

› Schweißen von Thermoplasten

Die Wahl des richtigen Verfahrens

Die Verbindungstechnik bildet ein zentrales Element bei der Montage von Baugruppen. Einen wesentlichen Stellenwert hat dabei das Schweißen von Kunststoffen. Die Wahl der geeigneten Technologie hat dabei einen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit, die Schweissnahtgestaltung, die Wahl des Werkstoffes sowie auf die Ausprägung und mechanische Festigkeit der Schweissnaht.

› Fabian Meier¹

Unter Schweißen werden all jene Verbindungstechniken zusammengefasst, die unter Zuführung von Wärme in die gewünschten Kontaktzonen stattfinden und anschliessend unlösbar gefügt werden. Die Art der Wärmezufuhr hängt von der eingesetzten Technologie ab. Heizelementschweißen beruht auf der Wärmeleitfähigkeit, beim Vibrations-, Rotations- und Ultraschallschweißen erfolgt der Wärmeeintrag über Reibung, das Laser- und Infrarotschweißen basiert auf dem Wärmeeintrag mittels Wärmestrahlung. Am Beispiel des Heizelementschweißens lassen sich prinzipielle Vorgänge in der Fügefläche einfach aufzeigen. Aus dem Querschnitt einer Schweissnaht, hergestellt durch das Heizelementschweißen, lassen sich in Bild 1 drei unterschiedliche Gefügezonen erkennen:

1. Grundwerkstoff. Dieser ist während des Schweißprozesses nie über den Kristallitschmelzpunkt erwärmt worden und bleibt fest.
2. Die deformierten Sphärolithe zwischen Grundwerkstoff und rekristallisiertem Werkstoff sind nicht vollständig aufgeschmolzen. Während des Fügevorganges wurde diese Zone stark geschert.
3. Der rekristallisierte Werkstoff (Schmelze) war vollständig während des Schweißprozesses aufgeschmolzen und ist nach dem Fließen wieder rekristallisiert. Der rekristallisierte Werkstoff weist keine polarisationsoptisch erkennbaren Orientierungen auf. In dieser Zone können sich

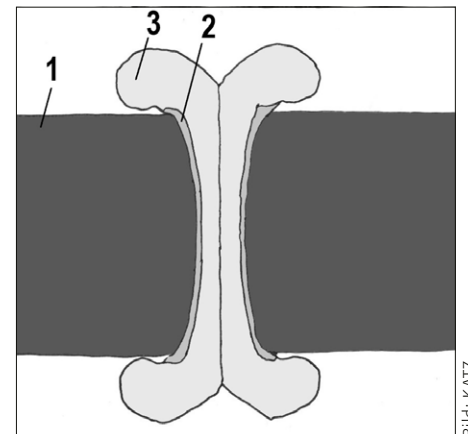
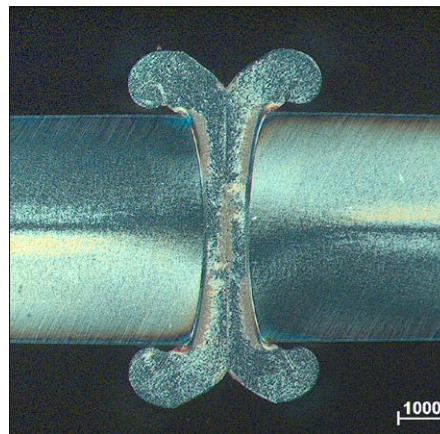


Bild: KATZ

Bild 1: Heizelementschweissnaht aus Polypropylen: Dünnschliffpräparat unter Durchlichtpolarisationsoptik (links). Skizze Heizelementschweissnaht (rechts).

während der Abkühlphase Lunker oder Mikroporen bilden.

Bedingung für eine funktionierende Baugruppe

Voraussetzung für einen störungsfreien Betrieb verschiedener Baugruppen ist die sichere und ausreichend feste Verbindung während des gesamten Produktlebenszyklus. Der Entwicklungsphase fällt dabei eine wichtige Bedeutung zu. Hier wird der Entscheid für die Materialwahl sowie für den Einsatz der geeigneten Schweißtechnologie gefällt. Dabei stellen sich verschiedene Herausforderungen. Die Schweissnaht kann nicht mit jeder Technologie in beliebiger Grösse und Form hergestellt werden. Zudem muss sie den geforderten mechanischen Belastungen standhalten. Dabei ist zu beachten, dass im realen Lastfall nicht nur statische Belastungen auftreten. Häufig kommen auch dynamische, thermische oder allenfalls Belastungen durch Druckstösse vor. Medien können den Werkstoff chemisch oder physikalisch verändern. Weiter können

Seminar: Innovationen in der Verbindungstechnik

19. November 2019

Schweißen von Thermoplasten und mechanische Verbindungstechniken für die Praxis. Gemeinschaftsseminar mit Swiss Engineering STV, Fachgruppe Kunststofftechnik

Sonderausstellung Verbindungstechnik

4. November – 13. Dezember 2019
Auf Voranmeldung während den normalen Öffnungszeiten

Ort: KATZ, CH-5000 Aarau

Weitere Infos:

http://www.katz.ch/ausbildung-weiterbildung/seminare/adp1_moderne-kunststoffentwicklungen.php



¹ Fabian Meier, Ausbildungsleiter, KATZ Kunststoff-Ausbildungs- und Technologie-Zentrum, Aarau.

Schweisverfahren	Vorteile	Nachteile
Heizelementschweissen	hohe Prozesssicherheit bei minimaler Fehlermöglichkeit, umfangreiche Kenntnisse vorhanden (Rohre), sehr gute Kurz- und Langzeiteigenschaften	eingeschränkte Werkstoffpalette durch Haftung an Heizelementen, lange Zykluszeiten, hoher Energiebedarf, ausgeprägte Wulstbildung
Infrarotschweissen	keine Probleme mit dem Haften der Schmelze an Heizelement, da berührungslos	Anwärmzeit abhängig vom Absorbtionsverhalten des Werkstoffes, sehr hohe Strahlertemperaturen notwendig, hoher Energiebedarf, ausgeprägte Wulstbildung
Laserschweissen	kaum mechanische Belastungen, keine Partikelbildung, komplexe 3D-Konturen schweisssbar, örtlich begrenzte Wärmezufuhr	Bauteile müssen unterschiedliche Absorbteigenschaften aufweisen (Transparenz im Wellenbereich des Lasers), Gasbildung bei zu hoher Energiedichte
Ultraschallschweissen	sehr kurze Zykluszeiten, gut automatisierbar, gute Prozesskontrolle möglich, energieeffizient	spezielle Schweissnahtkonstruktion erforderlich, Arbeitssicherheit: Schallschutz beachten, Partikelbildung möglich
Rotationsschweissen	kurze Zykluszeit, Schweissvorrichtung improvisierbar (Drehbank)	rotationssymmetrische Naht erforderlich, Partikelbildung möglich
Vibrationsschweissen	kurze Zykluszeit, geeignet für grosse Teile, energieeffizient	Partikelbildung möglich, gute mechanische Festigkeit

Tabelle: Bewertung ausgewählter industrieller Schweissverfahren [1]

spezifische Anforderungen an die Schweissnahtgeometrie gestellt werden: Ein sichtbarer Schweisswulst darf nicht vorkommen, eine Schweisswulst darf keine Kerbwirkung begünstigen oder der Schweissprozess darf auf keinen Fall Partikelbildung zur Folge haben, der die Umgebung kontaminieren könnte. Dieser Punkt ist insbesondere im Umfeld der Medizintechnik zu beachten. Verschiedene Anwendungen erfordern die vollständige Rückverfolgbarkeit innerhalb der gesamten Prozesskette. Hier kommen automatisierbare Technologien zum Einsatz, die ebenfalls die Prozessstabilität überwachen. Abschliessend muss ebenfalls die

Wirtschaftlichkeit beachtet werden: Neben dem Initialaufwand, der finanziell und «in die Erarbeitung» der Technologie investiert wird, muss der Zykluszeit sowie allenfalls dem Energieaufwand Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Gesamtbetrachtung

Die Wahl des geeigneten Schweissverfahrens bei Kunststoffen ist keineswegs ein Kaffeepausenentscheid. Eine Vielzahl von Randbedingungen müssen berücksichtigt und gewichtet werden. Grundvoraussetzung ist ein grundlegendes Verständnis des Schweissprozesses und insbesondere

das Verständnis von Stärken und Schwächen der einzelnen Technologien.

Literatur

[1] Ehrenstein, G.: *Handbuch Kunststoff-Verbindungstechnik*. Carl Hanser Verlag. München 2004.

Kontakt

KATZ
Schachenallee 29
CH-5000 Aarau
+41 62 836 95 36
info@katz.ch
www.katz.ch



HAUG
WE CONTROL ELECTROSTATIC.



HAUG BIEL AG
Johann-Renfer-Str. 60
Postfach
CH-2500 Biel/Bienne 6
Tel.: +41 (0) 32 344 96 96
Fax: +41 (0) 32 344 96 97
info@haug.swiss
www.haug.swiss