

# PraxisGuide



## Entmagnetisieren von magnetischen Bauteilen vor und während des Schweißens

- Anwenderhinweise
- Fachaufsatz: Entmagnetisieren von Bauteilen zum prozesssicheren Schweißen in der praktischen Anwendung

# Entmagnetisieren von magnetischen Bauteilen vor und während des Schweißens

## 1. Warum entmagnetisieren wir und welche Ziele verfolgen wir?

Magnetismus bewirkt Lichtbogenablenkungen und Instabilitäten im Lichtbogen, die zu ungleichmäßiger Tropfenablösung, Spritzer und unregelmäßiger Flankenerfassung führen. Ein ungenügendes Schweißergebnis und Nacharbeit sind die Folge!

## 2. Degauss 600: Entmagnetisierung vor dem Schweißen

Ziel ist es, mit einem kostengünstigen und mobilen Entmagnetisierungsgerät vor dem eigentlichen Schweißprozess auffällige, magnetisierte Bauteile in den schweißtechnisch relevanten Bereichen zu entmagnetisieren.



### Wie funktioniert der Entmagnetisierungsprozess und was ist im Set enthalten?

Das Set besteht aus einem 20 m langen Lastkabel und zwei jeweils 5 m langen Verbindungsstücken. Das lange Lastkabel wird um das Bauteil spulenförmig aufgewickelt. Beim Einschalten wird durch die spulenförmige Wicklung ein wechselndes Magnetfeld erzeugt, das immer weiter abgesenkt wird und somit das Bauteil entmagnetisiert. Es ist eine Kennlinie zum Entmagnetisieren hinterlegt.

## Wie sind die Lastkabel am Bauteil anzubringen?

- Grundsätzlich sind die Lastkabel dicht anliegend nebeneinander um das Bauteil zu verlegen.
- Die Lastkabel werden in der Fügezone positioniert und soweit wie möglich zum Schweißstoß gewickelt.



- Bei langen und stark magnetisierten Bauteilen ist es möglich, die Windungen mit einem 2 Finger breiten Abstand (3 bis 5 cm) zueinander zu positionieren, um somit den Wirkungsbereich des Entmagnetisierungsprozesses zu vergrößern.

## Was sind die ausschlaggebenden Faktoren beim Entmagnetisieren?

### 1. Anzahl der Windungen um das Bauteil

- Je mehr Windungen um das Bauteil angebracht werden können, desto besser. Dabei empfiehlt es sich, bei den ersten Versuchen mit einer hohen Anzahl der Windungen zu beginnen, da hier das beste Ergebnis zu erwarten ist. In Folgeversuchen die Anzahl der Windungen reduzieren, um somit den Aufwand für den Kunden zu minimieren.

### 2. Höhe der Anfangsstromstärke

- Geringer Magnetismus & kleine Wandstärken → Einsatz der Pico 350 cel puls pws dgs
- Starker Magnetismus, große Wandstärken und lange Bauteile → Degauss 600

## Können auch Bleche entmagnetisiert werden?

Ja. Das Wickeln der Lastkabel ist jedoch schwieriger als z.B. bei Rohren. Es ist darauf zu achten, dass die Lastkabel im gesamten Bereich dicht anliegen.



## Beispiele zum Entmagnetisieren



## Grenz- bzw. Erfahrungswerte, die zur Lichtbogenablenkung führen

Grundsätzlich gilt: Je höher die Feldstärke, desto instabiler der Lichtbogen und desto ungenügender ist das Schweißergebnis. Der WIG-Lichtbogen ist dabei anfälliger als der MIG/MAG-Lichtbogen.

Richtwerte zum WIG-Schweißen		Richtwerte zum MIG/MAG-Schweißen	
Feldstärke	Ergebnis	Feldstärke	Ergebnis
< 0,5 mT	★★★★	< 3 mT	★★★★
0,5-1 mT	★★★☆☆	3-4 mT	★★★☆☆
1-2 mT	★★☆☆☆	4-6 mT	★★☆☆☆
2-5 mT	★☆☆☆☆	6-8 mT	★☆☆☆☆
> 5 mT	☆☆☆☆☆	> 8 mT	☆☆☆☆☆

## Gibt es ein Messgerät bei EWM?

- Ja, es gibt ein Feldstärkenmessgerät (Artikel-Nr. ).



## Welche Gerätevarianten gibt es zum Entmagnetisieren vor dem Schweißen?

- Set Degauss 600 (Artikel-Nr. 091-002065-00502) als reines Entmagnetisierungsgerät.
- Pico 350 cel puls pws dgs mit Schweißfunktion (Artikel-Nr. 090-002127-00502) und Kabelset.
- (Artikel-Nr. 092-002921-00000)

## Wie lange dauert der Entmagnetisierungsprozess?

- Degauss 600: ca. 60s
- Pico 350 cel puls pws dgs: ca. 45s

Der Prozess läuft nach Einschalten durch eine hinterlegte Kennlinie automatisch ab.

## Ist es sinnvoll, den Entmagnetisierungsprozess mehrmals hintereinander ablaufen zu lassen?

Grundsätzlich ist ein Entmagnetisierungsvorgang ausreichend. Ein zweiter Vorgang bringt nur noch geringfügig eine Verbesserung des Entmagnetisierungsergebnisses. Von weiteren Durchläufen ist abzusehen.

### 3. Degauss 600:

#### Entmagnetisierung während des Schweißprozesses – activgauss –

Eine Entmagnetisierung mit der Degauss 600 vor dem Schweißprozess als Arbeitsvorbereitung (Erzeugung eines magnetischen Wechselfeldes) ist grundsätzlich zu bevorzugen, da ein Entmagnetisierungsprogramm automatisch abläuft. Bei sehr langen und stark magnetisierten Bauteilen kann es jedoch dazu kommen, dass das Magnetfeld nach der Entmagnetisierung wieder nachrückt und zu einer Lichtbogenablenkung während des Schweißens führt. Dafür gibt es die Funktion activgauss in der Degauss 600.

Mit dieser Funktion wird mittels einstellbarem Gleichstrom (10 – 250 A) ein magnetisches Gegenfeld erzeugt, welches während des Schweißprozesses anliegt und dem vorhandenen Magnetismus im Bauteil entgegenwirkt. Hiermit ist ein Schweißen ohne Lichtbogenablenkung, Spritzerbildung und einer sauberen Flanken- erfassung möglich.

Degauss 600



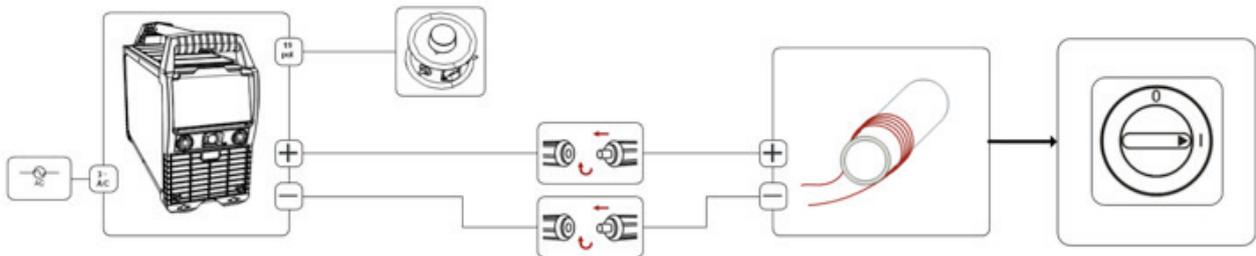
#### Entmagnetisierung während des Schweißprozesses

##### Was wird für die Zusatzfunktion activgauss an der Degauss 600 benötigt?

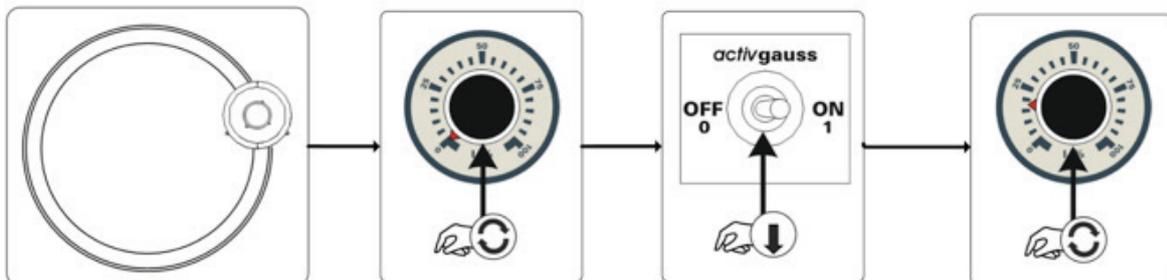
- Fernsteller RT DGS1 (spezieller Fernsteller, der die Zusatzfunktion activgauss aktiviert) im Set Degauss 600 enthalten.
- Anschlusskabel RA5 19POL (Artikel-Nr. 092-001470-00005) im Set Degauss 600 enthalten.
- Empfohlen wird ein Feldstärkenmessgerät (Artikel-Nr. 092-002937-00000) zur Messung des vorhandenen und sich einstellenden Magnetfeldes.

### Funktionsweise activgauss:

1. Mind. fünf Windungen dicht anliegend nebeneinander um das Bauteil im schweißtechnischen Bereich verlegen, Abstand zum Schweißstoß ca. 10 cm.
2. Lastkabel an Degauss 600 anschließen.
3. Fernsteller RT DGS1 an 19-poligen Anschluss der Degauss 600 anschließen und Gerät einschalten  
➔ Fernsteller aktiviert die Zusatzfunktion activgauss.



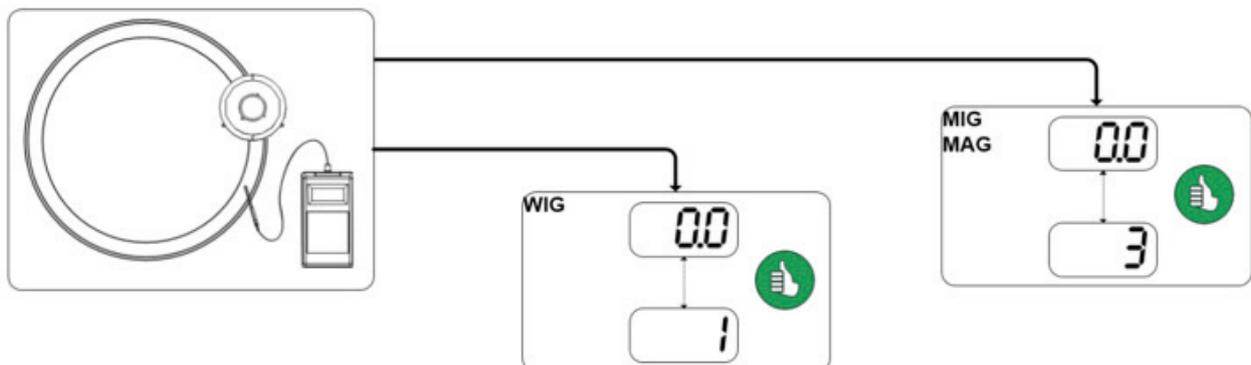
4. Feldstärkenmessgerät an Fugenflanke im Wurzelbereich positionieren.
5. Fernsteller RT DGS1 auf 0% IH% stellen und den Schalter am Fernsteller einschalten.
6. Stromstärke mit Drehknopf langsam erhöhen, dabei wird ein magnetisches Feld am Bauteil erzeugt.



7. Beim Erhöhen der Stromstärke ist der Messwert auf dem Feldstärkenmessgerät zu beobachten:

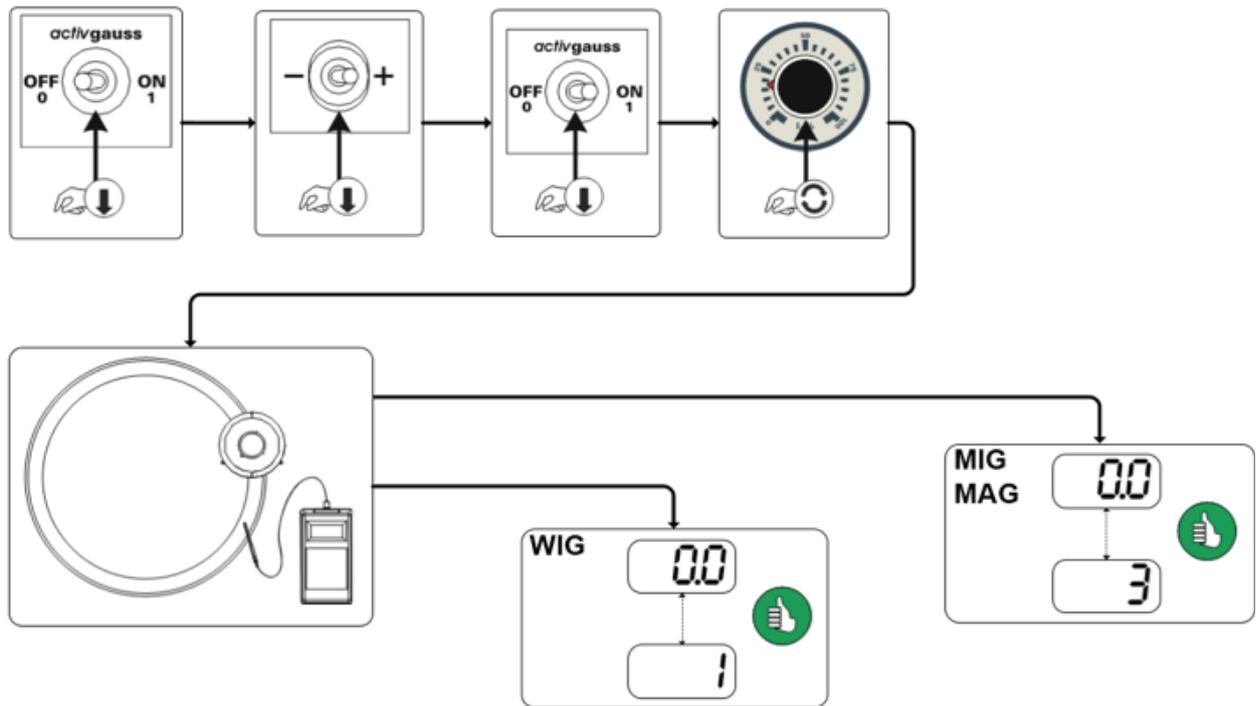
**Fall 1:** Messwert auf Feldstärkenmessgerät wird geringer ➔ richtig

➔ Stromstärke soweit erhöhen, dass Messwert nahe 0 ist.



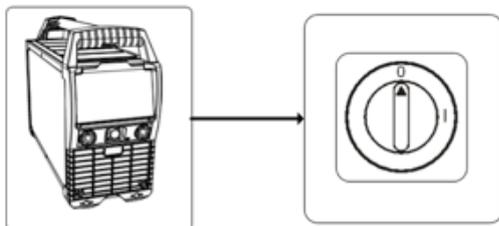
**Fall 2:** Messwert auf Feldstärkenmessgerät wird größer ➔ falsch

- ➔ Gleichstrom am Fernsteller mit Schalter ausschalten
- ➔ Polarität am Fernsteller mit Schalter ändern
- ➔ Stromstärke soweit erhöhen, dass Messwert nahe 0 ist.



8. Schweißen der Wurzel ohne magnetische Beeinflussung.

9. Zuerst Ausschalten des Stroms am Fernsteller, danach Lastkabel von Degauss 600 entfernen.



# Fachaufsatz: Entmagnetisieren von Bauteilen zum prozesssicheren Schweißen in der praktischen Anwendung

Burt, A., Dipl.-Ing. SFI/IWE, Forschung & Entwicklung, Leiter Prozesstechnik,  
EWM AG, Mündersbach

Hartke, M., M.Sc. SFI/IWE, Forschung & Entwicklung, Prozesstechnik,  
EWM AG, Mündersbach

## Kurzfassung

Beim Lichtbogenschweißen von ferromagnetischen Werkstoffen ist Magnetismus unerwünscht, da er zu einem sehr instabilen Prozessverhalten und ungenügenden Schweißergebnissen führt, sogar soweit, dass ein Schweißen mit Lichtbogen unmöglich wird. Nachfolgend wird näher auf den Mechanismus des Magnetismus im Zusammenhang mit einer schweißtechnischen Verarbeitung eingegangen und es werden Lösungen zum Entmagnetisieren von Werkstücken untersucht, die qualitative, reproduzierbare und wirtschaftliche Ergebnisse zulassen.

## 1. Einleitung

Qualitative und prozesssichere Schweißverbindungen sind von immer größer werdender Bedeutung. Besonders im Hinblick auf höherfeste Werkstoffe oder sicherheitsrelevante Bauteile, die aufwendige Naht- und Schweißvorbereitungen sowie exakte Schweißfolgen benötigen, ist das genannte Ziel schwieriger denn je. Kommt hier der Faktor Magnetismus im Bauteil hinzu, wird ein fehlerfreies Schweißergebnis schnell zur Herausforderung für jeden Schweißer. Vorliegender Magnetismus bewirkt ein Ablenken des Lichtbogens, sodass der Lichtbogen nicht mehr stabil brennen und eine saubere Flankenerfassung nicht mehr gewährleistet werden kann. Ebenso führt er bei MSG-Prozessen zu ungleichmäßiger Tropfenablösung, die sich in Spritzern auf dem Bauteil äußern oder bei starkem Magnetismus zu Lichtbogenabrissen führen kann. Unzureichende Schweißergebnisse und aufwendige Nacharbeiten sind die Folge, die hohe Kosten verursachen.

Ausgehend von Grundlagen zum Magnetismus, ferromagnetischer Werkstoffe und den Folgen von Magnetismus beim Schweißen werden hier zwei Möglichkeiten zur Entmagnetisierung vorgestellt. Neben der theoretischen Betrachtung steht die praktische Anwendung mit Anwendungshinweisen im Vordergrund, sodass ein prozesssicheres Schweißen in jedem Anwendungsgebiet ermöglicht wird.

## 2. Grundlagen

### 2.1 Magnetische Felder

Magnetismus und magnetische Phänomene sind schon sehr lange bekannt. In der Antike nur unter Nutzung von Magnetsteinen zu beobachten, begegnet uns Magnetismus heute in vielen Naturphänomenen und technischen Anwendungen. Beispielsweise in der Betrachtung des Erdmagnetfeldes und deren Auswirkung bei der Benutzung eines Kompass [1] [2]. Die Stärke magnetischer Felder kann physikalisch durch die magnetische Feldstärke  $H$  [A/m] und die magnetische Flussdichte  $B$  [T] (magnetische Induktion) ausgedrückt werden. Betrachtet man das gesamte Bündel aller vorhandenen Feldlinien und bezieht diese auf die jeweilige Fläche, so ist das Ergebnis die magnetische Flussdichte. Die Flussdichte  $B$  ist umso höher, je höher die Feldstärke  $H$  ist [3].

Wird ein Kupferkabel, welches mit  $N$  Windungen um eine Eisenprobe gelegt ist, mit einem Strom  $I$  durchflossen, lässt sich die Eisenprobe magnetisieren. So lässt sich auch die Feldstärke  $H$  leicht verstehen, da diese ein Produkt aus der Anzahl der Windungen  $N$  und der Stromstärke  $I$  ist (Bild 1).

Im Beispiel einer völlig entmagnetisierten Eisenprobe ohne äußere Magnetfelder oder Durchflutungen ist die Flussdichte  $B=0$ , ebenso die Feldstärke  $H=0$ . Der kontinuierliche Anstieg der Feldstärke  $H$  hat ein Ansteigen der Flussdichte  $B$  zur Folge, so lange, bis die Sättigungsgrenze des Eisens erreicht ist. Wird die Feldstärke wieder verkleinert, so nimmt die Flussdichte nicht auf der Anstiegskurve, sondern auf einem Kurvenast, der oberhalb davon liegt, ab. Wird  $H=0$ ,

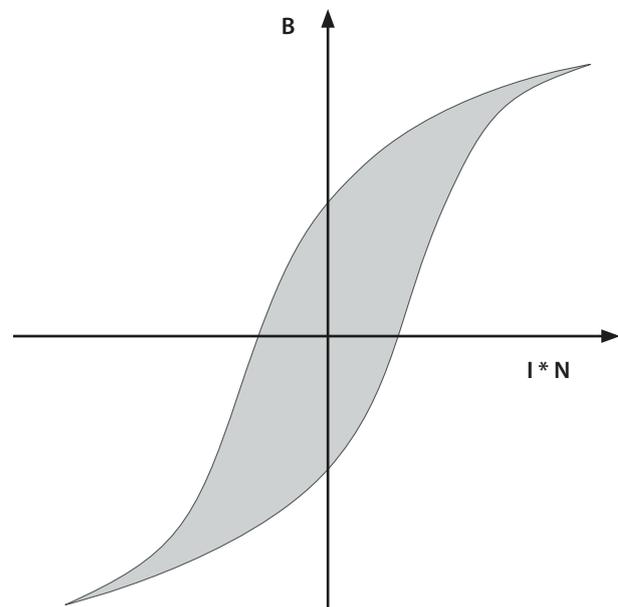


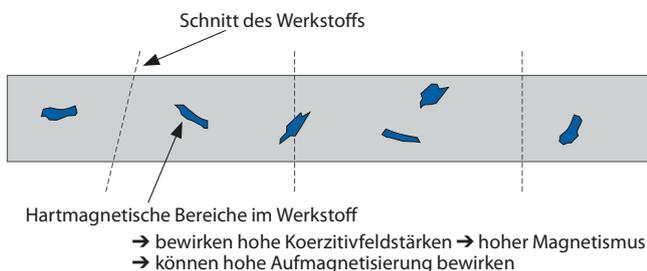
Bild 1 Hystereseschleife [3]

bleibt aufgrund dieser Tatsache eine Restflussdichte zurück [4]. Diese „Restmagnetisierung“ ist dafür verantwortlich, dass der Lichtbogen beim Schweißen nicht stabil brennen kann, es zu einem Pendeln und Ablenken des Lichtbogens kommt, die Tropfenablösung nicht gleichmäßig erfolgt, die Flankenerfassung unsauber ist und dies insgesamt zu einem ungenügenden Schweißergebnis führt [7].

### 2.2 Ferromagnetische Werkstoffe

Ferromagnetisch bedeutet, dass ein Stoff ohne Einwirkung eines äußeren Feldes magnetisch ist. Die Ursache hierfür liegt auf unterschiedlichen Betrachtungsebenen. Während auf atomarer Ebene Wechselwirkungen von Elektronenhüllen über Bahndrehimpulse und Spinmomente für eine parallele Ausrichtung der atomaren magnetischen Momente sorgt (und damit eine Magnetisierung bewirkt), kam der Physiker Pierre-Ernest Weiss 1907 auf die Idee, dies über die Existenz magnetischer Bereiche zu deuten [3]. Jeder Weiß'sche Bezirk ist mit allen magnetischen Momenten in sich ausgerichtet und hat einen Nachbarn identischer Größe, der entgegengesetzt magnetisch vorliegt. Dies lässt sich auch anschaulich über Versuche auf polierten Werkstückoberflächen mit feinsten Magnetitsuspension nachweisen, wobei sich die feinsten Magnetiteilchen an den Grenzen der Weiß'schen Bezirke ablagern und diese sichtbar machen. Grundsätzlich weisen vor allem die Legierungselemente Eisen, Nickel und Cobalt ferromagnetische Eigenschaften auf.

Magnetische Felder in Halbzeugen aus ferromagnetischen Werkstoffen heben sich nach der Herstellung und Abkühlung innerhalb des Halbzeugs auf, da die Weiß'schen Bezirke im Gleichgewicht sind. Bei der Herstellung von Blech- und Rohrzuschnitten aus einem stranggegossenem Halbzeug



**Bild 2 Hartmagnetische Bereiche im Werkstoff [5]**

werden nun Weiß'sche Bezirke voneinander getrennt und bilden kein Gleichgewicht mehr. So können beispielsweise an Nahtflanken zum Schweißen Ungleichgewichtszustände vorliegen, die einen Lichtbogen beim Schweißen beeinflussen. Eine weitere Möglichkeit für dessen Beeinflussung ist unter [5] genannt. Hier wird davon ausgegangen, dass hartmagnetische Stellen, ausgelöst durch fehlende Homogenität und Unreinheiten im Werkstoff, permanentmagnetische Eigenschaften hervorrufen, die vor dem Schweißen entmagnetisiert werden müssen (Bild 2).

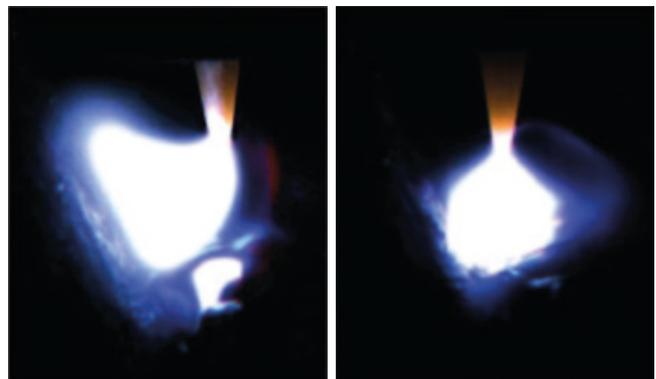
Andere Quellen [6] weisen darauf hin, dass die magnetische Rissprüfung, die insbesondere am Anfang und Enden von Rohren mit Gleichstrom durchgeführt wird, zu einer Magnetisierung in den Rohrabschnitten führen kann.

### 3. Auswirkung von Magnetismus beim Lichtbogenschweißen

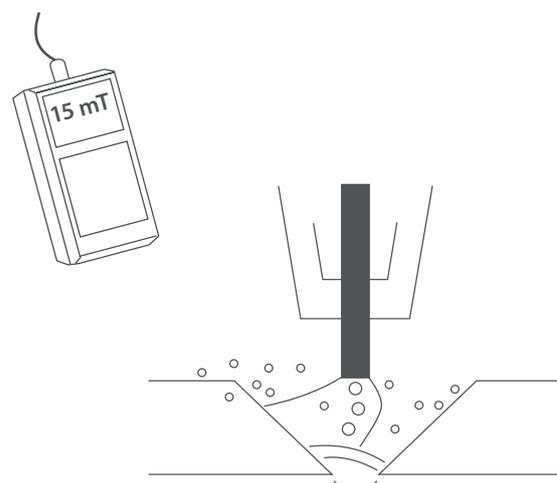
Beim Schweißen wird über das ionisierte Gas und sich bewegender freier Ladungsträger ein Hochtemperaturplasma zwischen einer Kathode und einer Anode gebildet, welches für ein starkes Erwärmen und Schmelzen der zu verschweißenden Werkstoffe führt. Diese Plasmasäule ist unendlich beweglich und verhält sich gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern wie ein elektrischer „Leiter“ und ist infolge dessen anfällig gegenüber elektrischen und magnetischen Störgrößen. Liegt im zu verschweißenden Werkstoff eine kritische magnetische Flussdichte  $B$  vor, wird die Plasmasäule, je nach Polarität, angezogen oder abgestoßen. Der Lichtbogen ist nun, unabhängig von der Brennerposition, abgelenkt und verhält sich instabil. Diese Ablenkung lässt sich anhand einer Hochgeschwindigkeitsaufnahme am WIG-Lichtbogen verdeutlichen:

Die Folgen der Lichtbogenablenkung (Bild 3) können eine unzureichende Flankenerfassung in der Nahtvorbereitung und damit Bindefehler im Schweißergebnis sein. Beim MSG-Prozess wird die Tropfenablösung negativ beeinflusst, der Lichtbogen wird auf dem Werkstück unkontrolliert abgelenkt, sodass Schweißspritzer entstehen und auch die Gasabdeckung nicht mehr ausreichend gewährleistet werden kann (Bild 4).

Durch die Lichtbogenablenkung kann die Energie nicht dort eingebracht werden, wo diese benötigt wird. Alles führt



**Bild 3 Vergleich magnetisch ausgelenkter WIG-Lichtbogen (links) und stabiler WIG-Lichtbogen ohne Magnetismus (rechts) in V-Naht**



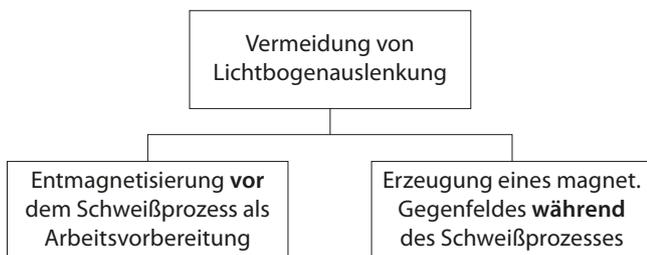
**Bild 4 Schematische Darstellung: Instabilität im MSG-Lichtbogen und Spritzerbildung durch Magnetismus**

vom Anwender aus betrachtet zu ungenügenden Schweißergebnissen, massiver Nacharbeit bis hin zum Ausschuss der Bauteile und somit zu einem gravierenden qualitativen und wirtschaftlichen Schaden. Vorherrschender Magnetismus beeinflusst die Lichtbogenprozesse in unterschiedlichem Maß. Der WIG-Prozess stellt den anfälligsten Lichtbogen gegenüber Magnetismus dar, sodass dieser schon bei magnetischen Flussdichten ab ca. 0,5 - 1 mT abgelenkt werden kann. Durch Pendelbewegung und höhere Stromstärken kann der Schweißer in diesem Bereich die Ablenkung noch beherrschen. Ab einer Größenordnung von 3 - 5 mT führt die Lichtbogenablenkung bereits dazu, dass die Fugenflanken nur noch unzureichend aufgeschmolzen werden. Weiterhin ist die Gasabdeckung bei der Zusatzwerkstoffzuführung nicht gewährleistet, sodass Poren im Schmelzbad die Folge sind und somit Nacharbeit und Ausschuss verursachen. Der MSG-Prozess verhält sich aufgrund der konstant geregelten Lichtbogenlänge bis zu magnetischen Flussdichten von 3 - 5 mT noch weitestgehend stabil.

Ab ca. 8 mT ist jedoch auch dieser Prozess kaum noch zu beherrschen, führt zur Spritzerbildung und bei stärkeren Magnetfeldern auch zu Lichtbogenabrissen, Neuzündungen und damit Fehlstellen in der Schweißnaht.

## 4. Entmagnetisierung ferro-magnetischer Werkstoffe in der praktischen Anwendung

Durch die Vorüberlegungen wird deutlich, dass sich ferro-magnetische Werkstoffe durch eine Stromdurchflutung und somit der Beaufschlagung eines magnetischen Gegenfeldes bzw. durch ein abklingendes Wechselfeld ausgleichen bzw. entmagnetisieren lassen. Dem Anwender stehen hierfür in der Praxis zwei mögliche Varianten zur Verfügung: Im Folgenden werden die in Bild 5 aufgezeigten Prozessvarianten im Hinblick auf Einsatzmöglichkeiten, Funktionsweise vorgestellt und mit Anwendungshinweisen aus der Praxis unterlegt.



**Bild 5 Prozessvarianten zur Vermeidung von Lichtbogenablenkung**

### 4.1 Entmagnetisierung als Arbeitsvorbereitung

Besonders häufig tritt Magnetismus durch mechanische Trennung von Bauteilen, spanabtragende Nahtvorbereitung oder durch Schleifprozesse auf. Erste Anzeichen für Magnetismus sind Metallspäne an Bauteilen, die sich tannenbaumartig aufrichten, Bild 6. Diese weisen den Schweißer auf die



**Bild 6 Tannenbaumartige aufgerichtete Metallspäne als Anzeichen für Magnetismus**

Gefahr einer Lichtbogenablenkung während des Schweißprozesses hin. Im Hinblick auf ein qualitativ hochwertiges Schweißergebnis empfiehlt sich die Entmagnetisierung nach der mechanischen Bearbeitung und vor dem eigentlichen Schweißprozess, vgl. Bild 7.



**Bild 7 Entmagnetisierung vor dem Schweißen**

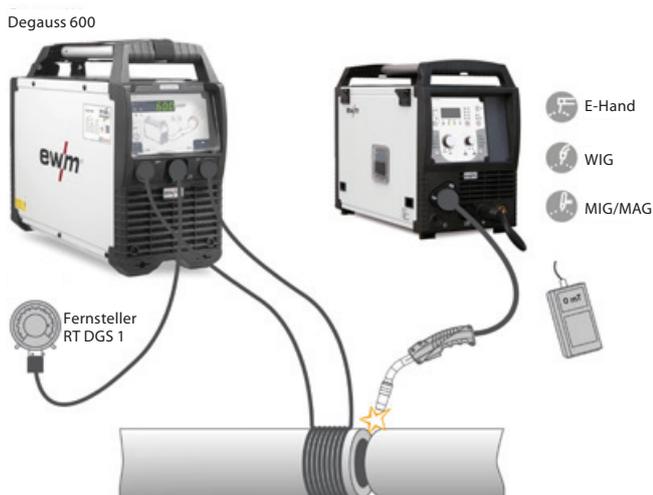
In der schematischen Darstellung ist ein Rohr mit einem vorherrschenden Magnetismus dargestellt, wobei ein fehlerfreies Schweißen nicht möglich wäre. Im Beispiel des Rohres müssen mithilfe eines Kupferkabels Windungen (Anzahl N) um das Rohr gelegt werden. Die spulenartige Anordnung der Kupferkabel erfolgt im schweißtechnisch relevanten Bereich, d.h. nahe der späteren Schweißnaht. Die Windungen um das Rohr werden jetzt mit einem Strom I beaufschlagt, der nach einer gewissen Zeit seine Flussrichtung und ebenfalls seine Amplitude, hin zu einem niedrigeren Wert, ändert. Bei jeder Wiederholung dieses Durchgangs wird die Stromamplitude weiter gesenkt. Durch diesen Vorgang wird erreicht, dass die magnetische Feldstärke B und damit auch der Restmagnetismus im Werkstoff gegen Null geht.

Durch den in der Stromquelle fest hinterlegten Stromablauf ist es dem Anwender ohne besondere Fachkenntnisse möglich, Bauteile vor dem Schweißprozess zu entmagnetisieren. Grundsätzlich gilt jedoch, dass sich mit zunehmender Windungszahl um das Bauteil auch der Restmagnetismus verringert. Pauschal lässt sich die Anzahl der Windungen nicht beziffern, da diese vom vorliegenden Magnetismus, der Materialstärke und der Bauteillänge abhängig ist. Für die meisten Anwendungen hat sich jedoch eine Windungszahl von ca. 10 - 20 Windungen als erfolgsversprechend erwiesen. Die Methode „Entmagnetisierung vor dem Schweißen“ eignet sich besonders für Rohre und Bleche, die eine Länge von bis zu ca. 10 Metern aufweisen und bis zu einer vorherrschenden Magnetfeldstärke von 20 mT. Bei größeren oder schlecht zugänglichen Bauteilen eignet sich die Variante II, Erzeugung eines magnetischen Gegenfeldes, um dem anliegenden Magnetfeld während des Schweißprozesses entgegen zu wirken.

## 4.2 Erzeugung eines magnetischen Gegenfeldes während des Schweißprozesses

Magnetisierte Bauteile können wie im vorab beschriebenen Kapitel entmagnetisiert, bzw. bis auf geringe Restfeldstärken vor dem eigentlichen Schweißprozess reduziert werden. Im Pipelinebau, wo kilometerlange Rohrleitungen verlegt werden oder häufig Austausch- und Reparaturzenarien stattfinden eignet sich diese Entmagnetisierungsvariante nur bedingt. Aufgrund der Rohrlängen ist es lediglich möglich, den Magnetismus kurzzeitig zu reduzieren. Nach Ablauf des Entmagnetisierungsprogramms rückt häufig das verschobene Magnetfeld wieder nach. Dies kann nach wenigen Sekunden erfolgen oder auch eine Minuten andauern.

Um dennoch bei magnetisierten Rohrleitungen einen richtungsstabilen Lichtbogen und schlussendlich ein qualitativ hochwertiges Schweißergebnis zu erzielen, ist die Erzeugung eines magnetischen Gegenfeldes zu dem vorhandenen Magnetfeld während des eigentlichen Schweißprozesses notwendig.



Entmagnetisierung während des Schweißprozesses

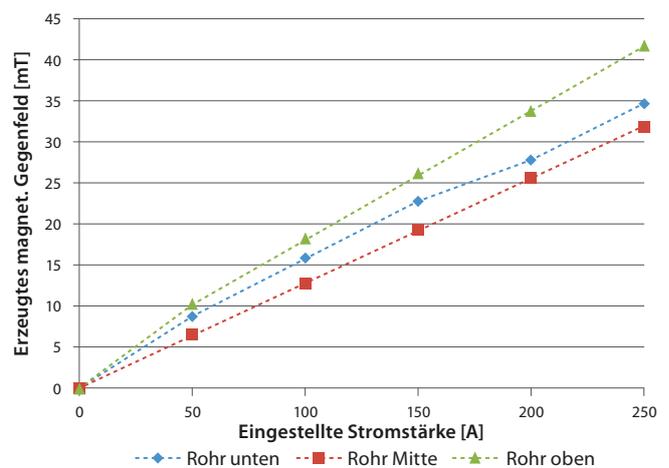
**Bild 8 Schematische Darstellung: Erzeugung eines magnetischen Gegenfeldes während des Schweißprozesses**

Wie in Bild 8 schematisch dargestellt, werden die Rohre zueinander positioniert. In der Fugenflanke wird mit einem Messgerät die vorhandene Magnetfeldstärke gemessen. Anschließend werden um ein Rohr die Kupferkabel nebeneinander in einem Abstand von 10 - 20 cm zum Schweißstoß positioniert. In Abhängigkeit des vorherrschenden Magnetfeldes ist die Anzahl der Windungen zu wählen. Je mehr Windungen aufgebracht werden, desto geringer ist die spätere Stromstärke zur Erzeugung des magnetischen Gegenfeldes einzustellen, 10 Windungen sind für die meisten Anwendungsfälle ausreichend. Durch Anlegen von Gleichstrom auf die Kupferkabel wird ein magnetisches Feld erzeugt, welches nun dem vorherrschenden Magnetfeld im Rohr entgegenwirkt. Kontinuierliche Erhöhung der

Stromstärke (Aufbauen eines magnetischen Gegenfeldes) reduziert das magnetische Feld in der Fugenflanke. Bei Vergrößerung des Magnetfeldes nach Anlegen eines Gegenfeldes ist die Polarität zu tauschen.

Nach Erreichen eines Magnetfeldes nahe Null erfolgt die Wurzelschweißung im eingeschalteten Zustand der Entmagnetisierungsstromquelle. Durch den Ausgleich des magnetischen Feldes unterliegt der Schweißprozess keiner Lichtbogenablenkung. Mit der Wurzellage entsteht in der Rohrleitung ein Kurzschluss (der vorliegende Luftspalt wird durch Schweißgut gefüllt), sodass auch der Magnetismus in diesem Bereich nicht mehr bzw. nur im geringen Maß vorherrscht. Für die anschließenden Füll- und Decklagen wird somit kein bzw. bei großen Wandstärken nur noch ein geringes Gegenfeld benötigt. Wie schon vorhergehend beschrieben, ist das magnetische Feld ein Produkt aus der Anzahl der Windungen um das Bauteil und der Stromstärke. Aus Bild 9 wird ersichtlich, dass das erzeugte magnetische Gegenfeld bei Erhöhung der Stromstärke fast linear ansteigt.

**Magnetisches Gegenfeld in Abhängigkeit der Stromstärke**



**Bild 9 Messwerte zur Erzeugung eines magnetischen Gegenfeldes in Abhängigkeit der Stromstärke bei N=10**

Für diesen Versuch wurde um ein Rohr mit Außendurchmesser von 250 mm und einer Wandstärke von 32 mm 10 Windungen gelegt. Die Beaufschlagung von 250 A bewirkt eine Ausprägung des magnetischen Gegenfeldes von bis zu 42 mT. Dieser Messwert liegt im oberen Bereich des Rohres an und ist für dünnwandige Rohre bis zu 15 mm im gesamten Querschnitt erreichbar. Am unteren Messpunkt, Wandstärke 32 mm, entspricht dieser noch 35 mT. Es zeigt sich, dass das erzeugte Magnetfeld mit größer werdenden Wandstärken geringer wird. Dieser Effekt tritt jedoch erst ab Wandstärken von 20 mm merklich auf. Die Erhöhung der Windungszahl bei einer Stromstärke von 250 A bewirkt, sodass sich der lineare Anstieg bestätigt. Mit den erzielten Gegenfeldern lassen sich in der Praxis nahezu alle Anwendungen kontrollieren und einen sicheren Lichtbogenschweißprozess gewährleisten.



Bild 10 Pico 350 cel puls pws dgs

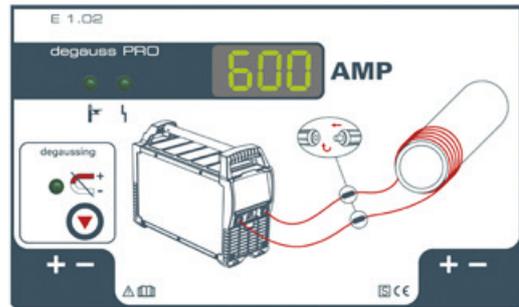


Bild 11 Degauss 600

## 5. Anwendungstechn. Lösungen von EWM – Pico 350 cel puls pws dgs/Degauss 600

Die Stromquelle Pico 350 cel puls pws dgs (Bild 10) ist als E-Handschweißgerät eigentlich für die extremen Situationen, gerade im Rohr- und Pipelinebau, konzipiert. 100% sicheres Fallnahtschweißen mit bis zu 6 mm dicken Cellulose-Elektroden an jedem Ort der Welt zeichnen das Gerät aus. Betriebstemperaturen von -25°C bis +40°C und Netzspannungstoleranzen von bis zu 25 % stellen im Einsatz kein Hindernis dar. Zusätzlich besitzt die Stromquelle die Funktion einen kontinuierlichen Entmagnetisierungsprozess (Variante 1) durchzuführen (Anfangsstromstärke 350 A). Neben der Schweißstromquelle mit Entmagnetisierungsfunktion vor dem Schweißen, bietet EWM die Degauss 600 als reine Entmagnetisierungsstromquelle an (Bild 11). Hierbei stehen dem Anwender zwei Varianten zum Entmagnetisieren – Entmagnetisierung vor dem Schweißen als Arbeitsvorbereitung sowie die Erzeugung eines magnetischen Gegenfeldes während des Schweißprozesses – zur Verfügung. Mit der Degauss 600 ist der Anwender dem Magnetismus in nahezu allen Anwendungsfeldern überlegen. Die Degauss 600 wird mit allen benötigten Hilfsmitteln, wie

- 1 x 20 m Lastkabel
- 2 x 5 m Lastkabel

- Fernsteller zum Einstellen des magnetischen Gegenfeldes mit Polwendeschalter
- Anschlusskabel Fernsteller 5 m ausgeliefert.

Mit dem Fernsteller wird die Gleichstromfunktion (10 – 250 A) zur Erzeugung des magnetischen Gegenfeldes in der Degauss 600 aktiviert. Zusätzlich empfiehlt sich die Verwendung eines Messgerätes zur Feststellung des vorhandenen magnetischen Feldes.

## 6. Zusammenfassung

Lichtbogenablenkung durch Magnetismus ist ein bekanntes Problem in der Fügetechnik. Durch das sporadische Auftreten ist es notwendig, dem Schweißer schnelle und zuverlässige Methoden in der Praxis zur Verfügung zu stellen. EWM ermöglicht dies mit der degauss 600. Das Entmagnetisieren vor dem Schweißen als Arbeitsvorbereitung und das Erzeugen von magnetischen Gegenfeldern während des eigentlichen Schweißprozesses führen zur Lichtbogenstabilisierung und somit zu prozesssicheren Schweißprozessen ohne aufwendige Nacharbeit in vielen verschiedenen Anwendungsgebieten. Mit der Pico 350 cel puls pws dgs wird ein Entmagnetisieren vor dem eigentlichen Schweißprozess ermöglicht.

## 7. Schrifttum

- [1] Online-Quelle: <http://www.weltderphysik.de/gebiete/stoffe/magnete/was-ist-magnetismus/>, abgerufen am 13.08.2014
- [2] Online-Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Magnet>, abgerufen am 11.08.2014
- [3] Ilschner, B., Singer, R.F.: Werkstoffwissenschaften und Fertigungstechnik – Eigenschaften, Vorgänge, Technologien. 5. Auflage, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, 2010, p. 292
- [4] Haug, A.: Grundzüge der Elektrotechnik zur Schaltungsberechnung. 2. Auflage, Hanser Verlag München Wien, 1985, pp. 274-281
- [5] Online-Quelle: [http://umformtechnikmagazin.de/umformtechnik-fachartikel/ungeliebte-eigenschaften\\_12916\\_de](http://umformtechnikmagazin.de/umformtechnik-fachartikel/ungeliebte-eigenschaften_12916_de), abgerufen am 06.08.2014
- [6] Online-Quelle: <http://www.ndt.net/article/dgzfp03/pa-pers/p10/p10.htm>, abgerufen am 06.08.2014
- [7] Rohner, M.: Entmagnetisieren von großflächigen Objekten als Prozessvorbereitung vor Schweissverfahren. Firmenschrift Maurer Magnetic AG, Grüningen/Schweiz. Internet: <http://www.maurermagnetic.ch/PDF/White-Paper-D-Entmagnetisieren-grossflaechige-Objekte.pdf> (04.2015; abgerufen 6. August 2015)

# Entmagnetisierungsgerät Degauss 600/Pico 350 cel puls pws dgs



- Zum Entmagnetisieren von Rohren und Blechen
- Alle benötigten Komponenten im Set enthalten
- Kompakt und baustellentauglich
- Steuert die Entmagnetisierung vor dem Schweißen
- Steuert die Entmagnetisierung während des Schweißens – activgauss



Entmagnetisieren  
in der Praxis –  
eine Fallstudie:



**Gerne beraten wir Sie.  
Sprechen Sie uns an!**

Die EWM AG ist Deutschlands größter Hersteller und international einer der wichtigsten Anbieter für Lichtbogen-Schweißtechnik. Mit zukunftsweisenden und nachhaltigen Komplettlösungen für Industriekunden bis hin zu Handwerksbetrieben und einer großen Portion Leidenschaft lebt das Familienunternehmen aus Mündersbach seit mehr als 60 Jahren sein Leitmotiv „We are Welding“.