



SIV/Halle

Das Training am Simulator erleichtert den Einstieg ins Schweißen

Virtual Welding in Entwicklung

Simulatoren reformieren die Ausbildung

Die schweißtechnische Ausbildung wird moderner. Seit kurzem unterstützen computerbasierte Schweißtrainer die Grundausbildung und helfen, das Image des Berufsstandes aufzubessern. Das neue, handlungsorientierte Lernen macht den Auszubildenden viel Spaß, allerdings hapert es an geeigneten pädagogischen Konzepten, und die Integration in anerkannte Lehrpläne steht erst am Anfang.

Dipl.-Ing. Ulrike Hensel

Schweißen lernen am Computer? Ein ungewohnter Gedanke – doch seit kurzem praktizieren dies bereits verschiedene Ausbildungszentren erfolgreich. An Schweißsimulatoren üben die Auszubildenden vor allem die Handfertigkeiten beim Setzen von Schweißnähten. Je nach Gerätetyp wird mit echten oder animierten Werkstücken und einem realen Schweißwerkzeug oder ausschließlich am Bildschirm trainiert. In jedem Fall visualisiert der Schweißtrainer das Arbeitsergebnis simultan am Monitor und wertet es aus. So erhält der Azubi ein objektives Feedback mit exakter Fehleranalyse hinsichtlich Brennerhaltung, Schweißgeschwindigkeit, Brennerwinkel und Abstand zum Werkstück. Der Lernerfolg ist Schritt für Schritt nachvollziehbar.

Bernd Feige, Geschäftsführer von C+P Bildung im hessischen Breidenbach, setzt seit Februar den Schweißsimulator ARC+ von Weldplus ein. Er berichtet: „Ein solches Arbeiten macht unseren Auszubildenden sehr viel Spaß. Das interaktive Agieren am Computer ist ihnen vertraut, und wenn mal was schief geht, dann ist das Werkstück nicht gleich Ausschuss.“ Außerdem kann am Simulator in einer vergleichsweise kurzen Zeit sehr viel geübt werden. Das Vorbereiten und Bereitstellen von Material entfällt vollständig, sodass auch Kosten und Ressourcen gespart werden.

Vorbehalte werden weniger. Schweißer sind gefragt wie nie zuvor. Wer dieses Handwerk perfekt beherrscht, wird von Spezialfirmen

auch gern weltweit auf Baustellen entsendet und kann entsprechend gut verdienen. Doch das Image dieses anstrengenden und nicht ganz ungefährlichen Berufes hat in der Vergangenheit nachgelassen. Handwerk und Industrie klagen über fehlenden Nachwuchs. Auch deshalb sind Schweißtrainersysteme willkommen, um die Ausbildung maßgeblich zu modernisieren. In Deutschland wurden solche Systeme erstmals 2009 auf der Fachmesse Schweißen & Schneiden in Essen vorgestellt, und zwar vom DVS, dem Deutschen Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. mit Sitz in Düsseldorf. Weltweit werden sie seit zehn Jahren in der Aus- und Weiterbildung eingesetzt.

„Interessanterweise verkaufen wir den größten Teil unserer Schweißtrainer im asia-



Die Schweißsimulation wird für Lehrer und Mitschüler auf den Bildschirm übertragen

tischen Markt", stellt Josef Kreindl, Internationaler Produktmanager Welding Education beim österreichischen Hersteller Fronius, fest. „In Europa stoßen wir bei den Ausbildern noch immer auf große Berührungängste. Die Asiaten hingegen gehen mit den neuen Medien offener um.“ Das bestätigt auch Boyan Ivanov, Leiter Verfahrenstechnik bei EWM Hightec Welding, der für die geringe Akzeptanz auf dem deutschen Markt vor allem das konservative Ausbildungssystem und komplizierte Finanzierungsformen verantwortlich macht. Anke Richter, Projektleiterin für Virtual Welding bei Weldplus hat beobachtet, dass „es zwar anfänglich meist eine große Skepsis gegenüber den computergestützten Systemen gibt, diese sich aber während einer Gerätedemonstration meist

auflost und sogar bei den erfahrenen Ausbildern oft in Begeisterung umschlägt.“

Teure Investition. In Deutschland verfügen bisher nur wenige Ausbildungszentren über Schweißtrainersysteme, denn eine solche Anschaffung ist mit 15.000 bis 60.000 Euro pro System kostspielig. Und meist kommt man mit einem System nicht aus. Zwei bis drei Auszubildende pro Simulator machen Sinn, größer sollten die Gruppen nicht sein, um effektiv lernen zu können. An Zuschüsse kommen viele Ausbildungseinrichtungen nicht heran, vor allem wenn sie nicht der Gemeinnützigkeit unterliegen. Auch Bernd Feige von C+P Bildung musste die Investition aus betrieblichen Mitteln stemmen: „Es hätte mich sehr gefreut, wenn unser Ausbildungsverbund mit 60 Mitgliedsfirmen Fördermittel erhalten hätte.“

Aus Sicht der Gesellschaft für Schweißtechnik International (GSI) bereiten neben den nicht unerheblichen Investitionskosten auch die oft mangelhafte Didaktik der Schweißtrainersysteme Schwierigkeiten bei der Verbreitung in der Branche. Nach Auffassung von Heinz M. Klein, Abteilungsleiter Ausbildung bei der GSI Niederlassung

Vorteile von Schweißtrainern

- Ausbildung wird attraktiver und zeitgemäßer
- Trainieren von Geschicklichkeit und handwerklichen Fähigkeiten
- Sicheres und verletzungsfreies Üben
- Handlungsorientiertes Lernen
- Direkte Rückmeldung bei Fehlern
- Lernen in kleinen Gruppen möglich
- Leistungsorientiertes Lernen durch objektive Bewertung
- Ressourcenschonend durch Einsparung von Übungsmaterial
- Üben von richtiger Ergonomie für den Berufsalltag
- Einsetzbar in Aus- und Weiterbildung

Bildungszentrum Rhein-Ruhr in Oberhausen, gibt es folgendes Dilemma: „Die Schweißtrainersysteme sind technisch und softwaremäßig auf einem hohen Niveau. Allen fehlt aber die pädagogische Anleitung, wie man mit ihnen systematisch und nach Plan simuliert schweißen lernt. Ansonsten sind das nur Playstations, die zwar einen



SUNFLEX 

Die SUNFLEX SF 25: Der perfekte Wind- und Wetterschutz für Terrassendach, Balkon oder Loggia!

Transparenz in ihrer elegantesten Form. Das Ganzglas-Schiebe-Dreh-System SF 25 kommt ganz ohne Vertikalrahmen aus. So genießen Sie nahezu grenzenlose Aussichten – und auch Ihr Haus kann sich sehen lassen. Die einzigartige Auswahl an SUNFLEX Lösungsmöglichkeiten zur Verglasung von Wintergärten und überdachten Terrassen deckt alle modernen architektonischen Anforderungen ab.

Schweißsimulatoren im Überblick

EWM Hightec Welding: Schwerpunkt ist das Trainieren der motorischen Fähigkeiten

Mit dem Schweißtrainersystem von EWM können alle Lichtbogenschweißverfahren wie MIG/MAG, WIG und E-Hand in den Schweißpositionen PA, PB, PC, PF und PG trainiert werden. Bedienung und Menüführung erfolgen intuitiv über den Brenner direkt am Bildschirm. Helm und Werkstücke sind nicht erforderlich. Auswählbar sind das Verfahren, die Position, Art und Lage der Schweißnaht sowie die Schweißrichtung und -geschwindigkeit. Es gibt keinen realen Lichtbogen, dafür aber entsprechende Geräusche. Das System berücksichtigt die internationalen Normen und Richtlinien und wertet die abgespeicherten Trainingsergebnisse aus. Preis je nach Ausführung zwischen 30.000 und 60.000 Euro.



EWM Hightec Welding

Fronius International: Über Ghost-Funktion Sollwerte vorgeben

Der Schweißtrainer von Fronius ist für MSG- und E-Handschweißen ausgelegt. Es lassen sich V- und Kehlnähte, Blindraupen sowie Rohr-Rohr- und Rohr-Blechverbindungen trainieren. Als Schweißpositionen stehen PA, PB, PC, PD, PE, PF sowie PG zur Auswahl. Mit verschiedenen Werkstücken und Schweißhelm üben die Auszubildenden in der virtuellen Welt. Eine optionale Virtual-Reality-Brille erlaubt eine besonders realitätsnahe Arbeitsweise. Auch Spritzer und Schlacken können dargestellt werden. Eine Besonderheit ist die sogenannte Ghost-Funktion, über die der Ausbilder bestimmte Parameter wie Schweißgeschwindigkeit, Abstand zum Werkstück und Anstellwinkel des Schweißbrenners vorgeben kann. Eine Soll-Ist-Vergleichsfunktion wertet Abweichungen und



Fronius International

Fehler selbständig aus. Die Ergebnisse werden am Touchscreen dargestellt und können zur Dokumentation zusätzlich exportiert werden. Preis je nach Ausführung zwischen 25.000 und 33.000 Euro.

Lincoln Electric: Mit Darstellung des Schweißbades

Die Schweißtrainersysteme VRTEX 360 und VRTEX Mobile bestehen aus Schweißstromquelle, MAG-Brenner, Elektrodenhalter, einem Werkstückhalter und verschiedenen Werkstücken, die zum Schweißen in der gewünschten Position eingespannt werden. Über den Schweißhelm mit integrierter 'virtueller Brille' und realistischer Tonwiedergabe taucht der Auszubildende in eine virtuelle Umgebung ein. Das Werkstück existiert real und ermöglicht dem Schweißer, sich realitätsgetreu am Werkstück und am Werkstückhalter abzustützen. Zu den wichtigsten Eigenschaften der VRTEX-Systeme zählen die realistische Darstellung des Schweißbades, das umfassende Tutorium in Deutsch und vielen anderen Sprachen sowie der integrierte Biegetest. Das System wird in der Personalbeschaffung, der Ausbildung und der Weiterbildung erfahrener Schweißer eingesetzt. Preis je nach Ausführung 30.000 bis 55.000 €



Lincoln Electric

GSJ SLV Halle: Jetzt mit „Training nach Plan“

Das Schweißtrainersystem der SLV Halle arbeitet mit einem realen Lichtbogen geringer Leistung, wodurch sich der Schweißvorgang besonders realitätsnah üben lässt, ohne jedoch den Grund- und Zusatzwerkstoff aufzuschmelzen. Es können WIG- und MAG-Schweißverfahren und Positionen wie PA, PC, PE, PF trainiert werden. Das System ist kompakt und modular aufgebaut und dadurch jederzeit erweiterbar sowie für mobile Einsätze konzipiert. Der Schweißhelm ist mit Kopfhörern ausgestattet, um mittels akustischer Signale den Auszubildenden über Ausführungsfehler zu informieren. Alle Trainingsergebnisse werden protokolliert und im System archiviert.



SLV Halle

Neu ist der intelligente Lehrplan, der das Training automatisch steuert. Für dieses „Training nach Plan“ bestimmt der Ausbilder lediglich den Schweißprozess und die Schweißposition. Den Ablauf des Trainings und das Festlegen der Grenzwerte übernimmt die Software des Schweißtrainers selbständig. Preis je nach Ausführung ab 16.000 Euro.

Weldplus/ 123 Certification: Völlig ohne Werkstück

Der Schweißtrainer ARC+ wurde von der kanadischen Firma 123 Certification Inc. entwickelt und wird in Europa von Weldplus exklusiv vertrieben. Gearbeitet wird ausschließlich mit einer 3 D-Brille, einem Schweißhelm und einem echten Schweißbrenner, um ein Höchstmaß an realistischer Schweißumgebung zu schaffen. Die fehlende haptische Kontrolle wird durch eine detailgenaue Computeroberfläche kompensiert. Das Diagnosesystem analysiert die Schweißergebnisse sowie Fehlhaltungen und wertet sie aus. Mittels Coaching-Funktion kann der Auszubildende von den Fehlern lernen und Defizite selbständig trainieren. Das Schweißbad wird realitätsnah detailliert dargestellt. Auch können die Schweißergebnisse reproduziert und über einen Beamer im Klassenzimmer oder Hörsaal zu Lernzwecken live analysiert werden. Der Schweißtrainer ist mobil einsetzbar und bietet durch die stufenlose Höhenverstellung eine ergonomische Trainingsumgebung. Preis je nach Ausführung zwischen 10.000 und 50.000 Euro.



Weldplus/123

Abk. Schweißpositionen:
V-Naht (PA), Kehlnaht (PB), Quernaht (PC), Überkopfposition, horizontal (PD), Überkopfposition (PE), Steignaht (PF), Fallnaht (PG)

realen Prozess nachempfinden und auch Feedback geben können, mit denen man aber lediglich Verschiedenes ausprobieren kann.“

Erstes Curriculum. Das soll sich nun ändern. Für den Einsatz der Schweißsimulatoren in der Aus- und Weiterbildung erarbeitet die GSI derzeit ein allgemeingültiges Regelwerk, das den Ausbildern vor allem didaktische Hinweise für den Lehrplan an die Hand geben soll. Die GSI ist eine Tochtergesellschaft des DVS und der wiederum ist national tonangebend in puncto Ausbildungsrichtlinien und Prüfzeugnisse für Schweißer. Das erste Curriculum wurde für das MAG-Schweißen entwickelt, bezieht sich auf einen Kurs von drei Monaten und soll erstmals im September 2013 auf der diesjährigen Messe Schweißen & Schneiden vorgestellt werden. „MAG-Schweißen können alle von uns getesteten Systeme, das ist sozusagen der kleinste gemeinsame Nenner“, sagt Heinz M. Klein.

Die Hersteller und Anwender der Schweißsimulatoren sehen hingegen geringere Hürden für den Einsatz in der Ausbildung. Boyan Ivanov zum Beispiel bestätigt, dass die Geräte seines Unternehmens „vordefinierte Lehrpläne nach den Richtlinien des International Institute of Welding und des DVS besitzen.“ Und Bernd Feige integriert die virtuelle Ausbildung unkompliziert in die bestehenden Schweißlehrgänge. Fast jeder der 350 Auszubildenden seines überbetrieblichen Ausbildungszentrums macht Trainings am Computer. Unterschiede gibt es nach seinen Worten allerdings zwischen Aus- und Weiterbildung. In der Weiterbildung gehe es um den Erwerb von anerkannten Schweißpässen und Nachweisen, da „muss der Einsatz eines Simulators auch didaktisch genau überlegt sein“.

Simulator ersetzt nicht Praxis. Einig sind sich alle: Der Schweißsimulator ersetzt nicht das Lernen und ständige Üben in der Praxis. Ca. 20 bis 25% der praktischen Ausbildungszeit sind erfahrungsgemäß am Trainingsgerät sinnvoll. Dabei kommt es auch auf das fortlaufende Wechselspiel zwischen Computer und realem Prozess an. „Am Schweißtrainer werden vor allem Handfertigkeiten entwickelt“, betont Klein. „Simulation bedeutet nicht, dass man nur noch am Simulator übt und anschließend Schweißer ist.“ Die Praxis sei gerade beim Schweißen durch nichts zu ersetzen. Aspekte wie Zünden des Brenners, Wahl der Stromstärke, Beschaffenheit des Schmelzbades und vieles mehr könnten nur in der Praxis erfahren werden.

Dazu helfen dem Lernenden vor allem die Feedback-Funktionen, die je nach System teils zusätzlich über optische und akustische Signale verdeutlicht werden. Die unmittelbare Fehlerrückmeldung und -auswertung unterstützt handlungsorientiertes Lernen und ermöglicht eine objektive Bewertung der Ergebnisse. Auch ist das Lernen in Kleingruppen möglich und sinnvoll. Eine solche pädagogische Herangehensweise macht den jugendlichen Auszubildenden nicht nur Spaß, sondern sie werden erfahrungsgemäß auch zu mehr Leistungsbereitschaft angestachelt.

Ein weiterer Vorteil ist das Trainieren von richtiger Arbeits- und Körperhaltung beim Schweißen. „Das Schweißtrainersystem gibt dem Auszubildenden beispielsweise Korrekturen, ob er die Elektro-

Info + Kontakte

GSI – Gesellschaft für
Schweißtechnik International mbH
Aachener Straße 172
40223 Düsseldorf
Tel. +49 211 1596227
sekretariat@gsi-slv.de
www.gsi-slv.de

EWM Hightec Welding GmbH
Dr.-Günter-Henle-Straße 8
56271 Mündersbach
Tel. +49 2680 181-0
info@ewm-group.com
www.ewm-group.com

Fronius International GmbH
Vorchdorfer Straße 40
A-4643 Pettenbach
Tel. +43 7242 241-0
contact@fronius.com
www.fronius.com

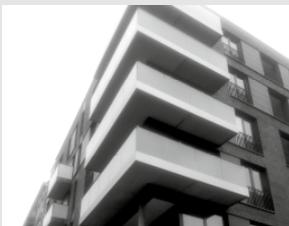
Lincoln Electric Deutschland
Christinenstraße 2
40880 Ratingen
Tel. +49 2102 71396-0
infode@lincolnelectric.eu
www.lincolnelectric.com

SLV Schweißtechnische Lehr- und
Versuchsanstalt Halle GmbH
Köthener Straße 33A
06118 Halle/Saale
Tel. +49 345 52460
mail@slv-halle.de
www.slv-halle.de

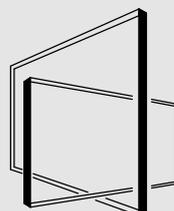
Weldplus UG
Vor der Struth 1
57627 Hachenburg
Tel. +49 2662 9443339
info@weldplus.de
www.weldplus.de

C+P Bildung GmbH
Boxbachstraße 1
35236 Breidenbach
Tel. +49 6465 919139
b.feige@cpbildung.de
www.cpbildung.de

Flachglas aus aller Welt – aus einer Hand...
...paß- und preisgenau für jeden Bau



Sollredder 9
21465 Wentorf
Tel. 040/729070-0
Fax 040/729070-70
info@hanseata.de
www.hanseata.de



**HANSEATA
FLACHGLAS**



C+P Bildung GmbH

Statt einzeln in der Schweißkabine lernen die Azubis mit dem Simulator in Gruppen

de schräger oder senkrechter halten muss“, erläutert Heinz M. Klein und ergänzt: „Lernen nach dem Prinzip Trial-and-Error, d.h. durch Versuch und Irrtum voranzukommen, ist überholt und nicht mehr zeitgemäß. Das wird in der Schweißkabine gemacht, dort geht das nicht anders.“

Azubis werden besser. Auch wenn die Erhebungszahlen noch sehr gering sind und voraussichtlich erst in einigen Jahren statistisch fundierte Aussagen getroffen werden können, so ist sich Heinz M. Klein ganz sicher: „Mit der Unterstützung durch den Simulator wird die Schweißerausbildung schneller und vor allem besser.“ Das sieht auch Josef Kreindl von Fronius so: „Die Jugendlichen sind begeistert von der interaktiven Ausbildung und der fairen Beurteilung der Arbeitsergebnisse durch den Computer.“ Mit diesen objektiven Bewertungen, zum Beispiel durch Vergabe von Punkten, sind die Ergebnisse vergleichbar. Bisher war es einem Ausbilder überwiegend nur möglich, subjektiv zu beurteilen. „Besonders deshalb finden wir es auch wichtig, dass zunächst die Ausbilder die Einsatzmöglichkeiten der

Schweißtrainer gut kennen“, sagt Klein. „Ab Herbst 2013 planen wir entsprechende Lehrgänge.“

Grafik verbessern. Es gibt nichts, was nicht noch verbessert werden kann. So will man bei Fronius künftig vorrangig die grafische Darstellung optimieren. „Wir wollen sehr realitätsnah werden, damit z.B. Fehlstellungen mit dem Schweißbrenner sofort in der Grafik angezeigt werden wie beim echten Schweißen“, sagt Josef Kreindl. Seiner Meinung nach braucht der Auszubildende am Simulator keinen realen Lichtbogen, wohl aber einen Brenner in realistischer Größe, Werkstücke für die Haptik und einen Helm wie in der Kabine. „Am Schweißtrainer sollte man annähernd das Gefühl wie in einer realen Schweißumgebung haben.“ Anke Richter von Weldplus findet es wichtig, dass „ein Simulationssystem 3D-fähig ist, damit sehr realitätsnah geübt werden kann“. Außerdem sollten Schweißtrainersysteme modular aufgebaut sein, um sich den Anforderungen der Anwender genau anpassen zu können. Bernd Feige wünscht sich, „dass an den Geräten künftig weniger Kabel und Schläuche

hängen. Die Trainingsgeräte sollten schlank, kompakt und mobil sein“.

Wissenschaftlich untersucht. Um sich dem Thema Schweißtrainersysteme systematisch zu nähern, hat die GSI zwei wissenschaftliche Arbeiten in Auftrag gegeben. Marius Weiß untersuchte in seiner Diplomarbeit „Analyse und experimentelle Anwendung von neuentwickelten virtuellen Trainingsystemen in der schweißtechnischen Ausbildung“ die technischen Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Geräte. Nicht jedes kann sämtliche Schweißprozesse darstellen und auch bei der Bewertung von Ergebnissen gibt es große Unterschiede. „Wir wissen jetzt über die Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Systeme bestens Bescheid“, kommentiert Heinz M. Klein. Holger Havenith hingegen arbeitete in seiner Bachelorarbeit „Die Implementierung von Virtual Welding Training Systems in die bestehende Schweißerausbildung in der BRD“ pädagogische Aspekte wie Handlungsorientierung, Didaktik und Methodik heraus. Dies war unter anderem die Basis für das Curriculum MAG-Schweißen. Eine dritte Untersuchung steht in der Zukunft noch an. Mit der Sporthochschule Köln will man die Ergonomie im Schweißalltag näher beleuchten. „Unnatürliche Körperhaltungen sind in dem Beruf nichts Seltenes“, erläutert Klein, „weil viel über Kopf oder im Liegen gearbeitet werden muss. Verkrampfungen bis hin zur sogenannten Schweißerkralle oder dem Karpaltunnelsyndrom sind leider oft die Folge. Wir wollen hier helfen, Fehlhaltungen zu vermeiden oder zumindest Ausgleichsübungen zu empfehlen.“ Trainiert werden soll das am Schweißsimulator.

Virtual Welding auf der Schweißen & Schneiden 2013 in Essen

16.–21.09. 2013

Heinz M. Klein, DVS/ GSI: „Wir informieren über die neu entwickelten Ausbildungsrichtlinien beim Einsatz von Schweißsimulatoren, speziell über das Curriculum MAG-Schweißen.“

Boyan Ivanov, EWM Hightec Welding: „Auf dem die Messe begleitenden DVS Congress werden wir einen Vortrag über die Ausbildung am Virtual Welding Trainer halten.“

Lars Bleckmann, Lincoln Electric: „Die VR-TEX 360 verfügt nun auch über einen vollständigen Theorieteil, ein Programm zum Aluminiumschweißen und eine Replay-Funktion zum nochmaligen Ansehen des

Schweißvorganges. Neu vorgestellt wird das Modell VRTEX Mobile.“

Josef Kreindl, Fronius International: „Unsere Messeneuheit: Das Virtual Welding System kann ab sofort neben MSG-Prozessen auch E-Handschweißen simulieren, die Schweißergebnisse können exportiert und die zu trainierenden Bewegungsabläufe vom Ausbilder individuell konfiguriert werden.“

Axel Börnert, SLV Halle: „Unser Schweißsimulator wird einen intelligenten Lehrplan erhalten, den wir auf der Messe erstmals vorstellen werden.“

Anke Richter, Weldplus: „Wir werden zusätzlich zur Vollversion mit dem ARC+

lite eine Tischversion des Schweißtrainers vorstellen, die zur Berufsorientierung in Schulen eingesetzt werden kann.“

Informationen über Schweißtrainersysteme finden Sie bei:

DVS/GSI (Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V./Gesellschaft für Schweißtechnik International mbH): **Halle 12/ C110**

EWM Hightec Welding GmbH:
Halle 2.0/ D129

Fronius International GmbH:
Halle 3.0/ F102

Lincoln Electric: **Halle 6.0/ D103**

SLV (Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt) Halle GmbH (auf dem Stand von DVS/GSI): **Halle 12/ C110**

Weldplus UG (auf dem Stand von Cloos Schweißtechnik GmbH) : **Halle 3.0/ J113**