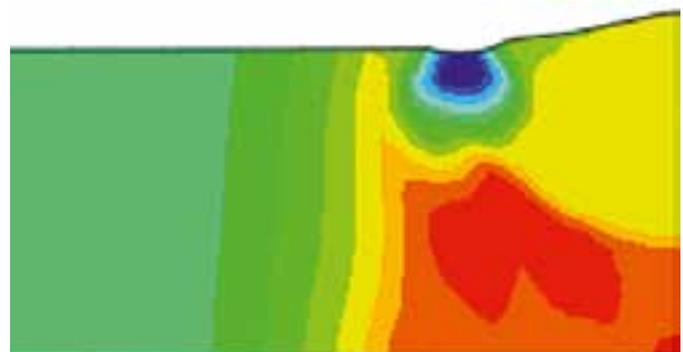


Bild 6: Druckeigenstressungen durch PIT

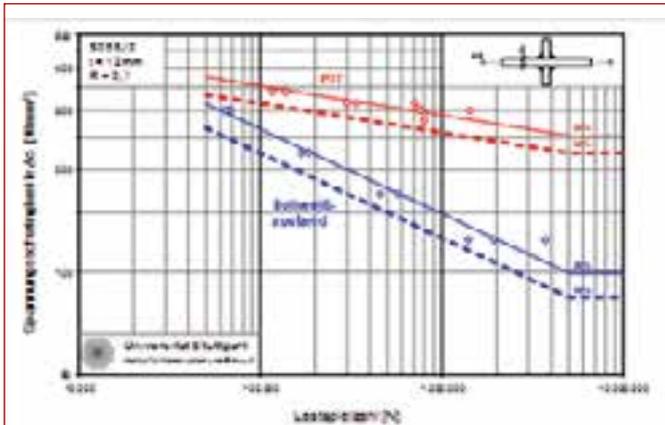
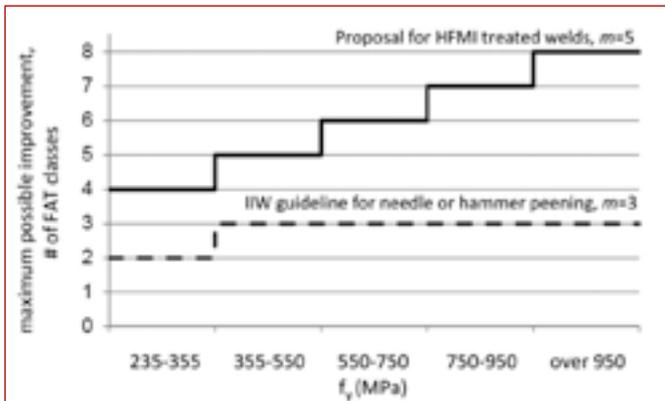


Abb. 7: Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit S355



$f_y$ (MPa)	Longitudinal welds	Transverse welds	Butt welds
All $f_y$	As-welded, $m = 3$ [2] 71	80	90
	Improved by hammer or needle peening, $m = 3$ [1]		
$f_y < 355$	90	100	112
$355 < f_y$	100	112	125
	Improved by HFMI, $m = 5$		
$235 < f_y < 355$	112	125*	140*
$355 < f_y < 550$	125	140	160
$550 < f_y < 750$	140	160	180
$750 < f_y < 950$	160	180*	-
$950 < f_y$	180	-	-

\* no data available.

Abb. 8: Auszug aus IIV Dokument XIII-2452r1-13

### Forschungsergebnisse

Im Rahmen des International Institute of Welding (IIW) wurde der Effekt von Schweißnahtnachbehandlungen auf die Ermüdungsfestigkeit bereits umfassend untersucht, woraus auch internationale Empfehlungen [2] und Anwendungsrichtlinien [3] entstanden sind. Das höherfrequente Hämmern wurde hierbei unter dem englischen Begriff High Frequency Mechanical Impact (HFMI) Treatment eingeführt und basierend auf aktuellen Forschungsergebnissen wurden Vorschläge für eine von der Grundmaterialfestigkeit abhängige Steigerung der Ermüdungsfestigkeit ausgearbeitet, welche derzeit in die Richtlinien eingearbeitet werden. [6][7][8]

Abb. 8 zeigt in einem Auszug aus dem IIW Dokument XIII-2452r1-13 von Marquis et al. pdf 2 Tabellen über vorgeschlagene Erhöhungsfaktoren. Hier sieht man deutlich die wesentlich höheren Faktoren gegenüber dem konventionellen Hämmern.

Zahlreiche Untersuchungsergebnisse [9][10][11] für geschweißte Stahlverbindungen mit einer Streckgrenze von 235 bis 1300 MPa zeigen beispielhaft, dass durch eine PIT-Nachbehandlung eine wesentliche Steigerung der Ermüdungsfestigkeit von bis zu 250 % im Bereich der Langzeitfestigkeit (ab rund einer Millionen Lastzyklen) erreicht werden kann. Durch vergleichende Versuche an Grundmaterialproben wird ausserdem verdeutlicht, dass bei einer Anwendung des Verfahrens die Ermüdungsfestigkeit des Grundmaterials nahezu zur Gänze ausgenutzt werden kann, womit ein hohes Leichtbaupotenzial für geschweißte Strukturen gegeben ist. Des Weiteren wird gezeigt, dass diese Nachbehandlungstechnik eine effektive Möglichkeit zur Ertüchtigung bereits bestehender Strukturen darstellt. [12]

### Qualitätssicherung

Zur industriellen Anwendung ist eine hohe Reproduzierbarkeit und qualitätssichernde Massnahmen ein wesentlicher Aspekt. Neben einer fachlich fundierten Einschulung und Sensibilisierung des Bedieners kann die Qualität einerseits durch optische Kontrollen der Behandlungsspur nach der Anwendung, sowie durch eine Prüfung der Intensität der Behandlung mit Hilfe des PIT-ALMEN Intensitätstests vor der Nachbehandlung erfolgen. Durch diese Massnahmen wird eine gleichbleibende Qualität und Wirkung des PIT-Verfahrens nachhaltig gewährleistet. [13]

### Vorteile durch PIT

Der wesentliche Vorteil durch die PIT-Behandlung besteht in einer Steigerung der Ermüdungsfestigkeit und in weiterer Folge der Lebensdauer geschweißter Verbindungen und hochbeanspruchter Komponenten. Durch das Verfahren kann einerseits die Festigkeit nieder-, höher- und hochfester Grundmaterialien nahezu zur Gänze ausgenutzt werden, wodurch ein erhebliches Leichtbaupotential und eine Einsparung von Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemission entsteht, aber auch eine Ertüchtigung von Bauteilen im Betrieb ist wirkungsvoll möglich.

Die kompakte und äusserst transportable PIT-Anlage ermöglicht auch eine problemlose Behandlung von Schweißnähten auf Baustellen. Durch den speziellen mechanischen Aufbau ist es möglich die Anlage in einen automatisierten Herstellprozess zu integrieren, zum Beispiel als Aufbau an einem Roboter, welcher bei grossen Stückzahlen und langen Schweißnähten effizient einsetzbar ist.

Generell bietet das PIT-Verfahren folgende Vorteile, welche durch zahlreiche Untersuchungen in Wissenschaft und Industrie bestätigt wurden: [14][15][16]

- Erhöhung der Lebensdauer
- Steigerung des Leichtbaupotentials
- Verminderung und Kontrolle des Schweißverzugs
- Ertüchtigung vorgeschädigter Schweißverbindungen
- Erhöhung der Oberflächenhärte
- Verbesserung des Spannungsrisskorrosionswiderstands

Bereits seit 2 Jahren laufen an der Universität in Stuttgart und am KIT der Universität in Karlsruhe umfangreiche Untersuchungen, mit dem Ziel eine DAST-Richtlinie für das höherfrequente Hämmern zu erstellen.

Das PIT-Verfahren wird bereits vielfach im industriellen Sektor eingesetzt [17][18][19], wobei nachfolgend ausgewählte Anwendungsbeispiele im Schienenfahrzeugbau vorgestellt werden.

#### Anwendungen in der Schienenfahrzeugindustrie

Die Firma Bombardier hat bereits relativ früh an einem Kreuzstoss (mit Kehlnähten) zyklisch schwingende Biegebelastungen durchgeführt. Dieser Schweißstoss wird gemäss dem Eurocode 3 1.9 in eine FAT-Klasse 80 eingestuft. Die Ergebnisse der nachbehandelten Proben lagen deutlich über der Linie der FAT-Klasse 160, die eigentlich dem Grundwerkstoff entspricht. Aufgrund der durchgeführten Versuche kann man hier mit einem Erhöhungsfaktor von 2 auf die in den Festigkeitsnachweisen angewendeten Spannungen rechnen. Aus diesem Grund hat Bombardier bereits die Werke Netphen, Bautzen und Görlitz mit PIT Geräten ausgerüstet.

Auch die Firma Siemens in Graz hat sich nach umfangreichen Untersuchungen im Rahmen eines Forschungsvorhabens an der Montanuniversität Leoben entschlossen diese Technologie besonders bei kritischen Drehgestellen einzusetzen und deshalb eine PIT-Ausrüstung gekauft.

#### Einsatz von PIT bei der Sanierung

Bei den hochbelasteten Waggonen für den Transport von kompletten Lastkraftwagen («Rola») sind im Laufe des Fahrbetriebes bei einem europäischen Betreiber u. a. an mehreren Fahrwerksrahmen Ermüdungsrisse entstanden. Bei der Überlegung, ob und wie diese Rahmen saniert werden können, hat ein Gutachter des Eisenbahnamtes, der die PIT-Technologie kannte, empfohlen bei der Reparatur diese Technologie einzusetzen. Darauf wurden vom Waggonhersteller, der die Sanierung durchführen sollte, erst einmal Vorversuche an der Universität in Stuttgart durchgeführt. Über die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurde von mir bereits 2011 berichtet. Aufgrund der guten Ergebnisse wurden dann weitere Versuche an Original-Fahrwerksrahmen durchgeführt. Die Risse wurden sachgemäss ausgefügt und nach Schweißanweisung geschweisst (Abb. 9). Um die Zugeigenspannungen relativ niedrig zu halten, wurde jede Lage PIT behandelt. Abb. 11 zeigt die einzelne Lage nach der PIT Behandlung.



Abb. 9: Reparaturschweissen gemäss Schweißanweisung



Abb. 10: PIT Behandlung der Zwischenlagen



Abb. 11: PIT behandelte Zwischenlage



Abb.12: komplettes Aggregat auf Schwingungsprüfstand



Abb.13: präventive PIT Behandlung



Abb.14: präv. PIT Behandlung des Nahtüberganges

Bei den Reparaturnähten wurde nach deren Fertigstellung zur weiteren Reduzierung der Zugeigenspannungen auch noch die Nahtoberfläche komplett PIT behandelt. Der so reparierte Fahrwerksrahmen wurde anschliessend zusammengebaut und auf einem Schwingungsprüfstand bei der Firma Skoda in Pilsen unter praxisnaher Belastung getestet (Abb. 12).

Bei 3,2 Mio. Lastwechseln trat an einer nicht reparierten Schweissnaht einer Versteifungsrippe ein Riss auf, der dann auf dem Prüfstand ohne PIT Behandlung repariert wurde. Bereits nach weiteren 100000 LW ist diese Stelle wieder gerissen. Diesmal wurde bei der Reparaturschweissung wieder jede Lage PIT behandelt, danach trat an dieser Stelle kein Riss mehr auf. Bei 8,4 Mio. LW ist dann auf der gegenüberliegenden Seite ebenfalls ein Riss an einer Versteifungsrippe aufgetreten. Diesmal wurde bei der Reparatur gleich PIT behandelt und weitergetestet. Nach 12 Mio. Lastwechseln wurde der Versuch beendet.

Es zeigte sich bei dem Versuch, dass keine der reparierten und PIT behandelte Schweissnähte während der ganzen Laufzeit gerissen sind. Bei dem Versuch wurden weitere Schwachstellen an Versteifungsrippen erkannt, die bisher im Fahrbetrieb noch nicht aufgetreten sind.

Aufgrund dieser Erkenntnisse wurden und werden alle Fahrwerksrahmen zusätzlich zur Sanierung der Risse die kritischen Stellen wie Versteifungsrippen und Anbauteile präventiv PIT behandelt.

Abb. 13 zeigt die präventive PIT-Behandlung der Anbauteile, während im Abb. 14 sehr schön die Behandlungsspuren der kritischen Schweissnahtübergänge zu erkennen sind.

Auch die Firma Gleisbaumechanik in Brandenburg war relativ schnell von der positiven Wirksamkeit der PIT-Technologie überzeugt und kaufte ebenfalls eine PIT-Ausrüstung. GBM sichert sich dadurch die Nachhaltigkeit der Schweissverbindungen, sowohl im Reparaturbereich, als auch bei Umbauten und Modernisierungen.

Die Firma IFTEC in Leipzig als kompetenter Partner für die Instandhaltung von Schienenverkehrssystemen nutzt die Dienstleistung der Firma Pitec. Speziell für die Reparatur von Ermüdungsrissen bei Drehgestellen für Strassenbahnen holt IFTEC die Spezialisten von Pitec. Durch die PIT-Behandlung der Reparaturnähte verspricht sich die Firma eine deutliche Verbesserung der Lebensdauer.

Die Schweizerische Bundesbahn hat erkannt, dass die PIT-Technologie sowohl korrektiv, als auch präventiv bei der Instandhaltung Ihrer Waggons eingesetzt werden kann. So nutzt die SBB Cargo die Erhöhung der Verfügbarkeit Ihres Fuhrparks bei der Sanierung von Ermüdungsschäden, indem Sie die «Hot spots» falls diese noch nicht gerissen sind, präventiv PIT behandelt

(Abb. 16). Die SBB hat für Ihre Instandsetzungswerke bereits 2 Anlagen von Pitec gekauft.

Neuester Kunde sind die Berliner Verkehrsbetriebe BVG die ebenfalls auf die Nachhaltigkeit bei der Sanierung Ihres Fahrzeugparks durch das höherfrequente Hämmern setzen.

### Zusammenfassung und Zukunftsaussichten

Die Ausführungen haben gezeigt, dass es mit dieser Technologie möglich ist, die Lebensdauer von zyklisch schwingend beanspruchten Schweisskonstruktionen wesentlich zu erhöhen. Ergebnisse aus verschiedenen Forschungsberichten zeigen, dass bei einer Lastwechselzahl von  $2 \times 10^6$  Millionen die Ermüdungsfestigkeit verdoppelt werden kann. Da nach der heute noch gültigen Normung die Betriebsfestigkeit unabhängig von der Festigkeit des Materials ist, war man bisher mit dem Einsatz der höherfesten Feinkornstähle im gesetzlich geregelten Bereich noch sehr zurückhaltend. Schon bei dem Forschungsvorhaben P620 hat die Universität Stuttgart festgestellt, dass je höher die Streckgrenze des Werkstoffs, desto grösser auch der Effekt der Schweissnahtnachbehandlung ist, da auch höhere Druckeigenstressungen initiiert werden können. Dies bestätigen nun auch wieder die Versuche der Montanuniversität Leoben an dem Stahl S960. So ist es zukünftig auch möglich, effizientere Stahlbauten mit Hilfe dieser Technologie herzustellen. Deshalb wird auch von den verschiedenen Forschungsstellen angestrebt, diese guten Ergebnisse in die zukünftige Normung einfließen zu lassen.

International findet nun das Höherfrequente Hämmern immer mehr Beachtung und Anwendung. Das IIW beschäftigt sich in der Working-Group WG 2 Kommission XIII (Betriebsfestigkeit) mit dem Thema HFMI. Hier arbeitet man intensiv an entsprechenden neuen Empfehlungen für die Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit, bzw. der Steigerung der Lebensdauer durch HFMI. Die PIT-Anwendung zeichnet sich durch eine einfache sowie hohe Reproduzierbarkeit aus und ist somit für die verschiedensten Konstruktionen im industriellen Einsatz zu empfehlen. Dies gilt insbesondere speziell für die Schweissung hochfester Nähte bei periodisch schwingend belasteten Bauteilen. Aus diesem Grund zeigt sich nun auch eine verstärkte Nachfrage aus den verschiedensten Industriebereichen.

Speziell bei der Instandhaltung bestehender Konstruktionen ist diese Technologie nicht mehr wegzudenken.

### Schrifttum

- [1] Radaj D., Vormwald M.: Ermüdungsfestigkeit, 3. Auflage, Springer Verlag, 2007.
- [2] Forschungskuratorium Maschinenbau: Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile aus Stahl, Eisen- und Aluminiumwerkstoffen, 6. Auflage. Frankfurt am Main, VDMA-Verlag, 2012.
- [3] Hobbacher A.: IIW Recommendations for Fatigue Design of Welded Joints and Components, WRC Bulletin 520, The Welding Research Council, New York, 2009.



Abb. Bild 15: PIT Behandlung kritischer Anbauteile (GBM)



Abb. 16: Drehgestell einer Strassenbahn (IFTEC)



**SBB CFF FFS Cargo**



Abb. 17: PITBehandlung Untergurt SBB Cargo

- [4] Haagensen P. J., Maddox S. J.: IIW Recommendations on Methods for Improving the Fatigue Strength of Welded Joints, Woodhead Publishing, 2013.
- [5] Gerster P.: Erhöhung der Lebensdauer bzw. der Ermüdungsfestigkeit durch Schweissnahtnachbehandlung, der praktiker, Vol. 9, pp. 302-310, 2009.
- [6] Yildirim H., Marquis G.: Overview of fatigue data for high frequency treated welded joints, Welding in the World, vol. 56, pp. 82-96, 2012.
- [7] Marquis G., Mikkola E., Yildirim H., Barsoum Z.: Fatigue strength improvement of steel structures by high-frequency mechanical impact: proposed fatigue assessment guidelines, Welding in the World, vol. 57, pp. 803-822, 2013.
- [8] Marquis G., Barsoum Z.: Fatigue strength improvement of steel structures by high-frequency mechanical impact: proposed procedures and quality assurance guidelines, Welding in the World, vol. 58, pp.19-28, 2014.
- [9] Leitner M., Stoschka M., Eichlseder W.: Fatigue enhancement of thin-walled high-strength steel joints by high frequency mechanical impact treatment, Welding in the World, Vol. 58, No. 1, pp. 29-39, 2014.
- [10] Yildirim H., Marquis G.: Overview of Fatigue Data for High Frequency Treated Welded Joints, IIW-Document XIII-2362r1-11, 2011.
- [11] Berg J., Stranghöner N.: Ermüdungsverhalten HFH-nachbehandelter Kerbdetails des Mobilkranbaus, Stahlbau 83, Heft 8, 2014.
- [12] Gerster P.: In der Praxis bewährt: Instandhaltung und Reparatur von Schweisskonstruktionen durch höherfrequentes Hämmern, der praktiker, Vol. 9, pp. 336-339, 2010.
- [13] Gerster P, Schäfers F., Leitner M.: Pneumatic Impact Treatment (PIT) – Application and Quality Assurance, IIW-document XIII-WG2-138-13, 2013.
- [14] Gerster P., Schäfers F.: Verfahren zur Erhöhung der Lebens- bzw. Ermüdungslebensdauer von Bauteilen, Stahlbau 83, Heft 8, 2014.
- [15] Leitner M., Stoschka M., Fössl T., Eichlseder W.: Schwingfestigkeit hochfester Stähle an geschweissten Strukturen, Schweiss- und Prüftechnik, No. 1/2012, pp. 12-17, 2012.
- [16] Schäfers F.: Hohe Druckeigenstressen reduzieren Anlagenausfälle, Maschinenmarkt 22, pp. 56-59, 2011.
- [17] Gerster P., Leitner M., Stoschka M.: Praktische Anwendungen eines höherfrequenten Hämmerverfahrens (PIT) in der Industrie, Proceedings of the Join-Ex Congress, Vienna/Austria, pp. 101-112, 2012.
- [18] Stranghöner N., Berg J., Butz C.: Erhöhung der Lebensdauer von Fahrbahnübergängen mit Hilfe des höherfrequenten Hämmerns, 17. DAST-Kolloquium, Deutscher Ausschuss für Stahlbau, Weimar/Germany, pp. 109-113, 2010.
- [19] Gabrys U.: Empfehlungen für den Neubau und die Instandsetzung von Stahlwasserbauten, Tagungsband zur Grossen Schweisstechischen Tagung 2011, DVS-Berichte, pp. 61-66, 2011.

**LWB**  
WeldTech AG

Bernstrasse 41 Tel. +41 (0)31 744 66 44  
3175 Flamatt Fax +41 (0)31 744 66 45  
info@lwbweldtech.ch www.lwbweldtech.ch

**pei**  
POINT  
Resistance Welding Solutions

**KÖCO**  
KÖSTER & CO

Ihre kompetenten Partner für die Punkt- und Kopfbolzenschweisstechnik.



Das waren noch Zeiten  
Schweissermaske Jahrgang 1932  
Quelle: Virtuelles Museum DVS



zhaw

Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften

School of  
Engineering

Neuer Wind für  
Ihre Karriere.

Unsere praxisnahen Weiterbildungsangebote führen zum Diploma of Advanced Studies (DAS).

- DAS Internationaler Schweissfachingenieur (IWE)
- DAS Internationaler Schweisstechner (IWT)

Besuchen Sie einen unserer Infoabende! Anmeldung und weitere Informationen:

[www.zhaw.ch/engineering/weiterbildung](http://www.zhaw.ch/engineering/weiterbildung)



Zürcher Fachhochschule [www.zhaw.ch/engineering/weiterbildung](http://www.zhaw.ch/engineering/weiterbildung)

**OERLIKON**

Kompetenz für Schweißen und Schneiden



... müssen auch höchst beanspruchte Verbindungen dauerhaft halten. Die Schweiss-technik von OERLIKON erfüllt diese Erwartungen bestens. Denn die Synergie aus Schweiss-system-Technologie, Schweisszusatzwerkstoffen und -gasen gewährleistet maximale Qualität, Wirtschaftlichkeit und Sicherheit.

Unsere Schweissexperten analysieren den Kundenbedarf und begleiten den Anwender über die massgeschneiderte Lösung hinaus mit exzellentem Service. Dieses Versprechen gilt sowohl für manuelle wie automatisierte Schweiss-aufgaben und ebenfalls für die Schneide-technik. So steht OERLIKON für um-fassende Kompetenz im Schweißen und Schneiden.

Zu Lande, zu Wasser und in der Luft ...

**OERLIKON-Schweisstechnik AG** – Mandachstrasse 54 – CH-8155 Niederhasli  
Tel. +41 (0)44 307 61 11 – Fax +41 (0)44 307 61 12 – E-Mail [oerlikon.schweisstechnik@airliquide.com](mailto:oerlikon.schweisstechnik@airliquide.com)  
**OERLIKON-Soudure SA** – En Chamard 47B – CH-1442 Montagny-près-Yverdon  
Tel. +41 (0)24 446 11 55 – Fax +41 (0)24 446 11 85 – E-Mail [oerlikon.soudure@airliquide.com](mailto:oerlikon.soudure@airliquide.com)  
[www.oerlikon-schweisstechnik.ch](http://www.oerlikon-schweisstechnik.ch)

**AIR LIQUIDE**  
WELCOING

## Die gesamte Bandbreite des elektroerosiven Bohrens Materialschonend, schnell, schlank und tief

Für das Einbringen von Bohrungen in Metallbauteile kommen überwiegend mechanische Werkzeuge wie Spiralbohrer oder Fräser zum Einsatz. Bei besonders tiefen Bohrungen mit kleinen Durchmessern, schräg angesetzten Bohrungen oder bei besonders harten bzw. schwer zerspanbaren Werkstoffen stoßen diese jedoch an ihre Grenzen. Hier bewährt sich das elektroerosive Bohren, bei dem der Materialabtrag durch kurze elektrische Lichtbögen zwischen einer Elektrode und dem Werkstück erfolgt. Das Verfahren zeichnet sich durch geringe mechanische Belastung des Werkstücks sowie hohe Abtragsraten selbst bei besonders schwer bearbeitbaren Werkstoffen oder geradezu extremen Verhältnissen von Durchmesser zu Tiefe der Bohrungen aus.

*Klaus Vollrath*

«Das Know-how, das wir mit besonders diffizilen Aufgabenstellungen sammeln, kommt letztlich auch den Anwendern unserer ganz normalen Systeme zugute», verrät Rüdiger Heun, Seniorchef der Heun Funkenerosion GmbH in Kahl am Main.



*Rüdiger Heun (Foto: Klaus Vollrath)*



*Dipl.-Ing. Christian Heun  
(Foto: Klaus Vollrath)*

Das von ihm auf der Grundlage seiner langjährigen Erfahrung als Servicetechniker 1988 gegründete Unternehmen hat sich zu einem Spezialisten mit weltweitem Renommee und Vertretungen in den wichtigsten Industrieregionen der Welt entwickelt. Die Bandbreite der Systeme reicht vom simplen und transportablen Gerät zum Ausbohren von abgebrochenen Werkzeugen über «klassische» Startlochbohrsysteme für den Formen- und Werkzeugbau sowie Mikroerodierbohranlagen und Hochgeschwindigkeits-Erodierbohrmaschinen mit Roboteranbindung bis zu komplexen multiaxialen Anlagen für extreme Anforderungen z.B. in der Luft- und Raumfahrt. Ergänzt wird das Vertriebsprogramm durch einen schlagkräftigen Service sowie den Handel mit Ersatz- und Verschleissteilen, Zubehör und Verbrauchsmaterial.



*Blick ins Kompetenzzentrum: Rechts eine APos 800 CNC, links eine APos 600 CNC sowie weitere Systeme (Foto: Klaus Vollrath)*



*Beim Erodierbohren erfolgt der Materialabtrag berührungslos durch kurze Spannungsimpulse, die zu Funkenüberschlägen führen (Foto: Klaus Vollrath)*



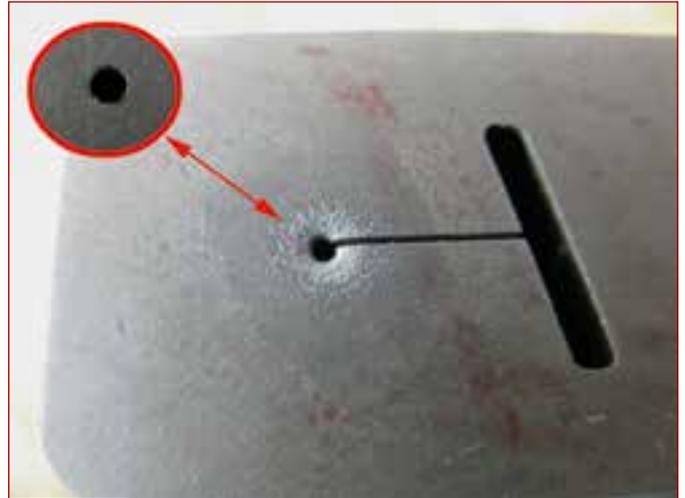
*Der Länge nach durchbohrte Stifte mit eingesetzten Röhrchen (Pfeile) ermöglichen die effiziente Kühlung kritischer Formpartien (Foto: Klaus Vollrath)*

### Besonderheiten des Erodierbohrens

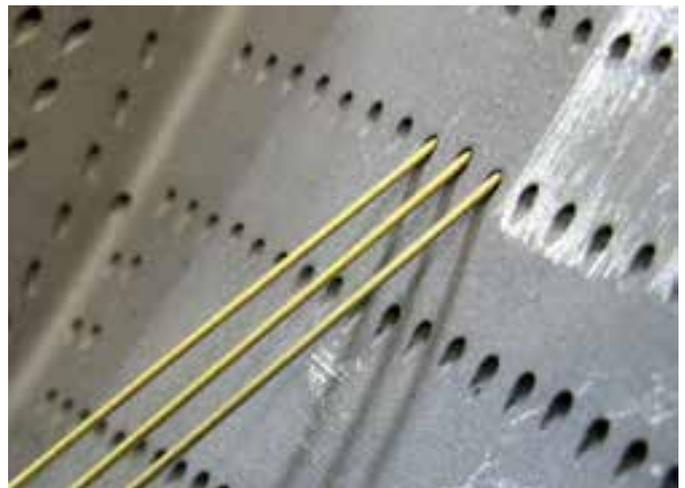
«Beim Elektroerodieren überträgt die Elektrode keine mechanischen Kräfte auf das Werkstück. Deshalb können wir mit extrem langen und schlanken Werkzeugen arbeiten», ergänzt Dipl.-Ing. Christian Heun, der zusammen mit seinem Vater das Familienunternehmen in zweiter Generation leitet. Die Bohrelektroden bestehen aus langen dünnen Röhrchen mit Durchmessern bis herab zu 0,08 mm. Sie werden durch eine Elektronik mit kurzen Spannungspulsen beaufschlagt, was zu den bereits erwähnten Funkenüberschlägen führt. Dadurch werden sowohl das Elektrodenmaterial als auch das Werkstück kurz lokal aufgeschmolzen. Da die Funkenüberschläge in einer durch das Elektrodenrohr strömenden isolierenden Flüssigkeit – meist entionisiertem Wasser – erfolgen, verstärkt die durch explosionsartige Verdampfungsvorgänge ausgelöste Kavitation den Materialabtrag noch zusätzlich. So lassen sich je nach Werkstoff und sonstigen Anlagenparametern Bohrfortschritte von bis zu 200 mm/min erzielen. Weitere Besonderheit des Erodierbohrens sind geradezu extreme Bohrtiefen sowie die hohe Genauigkeit des Bohrverlaufs: So ist es beispielsweise gelungen, Bohrungen mit Durchmessern im Bereich von weniger als 1 mm in sehr schlanke Auswerferstifte einzubringen. Weiteres Beispiel sind Sacklochbohrungen mit Bohrtiefen bis zu 2.600 mm und Durchmessern zwischen 2 und 6 mm, die in eine 3.000 mm lange Welle aus Werkzeugstahl mit einem Durchmesser von 300 mm eingebracht werden mussten. Die Anlage für die hochpräzise Bearbeitung dieser gewichtigen Werkstücke wurde von Heun konstruiert und gebaut. Erwähnenswert ist auch die Vermeidung von Gratbildung durch geeignete Parametrisierung des Bohrprozesses.

### Umfassende Engineeringleistungen

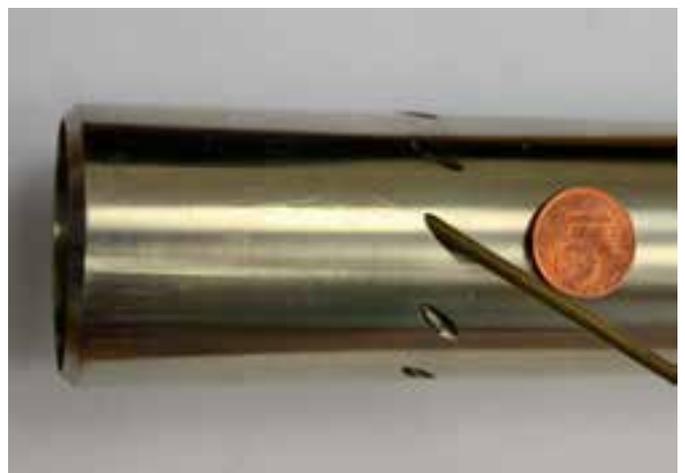
«Unser Ruf als Spezialist auf diesem Gebiet hat dazu geführt, dass immer mehr Kunden mit Sonderaufgaben zu uns kommen», weiss R. Heun. Deshalb machten Engineeringdienstleistungen inzwischen einen nicht unerheblichen Teil der erbrachten Leistungen aus. Im Kompetenzzentrum der Firma Heun stehen daher dicht an dicht die unterschiedlichsten Anlagen vom einfachen 3-Achs-System mit manueller Koordinateneinstellung bis zu hochkomplexen Anlagen mit 7 oder 8 Achsen für anspruchsvolle Anwendungen im Maschinenbau, in der Medizintechnik oder in der Luft- und Raumfahrt. Zu den Kunden zählen beispielsweise Turbinenhersteller, welche ihre hohl ausgeführten Schaufeln mit zahlreichen feinen und zudem in sehr präzise definierten Winkeln angeordneten Bohrungen versehen lassen. Dank einer Vielzahl solcher und anderer Kniffe kann der Turbinenhersteller die Leistung bzw. den Wirkungsgrad seiner Aggregate um entscheidende Prozentpunkte erhöhen. Andere Entwicklungen betreffen Entlastungs-, Entlüftungs- und Kühlbohrungen in metallischen Formen für Reifenprofile oder PET-Flaschen, Bohrungen für Einspritzdüsen von Schiffsdieselmotoren oder Technologien für das Einbringen von Bohrungen in sehr spitzen Winkeln. Nicht zu vergessen das klassische «Startloch» für das anschließende Drahterodieren.



Beispiele für geeignete (oben links) und ungeeignete (Bildmitte) Technologie beim elektroerosiven Bohren in Hartmetall (Foto: Klaus Vollrath)



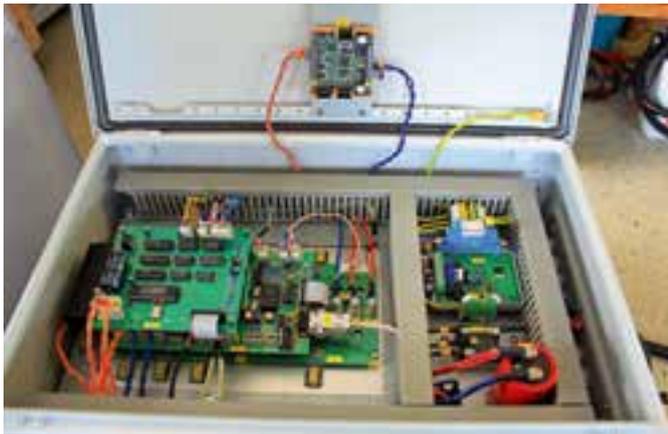
Hohl ausgeführte Turbinenschaufel (Foto: Klaus Vollrath)



Dank des Y-Generators lassen sich auch besondere Aufgaben wie das Anbohren in steilem Winkel problemlos meistern (Foto: Klaus Vollrath)

### Ausgefeilte Steuerung und Elektronik

«Im Rahmen dieser Entwicklungen haben wir auch unsere Steuerungs- und Regelungstechnologie entscheidend weiterentwickelt», sagt Ch. Heun. Ein wesentlicher Schritt war beispielsweise die Entwicklung einer auf einem Industrie-PC mit Windows basierenden Steuerungssoftware, welche dem Mitarbeiter eine ausgereifte, auf leichte Bedienbarkeit hin optimierte Bedienoberfläche bietet. Diese Oberfläche ist hardwareunabhängig, so dass der Bediener auch nach Austausch des Computersystems durch eine modernere Einheit in gewohnter Weise weiter arbeiten kann. Da die Steuerung über genormte Schnittstellen verfügt, sind die Programmierung über zentrale Server, eine Einbindung in Netzwerke, die Kommunikation mit übergeordneten Prozesssteuerungen in Fertigungsstrassen oder auch eine Fernwartung per Internet problemlos möglich.



Der Y-Generator verfügt über programmierbare, extrem schnelle Pulsgeber sowie über Sensorik, die den Prozessablauf mit sehr hoher Taktfolge überwacht und optimiert (Foto: Klaus Vollrath)

Ein wesentlicher technischer Durchbruch gelang mit der Entwicklung des sogenannten «Y-Generators», der bis zu 80 Ampere liefern kann. Diese äusserst kompakte Einheit kann über kurze Leitungswege nahe der Erodierachse adaptiert werden. Ein Einsatz ist auch an fremden Anlagen möglich. Diese Einheit verfügt über programmierbare, besonders schnelle Pulsgeber sowie über Sensorik, die den Prozessablauf mit sehr hoher Taktfolge überwacht und optimiert. Auch besondere Situationen wie das Anbohren in steilem Winkel können durch entsprechende Einstellung der Prozessparameter berücksichtigt werden.

Eine besondere und hochgradig wichtige Innovation ist die selektive Erkennung eines Bohrungsdurchbruchs. Dadurch lässt sich dieser durch automatische Anpassung der Parameter optimal durchfahren. Zudem kann dies über die Steuerung mit den CAD-Daten des Bauteils verknüpft werden, um beispielsweise ein Anbohren von Rippen oder Innenwänden nach Durchbruch in einen Hohlraum zu verhindern.

### Vorteile für alle Anwender

«Die von uns kontinuierlich betriebene Innovation kommt allen unseren Anwendern zugute», erläutert Ch. Heun. Selbst für vordergründig einfache Systeme sei die Um- und Nachrüstung mit zahlreichen Optionen und Zusatzsystemen möglich. Dazu gehören Automatisierungskomponenten wie Nullpunktspannsysteme, Teilapparate, Elektrodenwechsler, Spezialausführungen für die Bearbeitung von Hartmetallen oder 2-Achs-Indexer für schwere Werkstücke bis 150 kg für die Bearbeitung unter extremen Bearbeitungswinkeln. Der bereits erwähnte Y-Generator ermöglicht die Steigerung der Erodierleistung um bis zu 30 %. Als besonderer Vorteil für die Anwender erweist sich zudem die robuste und langlebige Ausführung der Mechanik der Heun-Anlagen. Die Achssysteme sind so solide konstruiert, dass sich Überholungen sowie Nachrüstungen auch noch nach vielen Jahren lohnen.



Nach gründlicher Überholung und Aufrüstung ist auch diese APos 350 Baujahr 1998 weiterhin im Dauereinsatz für Serien- und Sonderbearbeitungen (Foto: Klaus Vollrath)

Nach solchen Retrofit-Massnahmen entsprechen die Anlagen je nach Umfang der Nachrüstung bezüglich Steuerung und Generator dem aktuellen Stand der Technik und eignen sich für viele weitere Jahre produktiven Einsatzes. Um dem Kunden Wartezeiten zu ersparen, wird hierbei oft so vorgegangen, dass Heun die Altanlage zurückkauft und der Kunde im Gegenzug eine bereits fertig modernisierte Anlage übernimmt. Auch bei Verkauf von Neuanlagen werden oft vorhandene Altgeräte in Zahlung genommen.

Heun Funkenerosionen GmbH, Lange Hecke 4,  
63796 Kahl/Main, Deutschland  
info@heun-gmbh.de, www.heun-gmbh.de

## Anpassung der Norm SIA 263/1 – Einführung Ausführungsklassen – Ausschreibungen im Stahlbau



### Anpassungen bezüglich Herstellerqualifikation – neue Ausführungsklassen (EXC1 bis EXC4) für Arbeiten in der Schweiz

In der Schweiz bleiben weiterhin die nationalen Tragwerksnormen SIA 260ff gültig. Eine der wichtigsten Punkte für den Stahlbau ist jedoch die Änderung bezüglich der Herstellerqualifikation, welche durch die neue Ausführungsklasse abgelöst wird. Die entsprechenden Herstellerqualifikationen H1 bis H5 ändern und werden durch die Ausführungsklassen (EXC4 bis EXC1) gemäss SN EN 1090-2 abgelöst.

Ein Hersteller muss die entsprechenden Zertifikate (Werkseigene Produktionskontrolle, Schweisszertifikate) für die erforderliche Ausführungsklasse besitzen, damit er das betreffende Bauteil oder Tragwerk erstellen darf.

### Bestimmung der Ausführungsklassen

- Die entsprechenden Kriterien für die Wahl bzw. Zuordnung eines Bauteils oder eines Tragwerks finden sich in der Norm SIA 263-1 inkl. Korrigenda C1 und der SN EN 1090-2 ff.
- Bei der Wahl der Ausführungsklasse ist es wichtig, dass nicht generell eine unnötig hohe Ausführungsklasse verlangt wird. Durch eine höhere Ausführungsklasse entstehen höhere Kosten für die Qualitätsüberwachung und Prüfungen.
- Die Ausführungsklasse (EXC1 bis EXC4) kann für ein Tragwerk je nach Bauteil auch unterschiedlich sein.

### Ausschreibung von Stahlbauarbeiten (spätestens ab 1. Juli 2015)

- Für Bauprodukte die unter das Bauproduktengesetz fallen und für die keine Ausnahmeregelung greift, müssen bei der Ausschreibung die entsprechenden Ausführungsklassen (bzw. die notwendigen Kriterien für die Wahl der Ausführungsklassen, siehe Punkt 4) anstatt der bisherigen Herstellungskategorien angegeben werden, damit kein Handelshemmnis entsteht. Ausnahmeregelungen sind im Bauproduktengesetz aufgeführt.
- Die Ausschreibung kann zum Beispiel mit dem Zusatz „EXC... oder gleichwertig“ erfolgen, womit ermöglicht werden sollte, dass Hersteller mit den bisherigen Herstellerqualifikationen nach SIA nicht ausgeschlossen werden. Der Entscheid bezüglich einer „Gleichwertigkeit“ hat durch den Bauherrn bzw. Planer erfolgen. Wichtig dabei ist, dass die Festlegungen zwischen den Vertragsparteien entsprechend vereinbart, dokumentiert und akzeptiert werden.

Weitere Informationen finden Sie auf der Webseite vom **SZS Stahlbau Zentrum Schweiz** unter [www.szs.ch](http://www.szs.ch)  
[Direktlink zum Beitrag, unter News]

[http://www.szs.ch/user\\_content/editor/files/news/baupg\\_baupv\\_en1090\\_263\\_1\\_info\\_29042015\\_korr.pdf](http://www.szs.ch/user_content/editor/files/news/baupg_baupv_en1090_263_1_info_29042015_korr.pdf)

und auf der Webseite vom **SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein** unter [www.sia.ch](http://www.sia.ch).

[Direktlink zur SIA, unter sia - Norm, Korrigenda, Korrigenda sia]

[http://www.sia.ch/fileadmin/content/download/sia-norm/korrigenda\\_sn/Deutsch/SIA263-1-C1\\_2013\\_d\\_2015-04-20\\_def.pdf](http://www.sia.ch/fileadmin/content/download/sia-norm/korrigenda_sn/Deutsch/SIA263-1-C1_2013_d_2015-04-20_def.pdf)

Antonio Ferrarese, dipl. Bauingenieur ETH / Leiter Technik

**SZS Stahlbau Zentrum Schweiz**

Seefeldstrasse 25

CH-8008 Zürich

Tel. +41 (0)44 261 89 80 / Fax +41 (0)44 262 09 62

## Der Elektronenstrahl, ein faszinierendes Instrument für neue Perspektiven in der Schweißtechnik

Die Grundlage dieser Technologie wurde bereits vor über 60 Jahren gelegt und war auch eines der ersten Fertigungsverfahren, welches während des Flugs von Sojus 6 im Weltraum von Astronauten experimentell getestet wurde.

Dieses bewährte Schweißverfahren hat heute, nach einer Vielzahl von praxisorientierten Innovationen, seinen festen Platz in der Industrie und allen metallverarbeitenden Unternehmen. Auch die schweißstechnischen Qualitätsforderungen und deren anschaulicher Beweis haben im Laufe der Jahre einige Anforderungen hervorgebracht, die sich der einmaligen Fähigkeiten des Elektronenstrahls bedienen.

*Peter Schmidt, SwissBeam AG, 8964 Rudolfstetten*

### Verfahren

Das Elektronenstrahlschweißen (Electron Beam oder kurz EB Schweißen) ist ein Schmelzschweißverfahren bei dem Elektronen durch thermische Emission in der Kathode freigesetzt werden. Die nötige Emissionsenergie wird durch Erwärmung der Kathode auf ca. 3000 C° erreicht.

Die freigesetzte Elektronenwolke wird durch eine zwischen Kathode und Anode anliegende Hochspannung und durch die spezielle Anordnung der Elektrode richtungsorientiert beschleunigt. Im elektrischen Feld zwischen der Kathode (-) und der Anode (+) werden die Elektronen unter Hochvakuum auf nahezu 2/3 der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt. Durch elektromagnetische Linsen werden die Elektronen gebündelt und in einem Brennfleck von 0,1 bis 1,2mm auf dem Werkstück fokussiert. Dabei wird die kinetische Energie des Elektronenstrahls zur Wärmeenergie am Werkstück genutzt.

In der vakuumierten Arbeitskammer wird das Werkstück unter dem energiekonzentrierten Strahl entlang der Schweißlinie bewegt und schmilzt es an der Auftreffstelle sofort auf. Die Leistungsdichte für das Schweißen liegt bei 1 bis 10 Millionen Watt pro Quadratzentimeter. Diese hohe Energiekonzentration bewirkt den charakteristischen Tiefschweisseffekt.

### Tiefschweisseffekt

Die Elektronen schmelzen die Oberfläche auf und dabei beginnt ein Teil des geschmolzenen Metalls schlagartig zu verdampfen. Der Dampfdruck verdrängt die Schmelze und es bildet sich in der Mitte der Schmelze ein Dampfkanal der den sogenannten Tiefschweisseffekt hervorruft. Oberflächenspannung, Dampfdruck und das Gewicht der Schmelze sind im Gleichgewicht. Durch den Dampfkanal können nahezu vollständig die Elektronen in das Werkstück eingebracht werden. Extrem schmale Nähte mit einem Tiefen-Breiten-Verhältnis von 25:1 können so erzeugt werden. Typische Prozessabfolgen sind im nachfolgenden Bild dargestellt. Das Schmelzen & Verdampfen des Werkstoffes läuft im Millisekundenbereich ab und es wird dabei kein Zusatzwerkstoff verarbeitet, so dass die Teile in der Regel im I-Stoss ohne Luftspalt aneinander liegen und durch den Strahl miteinander verschmolzen werden.

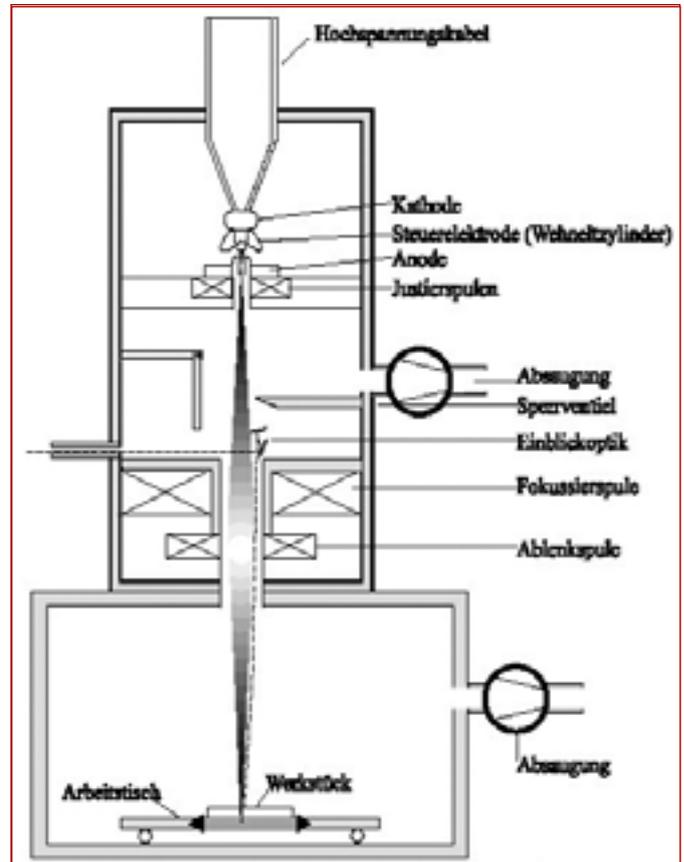


Abb. 1: Schematische Darstellung der Elektronenstrahlkanone mit Arbeitskammer

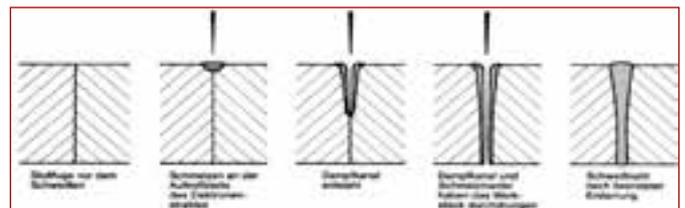


Abb. 2: Prozessabfolge der Tiefschweißung

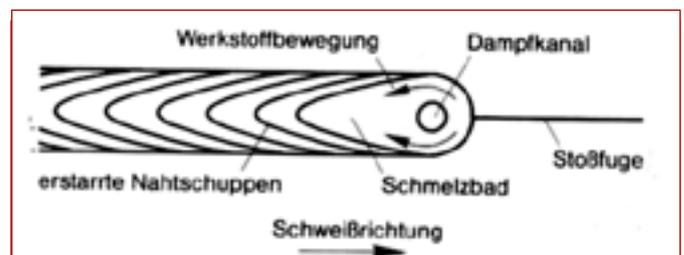


Abb. 3: Schmelze mit mittigem Dampfkanal

### Vorteile der Elektronenstrahltechnologie

#### Tiefe und schmale Nähte

Würde man elektronenstrahlgeschweißte Verbindungen mit dem konventionellen Lichtbogen- oder Schutzgasschweißen herstellen, so müssten je nach Schweißtiefe viele einzelne

Lagen mit Zusatzdraht geschweisst werden. Beim Elektronenstrahlschweißen werden die Teile in einem Arbeitsgang mit hoher Geschwindigkeit verschweisst. Bei einer 25 Millimeter tiefen Naht beträgt die Nahtbreite der Elektronenstrahlschweißung nur einen Millimeter.

In einem Arbeitsgang können

- 0,05 bis 30 mm tiefe Nähte in Kupfer
- 0,01 bis 100 mm tiefe Naht in Stahl
- bis zu 280 mm tiefe Naht in Aluminium erzielt werden

### Verzugs- und Spannungsarm

Das Elektronenstrahlschweiß-Verfahren bietet sich vor allem wegen der geringen Wärmeeinbringung an, wodurch Schrumpfung und Verzug kaum auftreten.

- Weniger Eigenspannungen und Schrumpfungen
- Minimalste Verformung der Schweissbaugruppe
- Fertig bearbeitete Teile können verbunden werden.
- Massgenau mit der notwendigen Qualität

### Geringer Wärmeeintrag

Aus der extrem schmalen Schweissnaht resultiert ein sehr geringer Wärmeeintrag in die zu verschweisende Baugruppe und somit die Möglichkeit auch wärmeempfindliche Teile neben einer Schweissnaht zu platzieren.

- Wärmeempfindliche Bauteile können unmittelbar neben der EB-Naht positioniert sein
- Beste Plan- und Rundlaufeigenschaften
- Am Ende der Fertigungskette können fertig bearbeitete Teile geschweisst werden
- Exzellente Wirtschaftlichkeit

### Neue Gestaltungsmöglichkeiten

Das Elektronenstrahlschweißen bietet dem Konstrukteur in vielerlei Hinsicht völlig neue Perspektiven. Dadurch können Konstruktionen realisiert werden bei denen es bisher als unmöglich galt zu schweißen.

- Schweißen durch einen Hohlraum (siehe Bild)
- Verschweißen aller, auch höchstschmelzender Metalle wie z.B. Wolfram, Titan Niob
- Verbindungen dickwandiger mit dünnwandigen Bauteilen
- Mehrlagenschweißungen

### Werkstoffpaarungen

Möchte man den Funktionsgrad eines Produkts erhöhen und gleichzeitig kostengünstig herstellen, kommt man an Werkstoffkombinationen nicht vorbei.

- Fügen unterschiedlicher Werkstoffe, z.B. Bronze mit Stahl
- Fügen verschiedener Stahlliegierungen, z. B. Vergütungsstähle
- Eine Vielzahl an Werkstoffkombinationen möglich
- Potential für neue Materialtechnologien

### Besonders auffallende Anwendungen

Die Möglichkeit kritische, artverschiedene Werkstoffe zu verschweißen, eröffnet neue funktionelle und wirtschaftliche Ansätze bei der Konstruktion eines Bauteils:



Abb. 4: Kupferkabelanschlüsse sind in einem Arbeitsgang 25 mm tief verschweisst worden



Abb. 5: Einzelne Zahnräder wurden axial im Nabenbereich verzugsarm gefügt und dabei ist eine Rundlauf-toleranz von 0.05mm eingehalten worden.

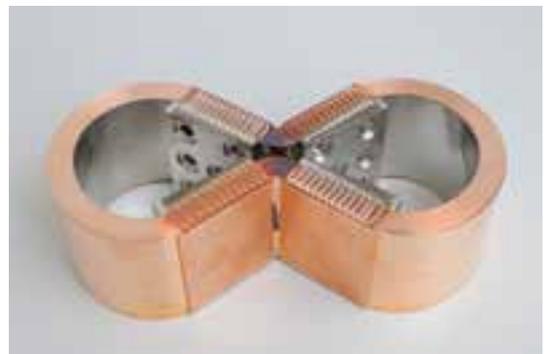


Abb. 6: Mehrere Einzelfolien, sind mit kompakten Anschluss – Stücken aus Edelstahl zu einem Stromband gefügt.



Abb. 7: Ein einfacher Stahlhalter wird am Aussenring eines Standard – Kugellagers, auf der Vorder- und Rückseite verschweisst. Vorteile: Wesentliche Kosten- und Gewichtseinsparungen und dabei werden die Laufeigenschaften des Kugellagers gewährleistet

- Komplexe Werkstückgeometrie mit unterschiedlichen Wandstärken sind schweisssbar
- Stähle mit hohem C-Gehalt können verschweisst werden
- Vergrößerung der Verfahrensmöglichkeiten bei rissgefährdeten Werkstoffen
- Kombination mehrerer technologischer Prozesse wie z.B. Vor- und Nachwärmen in einem Arbeitsgang durch Mehrstrahltechnik

### Höchste Prozesssicherheit

Fertigt man jährlich mehrere Teile z.B. für den Fahrzeugbau, muss jedes einzelne davon genau den Vorgaben entsprechen und mit gleichbleibender Genauigkeiten hergestellt werden.

- Bestmögliche CNC Steuerung
- Perfekte Prozesssicherheit
- Schweißen im Vakuum führt zu oxidationsfreien Verbindungen
- Verbesserte Qualität und dadurch geringe bis keine Nachkontrollen

### Hoher Wirkungsgrad

Das Elektronenstrahlschweissen hat eine etwa gleich grosse Leistungsflussdichte wie das Laserstrahlschweissen bei deutlich höherem Wirkungsgrad.

- Hoher energetischer Gesamtwirkungsgrad
- Geringer Energieaufwand
- Auswirkung direkt auf die Betriebskosten
- Wirkungsgrad Laser: < 5 %, Elektronenstrahl: ca. 70 %

Das Elektronenstrahlschweissen ist ein Präzisions-Schweißverfahren um zwei Metalle prozesssicher zu verbinden. Es wird in verschiedensten Zweigen der MEM-Branche angewendet, darunter dem Anlagenbau, die Automobilindustrie, die Maschinenindustrie, der Sensor- und Vakuumtechnik, dem Energiesektor sowie der Luft- und Raumfahrt. Besondere Anwendungsgebiete sind die Medizintechnik. Es kommt oft dort zum Einsatz, wo andere Verfahren an ihre Grenzen stossen.

### Projekt des Monats bei Swissbeam:

#### «Fünf auf einen Streich»

Begeistert von diesem Projekt, wollen wir aufzeigen, wie es dazu kam. Ursprünglich wurden bei dieser Schweissaufgabe drei Einzelschweißungen auf der Kunden-Zeichnung vorgesehen. Mit leicht konstruktiven Anpassungen konnten fünf Edelstahlrohre dahingehend abgeändert werden, dass wir mit einer 3,5 mm tiefen Radialnaht alle Teile homogen, dicht und prozesssicher in einem Arbeitsgang fügen konnten.

Mikroskopische Untersuchungen zeigen die Qualität der 3,46 mm tiefen Schweissnaht sowie die fünf Einzelteile im Schliff. Hinzu kommt, dass wir uns andere Fertigungsverfahren (Biegen & Wickeln) angeeignet haben, um alles aus einer Hand anzubieten. Dadurch konnten einzelne Zwischenbearbeitungen eliminiert und die Durchlaufzeit markant gesenkt werden.

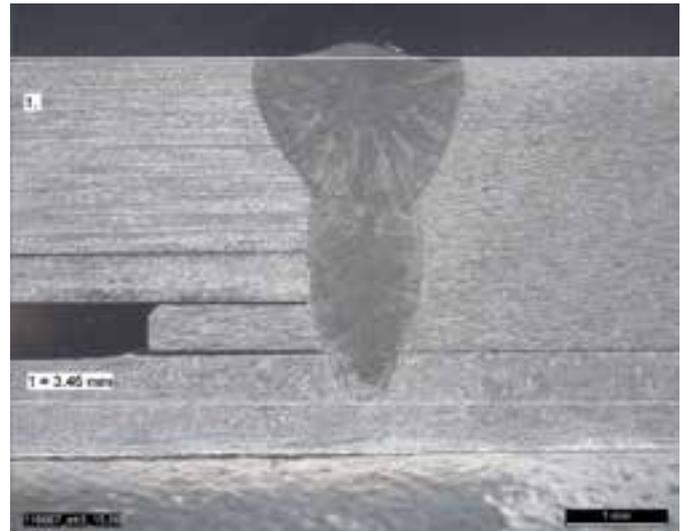


Abb. 8: Eine mikroskopische Aufnahme zeigt die Qualität einer Naht mit 3,4 mm Tiefe

Diese Baugruppe wird vor allem im Bereich der Zerstäubungstechnologie eingesetzt.

Dieses innovative Vorgehen hat unter anderem dazu geführt, dass wir für unseren Kunden die Herstellkosten deutlich senken konnten.



Abb. 9: Eine von zwei Elektronenstrahlschweissanlagen bei SwissBeam

### Fakten zu SwissBeam AG

SwissBeam plant und produziert nach Kundenvorgaben massgeschneiderte Systemlösungen im Bereich des Schweißens, insbesondere des Elektronenstrahlschweißens und dabei wurden folgende Werkstoffe verarbeitet:

- Unlegiert mit niedrig legierter Stahl
- Un- oder niedrig legiert Stahl mit austenitischem CrNi-Stahl
- Austenitischer CrNi-Stahl mit ferritischem Cr-Stahl
- Aluminium
- Kupfer, Bronze, Beryllium
- Stahl mit Nichteisenmetallen (z.B. Kupfer mit Stahl)
- Edelmetalle wie Gold, Silber, Platin
- Verschiedene Nichteisenmetalle (z.B. Molybdän mit Titan oder Tantal mit Niob)

# Wettbewerb

**- Men**

Gewinne eine Reise nach Barcelona

Antwort einsenden an:  
horst.moritz@bluewin.ch  
Einsendeschluss: 5. Dezember 2015

Rätsel X

5  
= ?



Auflösung in der nächsten Ausgabe



**Korrosion ist immer ein Thema!**

Sie begegnet uns/mir tagtäglich und scheint nicht auszumerzen zu sein.

Es stellt sich die Frage: Spaltkorrosion, Wasserstoff-induzierte Spannungsrisskorrosion oder Lochfrass? Und vor allem – welche Lösungen sind zielführend, wie das so schön neudeutsch heisst?

Welche Lösung schlagen Sie als verantwortliche Schweissaufsichtsperson vor? Oder gibt es andere Möglichkeiten zur Vermeidung?

Auf Ihre Einsendung freue ich mich!

Auflösung X

4  
=  
2015

**Elektro-Schlacke-Schweissung**



Gerechterweise muss man sagen – man muss es gesehen haben - um auf das Elektro-Schlacke-Schweiss-Verfahren zu kommen. So häufig wird es wohl nicht mehr eingesetzt, denn sein Vorteil kommt bei der Auftragschweissung grosser Flächen zum Tragen – und – die grossen Flächen sind wohl auch nicht mehr so häufig anzutreffen wie zu Zeiten der Reaktor-Druckbehälter..

Trotzdem, wer korrosionsbeständige Auftragungen im Auftragsbuch hat sollte sich das Verfahren mal ansehen – es lohnt sich sicher!



#### Teilnahmebedingungen:

In diesem Jahrgang erscheinen sechs Rätsel. Jede richtige Lösung kommt in die Verlosung, d. h. mit mehreren richtigen Lösungen vervielfachen sich die Chancen des Einsenders im Jahr bis zu 6-fach!  
Der Einsendeschluss wird bei jedem Rätsel bekannt gegeben.

Zu gewinnen ist eine Reise nach Barcelona inkl. Übernachtung und Taschengeld.

Die Verlosung unter den korrekt eingegangenen Antworten findet jeweils anlässlich der Jahresversammlung statt. MitarbeiterInnen des SVS und der Redaktion sind von der Teilnahme ausgeschlossen.

## Amsterdam war eine Reise wert !



### Die Hafenstadt Amsterdam

Eine Reise vom heissen Süden und damit meine ich die Schweiz, in den kühlen Norden nach Amsterdam. So riesig war der Temperaturunterschied allerdings nicht, aber der immer vorhandene Wind im Norden war diesmal sehr hilfreich. Die Stadt ist als Grachtenstadt bekannt und als Mekka vom blauen, leicht süsslich riechenden Dunst. Da gibt es übrigens ein spannendes Detail zum Rauchverbot in Restaurants, welches auch in den Niederlanden gilt. In den Coffeeshops dürfen Joints geraucht werden, will man allerdings eine normale Zigarette rauchen, macht man dies, wie bei uns, vor der Tür.

Amsterdam hat ca. 850000 Einwohner und gefühlt nochmals so viele Touristen und Fahrräder. Durch das sehr gut ausgebaute Metro-, Tram- und Eisenbahnnetz konnten wir uns mit einem 3 Tagespass für den ganzen ÖV, in der ganzen Stadt frei umsehen. Als Binnenländer ist der Hafen und die Grachten natürlich ein Anziehungspunkt. Die Fähren vor dem Hauptbahnhof in fast jeden Winkel vom Hafen sind gratis und werden sehr rege benutzt. Durch meinen Schwager, ein gebürtiger Amsterdamer, konnten wir natürlich vom

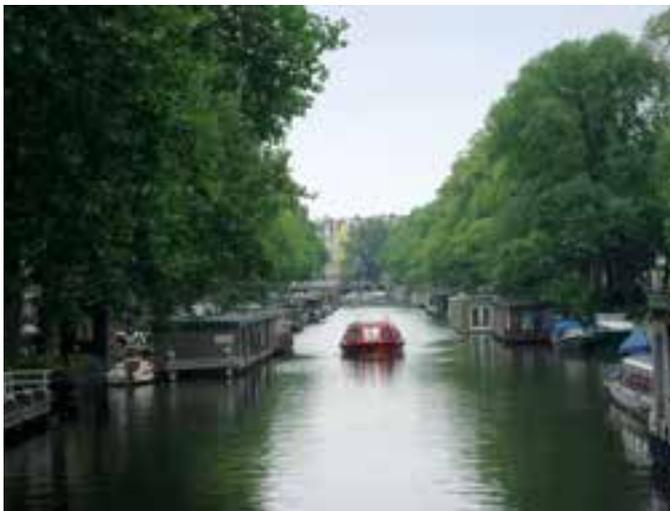
Insiderwissen profitieren und haben Sehenswürdigkeiten gefunden, welche in keinem Reiseführer stehen, aber wunderschön sind. Der erste Abend auf einer Terrasse in einem Hafenrestaurant wurde leider verregnet, das flexible Personal hat uns dann doch noch einen geschützten Sitzplatz besorgt.

Zu unserer Überraschung kommt man in dieser Weltstadt mit der deutschen Sprache nicht weit. Trotz der Nähe zu Deutschland, sind anscheinend die Kriegsjahre noch nicht vergessen, auch bei den jungen Leuten nicht. Das schulenglisch war aber genügend und mit Händen und Füßen hat man uns als «Landeier» überall verstanden.

Holzschuhe sind auch ein bekannter Verkaufsschlager von Holland, wir haben aber keinen Menschen darin rumlaufen gesehen. Dafür trinken alle gerne ein Bier und die weltbekannte Marke mit der grünen Flasche hat ein sehenswertes Museum in Amsterdam. Bei so viel frisch gezapftem Pils konnte selbst meine Frau nicht widerstehen und hat seit langem wieder mal einen Gerstensaft genossen. Im Gegenzug konnte ich dann mit ihr nicht an der grossen Einkaufsstrasse vorbeigehen, in der sich alle berühmten Marken tummeln. In vielen kleinen Seitengassen verstecken sich dann gemütliche Beizen in denen man sehr willkommen ist. Selbstverständlich gehört auch das Rotlichtviertel am Abend zu einem Stadtrundgang, das ist für Frauen kein Sperrbezirk und eine grosse Menschenansammlung mit Staupotential.

Die Grachtenrundfahrt an unserem letzten





Tag informiert vor allem über das Entstehen der Stadt, die wunderschönen alten Herrenhäuser und die schmalen aber sehr hohen Wohnhäuser. Durch die steilen Treppen in den Häusern besitzt jedes Dach einen Flaschenzug, denn in Amsterdam wird über die Fenster umgezogen, da die Möbel nicht durch die Treppenhäuser passen. Die Häuser sind so schmal weil die Steuern auf der Grundfläche erhoben werden.

Der Rückflug vom «kühlen» Norden bei 25°C nach Zürich bei 34°C hat zwar die Freude auf zu Hause nicht getrübt, wir hätten aber gerne etwas Kühle im Gepäck mitgenommen.

Nur wer im X-men Rätsel mitmacht kann ein solches Erlebnis gewinnen! Herzlichen Dank an Nadia Heikkinen für die Organisation und dem SVS für die Spende vom Preis.

Jürg + Christine Wettstein



## Bericht über die 43. Berufsweltmeisterschaften in Sao Paulo aus Sicht des Experten



Abb. 1: Roger Gemperle (v.r.) am Flughafen Kloten mit weiteren Kandidaten

Am 04. August 2015 Uhr finden sich die Kandidaten in Zürich-Kloten ein. Die Experten reisen einen Tag später, am 05. August zu den WorldSkills nach Sao Paulo. Die gesamte Schweizer Delegation besteht aus ca. 100 Personen. Als Kandidat für den Beruf «10 Schweißen» ist Roger Gemperle aus Waldkirch dabei. Für unseren Schweißer ist es die erste grosse Reise.



Abb. 2: Empfang im ARCO

Nach dem Gewinn der Schweizerischen Meisterschaft anlässlich der SwissSkills 2014 in Bern hat sich Roger Gemperle während mehr als 6 Wochen im SVS und anschliessend noch in seinem Lehrbetrieb der Fa. Bischof Anlagenbau AG, neben seinem Lehrabschluss auf die Weltmeisterschaften vorbereitet. Der Arbeitgeber hat es Roger Gemperle ermöglicht sich optimal auf den Wettbewerb vorzubereiten. Er hat Roger die ganze Zeit sehr aktiv und grosszügig bei seinem Training unterstützt. Die Vorbereitungen verliefen sehr gut und Roger Gemperle und Wolfgang Ahl als Experte erhofften, ja sie erwarteten sogar ein gutes Abschneiden beim Wettbewerb.

Nach einem direkten Flug von ca. 11 Stunden landen die Experten am 06.08. um ca. 05.30 Uhr in Sao Paulo. Bereits am Flughafen wurden wir sehr freundlich empfangen und mit einem Bus zum Hotel nach Sao Paulo gefahren. Da die Zimmer noch

nicht fertig waren, hat SwissSkills einen Besuch des Hilfswerks Arco, welches von einer Bündnerin geleitet wird, organisiert. Hier werden ca. 400 Kinder aus den Favelas gepflegt und schulisch weitergebildet. Für die Akklimatisierung und um uns an die Zeitverschiebung zu gewöhnen wurde am ersten Tag ein Ausflug mit Bussen in eine Sambaschule organisiert.

Am nächsten Morgen um 07.00 Uhr ging es mit dem Bus, welcher uns am Hotel abholte ins Wettbewerbsgelände, unser Arbeitsplatz für die nächsten 10 Tage.



Abb. 3: Die Experten bei der Vorbereitung des Wettbewerbs

### Wettbewerbsvorbereitung

Während der nächsten 4 Tage wurden durch die Schweißexperten aus 38 Ländern die Wettbewerbsaufgaben formuliert. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die bereits bekannten Projekte zu mindestens 30 % abgeändert werden. Unter der Leitung vom Chefexperten werden ausserdem die verschiedenen Arbeits- und Bewertungsgruppen eingeteilt. Weiterhin überarbeiten und aktualisieren die Experten die Berufsbeschreibungen an jedem Wettbewerb. Um für alle Kandidaten die gleichen Bedingungen zu haben, wurden auch alle Werkzeugkisten ge-



Abb. 4: Der Druckbehälter von R. Gemperle



Abb. 5: Einzug der Schweizer Kandidaten

prüft, es sollte vermieden werden, dass nicht erlaubte Hilfsmittel benutzt werden. Ausserdem wurden von Sicherheitsinspektoren sämtliche elektrischen Werkzeuge auf ihre Betriebssicherheit hin geprüft und mit einem entsprechende Kleber versehen.

### Wettbewerbstage (Mittwoch – Samstag)

Nachdem sich die Kandidaten ca. 4 Stunden mit den vorhandenen Schweißmaschinen und dem Arbeitsplatz vertraut machen konnten war der Tag der Eröffnungsfeier bereits da.

Nach einer grossartigen Eröffnungsfeier ging es für die Teilnehmer richtig los. Allerdings mussten noch diverse Formalitäten wie Überprüfung der Personalien, das Thema Arbeitssicherheit, Verhaltensregeln usw. erledigt werden. Wegen der grossen Teilnehmerzahl von 38 Kandidaten musste im Beruf Schweiessen in 2 «Schichten» gearbeitet werden. Es ist nicht mehr finanzierbar für 38 Teilnehmer die notwendige Infrastruktur zu organisieren und vor allen Dingen zu finanzieren.

Jeder Teilnehmer erhält vor Wettbewerbsbeginn die Zeichnun-



Abb. 6: Eine Eröffnung in Brasilien ohne Samba ? Undenkbbar!

gen auf welchen die Aufgaben beschrieben sind. Begonnen wird mit dem Schweiessen von einem dickwandigen Rohr, (ca. 8mm) in Position PC und dem Verfahren MAG für die Wurzel und Fülldraht für die Zwischen- und Decklagen. Anschliessend wird ein 10mm Blech in der Position PF im Verfahren E-Hand geschweisst. Weiter geht es mit einem 16mm Blech, Position PC die Wurzel mit E-Hand, die Zwischen.- und Fülllagen mit MAG. Abgeschlossen werden die Probestücke mit der Kehlnaht an einem 12mm Blech im Verfahren E-Hand in der Position PA. Bei den Probenstücken im Verfahren MAG und bei der Kehlnaht sind die vorgegebenen Ansatzstellen etwa in der Nahtmitte auszuführen und bestätigen zu lassen.

Alle Teilnehmer schafften es diese Probestücke am ersten Tag fertig zu stellen. Sowohl das 16mm Blech, das 10mm Blech wie auch das Rohr wurden anschliessend für die Röntgenprüfung in ein Labor gebracht. Selbstverständlich werden alle Stücke auch visuelle geprüft. Von den Röntgenprüfungen erhalten die Experten nur das Ergebnis. Die Bruchproben an den Kehlnähten wurden durch die Experten ausgewertet. Die Kriterien für die Bewertung sämtlicher Probestücke und Bauteile sind den Teilnehmer vorgängig detailliert erklärt worden.

An den nächsten 3 Wettbewerbtagen sind durch die Kandidaten ein Druckbehälter, eine Konstruktion aus Cr-Ni Stahl und eine Konstruktion aus Aluminium herzustellen. Das Bauteil darf zum Heften gedreht oder abgelegt werden. Im Innenbereich des Bauteils dürfen aber keine Hefter angebracht werden. Für das Heften kann ein beliebiges Verfahren verwendet werden. Nach dem Heften muss ein Experte bestätigen, dass die Bedingungen an das Heften erfüllt sind. Anschliessend darf beim Schweiessen das Bauteil nur noch auf dem Arbeitstisch um seinen eigenen Achse gedreht werden.

Sämtliche Bauteile werden durch verschiedene Expertengruppen visuell bewertet. Die Bewertungskriterien (z.B. Einbrandkerben, Nahtüberhöhung, Nahtbreite, Nahtübergang, Ober-



Abb. 7: Elektrodenhandschweissung in Position

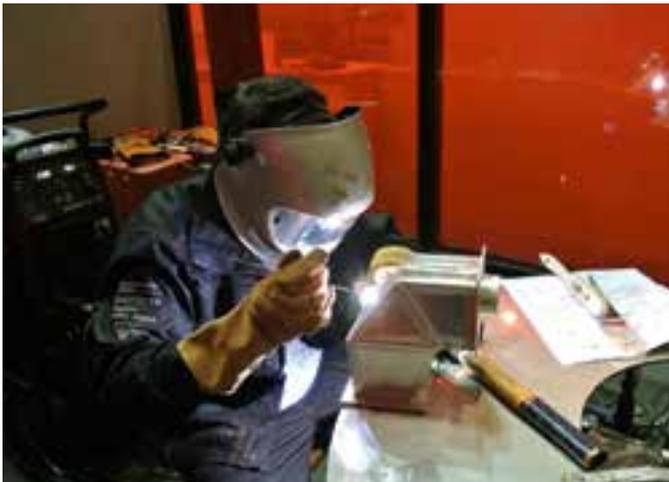


Abb. 8: TIG-Schweissung am Aluminium-Gehäuse



Abb. 9: TIG-Schweissen der Cr-Ni-Konstruktion 94,6 % durchgeschweisste Nähte, das kann sich sehen lassen!

flächenporen, etc.) sind vorher festgelegt worden. Dadurch ist es möglich, dass alle Kriterien objektiv bewertbar sind.

Nach Fertigstellung des Druckbehälters wird an diesem noch eine Druckprobe durchgeführt. Der Druckbehälter muss einen Druck von 1000 psi (ca. 70 bar) ohne Leck aushalten, nur dann erhält der Kandidat die maximale Punktzahl für diese Prüfung. Von den hergestellten 38 Druckbehältern waren zur Überraschung vieler 14 Behälter undicht. Der Druckbehälter von Roger Gemperle hielt den Maximaldruck ohne Leck aus. Dies waren 15 wichtige Punkte für den Wettbewerb, die den 14 anderen Teilnehmern natürlich fehlten. Auch bei der Röntgenprüfung konnte Roger Gemperle 15 von möglichen 21 Punkten holen. Damit war bereits ein solide Ausgangsbasis für eine gute Platzierung geschaffen. Und dies hat Roger Gemperle auch erfreulicherweise erreicht, mit einem 15. Schlussrang und einer Punktzahl von 514 Punkten hat er sich sein «Medaillon for Excellence» völlig zu Recht verdient.

### Schlussfeier

Am 16.08.2015 fand die Siegerehrung und die Schlussfeier statt. Ein grosser Andrang von Teilnehmern, Freunden und Verwandten, Experten, Delegierten, Verbandsvertretern sowie einheimischen und ausländischen Besuchern aus aller Welt zeigten welches grosses Interesse diese Weltmeisterschaften in Sao Paulo geweckt haben. An einer eindrucksvollen Schlussfeier mit viel Show und Musik konnte die Schweizer Mannschaft insgesamt 13 Medaillen und 22 Diplome erringen. Sie belegt den 4. Rang in der Nationenwertung und ist wiederum, wie bereits seit vielen Jahren das beste Land in Europa. Nach der Schlussfeier gibt es noch eine Abschiedsparty für Kandidaten, Experten und alle Delegierten. Dies ist die letzte Möglichkeit sich von Expertenkollegen zu verabschieden.

### Empfang in Zürich

Nach einem langen Flug landen wir um ca. 17.00 Uhr in Kloten. Im Fernsehstudio der SRG warten viele Gäste und begeisterte Fans darauf, ihre Söhne, Töchter, Arbeitskolleginnen und -kollegen, Freundinnen und Freunde wieder zu Hause zu begrüessen. Ansprachen und Ehrungen folgen in raschem Ablauf. Sämtliche Teilnehmer, Diplom- und Medaillengewinner werden einzeln vorgestellt und begeistert gefeiert. Eine anstrengende, aber intensive und lehrreiche Zeit mit vielen positiven Erinnerungen und Eindrücken geht zu Ende. Bereits beginnen die Vorbereitungen auf die nächsten Weltmeisterschaften 2017 in Abu Dhabi.

Wolfgang Ahl/Experte Beruf 10 Schweiessen



Abb. 10: Die Schweizer Delegation nach der Siegerehrung in Sao Paulo



Abb. 11: Beim Empfang in Zürich



Abb. 12: Geschweisst, bewertet und für GUT befunden



Abb. 13: Die Freude der Gewinner



Abb. 14: Die Freude der Menschen

## Gase und Gasgemische zum MIG-Schweissen

In der letzten Ausgabe dieser Zeitschrift wurden bereits die technischen Grundlagen sowie die Geschichte des MAG-Schweissens als Teilbereich des «Gasgeschützten Metall-Lichtbogenschweissens» oder kurz «Metall-Schutzgasschweissens» (MSG) erörtert. In dieser Ausgabe soll es um den zweiten wichtigen Teilaspekt des MSG-Schweissens gehen, nämlich um das MIG-Schweissen. MIG steht dabei nicht für russische Kampfflugzeuge (an denen aber möglicherweise auch MIG-geschweisst wird), sondern für Metall-Inertgas-Schweissen.

### Begriffe

Beim Metall-Inertgas-Schweissen kommen, wie der Name bereits vermuten lässt, inerte Gase oder Gasgemische zum Einsatz. «Inert» bedeutet «chemisch nicht reagierend» und steht im Gegensatz zum Wort «aktiv» (z.B. beim MAG-Schweissen), welches reaktionsfähige Gaskomponenten bezeichnet, also Sauerstoff, Kohlendioxid oder Wasserstoff.

Vorsicht ist in diesem Zusammenhang geboten bei Kontakten mit dem englischsprachigen Raum: Dort wird in der Regel nicht zwischen MIG und MAG unterschieden wie bei uns. In den USA und in England beispielsweise heisst jeder MSG-Prozess einfach «MIG welding». Der Begriff «MAG welding» ist dort weitgehend unbekannt. Diese Besonderheit führt nicht selten zu Verwirrung und sollte beachtet werden.

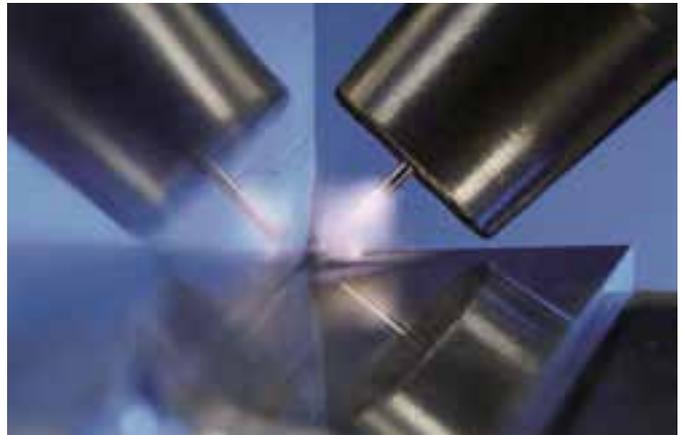
### Verfahren

Die Anlagentechnik beim MIG-Schweissen unterscheidet sich nicht von der des MAG-Schweissens, die Maschinen sind prinzipiell technisch gleich. Zwar gibt es beispielsweise spezielle MIG-Schweissmaschinen für Aluminium, aber auch mit diesen könnte man ohne Weiteres MAG-Schweissen, nachdem die Seele im Schlauchpaket und die Vorschubrollen getauscht worden sind. Einzelheiten zum MSG-Verfahren entnehmen Sie bitte der letzten Ausgabe dieser Zeitschrift.

Sehr hilfreich ist es speziell beim Schweissen von Aluminium, wenn die Schweissmaschine die Möglichkeit bietet, im Impulslichtbogen zu arbeiten. Das Verarbeiten von Aluminiumwerkstoffen im Kurzlichtbogen oder Sprühlichtbogen ist zwar möglich, der Impulslichtbogen bietet aber die grössere Flexibilität in der Parameterwahl und die sicherere Tropfenablösung. Abb. 1 zeigt eine MIG-Impuls geschweisste Naht an einem Fahrzeugteil.

### Gase und Gasgemische

Nennenswerte Verbreitung hat das MIG-Schweissen hauptsächlich für die Aluminiumlegierungen, daher wird im Folgenden nur diese Werkstoffgruppe betrachtet. Bei den Aluminiumwerkstoffen kommen praktisch nur inerte bzw. quasiinerte Gase zur Anwendung, denn sauerstoff- oder kohlendioxidhaltige Gase würden zu extremer Oberflächenoxidation führen. Wasserstoff, selbst in geringen Mengen, führt zu starker Porenbildung. Verwendet werden Argon oder Argon-Helium-Gemische mit Heliumgehalten zwischen 10 und 90 %.



Aluminium – MIG – Schweissung

Zur Lichtbogenstabilisierung sind sogenannte dotierte Gemische erhältlich, welche zusätzlich zum Argon oder Helium noch kleine Beimengungen (<0,1 %) von Sauerstoff, Stickstoff oder Stickstoffmonoxid enthalten.

### Argon

Argon kann als das Standardgas zum MIG-Schweissen von Aluminium bezeichnet werden. Die übliche Reinheit ist 4.6 (99,996 %), höhere Reinheiten sind nicht notwendig. Auch wenn Argon relativ günstig und leicht verfügbar ist, so hat es beim MIG-Schweissen von Aluminium doch einige Nachteile, derer man sich bewusst sein muss.

Da wäre zum einen die geringe Wärmeleitfähigkeit des Argons. Eine geringe Wärmeleitfähigkeit bedeutet, dass die Wärme, die durch die Vorgänge im Lichtbogen erzeugt wird, nur schlecht zum Werkstück transportiert wird. In Verbindung mit der relativ hohen Wärmeleitfähigkeit des Aluminiums führt das dazu, dass unter Argon nur ein geringer Einbrand und niedrige Schweissgeschwindigkeiten erzielt werden können. Besonderes Augenmerk ist dabei auf den Nahtanfang zu richten. Beim MSG-Schweissen können, anders als beim WIG-Schweissen, die Lichtbogenleistung und der Drahtvorschub nicht voneinander entkoppelt werden. Ist es beim WIG-Schweissen möglich, das Material erst aufzuschmelzen und dann nach und nach den Schweisszusatz zuzugeben, so wird beim MSG-Schweissen mit dem Druck auf die Brenntaste der Lichtbogen gezündet und damit prinzipbedingt auch sofort die Drahtförderung gestartet. In der Folge können sich Bindefehler besonders am Nahtanfang ergeben, weil der Schweisszusatz schon gefördert wird, während das Material noch gar nicht aufgeschmolzen ist. Dieser Effekt wird umso stärker, je dicker das zu schweisende Material ist, weil dickeres Material die Wärme viel schneller abführt. Diese Eigenschaften des Aluminiums führen in Verbindung mit Argon auch zu deutlich erhöhter Neigung zu Porosität, weil das Entgasen durch kleine Schmelzbäder und schnelle Erstarrung erschwert wird.

### Argon-Helium-Gemische

Während auch reines Helium zum MIG-Schweißen verwendet werden kann, sind es doch die Argon-Helium-Gemische, die wesentlich häufiger eingesetzt werden. Besonders beim Aluminium können mit heliumhaltigen Gasen entscheidende Verbesserungen in der Nahtqualität und der Produktivität erzielt werden. Der erzielbare Effekt hängt stark von der Höhe des Heliumgehaltes ab. Hier müssen Nutzen und Kosten gegeneinander abgewogen werden.

Da ist zum einen die hohe Wärmeleitfähigkeit des Heliums. Sie ist ein Vielfaches höher als die des Argons, was zu erheblich verbessertem Wärmeeintrag in das Werkstück führt. Hinzu kommt, dass bei gleicher Lichtbogenlänge eine höhere Lichtbogenstromspannung vorliegt, wodurch mehr elektrische Leistung im Lichtbogen umgesetzt wird. Diese höhere erforderliche Lichtbogenstromspannung muss beim MIG-Schweißen mit Argon-Helium-Gemischen an der Maschine eingestellt bzw. entsprechend korrigiert werden. Abb. 2 zeigt die steigende Einbrandtiefe mit steigendem Heliumgehalt, aber gleichbleibender Stromstärke.

Ein weiterer Vorteil des Heliums besteht darin, dass es dem Lichtbogen mehr «Steifheit» verleiht. Das macht sich besonders an sogenannten dick-an-dünn-Verbindungen bemerkbar, bei denen Teile unterschiedlicher Blechdicke verbunden werden müssen. Unter Argon brennt der Lichtbogen bevorzugt auf dem dünneren Blech, welches dadurch schneller aufschmilzt und den Lichtbogen noch weiter anzieht. Stark ungleichmässiger Einbrand ist die Folge. Abb. 3 zeigt eine Schweissung von 3 mm an 8 mm, einmal mit Argon (3a oben) und mit Argon+30%Helium (3b unten). Mit dem heliumhaltigen Gas ist der Einbrand wesentlich gleichmässiger.

Bei der Gasmengenmessung sollte beachtet werden, dass Schwebekörperdurchflussmesser durch die geringere Dichte der Argon-Helium-Gemische eine zu geringe Gasmenge anzeigen. Gleichzeitig erfordern diese Gemische aber auch eine erhöhte Gasmenge beim Schweißen, weil sie durch die geringere Dichte leichter von der Schweissstelle «wegfliegen». Als Faustregel sollte bei den Ar/He-Gemische die gleiche angezeigte Menge eingestellt werden wie bei Argon, damit wird dieser Effekt kompensiert. Man muss allerdings in Betracht ziehen, dass die tatsächliche Gasmenge etwas höher liegt (z.B. 1,35-fach höher beim Gemisch aus Argon und 50 % Helium).

### Zusammenfassung

Das MIG-Schweißen wird hauptsächlich bei Aluminiumwerkstoffen angewandt. Argon ist dabei ein häufig verwendetes Schutzgas, welches universell einsetzbar und leicht verfügbar ist. Reines Helium wird kaum benutzt, die Gemische aus Argon und Helium dagegen sehr oft. Helium bietet aufgrund seiner hohen Wärmeleitfähigkeit und seinem Einfluss auf die Lichtbogenstromspannung einen vorteilhaften Wärmeeintrag ins Werkstück, was zu besserem Einbrand, höheren Schweissgeschwindigkeiten und verringerter Porenbildung führt. Auch sinkt damit die Gefahr von Bindefehlern am Nahtanfang.

Besonders beim MIG-Schweißen von Aluminium bieten die heliumhaltigen Gase handfeste Vorteile und sind damit eine empfehlenswerte Alternative zu Argon.

T. Ammann, PanGas



Abb. 1: Heliumeinfluss bei MIG-Aluminium-Schweißen



Abb. 2: Heliumeinfluss beim MIG-Aluminium-Schweißen

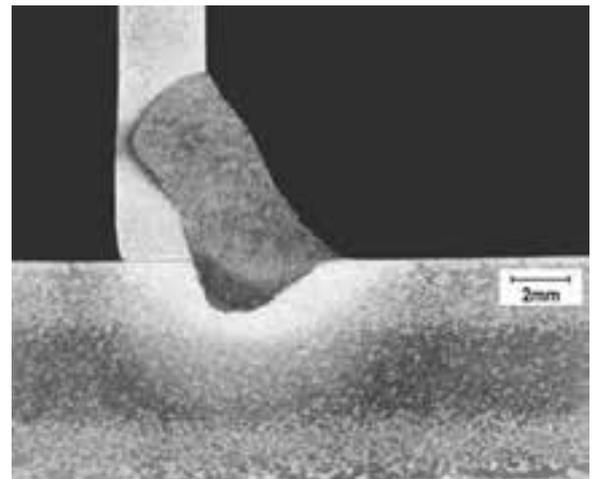


Abb. 3a: Dick-an-dünn-Verbindung mit Argon

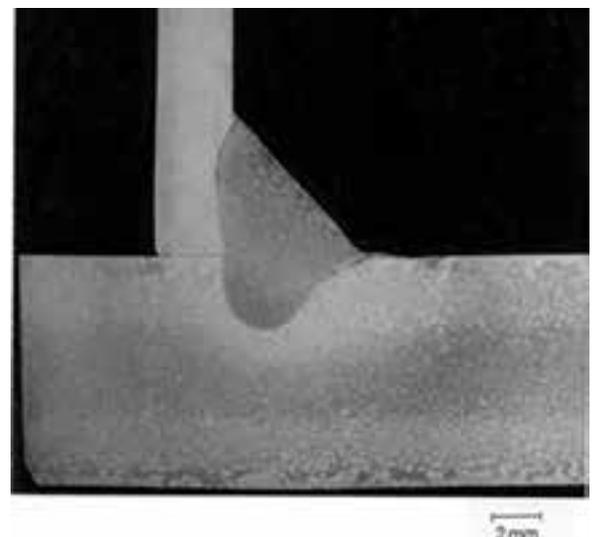


Abb. 3b: Dick-an-dünn-Verbindung mit Argon + 30 % Helium

## Ein Riese taucht tief und bringt am Bosphorus Europa und Asien zusammen.

Am zurückliegenden Samstag, dem 22. August 2015, erlebte ein hochkarätiges Publikum den ultimativen Durchbruch einer der kühnsten Tunnelmissionen überhaupt. Am Nachmittag durchstach vor den Augen des türkischen Premierministers Ahmet Davutoglu ein Herrenknecht-Mixschild mit einem Bohrdurchmesser von 13,7 Metern plangenaue die Zielschichtwand auf der europäischen Seite der Mega-City Istanbul. Nach 16 Monaten Vortrieb unter der Meerenge des Bosphorus war das Auftauchen des Bohrriesen ein ingenieurtechnischer und emotionaler Triumph für das bauausführende, türkisch-südkoreanische Joint Venture unter der Führung von Yapı Merkezi und SK Engineering & Construction. Die 3,34 Kilometer lange Unterführung für den zweistöckigen Eurasia-Autotunnel, gestartet von der asiatischen Landseite, stellte bei Wasserdrücken bis zu 11 Bar einen gewaltigen Härtestest für hochmoderne Tunnelvortriebstechnik dar. Beim Anblick des Bohrkopfs im Zielschacht jubelten auch Unternehmensgründer Martin Herrenknecht und seine Ingenieure. Der erfolgreich abgeschlossene Vortrieb markiert neue Machbarkeits-Standards im Tunnelbau. In Istanbul sorgt der neue Autotunnel für eine gravierende Verkehrsentlastung beim Passieren der Meereseenge.

Im weltweiten Tunnelbau umrankt wenige Projekte das Superlativ «Jahrhundertbauwerk». Der mit 13,7 Metern Bohrdurchmesser erstellte Eurasia-Autotunnel in Istanbul, eine insgesamt 5,4 Kilometer lange Unterquerung des Bosphorus, wird dieser Auszeichnung in mehrfacher Hinsicht gerecht. Sultan Abdülmejid I., Herrscher über das Osmanische Reich, forcierte bereits im 19. Jahrhundert als grosser Visionär die Planung eines Tunnels unter der Meerenge. Dieser erwies sich mit den Mitteln der damaligen Zeit allerdings als unmöglich.

Als am Nachmittag des vergangenen Samstags nach 16 Monaten Vortriebszeit der Herrenknecht-Mixschild millimetergenau die Zielschichtwand des Eurasia-Tunnels auf der europäischen Landseite Istanbuls durchstach, bezeugte und bestaute der türkische Premierminister Ahmet Davutoglu das Finale einer historischen Bauleistung. Noch nie zuvor ist ein so grosser, leistungsfähiger Tunnel unter derart vielschichtigen und extremen Bedingungen unterirdisch gebaut worden.



Eine Tunnelbohrmaschine von Herrenknecht hat am 22. August 2015 nach 16 Monaten Vortrieb erfolgreich den Bosphorus unterquert. Unter den Gratulanten am Tag der Durchbruchfeier waren unter anderem der türkische Ministerpräsident Ahmet Davutoglu (Mitte), Erdem Anoglu, Stellv. Vorstandsvorsitzender des türkischen Bauunternehmens Yapı Merkezi (rechts) sowie der Unternehmensgründer und CEO von Herrenknecht, Dr.-Ing. E.h. Martin Herrenknecht.

Die sorgfältig geplante und nun erfolgreich ausgeführte Ankunft des 120 Meter langen Tunnelbohrers ist für alle am Jahrhundertprojekt beteiligten «Baumeister» ein ingenieurtechnischer wie emotionaler Höhepunkt, insbesondere für das Joint Venture Yapı Merkezi und SK Engineering & Construction. Dr. Ersin Arioglu, Gründer von Yapı Merkezi und Vorstandsvorsitzender der Yapı Merkezi Holding, sowie Dr.-Ing. E.h. Martin Herrenknecht, Gründer und Vorstandsvorsitzender der Herrenknecht AG, und ihre Ingenieure erlebten den finalen Projekt-Durchbruch als einen besonderen gemeinsamen Moment. Er wird Signalwirkung im weltweiten Tunnelbau haben. Denn damit gehen neue Machbarkeits-Standards beim Herstellen von Tunneln unter extremen Baugrundbedingungen einher. «Ich glaube, das heute abgeschlossene Pionierprojekt wird auch andere Tunnelbauer ermutigen, immer tiefer, weiter und grösser zu denken», sagte Dr. Ersin Arioglu.

Gestartet war die kühne Mission mit der in Schwanaue speziell designten, 3300 Tonnen schweren Unikat-Maschine im April 2014. Sie legte in einem gigantischen Startbauwerk auf der asi-



atischen Seite am süd-östlichen Ende des Bosphorus los. Bei einem Gefälle von fünf Prozent tunnelte sich der grossformatige Mixschild bis zum tiefsten Punkt 106 Meter unter dem Bosphorus. Dort herrschen 11 Bar Wasserdruck. Kombiniert mit einem sehr wechselhaften, verschleissintensiven Untergrund stellt das für die Abbauwerkzeuge des riesigen Schneidrades eine Extrem-Anforderung dar.

Hierfür bedurfte es diverser Sicherheitsfeatures, die nur Herrenknecht durch Referenzen erprobt und weiterentwickelt für Pionierprojekte liefern kann.

«Die besondere Herausforderung bestand darin, ein Schneidrad zu entwickeln, das den Wechsel der Abbauwerkzeuge auch bei dem enormen Aussendruck sicher von innen ermöglicht», erklärt Werner Burger, Konstruktionsleiter bei Herrenknecht.

Ergebnis: ein durch schmale Arbeitskammern von der Rückseite begehbare Schneidrad. So können die Werkzeuge durch spezielle Schleusensysteme vom Personal unter atmosphärischen Druckverhältnissen sicher ausgetauscht werden. Darüber hinaus war die TBM mit Spezial-Equipment zum Einsatz von Sättigungstauchern ausgestattet. «Alle Einrichtungen haben sich im Verlauf des Vortriebs bei Wartungs- und Reparaturarbeiten bewährt», so Burger.

Dank der Pionier-Technologie und der idealen Zusammenarbeit aller Projektpartner erreichte die TBM unter dem Bosphorus hervorragende Bestleistungen von bis zu 92 Metern pro Woche. «Modernste Technik ist eines von vielen Puzzleteilen. Entscheidender war jedoch unser unerschütterliche Wille und gegenseitiges Vertrauen ineinander. Nur dadurch haben wir gemeinsam den Durchbruch bei diesem aussergewöhnlichen Projekt geschafft», betonte Martin Herrenknecht. «Heute hier zu stehen ist für mich wie ein Traum, der wahr wird», ergänzte Basar Anoglu, Vorstandsvorsitzender von Yapı Merkezi, bei der Durchstichs-Zeremonie stolz.

Ab Ende 2016 sollen im Eurasia Tunnel täglich rund 100000 Fahrzeuge auf zwei übereinanderliegenden Fahrbahnen zwischen den Kontinenten wechseln. Das neue Tunnelbauwerk ist die erste direkte Verbindung zwischen dem historischen Golden Horn auf der europäischen Seite und dem Hafengebiet auf der asiatischen Seite. Es wird den chronisch verstopften Verkehr in Istanbul entscheidend entlasten und die Fahrtzeit von heute 100 auf nur noch 15 Minuten reduzieren.

## MASCHINENDATEN

### Maschinentyp: 1 x Mixschild

- Bohrdurchmesser: 13.710 mm
- Schilddurchmesser: 13.660 mm
- Antriebsleistung: 4.900 kW
- Drehmoment: 23.290 kNm
- Gesamte Maschinenlänge: 120 m
- Gesamtgewicht: 3.300 t



Das Schneidrad der 13,66 m grossen Tunnelbohrmaschine kurz nach dem Durchstich im Zielschacht auf der europäischen Seite des Bosphorus. Gut zu erkennen sind die verschiedenen austauschbaren Abbauwerkzeuge wie Schneidrollen und Schälmesser, die auf den 6 Hauptarmen angebracht sind.



Die Herrenknecht TBM S-762 vom Typ Mixschild (Ø 13,66 m) wurde im Werk der Herrenknecht AG in Deutschland montiert und ausgiebig getestet. Zu den technischen Neuerungen zählt ein begehbare Schneidrad für den sicheren Wechsel der Abbauwerkzeuge unter atmosphärischen Bedingungen. Spezielle Schleusensysteme ermöglichen den Einsatz bei bis zu 11 Bar Umgebungsdruck.



Dank einer optimalen Zusammenarbeit aller Projektpartner konnte der Vortrieb am 22. August 2015 termingerecht abgeschlossen werden.

**MATERIALPRÜFUNG**

**ZERTIFIZIERUNG**

**ARBEITSSICHERHEIT**

**BERATUNG**

**AUSBILDUNG**



**SVS X ASS**

SCHWEIZERISCHER VEREIN FÜR SCHWEISSTECHNIK  
ASSOCIATION SUISSE POUR LA TECHNIQUE DU SOUDAGE  
ASSOCIAZIONE SVIZZERA PER LA TECNICA DELLA SALDATURA  
INFO@SVSXASS.CH · WWW.SVSXASS.CH

# **IIW-Awards 2016**

## **69. Jahrestagung des IIW – International Institute of Welding**

### **Melbourne/Australien**

**Kennen Sie eine Persönlichkeit in der Schweiz, die für ihre ausserordentlichen Verdienste in der Fügetechnik eine internationale Auszeichnung erhalten sollte?**

**Für diese Awards nimmt der SVS Nominierungsvorschläge entgegen:**

#### **Fellow of IIW**

2014 wurde der Fellow of IIW zum ersten Mal vergeben. Er ist eine Auszeichnung für IIW-Mitglieder, die herausragende Beiträge auf dem Gebiet der Schweissforschung und -technik sowie für die Förderung und den Erhalt der Branche leisten.

#### **Regional Activities Award**

Mit dem Regional Activities Award werden Personen ausgezeichnet, die durch die optimale Verwendung und Innovation von Schweiss- und Fügetechnologien dazu beigetragen haben, die globale Lebensqualität in ihrer Region oder international zu verbessern. Dieser Beitrag kann durch besonderes Engagement im IIW, durch einen IIW-Mitgliedsverband oder ausserhalb des IIW erreicht worden sein.

#### **Halil Kaya Gedik Award**

Der Halil Kaya Gedik Award wird jährlich an einen Wissenschaftler oder Ingenieur vergeben, der in einer von drei Kategorien herausragende Leistungen für die schweisstechnische Wissenschaft und Technologie erbracht hat.

**A: Entwicklung von Zusatzwerkstoffen**

**B: Industrielle Anwendung des Lichtbogenschweissens**

**C: Aus- und Weiterbildung junger Menschen**

#### **Evgeny Paton Prize**

Mit dem Evgeny Paton Prize werden Persönlichkeiten ausgezeichnet, die sich zeit ihres Lebens in besonderem Masse für die Fügetechnik eingesetzt haben und so einen signifikanten Beitrag zur Forschung und Entwicklung fügetechnischer Technologien, Werkstoffe oder Anlagen geleistet haben.

#### **Yoshiaki Arata Award**

Jedes Jahr wird dieser Award an eine Persönlichkeit verliehen, deren Grundlagenforschung und Erkenntnisse massgeblich zur Weiterentwicklung des Schweissens und der verwandten Verfahren beigetragen haben.

#### **Thomas Medal**

Die Medaille wird einer Person überreicht, die sich massgeblich für die Belange des IIW oder der ISO (International Organization for Standardization) engagiert hat und internationale Normungsvorhaben initiiert oder wesentlich mitgestaltet hat.

#### **Henry Granjon Prize**

Das Ziel des Henry Granjon Prize ist es, das Interesse von jungen Menschen für das Schweissen und die verwandten Verfahren zu wecken. Master- und Doktorarbeiten oder vergleichbare Projekte der Industrieforschung von Nachwuchswissenschaftlern werden mit diesem Preis in vier Kategorien ausgezeichnet.

**A: Füge- und Fertigungstechnologie**

**B: Werkstoffverhalten und Schweiseseignung**

**C: Konstruktion und Strukturfestigkeit**

**D: Personenbezogene Themen**

#### **André Leroy Prize**

Multimedia-Projekte zur Aus- und Weiterbildung in der Fügetechnik werden mit dem André Leroy Prize ausgezeichnet. Die Arbeiten können Videos und Computer-Programme beinhalten. Der Wettbewerb richtet sich an alle, die im Bereich der Fügetechnik tätig sind, vom Schweisser über den Techniker bis zum Ingenieur.

**Für die Einreichung Ihrer Nominierungsvorschläge wenden Sie sich bitte an:**

#### **Nadja Heikkinen**

Tel. +41 61 317 84 17, Fax +41 61 317 84 80

E-Mail: Nadja.Heikkinen@svsxass.ch

Schweizerischer Verein für Schweisstechnik

St. Alban-Rheinweg 222

4052 Basel

Schweiz

**Einsendeschluss ist der 27. November 2015**

**Die Ehrungen finden im Rahmen der 69. Jahrestagung des IIW – International Institute of Welding in Melbourne/Australien statt.**

# Produktenorm EN 1090 im Überblick (Teil 1)

Per 01.07.2015 bildet im Bereich Stahl- und Metallbau die Norm EN 1090 die Basis für die Ausführung von Stahl- und Aluminiumkonstruktionen sowie für die Zertifizierung der Unternehmen. Mit diesem zweiteiligen Informationsblatt erhalten Sie einen Überblick zum umfangreichen Regelwerk EN 1090.

- Teil 1**
1. Allgemeines
  2. Aufbau der EN 1090
  3. Anforderungen an den Hersteller
  4. Die Ausführungsklassen EXC 1 bis EXC 4
  5. Anforderungen der EN 1090 an den Prozess Schweißen
  6. Prüfbescheinigungen nach EN 10204
  7. Prüfung der Schweißverbindungen

- Teil 2 Fortsetzung**
8. Zuordnung der Produkte zu den Ausführungsklassen
  9. Vergleich H1-H5 nach SIA 263/1 mit EXC 1-4
  10. Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung
  11. Dienstleistungen des SVS im Rahmen EN 1090
  12. Zertifizierungsprozess nach EN 1090 durch den SVS

## 1. Allgemeines

Um auch der Schweizer Industrie die Möglichkeiten zu eröffnen in die Europäische Gemeinschaft Bauprodukte ohne technische Handelshemmnisse liefern zu können und einen freien Warenverkehr innerhalb Europas zu gewährleisten, hat der Bundesrat beschlossen, die Bauprodukteverordnung auch in der Schweiz anzuwenden.

Mit dem Beschluss des Bundesrates die Bauprodukteverordnung per 01.10.2014 mit der Übergangsfrist bis zum 30.06.2015 in Kraft zu setzen, ergibt sich für viele Stahl- und Metallbaubetriebe eine neue Situation bezüglich ihrer betrieblichen Zulassungen im Bereich des Stahlbaus. Mit den nachfolgenden Ausführungen möchten wir den Betrieben aufzeigen, wie sie die Anforderungen dieser EN 1090 umsetzen können.

## 2. Aufbau der EN 1090

Die EN 1090 – Teil 1 ist eine harmonisierte Norm und ist in der Schweiz per 01. Juli 2015 verbindlich anzuwenden. In der EN 1090 wird die Ausführung von Stahl- und Aluminiumtragwerken beschrieben.

Gegenwärtig sind folgende 3 Teile der Norm eingeführt:

### EN 1090 – Teil 1,

legt die Anforderungen an den **Konformitätsnachweis**, die **werkseigene Produktionskontrolle**, die **Herstellerzertifizierung** und die **CE-Kennzeichnung** für Stahl- und Aluminiumbauteile fest, die als Bauprodukte in den Verkehr gebracht werden.

### EN 1090 – Teil 2,

umfasst die technischen Regeln/Anforderungen für die **Herstellung** (Mechanische Verbindungsmittel, Schweißen, Korrosionsschutz, Montage) und **Prüfung von Stahltragwerken**.

### EN 1090 – Teil 3,

beinhaltet die technischen Regeln für die **Ausführung von Aluminiumtragwerken**.

## 3. Anforderungen an den Hersteller

Zentrales Element der EN 1090 ist die Etablierung der **Werkseigenen Produktionskontrolle (WPK)**.

Der Hersteller hat dafür Sorge zu tragen, dass in seinem Unternehmen die WPK eingeführt, aufrechterhalten und dokumentiert wird. Die Werkseigene Produktionskontrolle soll durch Verfahrens-

und Arbeitsanweisungen sowie Prozessbeschreibungen zu den speziellen Prozessen

- Bemessung
- Schweißen
- Mechanische Verbindungsmittel
- Korrosionsschutz dokumentiert werden.

Die **WPK** ist ein **System an qualitätssichernden Massnahmen** für:

- Personal
- Einrichtungen
- Bemessung
- Werkstoffe / Konstruktionsmaterialien
- Bauteilspezifikation
- Prüfungen / Produktbewertung
- Nichtkonforme Produkte

Die Anforderungen der Schweißqualitätsnorm ISO 3834 müssen im Unternehmen eingeführt und umgesetzt werden. Folgende Qualitätsstufen werden in Bezug zu den Ausführungsklassen vorausgesetzt:

EXC 1	EXC 2	EXC 3	EXC 4
Elementare Qualitätsanforderungen	Standard-Qualitätsanforderungen	Umfassende Qualitätsanforderungen	
EN ISO 3834-4	EN ISO 3834-3	EN ISO 3834-2	

Neben der Einführung der WPK muss der Hersteller eine Erstprüfung durchführen, ob er über alle Voraussetzungen zur Herstellung des betreffenden Produktes verfügt. Die Werkseigene Produktionskontrolle ist von einer benannten Stelle (Herstellerzertifizierungsstelle / Notified Body) zu überprüfen und zu zertifizieren. Im laufenden Herstellungsprozess sind Probenentnahmen zur kontinuierlichen Überprüfung der jeweiligen Leistungsmerkmale des Bauproduktes zu realisieren und zu dokumentieren.

## 4. Die Ausführungsklassen EXC 1 bis EXC 4

Vor Ausführung eines Tragwerkes muss die Ausführungsklasse (EXC = Execution class) festgelegt werden.

Die Festlegung der Ausführungsklassen sollte durch den Tragwerksplaner, Bauherrn oder Behörden erfolgen.

Grundlegend basiert die Festlegung der Ausführungsklasse auf den 3 Faktoren, Schadensfolgeklasse, Beanspruchungs- und Herstellungskategorie, wie in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Schadensfolgeklassen	CC1						CC2		CC3		
	gering		mittel		hoch						
Beanspruchungskategorien	SC1 statisch	SC2 dynamisch	SC1 statisch	SC2 dynamisch	SC1 statisch	SC2 dynamisch					
Herstellungskategorien	PC 1 S235, S275	EXC1	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3*	EXC3*				
	PC 2 > S355	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3*	EXC4				

\* EXC4 sollte bei aussergewöhnlichen Tragwerken oder bei Tragwerken mit hohen Versagensfolgen angewendet werden, entsprechend der nationalen Vorschriften

Ausführungsklassen können für das gesamte Tragwerk, für einen Teil des Tragwerkes oder für spezielle Details gelten.

Wird keine Festlegung zur Ausführungsklasse vorgenommen, gilt EXC2.

Die Einstufung in die jeweilige Ausführungsklasse sollte sehr sorgfältig gemacht werden, da durch die Execution Class der weitere **Planungs-, Herstell-, Prüf- und Dokumentationsaufwand** abhängt.

## 5. Anforderungen der EN 1090 an den Prozess Schweißen

- Bei allen vier Ausführungsklassen müssen die Schweißarbeiten durch geprüfte (ISO 9606 bzw. ISO 14732) Schweißer oder Bediener ausgeführt werden
- Je nach Anwendungsfall muss eine Schweissanweisung (WPS) vorliegen
- Ab der EXC 2, EXC 3 und EXC 4 muss die Schweissaufsicht während der Ausführung der Schweißarbeiten durch ausreichend qualifiziertes Schweissaufsichtspersonal sichergestellt sein
- Die Bewertungsgruppe zur Schweißnahtbewertung ist abhängig von der Ausführungsklasse (EXC)
- Die Qualifizierung des Schweißverfahrens für die Prozesse 111, 114, 12 (121 / 122 / 123 / 124 / 125), 13 (131 / 135 / 136 / 137) und 14 (141) ist abhängig von der Ausführungsklasse (EXC), dem Grundwerkstoff und dem Mechanisierungsgrad (gemäss Tabelle 12, EN 1090-2)
- Die Schweissaufsicht muss über Erfahrungen in den zu beaufsichtigenden Schweißarbeiten verfügen, wie in EN ISO 14731 festgelegt. Die technischen Kenntnisse des Schweissaufsichtspersonals sind in der Tabelle 14 für „Baustähle“ und in Tabelle 15 der EN 1090-2 für „Nichtrostende Stähle“ geregelt
- Die Infrastruktur muss die Herstellung einer anforderungsgerechten Schweißverbindung ermöglichen

Tabelle 12 — Methoden zur Qualifizierung des Schweißverfahrens für die Prozesse 111, 114, 12, 13 und 14

Methoden zur Qualifizierung		EXC 2	EXC 3	EXC 4
Schweißverfahrensprüfung	EN ISO 15614-1	X	X	X
Vorgelegene Arbeitsprüfung	EN ISO 15013	X	X	X
Standard-Schweißverfahren	EN ISO 15012	X <sup>a</sup>	-	-
Vorliegende schweißtechnische Erfahrung	EN ISO 15011	-	-	-
Einsatz von geprüften Schweißzusätzen	EN ISO 15010	X <sup>b</sup>	-	-

X: zulässig  
-: nicht zulässig

<sup>a</sup> Nur bei Durchmesser  $\geq 300$  und nur bei manuellen oder halbautomatischem Schweißen.  
<sup>b</sup> Nur bei Durchmesser  $\geq 275$  und nur bei manuellen oder halbautomatischem Schweißen.

Tabelle 14 — Technische Kenntnisse des Schweißaufsichtspersonals Baustähle

EXC	Stähle (Gruppe)	Bezugsnormen	Materialdicke (mm)		
			$t \leq 20^a$	$25 < t \leq 80^b$	$t > 80$
EXC2	S235 bis S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4 EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	B	S	C <sup>d</sup>
	S420 bis S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6 EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	S	C <sup>d</sup>	C
EXC3	S235 bis S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4 EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	S	C	C
	S420 bis S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6 EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	C	C	C
EXC4	Alle	Alle	C	C	C

<sup>a</sup> Stabwerklasten und Stabdicke  $\leq 80$  mm.  
<sup>b</sup> Stabwerklasten und Stabdicke  $\leq 75$  mm.  
<sup>c</sup> Bei Stählen des Festigkeitsbereichs bis zu S275 sind spezielle technische Kenntnisse (S) ausreichend.  
<sup>d</sup> Bei Stählen S, N, M und M, sind spezielle technische Kenntnisse (S) ausreichend.

Tabelle 15 — Technische Kenntnisse des Schweißaufsichtspersonals Nichtrostende Stähle

EXC	Stähle (Gruppe)	Bezugsnormen	Materialdicke (mm)		
			$t \leq 25$	$25 < t \leq 80$	$t > 80$
EXC2	Austenitische (R)	EN 10088-2:2005, Tabelle 3 EN 10088-3:2005, Tabelle 4 EN 10296-2:2005, Tabelle 1 EN 10297-2:2005, Tabelle 2	B	S	C
	Austenitische ferritische (R)	EN 10088-2:2005, Tabelle 4 EN 10088-3:2005, Tabelle 5 EN 10296-2:2005, Tabelle 1 EN 10297-2:2005, Tabelle 3	S	C	C
EXC3	Austenitische (R)	EN 10088-2:2005, Tabelle 3 EN 10088-3:2005, Tabelle 4 EN 10296-2:2005, Tabelle 1 EN 10297-2:2005, Tabelle 2	S	C	C
	Austenitische ferritische (R)	EN 10088-2:2005, Tabelle 4 EN 10088-3:2005, Tabelle 5 EN 10296-2:2005, Tabelle 1 EN 10297-2:2005, Tabelle 3	C	C	C
EXC4	Alle	Alle	C	C	C

## 6. Prüfbescheinigungen nach EN 10204

In der Norm EN 10204, sind für Metallische Erzeugnisse die Arten von Prüfbescheinigungen geregelt.

In diesem Dokument sind die verschiedenen Arten von Prüfbescheinigungen festgelegt, die dem Besteller in Übereinstimmung mit den Vereinbarungen bei der Bestellung für die Lieferung von allen metallischen Erzeugnissen, wie z. B. Blechen, Feinblechen, Stangen, Schmiedestücken, Gussstücken sowie Schweißzusätzen zur Verfügung gestellt werden können, unabhängig von der Art ihrer Herstellung.

Detaillierte Infos dazu siehe *Praktiker Info 09.01 „EN 10204, Prüfbescheinigungen für metallische Erzeugnisse“* (voestalpine Böhler Welding Schweiz AG).

Die Eigenschaften von gelieferten Konstruktionsmaterialien müssen so dokumentiert sein, dass sie mit den Sollwerten verglichen werden können. Für metallische Erzeugnisse müssen die Prüfbescheinigungen nach EN 10204 den in Tabelle 1 der EN 1090-2 angegebenen entsprechen.

Tabelle 1 — Prüfbescheinigungen für metallische Erzeugnisse

Konstruktionsmaterialien	Prüfbescheinigungen
Baustähle (Tabellen 2 und 3)	nach Tabelle B.1 von EN 10025-1:2004 <sup>a</sup>
Nichtrostende Stähle (Tabelle 4)	3.1
Stabstähle	nach Tabelle B.1 von EN 10340:2007
Schweißzusätze (Tabelle 5)	2.2
Gaslötlagen für Schraubverbindungen für den Metallbau	2.1 <sup>b</sup>
Metalle, warm gestempelt	2.1 <sup>b</sup>
Selbstschneidende und selbstbohrende (Düchro)Schrauben und Blindnieten	2.1
Bolzen zum Lichtbogenbolzenschweißen	2.1 <sup>b</sup>
Dehnlagen bei Brücken	3.1
Hochfeste Zugpeder	3.1
Lager aus Aluminium	3.1

<sup>a</sup> Für Baustähle S355 JR oder J2 und Prüfbescheinigung 3.1 für EXC2, EXC3 und EXC4 erforderlich.  
<sup>b</sup> EN 10025-1 fordert, dass die in der CEV-Norm enthaltenen Elemente in der Prüfbescheinigung angegeben sind. Die Angabe weitere, nach EN 10204 geforderte, zusätzliche Elemente (S, N, S) ist optional.  
<sup>c</sup> Falls ein Nachprüfverfahren 3.1 gefordert ist, darf dieses durch eine Herstellungsbescheinigung ersetzt werden.

Die Schweißseignung der verwendeten Materialien ist sicherzustellen. Die Eigenschaften der Halbzeuge und Bauteile gilt als ausreichend, wenn sie durch einen Verweis auf eine Europäische Technische Spezifikation und auf die Überwachungsdokumente angegeben werden.

### Weitere Informationen erhalten Sie bei:

Schweizerischer Verein für Schweißtechnik  
Leiter Herstellerzertifizierungsstelle  
Wolfgang Ahl  
St. Alban-Rheinweg 222, 4052 Basel

Tel.: 061 317 84 84  
E-Mail: [wolfgang.ahl@svsxass.ch](mailto:wolfgang.ahl@svsxass.ch)  
Internet: [www.svsxass.ch](http://www.svsxass.ch)

Fortsetzung

## Produktenorm EN 1090 im Überblick (Teil 2)

### 7. Prüfung der Schweissverbindungen

Die Prüfung von Schweissverbindungen kann ganz allgemein in zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen unterteilt werden.

Unter zerstörenden Prüfungen sind im Allgemeinen folgende Verfahren gemeint:

- Biegeversuch
- Zugversuch
- Kerbschlagbiegeversuch
- Härtemessung
- Metallographische Schliffe

Zu den gängigen zerstörungsfreien Prüfmethoden gehören sicherlich die:

- Sichtprüfung
- Oberflächenrissprüfungen (PT, MT)
- Ultraschallprüfung
- Durchstrahlungsprüfung

In der EN 1090-2 wird in Kontrolle vor und während des Schweißens unterschieden. Diese Kontrollen müssen, um dieser Norm gerecht zu werden, in einem Kontrollplan enthalten sein und die Anforderungen des massgebenden Teils von EN ISO 3834 erfüllen.

Die Verfahren sollen in Übereinstimmung mit der EN ISO 17635 Zerstörungsfreie Prüfung von Schweissverbindungen - Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe, ausgedacht werden.

Im Allgemeinen ist bei Stumpfnähten Ultraschallprüfung oder Durchstrahlungsprüfung und bei Kehlnähten Eindringprüfung oder Magnetpulverprüfung anzuwenden.

Alle Schweissnähte müssen über deren gesamte Länge einer Sichtprüfung unterzogen werden. Werden Oberflächenunregelmässigkeiten festgestellt, muss an der kontrollierten Schweissnaht eine Oberflächenprüfung mittels Eindringprüfung oder Magnetpulverprüfung durchgeführt werden. Weitere Detaillierungsgrade und Definition zum Stichprobenumfang sind ebenfalls in der EN 1090-2 angegeben.

Sofern nichts anderes festgelegt wird, ist bei Schweissnähten bei EXC1 keine ergänzende ZfP erforderlich. Bei Schweissnähten nach EXC2, EXC3 und EXC4 ist der Umfang der ergänzenden ZfP wie unten angegeben. Der Umfang der ZfP umfasst die Prüfung der Oberflächenunregelmässigkeiten und gegebenenfalls der inneren Unregelmässigkeiten.

Die Abnahmekriterien für Schweissnahtunregelmässigkeiten müssen unter Bezugnahme auf EN ISO 5817 erfolgen.

- EXC1: Bewertungsgruppe D;
- EXC2: im Allgemeinen Bewertungsgruppe C mit Ausnahme von Bewertungsgruppe D für „Einbauelemente“ (5011, 5022, „Schweißzusätze“ (500), „Zähstoffe“ (601) und „Offener Endkran“ (225);
- EXC3: Bewertungsgruppe B;
- EXC4: Bewertungsgruppe B, die sich aus Bewertungsgruppe B und den in Tabelle 17 angegebenen Zusatzanforderungen zusammensetzt.

Die Schweissnahtfertigung muss anhand einer WPS erfolgen, diese wiederum muss mit einer Verfahrensprüfung qualifiziert werden.

Es gibt je nach EXC unterschiedliche Qualifizierungsmöglichkeiten für ein Verfahren. Siehe dazu nachfolgende Tabelle 12 der EN ISO 1090-2:

Tabelle 12 — Methoden zur Qualifizierung des Schweißverfahrens für die Prozesse 111, 114, 12, 13 und 14

Methoden zur Qualifizierung		EXC 2	EXC 3	EXC 4
Schweißverfahrensprüfung	EN ISO 15014-1	X	X	X
Vorgelagerte Arbeitsprüfung	EN ISO 15613	X	X	X
Ständardschweißverfahren	EN ISO 15612	X <sup>a</sup>	-	-
Vorliegende schweißtechnische Erfahrung	EN ISO 15611			
Einsatz von geprüften Schweißzusätzen	EN ISO 15610	X <sup>b</sup>	-	-

X: zulässig  
X<sup>a</sup>: nicht zulässig

<sup>a</sup> Nur bei Stahlbohlen (S.35) und nur bei manuellen oder halbautomatischen Schweißen.  
<sup>b</sup> Nur bei Stahlbohlen (S.25) und nur bei manuellen oder halbautomatischen Schweißen.

Nicht nur das Verfahren muss qualifiziert werden, auch der Schweißer oder Bediener soll über eine gültige Zertifizierung verfügen. Schweißer müssen nach EN ISO 9606 (div. Teile) und Bediener von Schweißeinrichtungen nach EN ISO 14732 qualifiziert werden.

### 8. Zuordnung der Produkte zu den Ausführungsklassen

Die Festlegung der Ausführungsklassen erfolgt durch den Tragwerksplaner, Bauherrn oder Behörden. Siehe Pkt. 4. Nachfolgend wird beispielhaft ein Überblick über eine mögliche Zuordnung von Bauteilen zu Ausführungsklassen gegeben.

#### Ausführungsklasse EXC 1

Hierunter fallen ruhend beanspruchte Bauteile bis zur Festigkeitsklasse S275 wie Treppen und Geländer in Wohngebäuden, Wintergärten an Wohngebäuden, Landwirtschaftliche Gebäude und andere vergleichbare Bauwerke.

#### Ausführungsklasse EXC 2

In diese Ausführungsklasse fallen vorwiegend ruhend und nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Teile oder Tragwerke aus Stahl bis zur Festigkeitsklasse S 700, die nicht den Ausführungsklassen EXC 1, EXC 3 und EXC 4 zuzuordnen sind.

#### Ausführungsklasse EXC 3

In diese Ausführungsklasse fallen vorwiegend ruhend und vorwiegend nicht ruhend beanspruchte Teile oder Tragwerke aus Stahl bis zur Festigkeitsklasse S700, für die aber mindestens einer der folgende Punkte zutrifft:

- Grosse Dächer von öffentlichen Gebäuden
- Gebäude mit mehr als 15 Etagen
- Stahlwasserbauteile mit grossem Abflussvermögen

Folgende nicht vorwiegend nicht ruhend beanspruchte Bauteile

- Fussgängerbrücken
- Strassenbrücken
- Eisenbahnbrücken
- Fliegende Bauten
- Türme und Masten
- Kranbahnen
- Kamine, etc.

#### Ausführungsklasse EXC 4

In diese Klasse fallen alle Bauteile der Klasse 3 mit extremen Versagensfolgen für Menschen und oder Umwelt.

## 9. Vergleich H1-H5 nach SIA 263/1 mit EXC 1-4

Eine direkte Zuordnung der Klassen H1-H5 der SIA 263/1 (2013) zu den Ausführungsklassen den EN 1090 gibt es nicht. Die Arbeitsgruppe der SIA 263/1 wird sich mit diesem Thema aber noch auseinandersetzen. In der aktuellen SIA 263/1, Ausgabe 2013 kann aufgrund der auf Seite 41 abgebildeten Tabelle eine grobe Zuordnung, basierend auf der Schadensfolgeklasse, abgeleitet werden.

Wahl der Herstellerqualifikation aufgrund der Schadensfolgeklasse

Beanspruchungsart		Tragwerke vorwiegend ruhend beansprucht			Tragwerke mit Ermüdungsbeanspruchung	
Schadensfolgeklasse		CC1	CC2	CC3	CC2	CC3
Werkstoffe und Dicken	S235-S275, t<16mm Kopf- und Fussplatten: ≤30mm	H5	H4	H4	H2	H2
	S235-S275, t<16mm Kopf- und Fussplatten: ≤30mm	H4	H4	H3	H2	H1
	S235-S275, t<16mm Kopf- und Fussplatten: ≤30mm	H3	H3	H2	H1	H1
	Alle Werkstoffe ohne Dickeneinschränkung	H2	H2	H2	H1	H1

## 10. Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung

Hersteller ist, wer das Produkt (Bauprodukt) hergestellt hat und dieser trägt die Verantwortung.

Als Hersteller gilt auch jeder, der sich durch das Anbringen seines Namens, seiner Marke oder eines anderen unterscheidungskräftigen Kennzeichens als Hersteller ausgibt (z.B. Inverkehrbringer).

Aufgrund dieser Verantwortung hat der Hersteller eine Konformitätsbewertung vorzunehmen, auf deren Basis er eine Konformitäts-/Leistungserklärung zu erstellen hat, in der er die Leistungen des Tragwerkes in Bezug auf die Norm EN 1090-1 deklariert und eine Kennzeichnung vornehmen kann.

Hiermit trifft er die Aussage, dass sein Bauprodukt die grundlegenden Anforderungen der betreffenden EU-Richtlinie erfüllt.

Der Hersteller muss die Risiken ermitteln und den Kunden informieren, welche Gefahren von diesem Produkt während des gesamten Produktlebenszyklus ausgehen können. Sollten Mängel auftreten, so muss der Hersteller über Aufzeichnungen verfügen, die belegen, dass zum Zeitpunkt der Auslieferung die Mängel nicht offensichtlich bestanden.

Folgenden Angaben müssen u.a. in der Konformitätserklärung enthalten sein:

- Name und Anschrift des Herstellers
- Beschreibung des Produktes (Art, Kennzeichnung, Verwendung)
- Bestimmungen, denen das Produkt entspricht
- Besondere Verwendungshinweise
- Nummer des beigefügten Zertifikates über die werkseigene Produktionskontrolle
- Name und Funktion der Person, die die Erklärung im Namen des Herstellers unterzeichnet
- Zertifikat einer benannten Stelle über die werkseigene Produktionskontrolle

## 11. Dienstleistungen des SVS im Rahmen EN 1090

Der SVS bietet Ihnen in allen Belangen der Schweißtechnik eine umfassende Unterstützung. Unsere Dienstleistungen sind Aus- und Weiterbildung, Zertifizierung, Beratung und Prüfung sowie Inspektions- und Überwachungstätigkeiten.

Wir sind

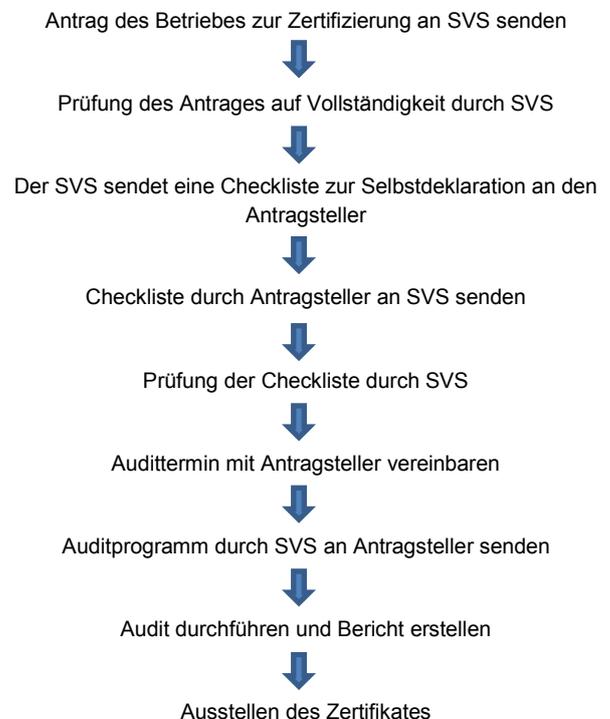
- Zertifizierungsstelle für Schweißer und Lötler
- Prüfstelle für zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen von Grundwerkstoffen und Schweißverbindungen
- Produktzertifizierungsstelle für Herstellerzertifizierungen nach EN 1090 und EN 15085-2
- für die Ausbildung von schweißstechnischem Personal vom EWF und IIW anerkannt
- Inspektionsstelle (Typ A) für Sicherheit beim Schweißen und im Umgang mit technischen und medizinischen Gasen sowie für die Überprüfung von Betrieben für die Herstellung von Stahl- und Aluminiumtragwerken

Wir unterstützen Sie zusätzlich

- Durch Beratung, Qualitätssicherung, Audits und Fabrikationsüberwachung

Mit unseren vier Standorten in der Schweiz sind wir immer in Ihrer Nähe.

## 12. Zertifizierungsprozess nach EN 1090 durch den SVS



Weitere Informationen erhalten Sie bei:

Schweizerischer Verein für Schweißtechnik  
Leiter Herstellerzertifizierungsstelle  
Wolfgang Ahl  
St. Alban-Rheinweg 222, 4052 Basel

Tel.: 061 317 84 84

E-Mail: [wolfgang.ahl@svsxass.ch](mailto:wolfgang.ahl@svsxass.ch)

Internet: [www.svsxass.ch](http://www.svsxass.ch)

## Angehende Schweissfachmänner zu Besuch beim Generalunternehmen für Blechtechnologie – Stebler Blech AG

Umfangreiche Kenntnisse der Schweisstechneken, ein enormes Verantwortungsbewusstsein sowie organisatorisches Talent gehören zu den Kernkompetenzen eines Schweissfachmanns. Während der Betriebsbesichtigung einer Gruppe von angehenden Schweissfachmännern bei der Stebler Blech AG wird dieser Punkt immer wieder thematisiert.

Am 7. September 2015 durfte die Firma Stebler Blech AG im solothurnischen Nunningen rund 40 Teilnehmer des Lehrgangs zum Schweissfachmann empfangen. Die zahlreichen Teilnehmer wurden in kleinere Gruppen aufgeteilt, damit sie sowohl von der betrieblichen Infrastruktur als auch vom Fachwissen des Gastgebers, René Häner, und seinem Team optimal profitieren konnten.

Einleitend stand natürlich eine offizielle Begrüssung mit einer Firmenpräsentation auf dem Programm. René Häner, ebenfalls ausgebildeter Schweissfachmann, ging dabei auf die verschiedenen Geschäftsbereiche der Stebler Blech AG ein. Die Wichtigkeit seines Aufgabenspektrums wird einem bei der genauen Betrachtung des Organigramms klar. Als Leiter Qualität, Füge-technik, Umwelt und Sicherheit, ist er als Stabstelle direkt dem CEO unterstellt.

Auf dem Rundgang durch den Betrieb besuchen einige Teilnehmer zuerst die Abteilung Punktschweissen. Für flache Bauteile eignet sich dieses Schweissverfahren speziell gut. Das Widerstandsschweissverfahren ermöglicht ein präzises, sicheres und schnelles Verbinden verschiedenster Materialarten und Formen. Den Teilnehmern wird dies anhand diverser Bauteile auf einem Tisch veranschaulicht. Die angehenden Schweissfachmänner schätzen den gleichzeitigen Informationsaustausch mit den Fachkräften der Stebler Blech AG vor Ort.

Weiter geht der Rundgang zur Stanz-/Lasermaschine. Die Teilnehmer beobachten gespannt, mit welcher hoher Prozessgeschwindigkeit gefertigt wird. Ein Laser bringt viele positive Eigenschaften mit: hohe Produktivität, erstklassige Qualität und die Nachbearbeitung wird auf ein Minimum reduziert.



Abb. 1: Verschiedene Arten von Punktschweissverfahren

Mit den Handschweissverfahren 135, 141 und 131 ergänzt die Stebler Blech AG ihr Prozessspektrum optimal. Alle Schweissarbeiten werden von geprüften Schweissern nach Vorgaben



Abb. 2: Hochmotiviert präsentiert René Häner (Stebler Blech AG) sein Fachgebiet

(WPS) erledigt. Sowohl die Besucher der Besichtigung, als auch die Kunden von Stebler können von diesen umfangreichen Kenntnissen nur profitieren.



Abb. 3: Laser-/Stanzmaschine: Präzision und Geschwindigkeit sorgen für Faszination

Während der Besichtigung wird die Wichtigkeit des Aufgabenspektrums eines Schweissfachmanns immer wieder betont. «Ein Schweissfachmann muss sich immer weiterbilden, gleichzeitig trägt er eine enorme Verantwortung für seine ausgeführten Arbeiten», erwähnt René Häner. Die Tragweite dieser Aussage wird einem erst richtig bewusst, wenn man die eingangs erwähnte Firmenpräsentation in Erinnerung ruft. So gehören zur Kundschaft der Stebler Blech AG zum Beispiel bedeutende Unternehmen der Schienenfahrzeugindustrie.

Zum Schluss geniessen die Teilnehmer einen informativen Rundgang durch den zweiten Geschäftsbereich der Firma Stebler. Hier werden Metallverpackungen und Fahrzeugkontrollschilde für zahlreiche Schweizer Kantone hergestellt.

**Barbara Christ, Marketing,  
Stebler Blech AG, Brügglistrasse 4, CH-4208 Nunningen**

## Kursprogramm

## Schweissen – E/G/MIG/MAG/TIG

## Kursprogramm

Einführungskurse				SVS-Mitglieder	Andere
<b>Wolframschutzgasschweissen TIG</b>	5 Tage	16.11. – 20.11.2015	Basel	CHF 1200.–	CHF 1400.–
<b>NEU: Wolframschutzgasschweissen TIG</b>	5 Tage	23.11. – 27.11.2015	Bellinzona	CHF 1200.–	CHF 1400.–
<b>Lichtbogenhandschweissen E</b>	5 Tage	04.01. – 08.01.2016	Basel	CHF 1200.–	CHF 1400.–
<b>NEU: Lichtbogenhandschweissen E</b>	5 Tage	23.11. – 27.11.2015	Bellinzona	CHF 1200.–	CHF 1400.–
<b>Metallschutzgasschweissen MAG</b>	5 Tage	09.11. – 13.11.2015	Basel	CHF 1200.–	CHF 1400.–
<b>NEU: Metallschutzgasschweissen MAG</b>	5 Tage	23.11. – 27.11.2015	Bellinzona	CHF 1200.–	CHF 1400.–
<b>Gasschweissen G</b>	5 Tage	04.01. – 08.01.2016	Basel	CHF 1200.–	CHF 1400.–
<b>Weiterbildungskurse als Vorbereitung zur Schweisserprüfung</b>					
<b>Wolframschutzgasschweissen TIG</b>	9 Tage	23.11. – 03.12.2015	Basel	CHF 2000.–	CHF 2300.–
<b>NEU: Wolframschutzgasschweissen TIG</b>	9 Tage	23.11. – 04.12.2015	Bellinzona	CHF 2000.–	CHF 2300.–
<b>Lichtbogenhandschweissen E</b>	9 Tage	18.01. – 29.01.2016	Basel	CHF 1950.–	CHF 2200.–
<b>NEU: Lichtbogenhandschweissen E</b>	9 Tage	23.11. – 04.12.2015	Bellinzona	CHF 1950.–	CHF 2200.–
<b>Gasschweissen G</b>	9 Tage	18.01. – 29.01.2016	Basel	CHF 1700.–	CHF 2050.–
<b>Metallschutzgasschweissen MAG</b>	9 Tage	16.11. – 26.11.2015	Basel	CHF 2000.–	CHF 2300.–
<b>NEU: Metallschutzgasschweissen MAG</b>	9 Tage	23.11. – 04.12.2015	Bellinzona	CHF 2000.–	CHF 2300.–
<b>Aluminiumschweissen MIG</b>	9 Tage	16.11. – 26.11.2015	Basel	CHF 2250.–	CHF 2650.–
<b>Aluminiumschweissen TIG</b>	9 Tage	23.11. – 03.12.2015	Basel	CHF 2250.–	CHF 2650.–
<b>Firmenkurse</b>	Individuelle Schweisskurse oder Sonderkurse zur Aus- und Weiterbildung nach Ihren Wünschen, in Ihrem Hause oder beim SVS, offerieren wir gerne.				
<b>NEU: Vorbereitung auf die Schweisserprüfung Basel</b>	28.10. – 02.12. – 20.01.	– 30.10.2015 – 04.12.2015 – 22.01.2016		Während dieser Daten kann ein beliebiger Tag für die Vorbereitung auf die Schweisserprüfung ausgewählt werden.	
<b>Schweisserprüfungen Basel</b>	02.11. – 07.12. – 25.01.	– 06.11.2015 – 11.12.2015 – 29.01.2016		Während dieser Daten kann ein beliebiger Tag für die Schweisserprüfung ausgewählt werden.	
<b>NEU: Vorbereitung auf die Schweisserprüfungen Bellinzona</b>	12.11.2015 17.12.2015				
<b>NEU: Schweisserprüfung Bellinzona</b>	13.11.2015 18.12.2015				



# Spezial-Kurse

## Schweissen, Löten, Spritzen, Schweissfachmann, ZfP, Sichtprüfung

Spezialkurse				SVS-Mitglieder	Andere
<b>Schweissaufsicht EN 1090</b>	2 Tage	14.12. – 15.12.2015	Basel	CHF 1000.–	CHF 1000.–
<b>Prüfung</b>	1 Tag	16.12.2015	Basel	CHF 125.–	CHF 125.–
für Personen mit Schweissfachmann IWS/SFM Diplom					
<b>Einführung in die Schweisstechnik</b>	3 Tage	09.12. – 11.12.2015	Basel	CHF 1500.–	CHF 1500.–
<b>Schweissaufsicht SVS EN 1090</b>	2 Tage	14.12. – 15.12.2015	Basel	CHF 1000.–	CHF 1000.–
<b>Prüfung</b>	1 Tag	16.12.2015	Basel	CHF 125.–	CHF 125.–
für Personen mit Schweissfachmann IWS/SFM Diplom					
<b>Schweisstechnische Qualitätssicherung am Bau</b>	1 Tag	11.11.2015	Basel	CHF 400.–	CHF 400.–
<b>Fülldrahtschweissen für Praktiker</b>	2 Tage	30.11. – 01.12.2015	Basel	CHF 650.–	CHF 650.–
<b>Visuelle Sichtprüfung VT 1&amp;2 (WS) deutsch</b>				<b>SGZP-Mitglieder</b>	<b>Nichtmitglieder</b>
Ausbildung	3 Tage	07.12. – 09.12.2015	Basel	CHF 1200.–	CHF 1300.–
Prüfung	1 Tag	10.12.2015	Basel	CHF 550.–	CHF 850.–
Zertifizierung				CHF 200.–	CHF 200.–
<b>Visuelle Sichtprüfung VT 1&amp;2 (WS) französisch</b>				<b>SGZP-Mitglieder</b>	<b>Nichtmitglieder</b>
Ausbildung	3 Tage	07.12. – 09.12.2015	Basel	CHF 1200.–	CHF 1300.–
Prüfung	1 Tag	14.12.2015	Basel	CHF 550.–	CHF 850.–
Zertifizierung				CHF 200.–	CHF 200.–
<b>Schweissen und Verlegen von Kunststoff-Rohren</b>				<b>SVS-Mitglieder</b>	<b>Andere</b>
Einführungskurs	5 Tage	11.01. – 15.01.2016	Basel	CHF 1880.–	CHF 1880.–
	5 Tage	18.01. – 22.01.2016	Basel	CHF 1880.–	CHF 1880.–
Verlängerungsprüfung	2 Tage	07.01. – 08.01.2016	Basel	CHF 980.–	CHF 980.–
	2 Tage	25.01. – 26.01.2016	Basel	CHF 980.–	CHF 980.–
	2 Tage	28.01. – 29.01.2016	Basel	CHF 980.–	CHF 980.–



## Kursprogramm

# Arbeitssicherheit

<b>Arbeitssicherheit/Sécurité au travail/Sicurezza sul lavoro</b>				
<b>Arbeitssicherheit beim Schweißen von Metallen AS-SM</b>	20.04.2016	Basel	CHF	210.–
<b>Arbeitssicherheit: Gasflaschen im Brandfall AS-GB</b>	06.04.2016	Basel	CHF	210.–
<b>Arbeitssicherheit im Umgang mit Gasen AS-G</b>	23.03.2016	Basel	CHF	240.–
<b>Brandverhütung beim Schweißen AS-BS</b>	09.11.2016	Basel	CHF	490.–
<b>Arbeitssicherheit im Umgang mit medizinischen Gasen im Gesundheitswesen – Sauerstoffstationen AS-MGS</b>	auf Anfrage			
<b>Sécurité du travail los du soudage de métaux ST-SM</b>	16.03.2016	Yverdon	CHF	210.–
<b>Prévention incendie lors du soudage ST-PS</b>	18.11.2015	Yverdon	CHF	490.–
<b>Sécurité du travail: bouteilles de gaz en cas d'incendie ST-GI</b>	08.06.2016	Yverdon	CHF	210.–
<b>Sécurité du travail lors de l'utilisation des gaz ST-G</b>	22.06.2016	Yverdon	CHF	240.–
<b>Sécurité du travail los de l'utilisation de gaz médicaux ST-GM</b>	07.09.2016	Yverdon	CHF	240.–
<b>Sécurité du travail lors de l'utilisation de gaz médicaux dans les établissements de sante ST-GMS</b>	sur demande			
<b>Sicurezza sul lavoro nei lavori di saldatura del metallo SL-SM</b>	09.03.2016	Bellinzona	CHF	210.–
<b>Prevenzione incendio durante la saldatura SL-PS</b>	16.03.2016	Bellinzona	CHF	490.–
<b>Sicurezza sul lavoro: bombole di gas in caso d'incendio SL-GI</b>	27.04.2016	Bellinzona	CHF	210.–
<b>Sicurezza sul lavoro nell'utilizzo di gas SL-G</b>	04.05.2016	Bellinzona	CHF	240.–
<b>Sicurezza sul lavoro nell'utilizzo di gas medicinali nel settore della sanità SL-GM</b>	15.06.2016	Bellinzona	CHF	240.–
<b>Sicurezza sul lavoro nell'impiego di gas medicinali nel settore della salute SL-GMS</b>	su richiesta			



## IMPRESSUM

### Herausgeber:

Schweizerischer Verein  
für Schweisstechnik  
St. Alban-Rheinweg 222  
CH-4052 Basel  
Tel: +41 61 317 84 84  
Fax: +41 61 317 84 80  
info@svsxass.ch

### Chefredaktor:

*Horst Moritz*  
Bachtobelstrasse 9  
CH-8106 Adlikon  
Tel./Fax: +41 44 841 06 44  
Mobil: +41 79 544 55 20  
horst.moritz@bluewin.ch

### Redaktionskommission:

*E. Brune*  
*R. Girardier*  
*Dr. M. Harzenmoser*  
*N. Heikkinen*  
*A. Riedel*  
*A. Schmelzer*  
*R. Smolin*

### Anzeigen:

Schweizerischer Verein  
für Schweisstechnik  
*Nadja Heikkinen*  
Tel. +41 61 317 84 17  
Fax. +41 61 317 84 80  
nadja.heikkinen@svsxass.ch

### Produktion:

Gremper AG  
Güterstrasse 78  
Postfach  
CH-4133 Pratteln

### Auflage:

Total 2000 Exemplare  
Abonnenten 1138

### Preise:

Jahresabo CHF 63.–  
einschl. Versand

Einzelbezug CHF 11.–  
zuzüglich Versand

Titelbild:

## VERANSTALTUNGSKALENDER

Datum / Zeit	Ort	Veranstaltung
20.10.2015	Basel	Thermisches Spritzen 3-Ländereck PVD/CVD gegenüber Thermischem Spritzen
22.10.2015	Aigle	SFI-Erfa
10.11.2015	Dagmersellen	Erfahrungsaustausch für Schweissaufsichts- personen, Thema: Flammrichten
24.11.2015	Basel	Thermisches Spritzen 3-Ländereck WCCo – Gesundheitliche Aspekte beim Spritzen und Schleifen
11. + 12.05.16	Locarno	105. SVS Jahresversammlung

Auskunft: Schweizerischer Verein für Schweisstechnik  
St. Alban-Rheinweg 222, 4052 Basel, Tel. 061 317 84 84, Fax 061 317 84 80

## Vorschau auf Ausgabe 06/2015:

### Aus der Industrie

Innovationen, Highlights, Wirtschaftsdaten und Produktneuheiten

### Fachbeiträge

Beiträge aus der Welt des Schweissens, Schneidens und Prüfens  
Forschungsberichte

### Berichte

Praxis- und Kurzberichte  
X-Man Rätsel

### Mitteilungen

Normen, Kursprogramm, Veranstaltungskalender

Die nächste Ausgabe erscheint am 29. Oktober 2014

### Haftungsausschluss

Der SVS hat keine Kontrolle oder dergleichen über Ausführung oder Nichtausführung, Fehlinterpretationen, richtige oder falsche Anwendung jeglicher Informationen oder Empfehlungen, die in den Veröffentlichungen enthalten sind. Daher schliesst der SVS und seine Mitglieder jegliche Gewährleistung im Zusammenhang damit aus.