



Isaak punktet mit WIG-HF-Pulsen

Verdammt nah am Laser

Die Firma Isaak Schweißtechnik, Waldstetten, schweißt Behälter, Rohre und Abgasleitungen für den Motorsport. Seit Einführung der WIG-HF-Pulstechnik von REHM haben sich Ausschuss und Bearbeitungszeiten drastisch reduziert. Der bei einer Pulsfrequenz von 15 kHz sehr stark fokussierte Lichtbogen hilft beim AC-Schweißen von Aluminium ebenso wie beim DC-Schweißen und Heften von Edelstahl. So entstehen in den drei firmeneigenen Produktionshallen Schweißnähte, die von Laserschweißnähten nicht zu unterscheiden sind.

Der Lohnschweißbetrieb Isaak beliefert Automobilfirmen mit klingenden Namen. Der Firmenchef Heinrich Isaak selber und zwei seiner engsten Mitarbeiter schweißen Abgasrohre, Schalldämpfer oder auch Kühlflüssigkeitsbehälter und Bremsleitungen für den Motorsport. Ob für DTM, Formel 1, 24-Stunden-Rennen oder Paris-Dakar, in den

funktionalen Produktionshallen entstehen Stützen, Krümmer, Tanks und Flansche in kleinen Serien für die Top-Marken des Rennsports. Bauteile, Zubehör und Einspannvorrichtungen werden von den Herstellern gestellt. Die Schweißgerätetechnik kommt von REHM.

WIG- und Laserschweißnähte sind qualitativ vergleichbar

Als wir die Produktionshalle inspizieren, fährt ein Taxi mit einer Kiste blinkender Edelstahlbauteile auf dem Rücksitz vor: ein Eilauftrag. Wir sind am Firmensitz in Waldstetten in der idyllischen Voralb rund 50 km entfernt von Stuttgart. Ein MIG/MAG-Schweißplatz

und sechs WIG-Arbeitsplätze stehen hier zur Verfügung. Sie sind komplett ausgestattet mit modernster Schweißgerätektechnik von dem WIG-Experten REHM aus dem benachbarten Uhingen. „WIG-Anlagen der neuesten Generation sind so gut. Da braucht man keinen Laser“, behauptet Schweißer Viktor Ruppel. Der Vergleich zum Laser wird bei Isaak immer wieder thematisiert. Über ein Lohnschweißunternehmen, das ebenfalls die Automobilindustrie beliefert und eine Laserschweißanlage im Dienstleistungsprogramm hat, sagt sein Chef Heinrich Isaak: „Mit denen haben wir auch Schweißvergleiche gemacht: Unsere WIG- und deren Laser-Schweißnähte konnten selbst Fachleute nicht auseinanderhalten“. Er selber will keine Laserschweißanlage anschaffen. Die Schweißnahtqualitäten sind nach seiner Erfahrung bei beiden Verfahren ähnlich gut. Aber bei seinem Kundenkreis geht es auch um Flexibilität, Lieferzeit und den Preis. 40 € ist der Stundensatz, den seine Kunden akzeptieren. Die Laserstunde kostet das Dreifache. Um technisch, aber auch kaufmännisch eine Nasenlänge voraus zu sein, muss er sehr genau zwischen Aufwand und Ergebnis

abwägen. Und das hat er offensichtlich bislang erfolgreich getan. Gestartet hat er vor zehn Jahren im Keller eines Einfamilienhauses. Mittlerweile wird hier die dritte Produktionshalle errichtet. Seine Erfolgsformel: viel Disziplin in der Arbeit und modernste Fertigungstechnologien.

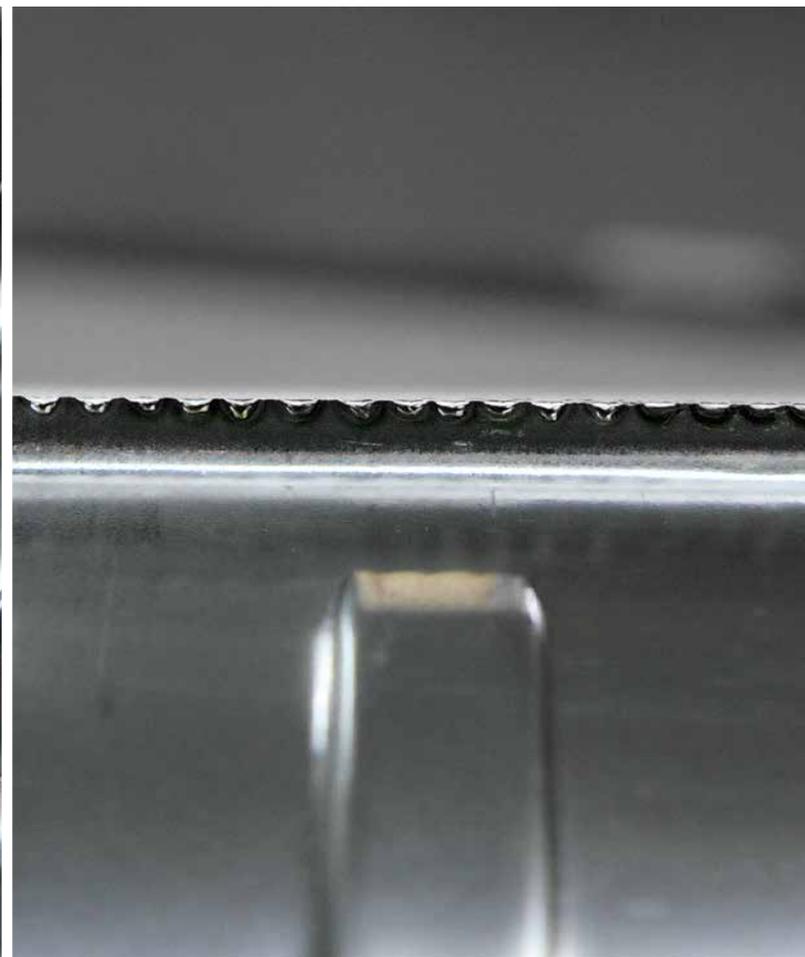
Partnerschaft zwischen Verfahrensentwicklung und Schweißpraxis

Was das Schweißen angeht, arbeitet die Firma Isaak Schweißtechnik seit ihrer Firmengründung mit REHM zusammen. Der im WIG-Bereich führende Gerätehersteller bietet für den Anwender Verfahrensunterstützung und immer die jeweils neueste WIG-Gerätegeneration, selbst wenn das Gerät selber noch gar nicht am Markt eingeführt ist. Dafür testet Isaak diese Prototypen im Feld und gibt wertvolle Rückmeldungen für die REHM Entwicklungsabteilung und das Produktmanagement. An vier der sechs WIG-Schweißarbeitsplätzen ist die INVERTIG.PRO *digital* mit WIG AC/DC 240 A und Wasserkühlung zu sehen. Der Arbeitsplatz ist komplett ausgestattet mit Formiergas und einer Einspann- und Drehvorrichtung, die

wahlweise mit einem Hand- oder Fußschalter angesteuert wird. Die Gerätesteuerung aktiviert je nach dem hinterlegten Schweißjob den Hand- oder Fußschalter. Das ist eines der vielen Anregungen, die Isaak seinem Technologielieferanten REHM rückgemeldet hat. Geschweißt werden fast ausschließlich Inconel 601/ 625, Aluminium und Edelstahl-Bauteile im Blechdickenbereich von 0,4 bis 5 mm. Bei Inconel-Bauteilen ist der Schweißzusatzwerkstoff so kostspielig, dass der kleine Rest eines Schweißstabes als Abfall bereits 10 € ausmacht. Um diese Kosten zu reduzieren, hat Isaak mit REHM eine kontinuierliche Schweißdrahtzufuhr entwickelt, deren Griffstück an einen MIG-Brenner erinnert. Das sind die kleinen aber entscheidenden technischen Details, mit denen Isaak Wettbewerbsvorteile erarbeitet.

▼ *Links: WIG-DC-Schweißen von zwei 0,25 mm dicken Blechen mit einem 8 mm starkem Abgasrohr*

Rechts: WIG-DC-Punkten eines Behälters aus 1.428 Blechen mit nur 0,5 mm (bzw. 1 mm) Materialstärke



Anforderungen von Lohnschweißern im High End WIG-Bereich

Qualität ist unabdingbar, um gegenüber anderen Anbietern oder konkurrierenden Schweißverfahren wie dem Laser zu bestehen. So dürfen sich bei Isaak WIG-geschweißten Bauteile nicht verziehen: Ein Krümmerflansch muss glatt anliegen, damit die Abgasanlage auch bei hohen Betriebstemperaturen dicht bleibt. Die Schweißnaht und -Wurzel muss zudem höchsten thermischen und Korrosions-Bbeanspruchungen standhalten. Und es gehört eine perfekte Nahtoptik dazu, wie Bild 2 beweist. Denn bei vielen Rennwagenmodelltypen sind die Abgasanlagen von außen sichtbar.

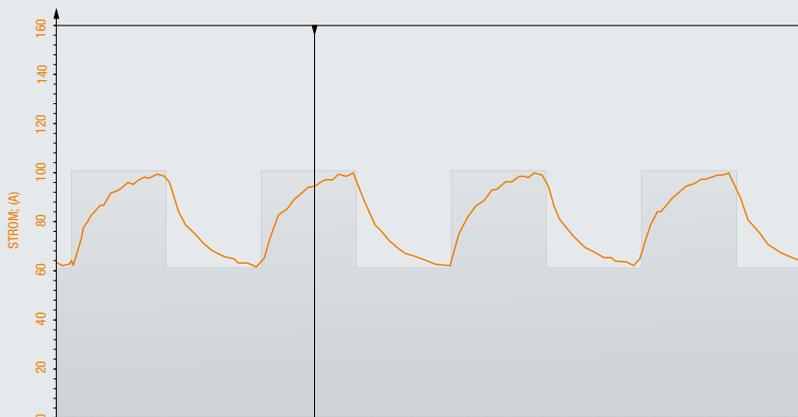
Eine hohe Schweißnahtqualität ist also absolut notwendig, aber noch nicht hinreichend. Um auch im Kostenwettbewerb zu bestehen, ist für Lohnschweißer auch im High End WIG-Bereich die Bearbeitungszeit mit entscheidend. Bei beidem, höherer Qualität und höherer Produktivität, unterstützt die spezielle WIG-DC-Impulstechnik von REHM Lohnschweißer wie Isaak.

Vorteile des DC-Hochfrequenzpulsens

Die Vorteile der neuen WIG-Gerätegeneration bei der Isaak Schweißtechnik beginnen bereits beim Zünden. Die REHM ITC-Zündtechnologie stellt sicher, dass die Zündenergie optimal auf die Materialart und Stärke des Schweißteils abgestimmt ist: Damit beim Schweißstart bei dünnen Blechen mit weniger als 10 A keine Beschädigungen am Nahtanfang oder bei Werkstoffen mit hoher Wärmeleitfähigkeit wie z. B. Aluminium keine Bindefehler entstehen. Die ITC-Zündtechnologie erzeugt dank der hohen Rechenleistung in der REHM Gerätetechnik schnell einen stabilen DC- bzw. bei Aluminium AC-Lichtbogen. Um diesen Lichtbogen stabil zu halten, pulsieren Stromstärke und Spannung im Lichtbogen mit einstellbarer Frequenz. Die WIG-Stromquellen INVERTIG.PRO *digital* von REHM arbeiten mit HF-Impulsraten von etwa 15.000 Hz. Im Gegensatz zu anderen 15 kHz HF-Stromquellen wird bei der REHM Anlage nicht nur 100.000, sondern 200.000 Mal pro Puls der Strom gemessen und geregelt. Wegen dieser

leistungsstarken MSR-Technik benötigen die REHM Impuls-Stromquellen auch keine Glättungsdrosseln wie viele alternative HF-Pulsquellen. Die INVERTIG.PRO misst die Pulscurve 13 Mal pro 15 kHz-Puls aus. Andere Geräte begnügen sich mit vier Mal und müssen diese Ungenauigkeit künstlich glätten (siehe Grafik 1). Nur durch eine so extrem schnelle Mess- und Regeltechnik entsteht eine eckige Stufe zwischen Grund- und Schweißstrom – also eine echte Impulsstromkurve, wie sie in der Schweißpraxis benötigt wird (siehe Grafik 2).

Bei 15.000 Hz Pulsfrequenz kommt es gegenüber dem ungepulsten Schweißen zu einer starken Einschnürung des Lichtbogens. Ein magnetisches Feld rund um den Lichtbogen, die sogenannte Lorentzkraft, bündelt den Lichtbogen. Bei niedrigen Impulsfrequenzen kann sich der in der Impulsphase eingeschnürte Lichtbogen in der Grundphase wieder ausdehnen. Bei sehr hohen Frequenzen im kHz-Bereich verhindert dies aber weitgehend seine mechanische Trägheit. Die Stromdichte nimmt also mit der Stärke der Fokussierung des Lichtbogens zu.



Grafik 1:

Verlauf von Sollwertvorgabe (grau) und Istwert (orange) bei einer INVERTIG.PRO *digital* mit Bi-Power Inverter. Der Lichtbogen, gemessen am Brenner, pendelt zwischen den Sollwerten 100 A und 60 A



Grafik 2:

Verlauf von Sollwertvorgabe (grau) und Istwert (orange) bei einem Wettbewerbsgerät ohne Bi-Power-Technologie. Der Lichtbogen, gemessen am Brenner, erreicht nicht die Sollwerte 100 A und 60 A, sondern ist zu träge, um den Sollwertvorgaben zu folgen

Der eingeschnürte Lichtbogen ist wesentlich stabiler. Die Zweistromfunktion des Bi-Power-Inverters in der INVERTIG.PRO mit integriertem Hochfrequenzpulsen konzentriert den Lichtbogen nachhaltig und bewirkt durch die Energiekonzentration im Lichtbogen einen tieferen Einbrand. Das verbesserte Einbrandverhalten hilft auch beim Verbinden von dünnen Blechen. Es ermöglicht hier schnellere Schweißgeschwindigkeiten. Die maximale Schweißgeschwindigkeit liegt beim WIG-Schweißen mit HF-Impulsfrequenzen wesentlich höher als beim Schweißen mit gleichförmigem Strom. Im Frequenzspektrum zwischen 1.000 Hz und 15.000 Hz kann allerdings der Geräuschpegel beim Schweißen bis zum Vierfachen ansteigen. Insbesondere bei Pulsfrequenzen unterhalb 10.000 Hz ist die Geräuschbelastung für den Anwender nahezu unzumutbar. Ab 14.000 Hz ist jedoch der Lichtbogen fast nicht mehr wahrnehmbar.

WIG HF DC-PULSEN ANWENDUNGSBEISPIELE

Verschweißen von zwei 0,25 mm dicken Blechen mit einem 8 mm starkem Abgasrohr

Bei solchen papierdicken 1.4828 Blechen ist der Wärmeeintrag entscheidend. Zu viel führt zu Verzug oder sogar Lochfraß. Bei zu wenig Wärmeeintrag bleibt die Naht „kalt“ d. h. die Materialien gehen keine Verbindung ein. Seit vier Jahren produziert der Schweißer Viktor Ruppel ausschließlich mit der WIG-DC-Hochfrequenzpulstechnik von REHM. Üblicherweise arbeitet er mit 30 A Pulsstrom und 10 A Grundstrom ohne jegliche Zusatzwerkstoffe. „Wichtig ist das Zünden. Dank dem neuen Zündmanagement schießt der Funke direkt in die Naht. Selbst bei kritischen Materialien wie Inconel oder Alu ist der Zündprozess für mich jetzt besser zu kontrollieren.“ Vor dem Verschweißen müssen die drei Elemente zunächst geheftet werden. Dafür reichen drei Heftpunkte bei dem Rohr mit rund 8 cm Durchmesser. „Früher mussten wir dreißig Heftpunkte setzen, um eine ebenso saubere Rundung zu erreichen.“

Zwei übereinander liegende Dünnbleche werden zu einem Rohr gerollt. Jetzt, da der Wärmeeintrag nur noch minimal ist, reichen wenige Heftpunkte, um ein gleichförmige Rundung zu fixieren. Viktor Ruppel ist dadurch deutlich schneller geworden. Ausschuss wird jetzt so gut wie gar nicht mehr produziert: „Können wir uns auch nicht leisten. Wir bekommen abgezählte Bauteile und müssen über jedes Rohr Rechenschaft ablegen“.

Schalldämpfer punkten statt schweißen

Der Schalldämpfer aus Edelstahl besteht aus zwei Schalen und zwei Deckeln. Die Teile sind 1.428 Bleche mit nur 0,5 mm (1 mm beim Deckel) Materialstärke. Auch hier bringt die neue 15 kHz Pulstechnik von REHM erhebliche praktische Vorteile. Früher mussten zunächst einige Heftpunkte gesetzt werden, um die Schalen zu fixieren und dann die I Kopfnah zu

▼ *Schweißer Viktor Ruppel, Autor Andreas Lehnertz und Firmeninhaber Heinrich Isaak vor dem neuen Firmengebäude in Waldstetten bei Stuttgart*



schweißen. Für beide Vorgänge brauchte man Zusatzwerkstoffe. Nach Anschaffung der HF-Pulstechnik wurde das Heften die Hauptverbindungstechnik. Das finale Verschweißen dient jetzt nur noch zum Abdichten der Naht und kann wie das vorgeschaltete Heften ohne jegliche Zusatzwerkstoffe ausgeführt werden. Das spart Material und dem Schweißer rund 30 % Schweißzeit. Gezündet wird mit 65 % Zündenergie. Geheftet werden die rund 200 Heftpunkte der Rundnaht mit 46 A, also einem hohen Strom, aber dank der hohen 15 kHz Frequenz mit nur sehr kurzen Impulsen. Bei dem Heften der ca. 2 mm tiefen I Kopfnah (siehe Bild 1) hilft nicht nur der minimale Wärmeeintrag, sondern auch der fokussierte Lichtbogen der REHM Impulstechnik: Er dringt tiefer in den Schweißspalt ein. Dabei treibt er die durch den HF-Puls in Schwingungen versetzten Schmelzbäder vor sich her und sorgt für eine Verschweißung bis tief in die Wurzel der Naht. Durch die starke Fokussierung des Lichtbogens werden die jeweiligen Schmelzbäder der beiden Bleche beim Heften sogar zusammengezogen, was die früher notwendigen Einspannvorrichtungen überflüssig

macht. Die Punktschweißfunktion kann bei der INVERTIG.PRO *digital* als automatisches Intervall angewählt werden. Die Intervalle sind ab 0,02 Sekunden frei bestimmbar. Viktor Ruppel ist bereits im Profilevel von 0,1 Sekunden angekommen.

Aber selbst Amateurschweißer haben bei Isaak dank der neuen HF-Technik schon alte Rekorde brechen können. So hat kürzlich ein Werksstudent als Test für den kompletten Abgastopf nur zehn Minuten gebraucht. Vor Anschaffung der modernsten Impulstechnik lag die übliche Bearbeitungszeit noch bei 30 Minuten.

Kühlflüssigkeitstanks aus Aluminium mit 20 Flanschen versehen

Dieser Aluminium-Schweißjob umfasst im Allgemeinen 2.000 solcher Tanks, an denen rund 20 Schweißungen, meist Kehlnähte zum Einschweißen von Flanschen, vorgenommen werden müssen.

Ein anspruchsvoller Job, der vor der Einführung der neuen HF-Impulstechnik eine Menge Ausschuss bzw. Nacharbeiten mit sich brachte.

„Früher haben wir bei der abschließenden Druckprüfung bis zu 18 Löcher festgestellt, obwohl die Tanks nur sechs Nähte hatten. Bei der letzten Charge, die wir mit der neuen HF-Impulstechnik geschweißt haben, waren es 20 Nähte und wir hatten bei den insgesamt 1.900 Tanks nur drei Tanks, die nachgearbeitet werden mussten“, berichtet Firmenchef Heinrich Isaak.

Die Teile selber zeigt er zwar, aber Fotos lässt er uns nicht davon machen. „Top Secret“, sagt er nur und begleitet uns raus aus der Schweißhalle, um uns seine dritte bereits im Bau befindliche Produktionshalle zu zeigen. ■

Andreas Lehnertz

Produktmanager Maschinen, REHM GmbH u. Co. KG Schweißtechnik, Uhingen, a.lehnertz@rehm-online.de

▼ *Der in REHM's Bi-Power Inverter integrierte Current-Mode-Regler arbeitet mit einer Taktfrequenz von 200.000 Hz – das erreicht kein anderes WIG-Schweißgerät auf dem Markt*



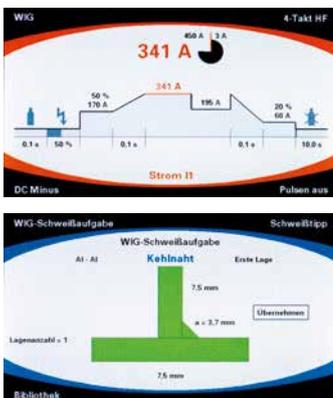
INVERTIG.PRO® digital: Und die Zukunft beginnt.



Das revolutionäre Bedienkonzept – digital einfach

Die INVERTIG.PRO *digital* vereint Schweißgerätetechnologie vom Feinsten mit höchstem Bedienkomfort. Herzstück ist die digitale Bedienung, die bis dato komplexe Zusammenhänge vereinfacht und für den Anwender nachvollziehbar darstellt. Das revolutionäre Bedienkonzept bietet in einzigartiger REHM Funktionalität einfachste Zugriffsmöglichkeiten auf das Kraftpaket mit seinem bewährten Bi-Power-Inverter.

- **Vier Applikationen**
 Die Applikationen Classic, Programm Manager, Assist und System bieten eine optimale Benutzerführung.
- **Zentraler, hochauflösender Grafikbildschirm**
 Alles auf einen Blick in grafisch exzellenter Darstellung. Durch eine schlagfeste Kunststoffscheibe geschützt, erheblich robuster als konventionelle Anzeigen.
- **R-Pilot – das zentrale Bedienelement**
 Ermöglicht die Einhand-Bedienung auch mit Handschuh. Das einzige, hervorstehende Bedienelement – durch seitliche Kunststoffteile vor mechanischen Beschädigungen geschützt.
- **Vier multifunktionelle Auswahltasten**
 Schnelles und einfaches Navigieren im jeweiligen Applikationsfeld.
- **Zwei QUICK CHOICE-Tasten**
 Einfaches und schnelles Speichern von zwei aktuellen Schweißaufgaben.



Das Anwendungsspektrum im Überblick

■ REHM-Frequenzautomatik

Die von REHM patentierte Frequenzautomatik passt die AC-Frequenz automatisch an die Stromstärke an. Bei niedrigen Schweißströmen wird der AC-Lichtbogen fokussiert. Damit wird eine sicherere Wurzelersfassung – z. B. bei dünnen Blechen in Kehlnähten – erzielt. Bei höheren Strömen wird die Wolframelektrodenbelastung reduziert. Eine hohe Standzeit und eine optimale Wirtschaftlichkeit sind das Ergebnis.

■ Dual Wave – Aluminium-Schweißen leicht gemacht

DUAL WAVE reduziert den überschüssigen AC-Anteil im Lichtbogen auf das notwendige Minimum. Durch die dadurch verringerte Wärmeeinbringung wird die Beherrschbarkeit des Schweißbades spürbar verbessert. Dies gilt insbesondere in Zwangslagen und beim Schweißen auf Blechkanten.

■ Hyperpuls® – WIG-Pulsen bis 15.000 Hz

Beim hochfrequenten Pulsen wird ein präziser, fokussierter Lichtbogen mit einer hohen Leistungsdichte erzielt. Dieser sorgt für einen höheren, gleichmäßigen Einbrand bei gleich-

zeitig reduzierter Wärmeeinflusszone. Der höhere Lichtbogendruck lässt darüber hinaus je nach Anwendung höhere Schweißgeschwindigkeiten zu.

■ Punktschweißen

Die präzise Einstellung der Schweißzeit ermöglicht zum Beispiel Heften mit deutlich höheren Stromstärken als im handgesteuerten Betrieb. Der Effekt: weniger Anlauffarben und Verzug. Daraus resultiert weniger Nacharbeit.

■ Intervallschweißen

Intervallschweißen bedeutet definiertes Punktschweißen mit definierten Pausezeiten. Das Auftragen von dünnsten Zusatzwerkstoffen ist möglich. Die ungewollte Wärmeeinbringung in den Grundwerkstoff wird reduziert.

■ E-Hand

Durch Auswahl der Elektrodenart werden Hotstart und Force-Arc Parameter automatisch optimiert. Bei AC-Ausführungen wird auf Wunsch auch die Polarität vorgegeben.

TECHNISCHE DATEN		INVERTIG.PRO® 240 DC digital 240 AC/DC digital	INVERTIG.PRO® 280 DC digital 280 AC/DC digital	INVERTIG.PRO® 350 DC digital 350 AC/DC digital	INVERTIG.PRO® 450 DC digital 450 AC/DC digital
Einschaltdauer (ED) bei I _{max} . (10 min./40 °C)	WIG [%]	100	100	100	100
	Elektrode [%]	100	60	100	100
Schweißstrom bei 100 % (ED)	WIG [A]	240	280	350	450
	Elektrode [A]	240	260	350	360
Netzanschluss	[V]	3 x 400	3 x 400	3 x 400	3 x 400
Absicherung	[A]	16	16	32	32
Brennerkühlung		Gas (Wasser)	Gas (Wasser)	Gas (Wasser)	Gas (Wasser)
Gewicht	DC [kg]	25,0	25,0	30,0	30,0
	AC/DC [kg]	27,0	27,0	31,0	31,0
Abmessungen L x B x H	[mm]	520 x 360 x 460			
Bestell-Nr.	DC	142 2410	142 2810	142 3510	142 4510
	AC/DC	142 2415	142 2815	142 3515	142 4515

Premium-Set-Empfehlung (inkl. Druckminderer 200 bar, 32 l/min)	R-TIG 12-200/35 Brenner R-TIG 12-200/8 m, Massekabel 25 mm ² /4 m	R-TIG 12-200/50 Brenner R-TIG 12-200/8 m, Massekabel 25 mm ² /4 m	R-TIG 12-260W/35 Brenner R-TIG 12-260W/8 m, Massekabel 35 mm ² /4 m	R-TIG 12-260W/50 Brenner R-TIG 12-260W/8 m, Massekabel 50 mm ² /4 m	R-TIG 12-450W/70 Brenner R-TIG 12-450W/8 m, Massekabel 70 mm ² /4 m	R-TIG 12-450WSC/95 Brenner R-TIG 12-450W-SC/ 8 m, Masseka- bel 95 mm ² /4 m
Bestell-Nr.	148 5200	148 5205	148 5210	148 5215	148 5220	148 5225

REHM - Der Maßstab für modernes Schweißen

DAS REHM-LEISTUNGSPROGRAMM

- **REHM MIG/MAG-Schutzgas-Schweißgeräte**
SYNERGIC.PRO²® gas- und wassergekühlt bis 450 A
SYNERGIC.PRO²® wassergekühlt 500 A bis 600 A
MEGA.ARC²® stufenlos regelbar bis 450 A
PANTHER 202 PULS Impulsschweißgerät mit 200 A
MEGA.PULS FOCUS[®] Impuls-Schweißgeräte bis 500 A
- **REHM WIG-Schutzgas-Schweißgeräte**
TIGER[®] 170 A und 210 A, einphasig
INVERTIG.PRO[®] und INVERTIG.PRO[®] *digital* 240 A bis 450 A, dreiphasig
INVERTIG.PRO COMPACT und INVERTIG.PRO COMPACT *digital* 240 A bis 450 A, dreiphasig
- **REHM Lichtbogen-Hand-Schweißgeräte**
BOOSTER 140, BOOSTER.PRO 170 und 210, einphasig
BOOSTER.PRO 250 und 320, dreiphasig
- **Schweißdrehtische**
- **REHM Plasmaschneidanlagen**
- **Schweißzubehör und Zusatzwerkstoffe**
- **Schweißrauchabsaugungen**
- **Schweißtechnische Beratung**
- **Brennerreparatur**
- **Service**

WEEE-Reg.-Nr. DE 42214869



REHM Uhingen

REHM Service Hotline:

Tel.: +49 (0) 71 61/30 07-77

Fax: +49 (0) 71 61/30 07-60

REHM online:

www.rehm-online.de



REHM GmbH u. Co. KG Schweißtechnik

Ottostraße 2 · D-73066 Uhingen

Tel.: +49 (0) 71 61-3007-0 | Fax: +49 (0) 71 61-3007-20

E-Mail: rehm@rehm-online.de | Internet: www.rehm-online.de