

Elektrisch leitfähige Kunststoffrohrleitungen für explosionsgefährdete ATEX-Bereiche

Electrically conductive plastic piping systems for ATEX explosive areas

In der Prozessindustrie, insbesondere in den Bereichen Chemie, Petrochemie, Pharmazie und Lebensmittelherstellung, gibt es häufig explosionsgefährdete Bereiche. Diese ATEX-Bereiche werden durch die ATEX-Richtlinien (ATmosphères EXplosibles) geregelt, deren Ziel es ist, das Risiko von Explosionen in Industrieanlagen zu minimieren. Traditionell werden in solchen Umgebungen metallische Werkstoffe verwendet. ATEX-zertifizierte Lösungen aus elektrisch leitfähigen Qualitätskunststoffen gewinnen jedoch – insbesondere bei aggressiven Medien – zunehmend an Bedeutung, da sie zahlreiche Vorteile wie Korrosionsbeständigkeit, Flexibilität und lange Lebensdauer bieten.

1. Entstehung von Explosionsgefahren

Explosionsgefahren können in allen Betrieben auftreten, in denen brennbare Stoffe gelagert oder gehandhabt werden. Eine Explosion entsteht immer dann, wenn ein brennbarer Stoff mit sauerstoffreicher Luft vermischt wird und eine Zündquelle (beispielsweise ein Funke) vorhanden ist, Bild 1.

Elektrisch leitfähige Kunststoffe werden meist in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt, da dort die elektrostatische Aufladung von Rohrleitungen und Rohrleitungs- und Anlagenbauteilen verhindert werden muss. Beim Umgang (Befüllen, Entleeren, Rühren, Mischen oder Versprühen) mit leicht brennbaren Gasen, Flüssigkeiten, Dämpfen oder Schüttgütern kann es zu Aufladungen im Rohrleitungssystem kommen. Leitfähige Materialien können nicht gefährlich aufgeladen werden, wenn sie geerdet sind. Werden die Aufladungen nicht kontrolliert abgeführt, kann es zu Funkenentladungen kommen. An moderne Industrie-

und Prozessanlagen, beispielsweise Rohrleitungen für den Transport von Chemikalien, Entlüftungs- und Abgasleitungen oder Entgasungsleitungen für Deponien, werden daher hohe Anforderungen an die Sicherheit und den Schutz von Mensch und Umwelt gestellt.

2. ATEX-Richtlinien und Anforderungen

Zur sicheren Regelung des Explosionsschutzes, gibt es die sogenannten ATEX-Richtlinien (ATEX = Atmosphère Explosible), als übergeordneter Arbeitstitel für die europäischen Richtlinien zum Explosionsschutz). Die ATEX-Richtlinien werden von der Europäischen Union in Zusammenarbeit mit den Mitgliedsstaaten, der europäischen Industrie, europäischen Normungsgremien (CEN, CENELEC) und sogenannten benannten Stellen (in Deutschland zum Beispiel BAM, PTB oder TÜV) ausgearbeitet.

Die in der Europäischen Gemeinschaft anzuwendenden ATEX-Richtlinien bestehen hauptsächlich aus den Folgenden:

■ ATEX-Richtlinie 2014/34/EU regelt die Anforderungen an Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. So dürfen in explosions-

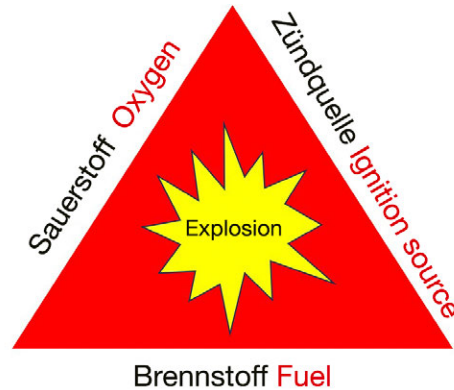


Bild 1: Explosionsdreieck (© Lesch Consult, Würzburg)

Fig. 1: Explosion triangle (© Lesch Consult, Würzburg)

In the process industry, particularly in areas such as chemicals, petrochemicals, pharmaceuticals and food production, there are often potentially explosive areas. These ATEX areas are governed by the ATEX directives (ATmosphères EXplosibles), which aim to minimise the risk of explosions in industrial facilities. Traditionally, metallic materials have been used in such environments. However, ATEX-certified solutions made of electrically conductive high-quality plastics are gaining increasing significance – particularly when dealing with aggressive media – due to numerous advantages such as corrosion resistance, flexibility, and long service life.

1. Origin of explosion hazards

Explosion hazards can arise in any operation where combustible substances are stored or handled. An explosion occurs whenever a combustible substance mixes with oxygen-rich air and an ignition source (such as a spark) is present (Fig. 1). Explosions can cause severe personal injury and property damage, as demonstrated by the devastating explosion at BASF on 17 October 2016, which resulted in five fatalities and 289 injuries due to fires and sub-

sequent explosions. Such incidents must be prevented through appropriate safety measures and certified solutions. Effective explosion protection is both in the public interest, making it legally regulated in detail, and in the interest of every company. Explosions resulting in personal or property damage can also have criminal consequences.

Electrically conductive plastics are often used in explosive areas because they prevent the build-up of static electricity in piping systems and other components. When handling (filling, emptying, stirring, mixing, or spraying) highly flammable gases, liquids, vapours, or bulk materials, static charges can develop within the piping system. Conductive materials, when properly earthed, cannot accumulate dangerous static charges. If these charges are not safely dissipated, they can lead to spark discharges.

Modern industrial and process facilities, such as piping systems for transporting chemicals, ventilation and exhaust systems, or degassing pipelines for landfills, must therefore meet stringent safety and environmental protection requirements.

2. ATEX directives and requirements

To ensure safe explosion protection, the so-called ATEX directives (ATEX = Atmosphère Explosible), serving as a general working title for European explosion protection regulations) have been established. These directives are developed by the European Union in collaboration with its member states, European industry, European standardisation bodies (CEN, CENELEC), and designated authorities (such as BAM, PTB, or TÜV in Germany).

The primary ATEX directives applicable within the European Community are as follows:

gefährdeten Bereichen nur Geräte eingesetzt werden, die dieser Richtlinie entsprechen. Rohre und Armaturen werden in der Richtlinie 2014/34/EU (Art. 1 Abs. 1c / Art. 2 Abs. 3) als „Komponenten“ bezeichnet, d. h. sie sind für den sicheren Betrieb von Geräten und Schutzsystemen erforderlich, erfüllen aber keine eigenständige Funktion. Aus diesem Grund können Rohre und Formstücke derzeit nicht mit dem CE-Zeichen versehen werden und es kann für diese Produkte keine Konformitätserklärung ausgestellt werden. Für elektrisch leitfähige Rohrleitungskomponenten aus Kunststoff kann lediglich ein Werkzeugzeugnis 2.2 oder ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 (Norm für Prüfbescheinigungen) ausgestellt werden, welches die geforderten Produkteigenschaften, wie die elektrische Ableitfähigkeit, bestätigt.

■ **ATEX-Richtlinie 1999/92/EG (ATEX 137):** Die rechtliche Umsetzung der Vorschriften erfolgt in Deutschland durch die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und hinsichtlich der Prüfverpflichtungen durch die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSchV) und bezieht sich auf die Mindestanforderungen zum Schutz der Arbeitnehmer in explosionsgefährdeten Bereichen. Sie beschreibt die Anforderungen an Montage, Installation und Betrieb von Anlagen. Der Betreiber trägt somit die Verantwortung dafür, dass explosionsfähige Atmosphären verhindert oder vermieden werden. Er muss daher die Explosionsgefahren in ihrer Gesamtheit beurteilen, entsprechende Vorkehrungen treffen und alle erforderlichen Arbeiten durchführen, um ein Explosionsschutzdokument erstellen zu können (Artikel 8). Dieses Dokument dient als Nachweis für die Einhaltung der genannten Kriterien und den sicheren Betrieb der Anlage. Um die ATEX-Anforderungen zu erfüllen, müssen Werkstoffe und Systeme für Prozessleitungen in der Lage sein, statische Aufladungen zu vermeiden und eine sichere Erdung zu gewährleisten. Kunststoff-

materialien müssen daher mit speziellen Additiven wie Leitrußen oder Beschichtungen versehen werden, um leitfähig zu sein und somit die Gefahr der Funkenbildung zu vermeiden.

3. Eigenschaften der elektrisch leitfähigen Kunststoffe

Durch immer neue Prozesse mit aggressiven und brennbaren Medien werden im Rohrleitungs- und Anlagenbau aufgrund der gestiegenen Anforderungen zunehmend weiterentwickelte Werkstoffe eingesetzt. In den letzten Jahren hat sich der Einsatz von elektrisch leitfähigen Kunststoffen stark verbreitet, da diese in vielen Anwendungsbereichen metallische Werkstoffe ersetzen können. In der Praxis müssen neben den klassischen Standardanforderungen wie Medienbeständigkeit, Temperaturbeständigkeit, Druckbeständigkeit sowie einfache Verlege- und Anschlussmöglichkeiten weitere zusätzliche Anforderungen in explosionsgefährdeten Bereichen erfüllt werden.

Bei elektrisch leitfähigen Thermoplasten wie PE-el bzw. PE100-el, PPs-el und PVDF-el wird durch Zugabe von Leitruß (etwa 10 bis 20%) ein spezifischer Oberflächenwiderstand R_0 von $\leq 10^6 \Omega$ erreicht. Sie sind damit nach BGR 132 (DGUV-Regel) als elektrisch ableitfähig einzustufen. Entscheidend für das Erreichen einer guten Leitfähigkeit sind die Art des Leitrußes, die Dispergiertgüte und damit die homogene Verteilung. Aufgrund der Zugabe von Leitruß werden die Kunststoffe PE-el bzw. PE100-el, PP-el, PVDF-el als ableitfähig eingestuft (BGR 132). Darüber hinaus gibt es Thermoplaste, die zusätzlich zum Leitruß Flammenschutzmittel als Additive enthalten und daher unter der Abkürzung PPs-el (flammgeschützt und elektrisch leitfähig) geführt werden. Bei den elektrisch leitfähigen Kunststoffen ändern sich aufgrund des hohen Additivanteils nur die spezifischen Eigenschaften wie Dichte und E-Modul, die chemische Beständigkeit bleibt jedoch weitgehend erhalten. Die Prüfung der chemischen Beständigkeit für die im Prozess eingesetzten Medien erfolgt über die

■ **ATEX Directive 2014/34/EU:** This directive governs the requirements for equipment and protective systems intended for use in explosive atmospheres. Only equipment that complies with this directive may be used in such areas. Pipes and fittings are referred to in this directive (Article 1 Section 1c / Article 2 Section 3) as "components," meaning they are essential for the safe operation of equipment and protective systems but do not perform a standalone function. For this reason, pipes and fittings cannot currently bear the CE mark, and no declaration of conformity can be issued for these products. For electrically conductive plastic piping components, only a factory certificate 2.2 or an acceptance test certificate 3.1, as per DIN EN 10204 (a standard for inspection certificates), can be issued. These certificates confirm the required product properties, such as electrical conductivity.

■ **ATEX Directive 1999/92/EC (ATEX 137):** In Germany, the legal implementation of this directive is through the Hazardous Substances Ordinance (GefStoffV) and, regarding inspection obligations, through the Industrial Safety Ordinance (BetrSchV). This directive focuses on the minimum requirements for protecting workers in explosive atmospheres. It specifies requirements for the assembly, installation, and operation of systems. The operator is responsible

for ensuring that explosive atmospheres are prevented or avoided. They must assess explosion risks comprehensively, take appropriate measures, and perform all necessary tasks to create an explosion protection document (Article 8). This document serves as proof of compliance with the stated criteria and ensures the safe operation of the facility.

To meet ATEX requirements, materials and systems for process piping must be capable of avoiding static charges and ensuring safe grounding. Plastics must therefore be equipped with special additives, such as conductive carbon black or coatings, to make them conductive and thus prevent the risk of spark generation. A detailed overview of the ATEX guidelines is available (in German) at <https://www.kw-erk.de/atex-leitlinien/>.

3. Properties of electrically conductive plastics

Due to increasing demands and ever-evolving processes involving aggressive and flammable media, advanced materials are increasingly being used in piping and plant engineering. In recent years, the use of electrically conductive plastics has become widespread, as these can replace metallic materials in many applications.

In practice, besides the classic standard requirements such as media resistance, temperature resistance, pressure resistance, and ease of installation and connection, addition-



Bild 2: In Industrieanlagen gibt es häufig explosionsgefährdete Bereiche.
(© Pixabay, bearbeitet)

Fig. 2: There are often potentially explosive areas in industrial plants.
(© Pixabay, edited)

Tabelle 1: Übersicht der wichtigsten Eigenschaften für Qualitätskunststoffe im ATEX-Bereich (© Lesch Consult)
Table 1: Overview of the most important properties for quality plastics in the ATEX area (© Lesch Consult)

Kunststoffe Plastics	PE100-el	PPs-el	PVDF-el
Wichtigste Eigenschaften Most important properties	(Polyethylen elektrisch ableitfähig) (polyethylene electrically dissipative)	(Polypropylen schwerentflammbar, elektrisch ableitfähig) (flame-retardant polypropylene, electrically dissipative)	(Polyvinylidenfluorid elektrisch ableitfähig) (polyvinylidene fluoride electrically dissipative)
Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen für Gase, Dämpfe und Nebel der Zonen* 1 und 2 (ATEX) Use in potentially explosive atmospheres for gases, vapours and mists in zones* 1 and 2 (ATEX)	geeignet suitable	geeignet suitable	geeignet suitable
Temperatureinsatzbereich (Dauerbetriebstemperatur) Temperature operating range (continuous operating temperature)	–20°C bis +60°C	0°C bis +80°C	–20°C bis +120°C
Spezifischer Durchgangswiderstand $\leq 10^6 \Omega$ nach DIN IEC 60093 durch Zugabe von Leitruß (etwa 10 bis 12%) in die Formmasse Volume resistivity $\leq 10^6 \Omega$ according to DIN IEC 60093 by adding conductive carbon black (approx. 10-12%) to the moulding compound	ja yes	ja yes	ja yes
Elektrisch ableitfähig, spezifischer Oberflächenwiderstand Electrically dissipative, specific surface resistance	Elektrisch ableitfähig $\leq 10^6 \Omega$ Electrically dissipative $\leq 10^6 \Omega$	Elektrisch ableitfähig $\leq 10^6 \Omega$ Electrically dissipative $\leq 10^6 \Omega$	Elektrisch ableitfähig $\leq 10^6 \Omega$ Electrically dissipative $\leq 10^6 \Omega$
Chemische Beständigkeit → siehe Beständigkeitsliste des Herstellers (Beständigkeitsprüfung durch den Hersteller wird empfohlen) Chemical resistance → see Manufacturer's resistance list (resistance test by the manufacturer is recommended)	Gute chemische Beständigkeit Good chemical resistance	Säure- und laugebeständig, ähnlich PPs Acid and alkali-resistant, similar to PPs	Säure- und laugebeständig, ähnlich PVDF Acid and alkali-resistant, similar to PVDF
Dichte bei 23°C nach DIN 53479 und ISO/R 1183 Density at 23°C according to DIN 53479 and ISO/R 1183	0,99g/cm ³	1,12g/cm ³	1,8g/cm ³
E-Modul (Zugversuch) nach ISO 527 E-modulus (tensile test) according to ISO 527	1.150N/mm ²	1.400N/mm ²	2.000N/mm ²
Schweißbarkeit Schweißbarkeit Weldability	gut good	gut good	gut good
Thermischer Längenausdehnungskoeffizient α nach DIN 53752 Coefficient of linear thermal expansion α according to DIN 53752	$1,8 \times 10^{-4} \text{ 1/K}$	$1,6 \times 10^{-4} \text{ 1/K}$	$1,4 \times 10^{-4} \text{ 1/K}$
Brandverhalten Fire behaviour	B2 nach DIN 4102 B2 according to DIN 4102	VO nach UL 94 VO according to UL 94	VO nach UL 94 VO according to UL 94
Für prüfzeichenpflichtige Behälter For containers requiring a test mark	geeignet suitable	geeignet suitable	geeignet suitable
Physiologische Unbedenklichkeit nach BfR Physiological safety according to BfR	nein no	nein no	nein no
Lebensmittelkonformität EU / FDA Food conformity EU / FDA	nein no	nein no	nein no

* Für Gase, Dämpfe und Nebel:

Zone 1: Ein Bereich, in dem sich unter normalen Betriebsbedingungen gelegentlich eine explosive Gasatmosphäre bilden kann.

Zone 2: Ein Bereich, in dem eine explosive Gasatmosphäre normalerweise nicht oder nur kurzzeitig auftritt

* For gases, vapours and mists:

Zone 1: An area in which an explosive gas atmosphere may occasionally occur under normal operating conditions.

Zone 2: A place in which an explosive gas atmosphere is not likely to occur in normal operation but, if it does occur, will persist for a short period only.

Beständigkeitsliste des Herstellers bzw. durch Anfrage beim Hersteller. Beim Einsatz von Dichtungswerkstoffen, beispielsweise bei lösbaren Rohrverbindungen, ist gleichzeitig auch deren chemische Beständigkeit zu prüfen. Ein Vergleich der wichtigsten Eigenschaften für elektrisch leitfähige Qualitätskunststoffe im ATEX-Bereich ist in Tabelle 1 dargestellt.

4. Verarbeitungshinweise

Betreiber von ATEX-Anlagen sollten den Verarbeitungsbedingungen und Verlegearten von elektrisch leitfähigen Kunststoffrohren, Formteilen, Armaturen und Zubehör besondere Aufmerksamkeit schenken. Bei der Auslegung eines Rohrleitungssystems aus beispielsweise PPs-el ist besonders auf die maximal zulässige Biegespannung zu achten und vorab

al requirements must be met in explosive areas.

For electrically conductive thermoplastics such as PE-el (or PE100-el), PPs-el, and PVDF-el, the addition of conductive carbon black (approximately 10 to 20%) achieves a specific surface resistance R_0 of $\leq 10^6 \Omega$. This classifies them as electrically dissipative according to BGR 132 (DGV guideline). Achieving good conduc-

tivity depends on the type of conductive carbon black, its dispersion quality, and its homogeneous distribution. Due to the addition of conductive carbon black, plastics such as PE-el, PE100-el, PP-el, and PVDF-el are classified as dissipative (BGR 132). Additionally, some thermoplastics contain flame retardants as additives alongside conductive carbon black and are therefore referred to

mit dem Hersteller abzustimmen. Für die Berechnung der maximal zulässigen Betriebsüberdrücke müssen Abminderungsfaktoren und die Druck-Temperatur-Diagramme gemäß den Angaben der Kunststoffhersteller berücksichtigt werden. Beim Transport, Lagerung und Handhabung sind Stoß- und Biegebeanspruchungen zu vermeiden. Der dem jeweiligen Kunststoff zugesetzte Leitrüß neigt bei längerer Lagerung aufgrund seiner hygroskopischen Eigenschaften in geringem Maße zur Feuchtigkeitsaufnahme, was sich negativ auf die Schweißverbindungen auswirken kann. Die Lagerung von Kunststoffrohrleitungen sollte daher grundsätzlich in einer Halle ohne Feuchtigkeit, Temperatursprünge und direkte Sonneneinstrahlung erfolgen. Ist eine Feuchtigkeitsaufnahme während der Lagerung nicht aus-

zuschließen, empfiehlt es sich, die Verwendbarkeit des Materials vorher durch einen Schweißversuch zu überprüfen. Bei Blasenbildung in der Schweiß-Fügezone sind die Bauteile vorzutrocknen oder einige Stunden in trockener Umgebung zu lagern. Bei der Herstellung von elektrisch leitfähigen Kunststoffverbindungen sind einige wichtige Verarbeitungshinweise zu beachten, Tabelle 2. Die teilkristallinen Thermoplaste PE-el bzw. PE100-el, PPs-el, PVDF-el lassen sich ähnlich gut schweißen wie die analogen Standardkunststoffe. Ergänzende Hinweise der Halbzeuhersteller sind zu beachten. Die Standardverbindung für die drei elektrisch leitfähigen Kunststoffe ist die Heizelementstumpfschweißung nach DVS 2207-1 (PE und PE100-el) bzw. DVS 2207-11 (PP und PPs-el) und DVS 2207-15 (PVDF-el).

as PPs-el (flame-retardant and electrically conductive). Due to the high additive content, only specific properties such as density and modulus of elasticity change for electrically conductive plastics, while their chemical resistance remains largely intact. The chemical resistance of these materials for the process media in use is assessed via the manufacturer's resistance list or upon request from the manufacturer. When using sealing materials, for example in detachable pipe connections, their chemical resistance must also be verified. A comparison of the key properties of electrically conductive quality plastics in ATEX areas is presented in Table 1.

4. Processing guidelines

Operators of ATEX systems should pay special attention to the process-

ing conditions and installation methods for electrically conductive plastic pipes, fittings, valves, and accessories. When designing a piping system made from materials such as PPs-el, particular care must be taken regarding the maximum allowable bending stress, which should be clarified in advance with the manufacturer. To calculate the maximum allowable operating pressures, derating factors and the pressure-temperature diagrams provided by the plastic manufacturers must be considered. During transport, storage, and handling, impact and bending stresses must be avoided.

The conductive carbon black added to the respective plastic exhibits slight hygroscopic properties, which may lead to moisture absorption during extended storage. This can negatively affect welding connections.

Tabelle 2: Übersicht der Verbindungstechniken für wichtige Qualitätskunststoffe im ATEX-Bereich (© Lesch Consult)
Table 2: Overview of joining techniques for important quality plastics in the ATEX area (© Lesch Consult)

Verbindungs- techniken Joining techniques Kunststoffe Plastics	Stumpfschweißen (Heizelement- stumpfschwei- ßen) Butt welding (heated tool butt welding)	Wulst- und nuttfreies (WNF)- Schweißen bead and groove-free (WNF) welding	Infrarotschweißen Infrared welding	Verschraubung (Flansch- verbindung mit Dichtung*) Screw connection (flange connection with seal*)	Verschraubung (Schraub- verbindung mit Dichtung*) Screw connection (screw connection with seal*)	Klemm- verbindung ClampCon- System mit Dichtung* Clamp connection ClampCon system with seal*	Extrusions- Schweißen Extrusion welding	Warmgaszieh- Schweißen Hot gas string bead welding	Heizwendel- schweißen (Elektroschweiß- muffen) Electrofusion welding (electrofusion sockets)
DVS-Schweiß- richtlinie DVS welding guideline	DVS 2207-1 für PE und and PE-el, DVS 2207-11 für for PP und and PPs-el, DVS 2207-15 für for PVDF und and PVDF-el		DVS 2228				DVS 2207-4	DVS 2207-3	DVS 2207-1
PE100-el (Polyethylen elektrisch leitfähig) (Polyethylene electrically con- ductive)	X		X	X	X	X	X	X	X **
PPs-el (Polypropylen schwerentflamm- bar, elektrisch leitfähig) (flame-retardant polypropylene, electrically conductive)	X	X	X	X	X	X	X	X	
PVDF-el (Polyvinyliden- fluorid elektrisch leitfähig) (polyvinylidene fluoride electri- cally conductive)	X	X	X	X	X	X	X	X	

* Dichtung: Auswahl nach Mediumbeständigkeit, beispielsweise aus EPDM oder FPM
 ** Hinweis: Nur Heizwendelschweißmuffen mit eingebetteten Heizdrähten verwenden. Die Verbindung durch Metall-Schellen überbrücken oder die Fügepartner jeweils einzeln erden, um die Leitfähigkeit der Rohrleitung durchgängig sicherzustellen.
 * Seal: Selection according to medium resistance, e.g. made of EPDM or FPM
 ** Note: Only use electrofusion couplings with embedded heating wires. Bridge the connection using metal clamps or earth the joining partners individually to ensure the conductivity of the pipework throughout.



Bild 3: ATEX-Kunststoffbehälter mit unterschiedlichen elektrisch leitfähigen Anschlüssen aus PE100-el (Messexponat Kwerk, Montabaur) (© Lesch Consult)

Fig. 3: ATEX plastic container with different electrically conductive connections made of PE100-el (Kwerk trade fair exhibit, Montabaur) (© Lesch Consult)

Der Vorteil des Heizelementstumpfschweißens besteht darin, dass die elektrische Leitfähigkeit des Kunststoffrohrs über die Fügeebene hinaus ohne zusätzliche Arbeiten – im Gegensatz zum Heizwendelschweißen mit Heizwendelschweißmuffen – voll gegeben ist.

4.1 Besonderheiten beim Heizwendelschweißen

Beim Heizwendelschweißen dürfen nur Heizwendelschweißmuffen mit in Kunststoff eingebetteten Heizwendeldrähten verwendet werden, da es bei Schweißmuffen mit freiliegenden Heizdrähten zu einem geringen Stromfluss kommen kann. Dieser kann zu einer ungewollten Reaktion des Kunststoffschweißers durch den geringen Stromschlag und damit zu einem Sekundärnfall führen. Werden Heizwendelschweißmuffen aus Standard-PE100 verwendet, wird die Leitfähigkeit der Kunststoffrohrleitung unterbrochen. Daher müssen diese Heizwendelschweißverbindungen durch Metallklemmen überbrückt oder die Fügepartner einzeln geerdet werden, um die Leitfähigkeit der Rohrleitung zu gewährleisten.

4.2 Weitere Schweißverfahren

Im Behälter- und/oder Lüftungsbau wird häufig das Warmgasziehschweißen nach DVS 2207-3 eingesetzt. Die Verschweißung der elektrisch leitfähigen Kunststoffe erfolgt hierbei wie bei den Standardkunststoffen. Der verwendete elektrisch leitfähige Schweißdraht sollte ebenfalls trocken gelagert werden, um eine Blasenbildung beim Schweißen zu vermeiden. Gleiches gilt für das Extrusionsschweißen von elektrisch leitfähigen Kunststoffen nach DVS 2207-4. Bei Rohrleitungen aus dem Werkstoff PPs-el sind reduzierte Stützweiten gemäß den Angaben der Halbzeughersteller zu beachten. Für die Verlegung der ATEX-Kunststoffrohrleitungen gelten nahezu die gleichen Verarbeitungsparameter wie für die Standardkunststoffe. Entscheidend für die sichere Funktion ist die fachgerechte Montage der Erdungsbänder, die zur sicheren Ableitung möglicher elektrostatischer Aufladungen dienen. Bei der Montage von Erdungslaschen, Erdungsbändern oder Erdungsschellen muss darauf geachtet werden, dass alle Kontaktstellen gut gereinigt sind und eine sichere Kopplung der Rohrleitungs- und Anlagenkomponenten gewährleistet ist. Es muß sichergestellt werden, dass sämtliche Rohr-

Therefore, plastic piping should generally be stored in a facility protected from moisture, temperature fluctuations, and direct sunlight. If moisture absorption during storage cannot be ruled out, it is advisable to test the material's usability through a welding trial. If bubbles form in the weld seam area, the components must be dried beforehand or stored for several hours in a dry environment.

When producing electrically conductive plastic connections, several key processing guidelines must be observed (see Table 2). Semi-crystalline thermoplastics such as PE-el, PE100-el, PPs-el, and PVDF-el can be welded as effectively as their standard plastic counterparts. Additional instructions from semi-finished product manufacturers should be followed. The standard connection method for the three electrically conductive plastics is butt welding with a heating element, according to DVS 2207-1 (PE and PE100-el), DVS 2207-11 (PP and PPs-el), and DVS 2207-15 (PVDF-el). The advantage of butt welding with a heating element is that the electrical conductivity of the plastic pipe remains intact across the joint area without additional measures – unlike electrofusion welding with electrofusion couplings.

4.1 Specific considerations for electrofusion welding

For electrofusion welding, only electrofusion couplings with heating wires embedded in the plastic should be used. Couplings with exposed heating wires may cause a slight electrical current, potentially leading to an

unintended reaction by the plastic welder and, consequently, a secondary accident due to the minor electric shock.

If electrofusion couplings made from standard PE100 are used, the conductivity of the plastic pipeline is interrupted. To maintain the pipeline's conductivity, these connections must be bridged with metal clamps or the individual joining partners must be earthed separately.

4.2 Other welding methods

In tank and/or ventilation construction, hot gas draw welding, as per DVS 2207-3, is frequently used. Electrically conductive plastics are welded similarly to standard plastics in this process. The electrically conductive welding rod used should also be stored dry to prevent bubble formation during welding.

The same applies to extrusion welding of electrically conductive plastics as per DVS 2207-4. For piping systems made from PPs-el, reduced support spans must be observed according to the specifications of the semi-finished product manufacturers. The processing parameters for ATEX-compliant plastic pipelines are nearly identical to those for standard plastics. The key to safe operation is the proper installation of grounding straps, which ensure the safe dissipation of potential electrostatic charges. When installing grounding tabs, straps, or clamps, care must be taken to clean all contact points thoroughly to ensure a secure connection between piping and system components.



Bild 4: Multiflex Block mit ClampCon-Verbindung als Anschlussadapter für IBC-Container, elektrisch leitfähige Ausführung in PE-el, Hersteller Kwerk GmbH (© Kwerk GmbH, Montabaur)

Fig. 4: Multiflex block with ClampCon connection as a connection adapter for IBC containers, electrically conductive version in PE-el, manufacturer Kwerk GmbH (© Kwerk GmbH, Montabaur)

leitungen und Anlagenbauteile leitend oder elektrostatisch ableitfähig sowie zum Potentialausgleich miteinander verbunden und geerdet sind. Darüber hinaus müssen diese regelmäßig inspiziert, gewartet und dokumentiert werden. Die Auslegung und Ausführung der jeweiligen Einrichtung zur Erdung und zum Potentialausgleich muss individuell festgelegt werden. Für die jeweiligen Schraub-, Klemm- und Flanschverbindungen ist eine geeignete medienbeständige Dichtung zu wählen. Bei Flanschverbindungen ist besonders darauf zu achten, dass elektrisch leitfähige Losflansche oder Stahlflansche verwendet werden. Die Leitfähigkeit der Flanschverbindungen ist zusätzlich zu prüfen.

4.3 Klemmverbindung und Zubehör

Die flexibel einsetzbare Klemmverbindung ClampCon-System ist eine lösbare und sichere Verbindung ohne Gewinde zur Vermeidung von Keimbildung. Sie besteht aus zwei einzelnen Kunststoffstutzen, zum Beispiel aus PE100-el, die durch eine verschraubbare Gelenkklammer mit entsprechender Formdichtung zusammengeklemmt werden. Auf diese Weise entsteht eine elektrisch leitfähige und tottraumarme Verbindung mit optimaler Reinigungsmöglichkeit. In der industriellen Praxis wer-

den häufig IBC-Container (Intermediate Bulk Container) eingesetzt. Für das sichere Umfüllen, Befüllen, Entnehmen und Überwachen brennbarer Flüssigkeiten ist eine zuverlässige Verbindung für den Einsatz in Ex-Zone 1 und 2 mit dem flexiblen Multiflex-Block aus PE-el der Kwerk GmbH einfach und sicher zu realisieren, Bild 4.

5. Fazit

Seit über 20 Jahren werden Industrieanlagen mit elektrisch leitfähigen Kunststoffen in den verschiedensten Anwendungsbereichen mit den unterschiedlichsten Anforderungen installiert und erfolgreich und sicher betrieben. ATEX-konforme Kunststofflösungen für Prozessleitungen bieten insbesondere in aggressiven oder hygienisch sensiblen Umgebungen eine kostengünstige und qualitativ hochwertige Alternative zu den bisher eingesetzten metallischen Werkstoffen. Unter Berücksichtigung einiger Besonderheiten bei ATEX-konformen Kunststofflösungen ist die Planung und Ausführung nahezu vergleichbar mit Standardkunststoffen. Dies ermöglicht ein hohes Maß an Sicherheit und eine lange Lebensdauer durch hervorragende Beständigkeit gegenüber aggressiven Medien.

Autor: Dipl.-Ing. Kunststofftechnik
Elmar Lesch, Lesch Consult,
Würzburg.

It must be ensured that all piping and system components are conductive or electrostatically dissipative and are interconnected and earthed for potential equalisation. Additionally, these systems must be regularly inspected, maintained, and documented. The design and implementation of grounding and potential equalisation systems must be determined on a case-by-case basis.

For screw, clamp, and flange connections, suitable media-resistant seals must be selected. For flange connections, it is particularly important to use electrically conductive loose flanges or steel flanges. The conductivity of flange connections must also be verified.

4.3 Clamp connections and accessories

The versatile ClampCon system offers a detachable and secure connection without threads to minimise the risk of contamination. It consists of two individual plastic stubs, e.g., made of PE100-el, which are clamped together using a screwable joint clamp with an appropriate form gasket. This creates an electrically conductive and dead-space-free connection that is easy to clean.

In industrial practice, IBC containers (Intermediate Bulk Containers) are frequently used. For the safe transfer, filling, extraction, and monitoring of flammable liquids, a reliable connection for use in Ex-Zones 1 and 2 can be easily and securely achieved with the flexible Multiflex Block made from PE-el by Kwerk GmbH (Fig. 4).

5. Conclusion

For over 20 years, industrial plants in diverse application areas have been safely and successfully operated with electrically conductive plastics. ATEX-compliant plastic solutions for process piping provide a cost-effective and high-quality alternative to traditional metallic materials, especially in aggressive or hygienically sensitive environments.

With consideration of specific characteristics of ATEX-compliant plastic solutions, their planning and implementation are almost comparable to standard plastics. This ensures a high level of safety backed by years of practical experience and long service life due to excellent resistance to aggressive media.

Autor: Dipl.-Ing. Plastics Engineering
Elmar Lesch, Lesch Consult,
Würzburg