

## IV/3 Qualitätssicherung bei der Muffenmontage

Dipl.-Ing. Gerd Moser

### 1. Qualitätssicherung

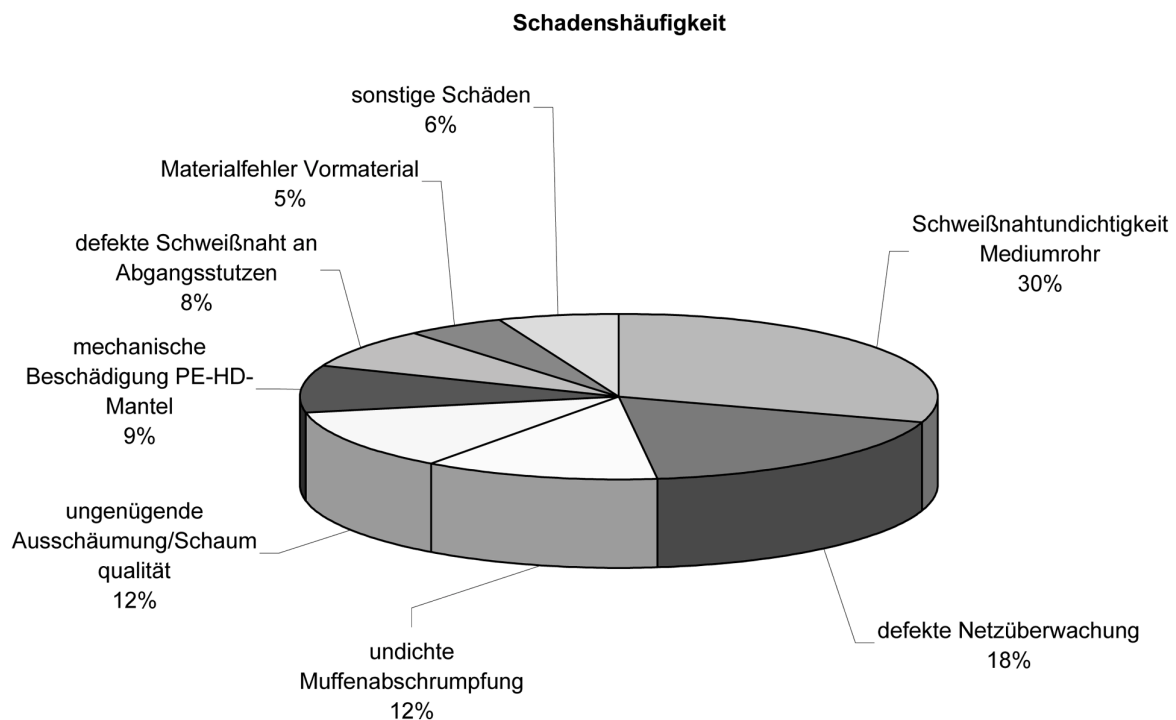
Die Muffenverbindung ist als bauseitige Montageausführung eine potenzielle Schwachstelle im System der Kunststoffmantelrohre (KMR) und ist deshalb mit besonderer Sorgfalt zu behandeln. Dazu müssen wir uns zur Problemerkennung einige Grundsatzfragen stellen, deren Beantwortung uns zu den Schwerpunkten der Qualitätssicherung führt.

#### 1.1. Welche Faktoren können die angestrebte Qualität auf der Baustelle schmälern ?

- Witterung
- Ausführung des Rohrgrabens
- Ausführung der Verlegung
- Zeiteinteilung
- Unzureichende Planungsunterlagen
- Finanzieller Hintergrund
- Einstellung der beteiligten Personen

#### 1.2. Welche Schäden treten an einer Muffenverbindung am häufigsten auf ?

Eine Auswertung der Schadenshäufigkeit (**Bild 1**) gibt Aufschluss über die kritischen Punkte und den Schwerpunkt der Kontrolltätigkeit. Deshalb sollte ein Überblick über die eingesetzten Techniken und Materialien vorgenommen werden, um daraus eine Risikovorausschau möglich zu machen.



**Bild 1:** Schadenshäufigkeit

Folgende Baukomponenten einer Muffenverbindung sind hierbei gesondert zu betrachten:

- Netzüberwachungsdrähte inkl. Zubehör.
- eingesetzte Muffenkonstruktion.
- PUR-Isolierschaum.
- Schrumpfmateriale.

Übersicht der häufigst gemachten Fehler an einer Muffenverbindung; bezogen auf die einzelnen Baukomponenten:

#### **Netzüberwachungsdrähte:**

- Vorschädigung der Adern durch ungeeignetes Werkzeug.
- Adern zu stramm oder zu lose.
- Falsche Behandlung und Anwendung der Zubehörteile.
- Keine Kontrollmessungen vor und nach dem Schäumen.

#### **Eingesetzte Muffenkonstruktion:**

- Unsachgemäße Wärmebehandlung.
- Nicht oder unzureichend gereinigt.
- Kondenswasser in der Muffe.
- Muffe nicht optimal ausgemittelt.
- Muffe entspricht nicht der Ausschreibung.

#### **PUR – Isolierschaum:**

- Falsches Mischungsverhältnis.
- Falsche Verarbeitungstemperatur.
- Unzureichende Vermischung.
- Keine Vorkehrungen bei zu kalten bzw. zu warmen Leitungen.
- Keine Schaumprobe hergestellt.

#### **Schrumpfmateriale:**

- Falsche Verarbeitungstemperatur.
- Verbrannte Oberfläche.
- Kaltstellen, besonders in 6-Uhr-Position.
- Keine Ausmittlung, zu starker Versatz am Übergang Muffe-Mantelrohr.
- Lufteinschlüsse.

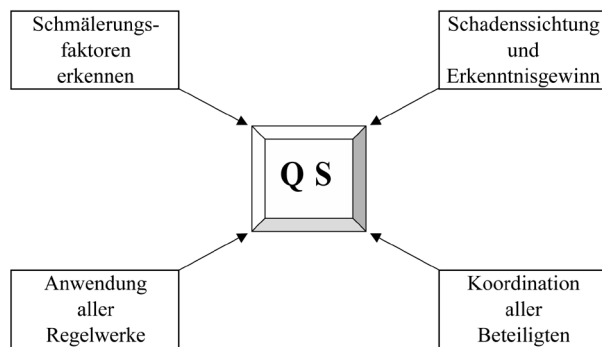
### **1.3. Welche Baustellenvorgänge und Besonderheiten laufen synchron mit der Muffenmontage und müssen mit bedacht werden ?**

Die in **Bild 2** gezeigte Aufstellung soll verdeutlichen, wie die einzelnen Verantwortungsbereiche gegliedert sind und welche Vorkehrungen zu treffen sind, um eine entsprechend hohe Qualitätsstufe zu erreichen. Anhand der Aufstellung ist zu erkennen, dass das Thema Muffenmontage sehr komplex ist und weit über die eigentliche Montageleistung hinausgeht. Das Thema beginnt weit vor der eigentlichen Montage und endet erst mit der Verfüllung und Abnahme des Systems.

Die Definition der Qualität und deren Sicherung muss daher wie folgt lauten:

***Qualität kann nicht von einer Person erbracht werden, sondern ist das Resultat aus dem Zusammenspiel aller unmittelbar betroffenen Gewerke !***





**Bild 3:** Qualitätssicherung

## 2. Montageablauf

Konzentrieren wir uns nach der Sichtung des Gesamtkonzepts auf die eigentliche Arbeit des Montagepersonals. Dabei setzen wir selbstverständlich die Annahme voraus, dass der jeweilige Ausbildungsstand des eingesetzten Montagepersonals durch regelmäßige Schulungen optimiert wurde und dem letzten Stand der Technik entspricht. Den jeweiligen Ausbildungsstand hat der Muffenmonteur durch entsprechende Zeugnisse und Arbeitsvorschriften zu dokumentieren.

### 2.1. Folgende Bedingungen müssen beim Eintreffen des Muffenmonteurs auf der Baustelle erfüllt sein

#### Tiefbau:

- Absicherung des Rohrgrabens nach Vorschrift.
- Grabensohlenbreite entsprechend der Rohrdimension und passend zu den eingesetzten Bauteilen.
- Rohrgraben ist wasser- und steinfrei.

#### Rohrbau:

- Verlegung mit genügender Bodenfreiheit.
- Schweißnähte geprüft und freigegeben.
- Keine Kaltwasserfüllung in den nachzuisolierenden Rohrleitungen.
- Mediumtemperatur nicht höher als 40 °C.
- Muffen sind aufgeschoben.
- Formteile und Passstücke nicht zu stark eingekürzt.
- Richtige Lage der Netzüberwachungsdrähte.
- Vorinformation bei Montageabruf, welche baulichen Besonderheiten (Montageformteile etc.) auszuführen sind.

#### Witterungsverhältnisse:

- Witterung entspricht den Montagebedingungen.
- Abweichende Bedingungen, die mit Sondermaßnahmen abgedeckt werden müssen.
- Witterung lässt keine Montage zu.

### 2.2. Folgende Vorbereitungen sind vom Monteur vor der Muffenmontage zu treffen

#### Eingesetzte Werkzeuge und Geräte:

- Prüfung aller Werkzeuge und Geräte auf Funktionsfähigkeit und Kalibrierung für den jeweiligen Verwendungszweck.

#### **Eingesetzte Materialien:**

- Alle Materialien, die auf der Baustelle zum Einsatz kommen, sind auf Vollständigkeit und ihren ordnungsgemäßen Zustand zu überprüfen.
- Die jeweiligen Abmessungen müssen für den Anwendungszweck passend sein.
- Für die gesamte Baumaßnahme sind die Lagerbedingungen und eventuellen Verfalldaten (insbesondere PUR-Schaum) zu prüfen.

#### **Absprache mit dem Bauleiter:**

- Abstimmung der einzelnen Montageabschnitte.
- Beginn und Fertigstellungstermin abstimmen.
- Außergewöhnliche Situationen und eventuelle Zwangspunkte besprechen.
- Aufmaß- und Abnahmezeitpunkt vereinbaren.

#### **Einrichten der Baustelle:**

- Bei Regen und starker Sonneneinstrahlung muss der Muffenbereich durch Schirme, Zelte oder Abdeckplanen geschützt werden (Beachtung starker Temperaturunterschiede in der 12- und 6-Uhr-Position).
- Bei Temperaturen  $< + 15 \text{ °C}$  sind Sondermaßnahmen zu treffen (z. B. Vorwärmung Mediumrohr).
- bei Wind ist der Muffenbereich vor Staub zu schützen. Beim Schrumpfen ist darauf zu achten, dass der Flammkegel des Brenners nicht unzulässig abgelenkt wird.

### **2.3. Montageausführung**

Grundsätzlich gilt, dass der Umgebungsbereich der Muffenverbindung während der gesamten Montagezeit trocken und staubfrei zu halten ist. Gegebenenfalls sind Sondermaßnahmen zum Schutz des Nachisolierbereiches zu treffen.

#### **2.3.1. Montage Überwachungssystem**

Vor dem Verbinden der Überwachungsdrähte ist unbedingt darauf zu achten, dass im Bereich der Verbindungsstellen der PUR-Isolierschaum stirnseitig mindestens 2 cm tief herausgebrochen wird, um eventuell eingetretene Feuchte und Verschmutzung an den Stirnflächen zu beseitigen. Danach sind unbedingt folgende Kontrollmessungen an den Überwachungsdrähten durchzuführen:

- Durchgangsmessung der einzelnen Adern.
- Isolationsmessung Draht gegen Draht und Draht gegen Rohr.

Folgende Bedingungen sind beim Verbinden der Überwachungsdrähte zu erfüllen:

- Die Verbindung muss mit den vom Systemhersteller vorgeschriebenen Geräten erfolgen.
- Die Art und Weise der Verbindung ist die den verschiedenen Systemen analog der Herstellerbeschreibung auszuführen.
- In jedem Fall sind speziell geforderte, zum Drahtquerschnitt passende Quetschhülsen einzusetzen.

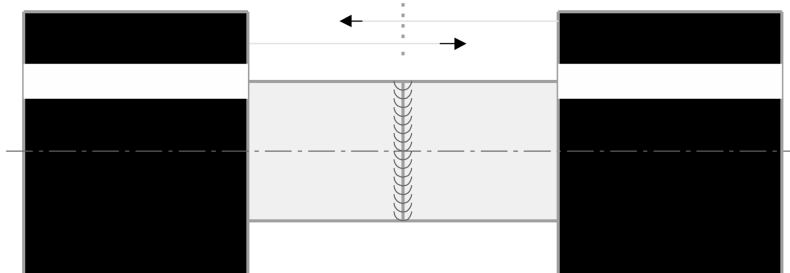
- Eine einwandfreie Quetschung, mit den vom Systemhersteller vorgeschriebenen Quetschzangen, ist Voraussetzung für ein funktionstüchtiges Alarmsystem.
- Entgegen allen anderen Überwachungssystemen werden beim „Nordischen System“ die Quetschhülsen zusätzlich zur Verquetschung noch weich verlötet.
- Nach dem Quetschvorgang ist eine Zugprobe durchzuführen, wobei die Verbindung mit der Hand nach oben zu ziehen ist, ohne dass sich die Verbindung löst oder lockert.
- Generell sollen die Überwachungsdrähte so verbunden werden, dass sie nicht auf das Mediumrohr gedrückt werden können und somit unerwünschte Alarmsituationen simulieren. Dies wird erreicht, indem die zu verbindenden Drähte gegeneinandergezogen und an der Überlappung mit einem Schnitt gekürzt werden (**Bild 4**).
- Abstandshalter geben eine zusätzliche Sicherheit. Sie werden auf dem Mediumrohr befestigt und die Überwachungsdrähte in die jeweiligen Halterungen gedrückt. Somit sind die Drähte beim späteren Ausschäumen der Verbindungsmuffe fixiert und können nicht aus der vorgegebenen Lage rutschen.
- Bei Indikatorsystemen werden die einzelnen Bauteile (Indikatoren, T-Weichen etc.) direkt auf dem Mediumrohr befestigt. Es ist bei diesem Überwachungssystem unbedingt darauf zu achten, dass die miteinander verdrehten Drähte ihre Verdrehung bis unmittelbar vor den Quetschhülsen beibehalten, damit ein gleichmäßiger Wellenwiderstand gewährleistet bleibt.

Nach erfolgter Verdrahtung sind folgende Kontrollmessungen durchzuführen:

- Kontrollmessungen – wie zuvor beschrieben – sind vor und nach dem Schäumen vorzunehmen, wobei die Messungen nach dem Schäumen im Montagebericht zu protokollieren sind.
- Eine weitere Messung ist als Gesamtabnahme für die Dokumentation zu erstellen.
- Nach der Inbetriebnahme der Trasse ist eine letzte Messung für die Endabnahme der Überwachungsanlage durchzuführen, da sich der Warmzustand einer Leitung vom Kaltzustand unterscheiden kann. Eventuell eingeschlossene Restfeuchte kann im System vagabundieren und Alarmsituationen auslösen.

### Ablängen der Überwachungsdrähte

die zu verbindenden NÜ-Drähte beider Rohre gegeneinander ziehen und mit einem Schnitt kürzen



**Bild 4:** Ablängen der Überwachungsdrähte

### 2.3.2. Schäumen der Muffenverbindung

Folgende Schäumverfahren kommen zum Einsatz:

- Maschinenschäum.
- Handgesetzter Schaum mit Turbo-Rührwerk vermischt.
- Kartuschenschäum.

Die Qualität der Schäume ist im Ergebnis vergleichbar, wenn die jeweiligen Rahmenbedingungen eingehalten werden. Jedoch bergen sowohl die handangesetzten als auch die Kartuschenschäume die Gefahr, dass die bauseitig oder im Montagefahrzeug gelagerten Schäume die geforderte Verarbeitungstemperatur von 22-23 °C, je nach Jahreszeit und klimatischen Bedingungen, über- oder unterschreiten. Aus den vorgenannten Gründen ist es zwingend erforderlich, vor dem Ausschäumen der Muffen, eine Probeschäumung vorzunehmen und danach eine visuelle Kontrolle der Schaumprobe vorzunehmen. Dabei soll der Schaum folgende Merkmale aufweisen:

#### **Schaum-Oberfläche:**

- Relativ glatt und fest geschlossen, wie glasiert.
- Farbe gelblich.
- Daumendruckprobe fest, keine tiefen Eindrücke möglich.
- Keine klebrigen Rückstände.

#### **Schaumprobe aufgeschnitten:**

- Farbe hellgelb, geringfügig heller als die Außenhaut.
- Poren fest geschlossen, Porengröße bis 5 mm zulässig.
- Daumendruckprobe fest, geringfügig tiefere Eindrücke wie auf der Außenhaut möglich.
- Keine klebrigen Rückstände.
- Keine Schlieren oder farbliche Unterschiede.

### **2.3.3. Risiken bei der Verarbeitung von PUR-Schäumen**

- Mediumrohr und Muffenhohlraum sollten + 15 °C nicht unterschreiten. Sollten die Temperaturen jedoch unterhalb dieses Grenzwertes liegen und eine Nachisolierung durchgeführt werden, ist das Mediumrohr mit einem Brenner oder besser durch Warmwasserzirkulation vorzuwärmen. Der PUR-Schaum muss so gelagert werden, dass er eine Verarbeitungstemperatur von 22-23 °C aufweist.
- Unter 0 °C sollten nur noch Notmaßnahmen durchgeführt werden. Bei diesen Temperaturen birgt das Erwärmen der Rohrleitung von außen ohne Warmwasserzirkulation die Gefahr von Schwitzwasserbildung am Mediumrohr und der damit verbundenen Minderung der Schaumqualität.
- Generell wird sich Kondenswasser in den Muffen bilden, wenn die Temperaturschwankungen, wie sie im Tag-Nacht-Rhythmus auftreten, nicht beachtet werden. Aus diesem Grund sollten zur Verschäumung fertiggestellte Muffenverbindungen noch am gleichen Tag geschäumt werden.

#### **Welche Mindestwerte muss der Muffenschaum ergeben ?**

Gemäß Vorschrift der DIN EN 489 sind folgende Eckwerte als bindend anzusehen:

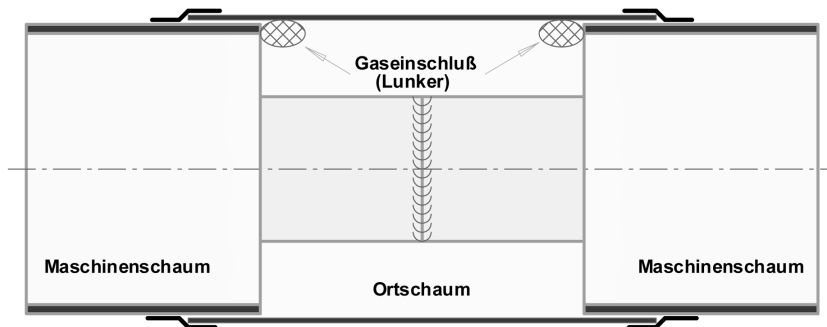
- Kernrohddichte mindestens  $60 \text{ kg/m}^3$ .
- Gesamtrohddichte  $> 80 \text{ kg/m}^3$ .
- Druckfestigkeit  $> 0,3 \text{ MPa}$ .
- Zellgröße  $< 0,5 \text{ mm}$ .
- Wasseraufnahme  $< 10 \%$ .

Folgende Fehlerquellen treten beim Schäumen am häufigsten auf:

- Falsches Mischungsverhältnis der Polyol- und Isocyanat-Schaumkomponenten.

- Unzureichende Vermischung der Schaumkomponenten.
- Ungeeignete Temperatur der Schaumkomponenten.
- Gasblaseneinschlüsse (Lunker), **Bild 5**.

### Gaseinschlüsse in Muffen



**Bild 5:** Gaseinschlüsse in Muffen

## 2.3.4. Maßnahmen zur Qualitätssicherung der Schrumpfmaterialien

### 2.3.4.1. Grundsätzliches

Neben den richtigen Muffentypen ist die Auswahl der geeigneten Abdichtsysteme und die einwandfreie Ausführung der Abdichtung für die Qualitätssicherung von entscheidender Bedeutung. Generell sind bei der Abdichtung von Schrumpfsystemen folgende Voraussetzungen unbedingt zu erfüllen:

- Die PE-HD-Oberfläche von Muffe und Mantelrohr muss im Schrumpfbereich fettfrei und trocken sein (Trennmittel, Schmutz und Schaumrückstände sind unbedingt zu entfernen).
- Die PE-HD-Oberfläche ist mit Schmirgelleinen (Körnung 60-80) aufzurauen. **Breite der Schmirgelfläche** = Breite Schrumpfmateriale + beidseitig jeweils 50 mm.
- Der Schmirgelstaub ist sorgfältig mit einem sauberen, fusselfreien Lappen zu entfernen.
- Bei der Vorwärmung des PE-HD-Mantels ist darauf zu achten, dass sie gleichmäßig, vollflächig und gründlich zu erfolgen hat.
- Muffe und Mantelrohr müssen nach den Vorgaben und Montageanleitungen der Schrumpfsystemhersteller auf mindestens 65 °C vorgewärmt werden. Die Kontrolle der eingebrachten Temperatur hat mit geeigneten Indikatorstäbchen zu erfolgen. Temperaturmessungen vor allem in 6-Uhr-Position. **Ein Handauflegen ist kein geeignetes Temperaturkontrollinstrument !**
- Das Schrumpfmateriale ist nach Herstellerangaben in seiner Länge und Breite auszuwählen.
- Schrumpfmanschetten (Meterware) dürfen nur mit den dazu erforderlichen und passenden Verschlusslaschen (Patch) verarbeitet werden.
- Die Schrumpfmanschetten sind so zu positionieren, dass sie nach erfolgter Schrumpfung mittig über dem Übergang von Muffe und Mantelrohr liegen. Ein Versatz von maximal 2 cm ist zu akzeptieren.
- Die Verarbeitung des Schrumpfmateriale ist grundsätzlich mit einer weichen, gelb eingestellten Flamme vorzunehmen, die radial zum Rohr geführt werden muss.
- Der Schrumpfvorgang ist in Umfangsrichtung gleichmäßig auszuführen, bis die Manschette rundum – ohne Falten- und Blasenbildung – am PE-HD-Mantel- bzw. Muffenrohr anliegt. Während des Schrumpfvorganges ist mittels der „Fingerprobe“ festzustellen,

dass der Heißschmelzkleber auf der gesamten Dichtfläche flüssig und somit funktionsfähig geworden ist. Besondere Beachtung ist hierbei wieder dem Bereich zwischen der 4- und 8-Uhr-Position zu widmen. Bei einer optimalen Schrumpfung liegen die Ränder des Schrumpfmateri als eng am Mantel- bzw. Muffenrohr an und sind in den seitlich ausgetretenen Heißschmelzkleber eingetaucht.

#### **2.3.4.2. Kontroll- und Prüfmaßnahmen**

Kontrollen vor, während und nach der Verarbeitung des Schrumpfmateri als geben wichtige Hinweise über den Ausbildungs- und Qualitätsstandard des Muffenmonteurs und damit über die Güte der ausgeführten Arbeiten. Folgende Prüfmöglichkeiten sind gegeben:

- Zerstörungsfreie, visuelle Kontrollen.
- Zerstörende, funktionelle Kontrollen.

#### **Zusammenfassung**

Um bei den immer sensibler werdenden Nachisoliertechniken einen einheitlichen Qualitätsstandard zu erreichen, sollten nur Monteure zum Einsatz kommen, die über entsprechende, nachfolgend aufgeführte Qualifikationsnachweise verfügen:

- AGFW-Zertifikat „Geprüfte(r) Muffenmonteur(in) für Kunststoffmantelrohre im Fernwärmeleitungsbau“.  
*Prüfgruppe I nach FW 603 - Muffenmonteur(in) mit erweiterten Kenntnissen und Fähigkeiten zum Schweißen von PE-Mantelrohren.*  
*Prüfgruppe II nach FW 603 - Muffenmonteur(in) mit allgemeinen Kenntnissen und Fähigkeiten.*

Abschließend sollte folgender Kernsatz immer im Vordergrund stehen:

***Qualität kann nicht erprüft werden, Qualität muss gefertigt werden !***

**Verfasser:** Dipl.-Ing. Gerd Moser  
Projektleiter (starre und flexible Rohrsysteme)  
BRUGG Rohrsysteme GmbH  
Adolf-Oesterheld-Straße 31  
31515 Wunstorf  
Telefon: (0 50 31) 170 134  
Telefax: (0 50 31) 170 189