

Trends beim Auftragschweissen

Wolfgang Wahl, Stuttgart

1. Allgemeines

Auftragschweissen wird angewendet, wo die Oberfläche abriebgefährdeter Maschinenteile durch Verschleiss, Korrosion oder Hitzeeinwirkung geschädigt wird.

Allgemeines
Definition Auftragschweissen (DIN 1910)

Kennzeichnung	Beschreibung
Auftragschweissen von Panzerungen - Schweisspanzer	Auftragschweissen mit gegenüber dem Grundwerkstoff vorzugsweise verschleißfesterem Auftragwerkstoff
Auftragschweissen von Plattierungen - Schweissplattierungen	Auftragschweissen mit gegenüber dem Grundwerkstoff vorzugsweise chemisch beständigerem Auftragwerkstoff
Auftragschweissen von Pufferschichten - Puffern	Auftragschweissen mit einem Auftragwerkstoff solcher Eigenschaften, dass zwischen nicht artgleichen Werkstoffen eine beanspruchungsgerechte Bindung erzielt werden kann

Hartauftragschweissen wird definitionsgemäß dort eingesetzt, wo durch Verschleiss die Oberfläche meist durch harte Mineralien geschädigt wird.

Dies tritt auf in allen Bereichen der mechanischen Verfahrenstechnik, wo Prozesse bei Raumtemperatur und erhöhten Temperaturen durchgeführt werden.

Dies ist der Fall beim Zerkleinern, Fördern, Mischen und Trennen in den Bereichen Bergbau, Hüttenindustrie, Zementindustrie, Kohlekraftwerke, Tief- und Hochbau, Recycling und Umweltschutz.

In der Chemie dort, wo schleisscharfe Mineralien aufbereitet werden.

Dabei ist das Ziel der Aufpanzerung nach DIN 50320

Allgemeines Verschleißsystem (DIN 50320)

auf den Grundkörper eine Schicht aufzubringen, die dem verschleissverursachenden Mineral besonders günstig widersteht.

Die Bedeutung des Hartauftragschweissens hat in den letzten 10 Jahren deutlich zugenommen, weil durch steigende Löhne und Gehälter, aber auch durch vernetztes Arbeiten in Großbetrieben Stillstandzeiten immer teurer werden.

Mit den verschiedenen Auftragschweissverfahren

Allgemeines Auftragschweißverfahren

- GAS-Schweißen
- Lichtbogen-Handschweißen
- PTA-Verfahren
- MIG-MAG Schweißen
- WIG-Schweißen
- UP-Verfahren
- ES-Verfahren
- Sonderverfahren

können Schichten zwischen 2 und 200 mm Dicke erzeugt werden, wobei die Abschmelzleistung zwischen 0,5 und 50 kg/Stunde variieren kann, mit Einbränden zwischen 0,5 und 10 mm.

Die einzelnen Schweissverfahren unterscheiden sich darüber hinaus in der Höhe der Vermischung mit dem Grundkörper, die in der Regel mit zunehmender Abschmelzleistung steigt.

Auftraggeschweisst werden können praktisch alle schweisbaren Werkstoffe. Als Auftragschweisswerkstoff können fast alle bekannten verschleissfesten Metalle als Kombination Verwendung finden.

Nicht aufgeschweisst werden können Keramikmaterialien, die in dünnen Schichten nur aufgespritzt werden können.

2. Trends bei Schweißverfahren

2.1 Handelektroden und Fülldrähte

Die Handelektroden

Trends bei Schweißverfahren Handschweißen

Aufpanzerung eines Verdichtertors mit VAUTID-Stellit

werden weiter zum Einsatz kommen, insbesondere zur Reparatur im eingebauten Zustand, weil sie nicht nur in Wannenlage verarbeitet werden können. Ihr Nachteil ist die geringe Abschmelzleistung, weshalb pro kg Auftragschweissgut damit Werte von über 50 Euro pro kg erreicht werden.

Fülldrähte



sind beim Verbrauch von mehr als 1 Tonne Material im Jahr bei einem Abnehmer unverzichtbare Schweißverfahren.

Die Abschmelzleistung pro Brenner liegt in der Regel zwischen 3-6 kg pro Stunde, weshalb sich die Kosten pro kg Auftragschweißgut auf ca. 20 Euro pro kg senken.

Nachteil bei diesem Verfahren ist, dass es praktisch nur in Wannenlage leicht anwendbar ist, was bedeutet, dass die zu schützenden Maschinenteile entsprechend bewegt werden müssen, und das Schweißen im eingebauten Zustand deshalb oftmals nicht möglich ist.

Neuere Entwicklungen auf dem Fülldrahtsektor ergeben Abschmelzleistungen bis zu 15 kg pro Stunde. Dadurch reduzieren sich die Kosten pro kg Schweißgut auf 10-15 Euro pro kg.

Besonders wichtig beim Fülldrahtschweißen ist, dass gut abgesaugt wird.

2.2 Plasmapulver-Auftragschweißen

Das Plasmapulver-Auftragschweißen



hat seinen Siegeszug beim Panzern von Ventilen für die Autoindustrie errungen. Es wurde damit eine mechanisierte Panzerung im Dauerbetrieb erreicht, mit geringsten Vermischungen und guten Oberflächengüten, wodurch sich der Materialverbrauch gegenüber stranggegossenen Stäben wie sie früher verwendet wurden, halbierte.

Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass es geeignet ist, Wolframkarbide, die nicht in den Lichtbogen, sondern hinter dem Lichtbogen zugegeben werden, schonend in die Schmelze einzubringen, ohne dass sie sich auflösen. Dadurch gelingt es, höhere Wolframkarbidanteile zu erreichen, was beim Hartauftragschweißen gegenüber schleisscharfen Mineralien eine wesentliche Standzeitverlängerung gegenüber den konventionellen Chromkarbiden ergibt.

Angewandt wird dieses Verfahren in einer Sonderform bei Rheinbraun im großen Umfang, aber auch beim Verarbeiten von Ölsanden und beim Erdölbohren. Wo der Trend hier hingehet, scheint noch offen.

2.3 Unterpulverauftragen

Gegenüber dem Röhrendrahtschweißen bei offenem Lichtbogen haben Unterpulverschweißverfahren



die Chance, voll mechanisiert noch höhere Abschmelzleistungen zu ergeben, die oftmals in der Größenordnung von 8-10 kg liegen. Allerdings ist es bei diesem Verfahren unter Verwendung von Draht oder Band kaum möglich, höherwertige Aufpanzerungen zu erzeugen, weshalb dieses Verfahren im Rahmen des Hartauftragschweißens als Hauptanwendungsfall Großbauteile wie Gichtglocken beinhaltet, aber auch das Regenerieren von Erdbewegungsgeräten, insbesondere in Fernost, während es in Europa wirtschaftlicher erscheint, Neuteile einzusetzen und diese nach Ausnutzung der eingebauten Verschleissreserve zu verschrotten.

Auftragschweißen ist ein lohnintensives Verfahren, und in Ländern Westeuropas bei hohen Lohnkosten

Lohnstrukturen M+E-Industrien (weltweit)
Kosten pro kg auftragsgener Werkstoff

	Stahl (t)	Legierung (t)	Stahl (t)	Legierung (t)	Kosten pro kg auftragsgener Werkstoff (t)
Südkorea	800	100	100	100	12,1
Südkorea	200	100	100	100	12,2
West Deutschland	210	100	100	100	9,9
China (Shanghai)	100	100	100	100	7,9
USA (Houston Texas)	60	100	100	100	7,1
Japan	70	100	100	100	7,3
Frankreich	100	100	100	100	7,6
Malaysia	60	100	100	100	6,6
Mexico	30	100	100	100	5,8
Westschweiz	50	100	100	100	5,8
Polen	10	100	100	100	5,2
Russland	10	100	100	100	5,4
Indien	10	100	100	100	5,4

Quelle: "Comparative Cost of Manufacturing" (2010) von Vautid. "Comparative Cost of Manufacturing" (2010) von Vautid. "Comparative Cost of Manufacturing" (2010) von Vautid.

nur dort einzusetzen, wo sich durch diese Technik die Betriebskosten tatsächlich senken lassen, oder die Funktionsfähigkeit anderweitig nicht herstellbar ist.

2.4 Einsatz von vorgefertigten, aufgeschweissten Platten

Statt das Teil selbst aufzuschweißen, wird immer häufiger auftragsgeschweisstes vorgefertigtes Halbzeug



eingesetzt. Solche Platten mit Vielbrennertechnik und hohen Abschmelzleistungen lassen sich weit wirtschaftlicher herstellen, als selbst zu panzern.

Mittels Plasmasschneiden und Verformen solcher Platten lassen sich daraus, ähnlich wie im Apparatebau Bauteile wie Bunker, Rutschen, Siebe, Rohre, Ventilatoren, Separatoren oder andere Bauteile fertigen.

3. Trends bei Schweisszusätzen

3.1 Verstärkter Einsatz von titankarbidhaltigen martensitischen Legierungen

Während die Hauptanwendung beim Hartauftragschweißen früher die Verwendung martensitischer Legierungen mit 400-600 Brinell war, enthalten solche Werkstoffe heute in der Regel Titankarbidverstärkungen, auch wenn die Schlackebeseitigung bei der Verarbeitung solcher Zusätze schwierig ist. Insbesondere durch die Verwendung dieser Werkstoffe oder solcher, wo Niob zu martensitischen Legierungen hinzugegeben wird, können die Verschleissprobleme bei sogenannten Hochdruckwalzen in großem Umfang eingesetzt werden.



3.2 Verwendung von hochchromhaltigen Werkstoffen mit höheren Kohlenstoffgehalten als Fülldrähte

Während früher Auftragschweißwerkstoffe in Fülldrahtform in der Regel aus der Legierungsgruppe 10 mit 4,5 % C und 30 % Cr eingesetzt wurden, ist ein deutlich verstärkter Einsatz von höher legierten Fülldrähten zu erkennen, weil nur mit diesen in der zweiten und dritten Lage wesentliche Standzeitverlängerungen erzielt werden können.

Solche Werkstoffe haben in der Regel 5,5 % C, 20 % Cr und 7 % Niob, bei höheren Temperatureinsätzen enthalten sie noch Molybdän und Wolfram.



In beschränktem Umfang kann man solche Werkstoffe auch für höhere Temperaturen bis ca. 750 °C einsetzen, danach verlieren sie aber wegen Gefügeumwandlung bei noch höheren Temperaturen ihre Verschleissbeständigkeit.

3.3 Wolframkarbidhaltige Panzerungen

Während früher solche Werkstoffe aus Kostengründen nur im Bereich des Erdölbohrens in großem Einsatz waren, hat deren Anwendung



zwischenzeitlich sowohl bei Handelektroden als auch bei Fülldrähten wie auch beim PTA-Schweißen und Sonderschweißverfahren beträchtlich zugenommen, weil bei gleichem Lohnanteil eine wesentlich höhere Lebensdauer erzielt wird.

3.4 Ersatz kobalthaltiger Panzerungen durch eisenhaltige Panzerungen

Ventile wurden bis vor kurzem mit nickelhaltigen Stellite gepanzert.



In der Zwischenzeit geht der Trend ganz eindeutig Richtung eisenhaltiger Werkstoffe, die dann auch billiger sind.

4. Trends bei Anwendungen

4.1 Auftragschweissen von Bandagen und Tellern zur Kohle- und Zementzerkleinerung

Solche Bandagen bestehen in der Regel aus in der Literatur als nicht schweisssbar bekannten Werkstoffen mit hohem Kohlenstoff-, Chrom- oder Nickelgehalt.

Dennoch ist dies heute der zweitgrößte weltweite Anwendungsfall



für das Hartauftragschweissen mit chromhaltigen Panzerwerkstoffen. Gegenüber Gusswerkstoffen kann damit die 2- bis 3-fache Standzeit erreicht werden und ein sehr viel besseres Mahlergebnis über sehr lange Zeit.

Gleichfalls kann man den Teller, auf dem die Bandage abrollt, so regenerieren und in seiner Lebensdauer verlängern.



4.2 Sinterbrechersterne mit Kobaltbasislegierungen und eingelagerten Mischkarbiden

Sinterbrecher sind in der ganzen Welt in jedem Hüttenwerk ein beträchtliches Verschleissproblem



und halten in der Regel aufgeschweisst 2-4 Monate. Derzeit laufen Versuche, ob durch Verwendung von Wolfram-Chromkarbiden die Lebensdauer wesentlich verlängert werden kann, die optimistisch aussehen.

Allerdings hat sich bereits bei Rostbalken (dem Gegenpartner) ergeben, dass wegen der dort noch höheren Temperaturen solche Werkstoffe keine Lebensdauererlängerung ergaben.

4.3 Verwendung von auftragsgeschweissten Platten als Halbzeug

Wichtigster Trend und wichtigster Anwendungsfall für das Hartauftragschweissen weltweit sind heute das Fertigen auftragsgeschweisster Platten in Standardgrößen, aus denen einbaufertige Fertigteile erzeugt werden. Aus solchen auftragsgeschweissten Platten können mit Plasmabrennern oder Wasserstrahl zeichnungsgerechte Abwicklungen von zu fertigenden Teilen hergestellt werden. Durch Kaltverformen sind selbst komplizierte Apparate herstellbar, wie einige Beispiele zeigen. Bei diesen Anwendungen kommen der preisgünstigen Fertigung des Halbzeugs besondere Bedeutung zu, weshalb die Schweissmechanisierung im Vordergrund steht. Dies kann erreicht werden durch Einsatz von Sonderverfahren mit extrem hoher Abschmelzleistung pro Brenner oder durch Koppelung vieler Brenner, z.B. bis zu 10 Brenner bei Fülldrahtschweißungen.

5. Trends durch Umweltschutzaufgaben

Ein ganz besonders wichtiger Trend beim Auftragschweissen ist aber der Umweltschutz, der uns in Zukunft sicher sehr viel mehr Probleme beschert, als in den letzten 100 Jahren. Beim Auftragschweissen entstehen Dämpfe, die mindestens beim Hartauftragschweissen medizinisch vergleichsweise ungefährlich sind, weil sie kein oder fast kein 6-wertiges Chrom enthalten. Die Größe der Staubpartikel ist jedoch gefährlich, so dass nur bei guter Absaugung gearbeitet werden sollte.

Dazu kommen aber neue Trends in der Beurteilung der Gefährlichkeit von Nickel und Mangan, die in den nächsten 10 Jahren große Aufwendungen bei der Absaugung und Reinigung solcher Schweißdämpfe vermuten lassen.

Deshalb ist anzunehmen, dass in Zukunft sich an immer weniger Stellen die Aufträge sammeln und dort mit exzellenter Absaugung oder in abgekapselten Kabinen unter Einsatz von Robotern die eigentliche Auftragschweißarbeit realisiert wird.

6. Zusammenfassung

Hartauftragschweißen ist ein modernes Verfahren, das hauptsächlich bei größeren Bauteilen heute eingesetzt wird, um die Lebensdauer gegenüber der Verwendung von Massivlösungen, wie z.B. Gussteilen zu verlängern. Dieser ‚edit value‘ macht die Teile wertvoller und er wird stets gefragt sein, weil der Stillstand von verketteten Maschinen immer teurer wird.