

**Erfahrungen mit der Bauteilrückverfolgbarkeit
aus Sicht der Rohr- und Formteilhersteller**

Dipl.-Ing. Thomas Frank
Frank GmbH
D - 64546 Mörfelden-Walldorf

1 Wozu Rückverfolgbarkeit?

In der Gas- und Wasserversorgung werden im erdverlegten Rohrleitungsbau immer häufiger Bauteile aus Polyethylen eingesetzt. Bei Gasnetzen im Nieder- und Mitteldruckbereich beträgt der Anteil von PE-Rohrsystemen in der Neuverlegung sogar über 95%. Entsprechend den Anforderungen an ein Verteilersystem besteht dieses Netzwerk aus vielen unterschiedlichen Komponenten, wie z.B. Rohren, T-Stücken, Bögen, Reduktionen, Anbohrarmaturen und Hauseinführungen, die normalerweise von verschiedenen Herstellern kommen und häufig aus unterschiedlichen Produktionschargen stammen. Systembedingt werden diese Komponenten untereinander mittels Heizwendelschweißung (in kleineren und mittleren Dimensionen) bzw. Heizelementstumpfschweißung (mittlere und große Durchmesser) verbunden.

Für die Versorgungsunternehmen ist nicht nur im Schadensfall von besonderem Interesse, an welchen Stellen im Rohrnetz welche Komponenten eingebaut wurden. Schwachstellen, wie von einem unzureichend qualifizierten Schweißer ausgeführte Arbeiten oder unter Verwendung eines mangelhaften Schweißgerätes hergestellte Verbindungen, zu erkennen sowie ein seitens des Herstellers fehlerhaft gefertigtes Bauteil gezielt wiederzufinden und austauschen zu können, ist in der Praxis der größte Nutzen der Rückverfolgbarkeit.

Die Dokumentation einzelner Daten ist seit längerem selbstverständlich, wird aber von den Versorgungsunternehmen unterschiedlich gehandhabt. Der Verlegeort wird in einem Rohrnetzplan eingetragen, dort werden einige Informationen ergänzt, wie z.B. Material und Durchmesser.

Die Schweißparameter werden manuell oder automatisch vom Schweißgerät protokolliert. Diese Protokolle enthalten auch Informationen über den Schweißer und das Schweißgerät. Im Gegensatz zu den Schweißparametern, die von den meisten Unternehmen schon automatisch erfasst werden, konnten bisher die chargenbezogenen Informationen des verwendeten Bauteils nur manuell aufgezeichnet werden. Diese Aufzeichnung ist sehr aufwändig und birgt die Gefahr von Übertragungsfehlern.

In den wenigen Unternehmen, die eine solche Erfassung durchgeführt haben, erfolgt die Archivierung in Papierform. Eine Übertragung dieser Daten in eine Datenbank bedeutet einen immensen Aufwand, da jede Nahtstelle mit den Protokollnummern verknüpft werden muß und Protokolllisten erarbeitet werden müssen. Dieser Aufwand wird dadurch noch erhöht, dass das Netzwerk nicht kontinuierlich in eine Richtung aufgebaut wird, sondern Schweißer und Schweißgeräte zwischen verschiedenen Stellen im Netzwerk wechseln. Die Protokolllisten müssen aber mit der Fließrichtung des Netzwerkes übereinstimmen.

Die Tatsache, dass eine mögliche Rückverfolgbarkeit erhebliche Vorteile für den Netzbetreiber bietet, liegt klar auf der Hand. Nachteilig war bisher der mit der Erfassung und Verwaltung verbundene hohe Aufwand und die dadurch entstehenden Kosten. Das wachsende Interesse der Versorgungsunternehmen an einem System, das die Daten einfach und sicher erfassen und verwalten kann, hat die Entwicklung einer solchen Lösung maßgeblich beeinflusst.

2 Welche Daten müssen erfasst werden?

Ein System, das eine eindeutige Rückverfolgbarkeit gewährleistet, muss folgende Daten erfassen und eindeutig zuordnen können:

1. Kommissionsnummer des Auftrages
2. Fortlaufende Nummer der Schweißung (Protokollnummer)
3. Zeitliche Zuordnung der Daten (Datum, Uhrzeit)
4. Schweißgeräteerkennung (z.B. Wartungsinformationen)
5. Informationen über die Umgebungseinflüsse
6. Identifikation des Schweißers
7. Prozeßdaten
8. Bauteildaten

Wie diese Informationen im Einzelnen erfasst werden, möchte ich nachfolgend erläutern.

1. Die Kommissionsnummer des Auftrages wird seitens des Versorgungsunternehmens vergeben und kann alphanumerisch oder in Form eines einzulesenden Barcodes in das Schweißgerät eingebracht werden. Alle nachfolgenden Informationen werden zunächst dieser Kommissionsnummer zugeordnet.
2. Die fortlaufende Nummer der Schweißung wird vom Gerät selbst generiert und ermöglicht eine örtliche Zuordnung der Schweißdaten.
3. Die zeitliche Zuordnung der Daten erfolgt automatisch über das Schweißgerät als Eintrag im Schweißprotokoll.
4. Die Gerätedaten sind ebenfalls in elektronischer Form im Gerät selbst enthalten und werden automatisch im Protokoll eingetragen.
5. Die Umgebungsinformationen, wie vorhandene Witterung und verwendete Schutzmaßnahmen, müssen manuell (Eingabe am Schweißgerät) dem Protokoll beigefügt werden, die Umgebungstemperatur wird von den Geräten selbst erfasst.
6. Die Daten, die sich auf den Schweißer selbst beziehen, werden über einen Barcode - in einzelnen Fällen auch über eine Magnetkarte - in das Gerät eingegeben. Hierfür wird von der ISO 12176-3 ein standardisierter Codeaufbau vorgegeben, der die nachfolgenden Informationen enthalten soll:
 - Identifikation des Schweißers
 - Ablaufdatum des Schweißausweises
 - Land, in dem die Schweißbefähigung erteilt wurde
 - Ausgabeorganisation
 - Fähigkeiten des Schweißers (z.B. Stumpf- und Heizwendelschweißen)
 - Sprache des Schweißers
7. Die Prozessdaten können manuell über Barcode oder mittels Magnetkarte in das Gerät eingegeben werden. Beim Heizelementstumpfschweißen werden über die Abmessungen die Prozessdaten bestimmt. Dort ist heute noch die

manuelle Eingabe der Parameter Standard. Zukünftig ist hier über den vorhandenen Bauteilcode eine Definition der Schweißparameter denkbar.

Beim Heizwendelschweißen müssen dem Gerät zusätzliche Daten, wie die Schweißspannung, zur Verfügung gestellt werden. Dies erfolgt üblicherweise über einen am Bauteil angebrachten Barcode nach ISO/TR 13950. Dieser mittlerweile standardisierte Barcode enthält folgende Daten des Heizwendelformteils:

- Hersteller
- Typ (z.B. Anbohrschelle)
- Durchmesser
- Schweißspannung
- Schweißzeit
- Korrektur der Schweißzeit in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur
- Abkühlzeit
- Widerstand der Heizwendel
- Fertigungs- und Temperaturtoleranz der Heizwendel (Temperaturbeiwert)

Die Daten über Hersteller, Typ und Durchmesser des Formteiles werden beim HW-Schweißen für den eigentlichen Schweißprozess nicht benötigt und lediglich im Protokoll abgelegt.

8. Die Bauteildaten sind standardmäßig als Stempel (Formteile) oder Prägesignierung (Rohre) am Bauteil vorhanden. Sie konnten bisher nur manuell erfasst und nachträglich den jeweiligen Schweißprotokollen zugeordnet werden.

Im Zuge der ISO-Standardisierung (ISO/DIS 12176-4) können in Zukunft auch die Bauteildaten als codierte Information (Barcode) den Bauteilen entnommen werden. Die in diesem Barcode vorhandene Information enthält auch Daten, die am Bauteil selbst nicht abzulesen sind (z.B. verwendeter Rohstoff). In Deutschland hat sich die *thüga AG* besonders mit diesem Thema befasst und auf Basis der ISO eigene weiterführende Richtlinien erarbeitet. Diese bildeten die Grundlage für die ersten Praxiserfahrungen. Folgende Daten stehen bei Verwendung dieser Barcodes zur Verfügung und werden der Schweißung zugeordnet:

- Hersteller
- Typ / Lieferform (bei Rohren)
- Durchmesser
- Chargennummer (Produktionsdatum) und Produktionsort
- SDR (in Verbindung mit dem Durchmesser Information zur Wanddicke)
- Rohmaterialidentifizierung (Hersteller)
- Materialstatus (z.B. 100 % „jungfräuliches“ Material)
- Rohmaterialklassifizierung (MRS)
- MFR-Wert (verschlüsselt)
- Laufende Meterkennzeichnung (nur bei Rohren)

Mit der Entwicklung des Bauteilrückverfolgbarkeitscodes (auch Traceabilitycode) wurde die letzte Lücke geschlossen. Zukünftig sind alle Informationen in elektronischer Form oder in Form von Barcodes verfügbar. Jetzt ist nur noch die eindeutige Zuordnung der Daten umzusetzen. Aber auch hier gibt es bereits erste funktionierende Lösungen, die in der Praxis mit Erfolg erprobt wurden. Ein System, das sogenannte „Rohr-Ident-System“, wird nachfolgend noch erläutert.

3 Anforderungen an den Rückverfolgbarkeitscode

Die inhaltlichen Anforderungen an den Rückverfolgbarkeitscode wurden oben bereits erläutert. Darüber hinaus müssen aber weitere Kriterien erfüllt werden, um eine Praxistauglichkeit zu gewährleisten. Diese sind im Einzelnen:

- Die Lesbarkeit mit gängigen Lesestiften und Scannern muß dauerhaft möglich sein.
- Der Barcode sollte sinnvollerweise direkt am Bauteil angebracht sein, um Verwechslungen auszuschließen (eine Anbringung auf einer Einzelverpackung wäre als Übergangslösung, z.B. bei kleinen Bauteilen, denkbar).
- Die Haltbarkeit des Barcodes muß mindestens der zulässigen Lagerzeit des Bauteiles (z.B. Freibewitterungsdauer bei Rohren) entsprechen.
- Durch die Aufbringung des Barcodes darf keine Einschränkung der Gebrauchstauglichkeit des Bauteiles hervorgerufen werden (z.B. Aufbringung auf Schweißfläche).
- Bei Rohren sollte der Abstand zwischen den einzelnen Barcodes so gewählt sein, dass keine Einschränkungen in der Nutzung zu erwarten sind (z.B. Abstand 1 m).
- Damit im Einzelfall eine manuelle Eingabe möglich bleibt, muss der Barcode auch mit einer Zahlenkombination (Fußzahlen) ausgestattet sein.

Nachfolgend ist beispielhaft ein solcher Barcode dargestellt.

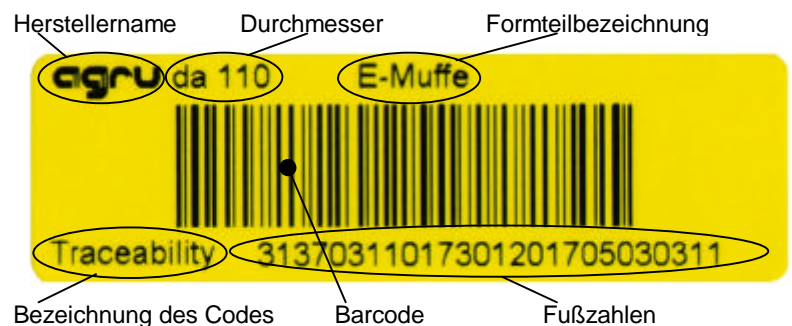


Bild 1: Bauteilrückverfolgbarkeitscode, Aufbau des Codes

4 Anbringung des Rückverfolgbarkeitscodes

Generell existieren für die Anbringung der Rückverfolgbarkeitscodes verschiedene Möglichkeiten. Dabei muss zwischen dem Verfahren, mit dem der Code erzeugt wird (betrifft vor allem die Anbringung am Rohr), und der Platzierung des Codes (Formteile) unterschieden werden.

4.1 Anbringung am Formteil

Bei formgespritzten Teilen, die standardmäßig aus schwarz eingefärbtem Polyethylen hergestellt werden, hat sich die Verwendung von Etiketten zur Anbringung des Barcodes bereits für die Prozessdaten durchgesetzt (Heizwendelformteile). Für den zusätzlichen Rückverfolgbarkeitscode gibt es nun die Möglichkeit, diesen in einem Etikett mit dem Prozessdatencode zu integrieren, wodurch allerdings zum Einen eine Verwechslungsgefahr zwischen den Codes gegeben und zum Anderen (je nach Größe des Codes) die Lesbarkeit eingeschränkt ist.

Praktikabler ist die Verwendung eines zusätzlichen Etiketts am Heizwendelformteil. Zur besseren Unterscheidung mit der Prozessdateninformation haben sich Etiketten mit pastellfarbenem Untergrund (z.B. gelb) bewährt (Bilder 2 und 3). Bei Formteilen für die Heizelementstumpfschweißung können gleichermaßen aufgebaute Etiketten direkt am Teil angebracht werden (Bild 4).

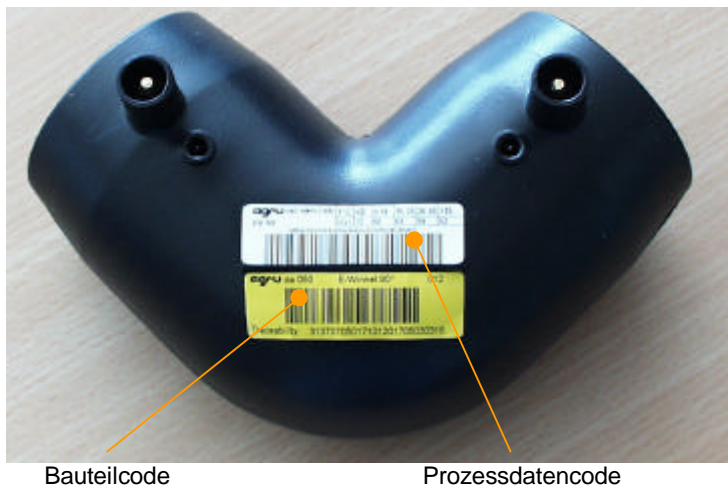


Bild 2: Formteil für HW-Schweißung mit Rückverfolgbarkeitscode

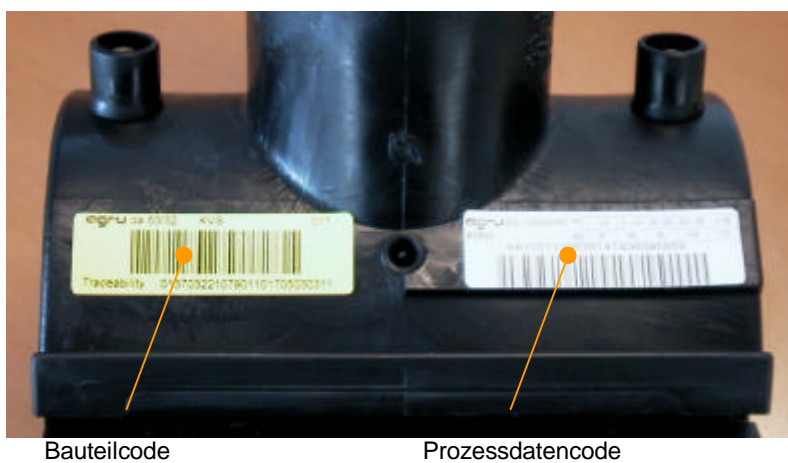


Bild 3: Anbohrarmatur mit Rückverfolgbarkeitscode



Bild 4: Formteil für HS-Schweißung mit Rückverfolgbarkeitscode

4.2 Anbringung am Rohr

Bei Rohren gibt es generell mehrere Möglichkeiten, den Code aufzubringen. Neben den bereits unter Abschnitt 3 angesprochenen allgemeinen Anforderungen an den Barcode sind für den Produzenten der Rohre die Wirtschaftlichkeit des gewählten Verfahrens und die mögliche Integration in den Produktionsablauf von besonderem Interesse.

Im Vorfeld wurden drei verschiedene Verfahren erprobt, von denen sich derzeit nur eines als praxistauglich erwiesen hat.

1. Verfahren: Beschriftung des Rohres mittels Laser

Dieses Verfahren lässt nur eine unzureichende Auflösung zu. Dadurch ergeben sich nichtvertretbare Abmessungen des Codes. Die Dauerhaftigkeit der Beschriftung ist zwar gewährleistet und der Energieeintrag so gering, dass man davon ausgehen kann, dass keine nennenswerte Schädigung des Rohres stattfindet. Letztendlich ist aber die Lesbarkeit durch den unzureichenden Kontrast (z.B. grauer Code auf orange-gelben Rohr) unzureichend.



Bild 5: Mit Laser am Rohr aufgebracht Barcode

- Über die Haftung der Etiketten liegen noch keine ausreichenden Langzeiterfahrungen vor.
- Für Heizwendelschweißungen ist ein rückstandsfreies Entfernen des Etiketts notwendig (Diffusion des Haftvermittlers).
- Störungen in der Drucker-Spender-Kombination sind im Betrieb zu erwarten (Etiketten- und Farbbandwechsel, Druckerausfall ...).
- Dem Handling der Rohre (Beschädigungsgefahr für die Etiketten) muss mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden.
- Bei Ringbunden muß mit Faltenbildung an den Etiketten gerechnet werden.

Trotz dieser noch offenen Fragen gibt es zunächst keine Alternative für die Kennzeichnung von Rohren mit einem Rückverfolgbarkeitscode. Mit diesem Verfahren konnten auf der Baustelle erste Erfahrungen gesammelt werden. Darüber wird in Abschnitt 6 näher berichtet.



Bild 7: Barcode als Etikett am Rohr

5 Protokollierung mit dem „Rohr-Ident-System“

Wie bereits zu Beginn erwähnt, ist die Erfassung der Bauteildaten nur dann sinnvoll, wenn diese später auch exakt einem Ort bzw. einer Schweißung zugeordnet werden können. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Datensätze üblicherweise unabhängig voneinander erstellt werden, d.h., Protokolleinträge im Schweißgerät beziehen sich immer nur auf eine Verbindungsstelle und enthalten keine Informationen über die Verknüpfung zueinander, wie es für die Erfassung eines Netzwerkes notwendig wäre. Dies konnte bisher nur über die Zuordnung mit Hilfe einer handschriftlichen Skizze erreicht werden. Der Aufwand rechnet sich aber in der Praxis nicht, da letztendlich nur die EDV-mäßige Verknüpfung der Datensätze die vom Netzbetreiber geforderte Wirtschaftlichkeit gewährleistet.

Das nachfolgend beschriebene Verfahren („Rohr-Ident-System“) ermöglicht bereits bei der Erstellung des Rohrnetzes die Daten so zu erfassen, dass ohne Zuhilfenahme einer Skizze die spätere Rekonstruktion des Rohrnetzes möglich ist.

Bei diesem „Rohr-Ident-System“ werden von jeder im Netzwerk eingebauten Komponente die zugehörigen Daten erfasst und unter einer eindeutigen ID im Protokollspeicher des Schweißgerätes abgelegt. Dabei wird folgendermaßen vorgegangen:

- Nach dem Einlesen (Eingeben) der Prozessdaten werden vom Schweißgerät die Bauteildaten des zu schweißenden Formteiles abgefragt (nur HW-Schweißung).
- Anschließend werden die Bauteildaten der zu verbindenden Komponenten angefordert (Rohr oder Stutzenformteil).
- Zu jedem dieser Bauteile wird eine Bauteilkennung (Bauteil-ID) angelegt. Diese wird benötigt, da in der Regel eine 2. Schweißung des Bauteiles durchgeführt werden muß. Diese ID wird vom Gerät selbst vorgeschlagen.
- Jede vom Gerät hergestellte Verbindung wird mit den IDs der verwendeten Bauteile unter Zuordnung der Protokollnummer im Protokollspeicher abgelegt (siehe Tab. 1).
- Wird eine neue Verbindung hergestellt, so wird diese Prozedur wiederholt, wobei bei Komponenten, die schon im Netzwerk integriert sind, die ID aus einer Vorschlagsliste ausgewählt werden kann. Bauteilkennungen, die bereits vorhanden sind (z.B. durch andere Geräte vergeben), können ebenfalls zugeordnet werden (numerische Eingabe).
- Die Abfrage der Daten wird durch den Typ der verwendeten Komponenten gesteuert. Beim Stumpfschweißen sind immer zwei Bauteilcodes erforderlich. Beim Heizwendelschweißen hängt die Anzahl (zwei oder drei) der Bauteilcodes vom HW-Formteil (z.B. Anbohrschelle = zwei Codes) ab.
- Bei Rohren besteht optional die Möglichkeit, die Länge des Rohres im Protokoll einzutragen.

Wird dieses Verfahren streng eingehalten, so ist die Eindeutigkeit der Verknüpfung der Daten sicher gestellt.

Ergebnis dieser Prozedur ist eine Verbindungsliste für die Planerstellung (Tab. 1) und eine Stückliste zur Abrechnung. Über die Bauteil-ID ist eine Verknüpfung von Daten aus verschiedenen Schweißgeräten über ein zur Verfügung stehendes Auswerteprogramm ohne weiteres möglich. In nachfolgendem Beispiel ist dies durch die Kombination von Stumpfschweißung (Gerät 1) und Heizwendelschweißung (Gerät 2) dargestellt.

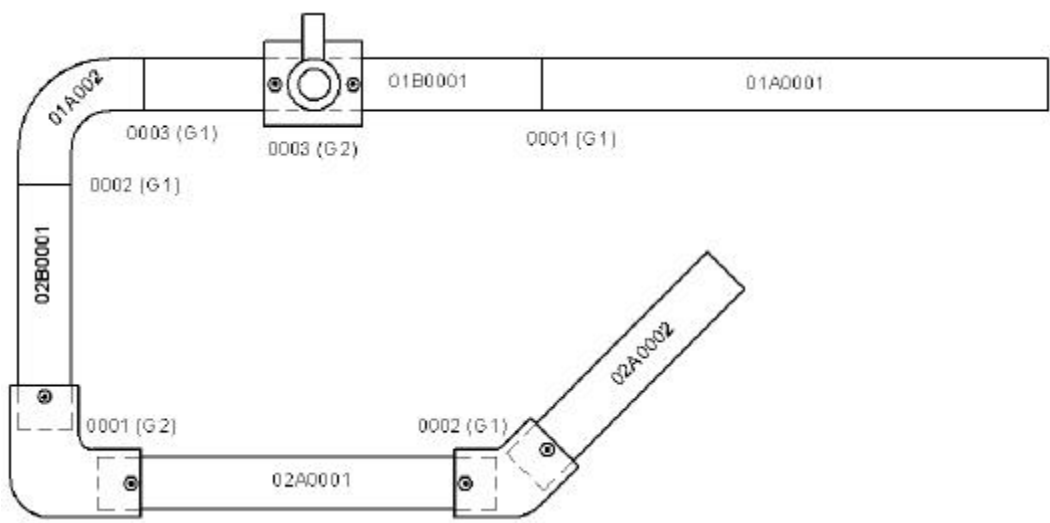


Bild 8: Beispiel für das „Rohr-Ident-System“

Verbind.	Gerät	Bauteil 1 (ID)	Bauteil 2 (ID)	Baut. 3
0001 (G1)	Frank F160 CNC (HS)	Rohr (01A0001)	Rohr (01B0001)	
0003 (G1)	Frank F160 CNC (HS)	Rohr (01B0001)	Bog. (01A0002)	
0002 (G1)	Frank F160 CNC (HS)	Bog. (01A0002)	Rohr (02B0001)	
0001 (G2)	Polymatic top (HW)	Rohr (02B0001)	Rohr (02A0001)	W 90°
0002 (G2)	Polymatic top (HW)	Rohr (02A0001)	Rohr (02A0002)	W 45°
0003 (G2)	Polymatic top (HW)	Rohr (01B0001)		AS

Tab. 1: Verbindungsliste zum Beispiel

Bauteil	Herst./Typ/Durchmesser	Serie	Länge
0001 (G2)	AG / HW-Winkel 90° / d 110	01-00	
0002 (G2)	AG / HW-Winkel 45° / d 110	02-00	
0003 (G2)	AG / KVA / d 110/63	02-01	
01A0001	AF / Rohr SDR 17 / d 110	01-01	6,0 m
01B0001	AF / Rohr SDR 17 / d 110	01-01	1,5 m
02B0001	AF / Rohr SDR 17 / d 110	01-01	4,5 m
01A0002	AF / Bogen SDR 17 / d 110	01-01	
02A0001	AF / Rohr SDR 17 / d 110	01-01	2,0 m
02A0002	AF / Rohr SDR 17 / d 110	01-01	3,0 m

Tab. 2: Stückliste zum Beispiel

Das „Rohr-Ident-System“ wird derzeit durch die Geräte *polymatic top* für Heizwendelschweißungen und *Frank Fxxx CNC* für Stumpfschweißungen unterstützt. Die jeweils verwendete Software ist kompatibel, wodurch die Zusammenführung der Daten und damit die Erstellung eines Rohrfolgebuches sicher gestellt ist. Dadurch ist die Rückverfolgbarkeit sämtlicher Daten (Bauteile) gewährleistet.

6 Erste Erfahrungen in der Praxis

Entscheidend für die Funktionstauglichkeit des Systems ist zum Einen die Handhabung im Baustellenbetrieb und zum Anderen die Nutzbarkeit der gewonnenen Informationen.

Die Weiterverwendung der mit Hilfe des „Rohr-Ident-Systems“ gewonnenen Daten wurde bereits mehrfach erfolgreich getestet und erfüllt inhaltlich alle Ansprüche der Versorgungsunternehmen. Lediglich die im Einzelfall noch zu klärende Kompatibilität mit bereits zur Verwaltung der Daten genutzter Software und die Tatsache, dass derzeit noch nicht alle Gerätehersteller in der Lage sind, diese Methode der Datenerfassung zu unterstützen, erschweren heute noch die Akzeptanz für das System.

Schwieriger ist jedoch die Gewinnung dieser Informationen an der Baustelle. Formteile werden üblicherweise erst vor der Verarbeitung aus der Verpackung entnommen. Dadurch ist die Lesbarkeit der Bauteilcodes immer gewährleistet. Rohre hingegen besitzen keine zusätzliche Verpackung, weshalb bereits vor dem Verbau Beschädigungen an den Etiketten auftreten können. Dies ist besonders bei Ringbunden zu beobachten (Bild 9).



Bild 9: Ringbund mit beschädigten Etiketten

Häufig sind diese Beschädigungen aber nicht so schwerwiegend, so dass die Lesbarkeit (selbst mit Lesestift) der Etiketten häufig noch gegeben ist. Größere Einschränkungen müssen allerdings bei grabenlosen Verlegeverfahren gemacht werden. Die bei diesen Verfahren auftretenden Reibungskräfte an der Rohraußenwand und somit an den Etiketten führen zu einer erheblichen Verschlechterung der Lesbarkeit (Bild 10). Diese Etiketten sind häufig (leider nicht immer) nur noch mit einem Scanner lesbar. Dies war z.B. bei dem in Bild 10 gezeigten Etikett der Fall. Sollte die Lesbarkeit nicht mehr gegeben sein, muss in diesen Fällen die Information über die Fußzahlen eingegeben werden.



Bild 10: Etikett am Rohr nach grabenloser Verlegung

Werden Hausanschlussleitungen mit grabenlosen Verlegeverfahren erstellt, so steht man häufig vor dem Problem, dass - wenn überhaupt - nur ein Barcode im Bereich des „Kopfloches“ an der Hausseite vorhanden ist (abhängig vom Abstand der Codes). Unter ungünstigen Umständen befindet sich dieser Code auch noch auf der Unterseite des Rohres, da während der Verlegung ein Verdrillen des Rohres eintreten kann. In diesen Fällen kann es vorkommen, dass der Code nicht mehr nutzbar ist. Abhilfe wäre z.B. durch vorheriges Entfernen des Codes möglich, wozu es eines zerstörungsfrei ablösbaren Codes bedarf. Dies wird von einigen Unternehmen jedoch nicht gewünscht. In solchen Sonderfällen hat sich noch keine eindeutige Handhabung durchgesetzt.

Für das „Rohr-Ident-System“ ist die Vergabe einer Bauteil-ID notwendig. Dadurch erhöht sich etwas der Aufwand vor Ort. Momentan ist dies aber die einzige Möglichkeit einer eindeutigen Zuordnung. Die Nutzung der laufenden Meterkennzeichnung, die im Code selbst enthalten ist (leider nur 3-stellig), stellt keine absolut eindeutige Zuordnung sicher.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Die ersten Baustellenversuche haben klar gezeigt, dass die Erfassung der Bauteilcodes am Formteil ohne weiteres möglich ist. Bei der Kennzeichnung der Rohre ist die Entwicklung sicher noch nicht abgeschlossen. Bei sorgfältiger Handhabung ist eine Einführung des Bauteilcodes in Etikettenform schon jetzt möglich.

Sinnvoll wird die Verwendung eines Rückverfolgbarkeitscodes erst mit einer logischen Verknüpfung aller verlegerelevanten- und produktbezogenen Daten in elektronischer Form. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, z.B. fehlerhafte Verbindungen bzw. Serien gezielt aufzufinden und auszubauen. Der Nutzen für die Versorgungsunternehmen wird mit Sicherheit die Kosten durch die anfallenden Investitionen und den Erfassungs- sowie Verwaltungsaufwand mehr als auf-

wiegen. Letztendlich besteht dieser Nutzen auch in der Verbesserung des Informationsstandes des Versorgungsunternehmens.

8 Literaturhinweise

- [1] ISO/DIS 12176-4 Plastics pipes and fittings – Equipment for fusion jointing polyethylene systems – Part 4: Traceability coding (2000)
- [2] ISO 12176-3 Plastics pipes and fittings – Equipment for fusion jointing polyethylene systems – Part 3: Operator´s badge (2001)
- [3] Spsychalski-Merle, A. Erfassung von Rohrnetzwerken (2000)
- [4] Grass, Kerstin Rückverfolgbarkeit erdverlegter Bauteile: Datenverarbeitung mit Hilfe von Barcodes,
Vortrag 9 Wiesbadener Kunststoffrohrtage 2000