

Einführung moderner Dokumentation im PE-Rohrleitungsbau

Integrierte elektronische Verarbeitung von Bauteil-, Prozess- und Einbaudaten - Schaffung der technischen Rahmenbedingungen - Praxiserfahrungen

Dipl.-Ing. Robert Eckert, Friatec AG, Mannheim

1 Einleitung

Im Bereich der Heizwendelschweißtechnik ist die Eingabe der Schweißparameter über einen am Fitting befindlichen Barcode Stand der Technik. Durch einen zusätzlichen Traceability-Barcode lassen sich darüber hinaus produktspezifische Daten des Bauteils mit modernen Schweißautomaten erfassen, mittels Datenbankprogrammen elektronisch archivieren und weiterverarbeiten. Zusätzlich lassen sich situationsbedingte Baustellendaten erfassen, z.B. Auftragsnummer, Einbauort oder Rohrlängen. Im Hinblick auf die rasanten Entwicklungen im Bereich der satellitengestützten Positionsbestimmung wird eine manuelle Ortsangabe in Zukunft entfallen. Die gesammelten Daten können sowohl der Leitungsdokumentation im Sinne eines elektronischen Rohrbuchs dienen als auch dem Arbeitsnachweis des Auftragnehmers gegenüber dem Versorgungsunternehmen. Die Auftragsabwicklung lässt sich mit diesem Hilfsmittel vereinfachen und beschleunigen. Der Auftraggeber erhält mit dem Protokoll die Bestätigung, dass nur spezialisierte Produkte in seinem Versorgungsnetz zum Einsatz kommen und kann die Informationen über den Verbrauch in die Materialwirtschaft einfließen lassen.

Das Unternehmen E.ON-Avacon AG, Braunschweig, wird die Dokumentation Anfang 2007 verbindlich einführen. Ein erster Praxistest verlief ohne Komplikationen.

2 Das konventionelle Rohrbuch

Nach DVGW-Arbeitsblatt G472: "Gasleitungen bis 10 bar Betriebsdruck aus Polyethylen (PE 80, PE 100 und PE-Xa) – Errichtung", 08/2000, wird "für die Errichtung von Rohrleitungen mit einem zulässigen Betriebsdruck ≤ 4 bar empfohlen, jede Schweißverbindung ... zu protokollieren. Bei zulässigen Betriebsdrücken > 4 bar ist ... jede Verbindung zu protokollieren. Vorzugsweise sind selbsttätig protokollierende Schweißgeräte einzusetzen". Für die zu protokollierenden Daten wird in G472 ein Muster-Rohrbuch vorgeschlagen (Bild 1).

Die E.ON-Avacon AG führt die elektronische Archivierung dieser Daten für den Bereich Heizwendelschweißtechnik als Standard im Unternehmen zum 01.01.2007 ein. Für das Heizelementstumpfschweißverfahren wurde noch keine Einigung über den Datenstandard erzielt. Zusätzlich erschweren die beachtlichen Investitionen in diese Technik, z. B. die Anschaffung dokumentationsfähiger Stumpfschweißmaschinen, die Einführung des elektronischen Protokolls. Der praktizierte Hauptanwendungsbereich ist mit dem Heizwendelschweißverfahren abgedeckt.

Rohrbuchführung
empfohlen für $\leq 4\text{bar}$,
vorgeschrieben für $> 4\text{bar}$

DVGW
Regelwerke

Anhang A
Muster eines Rohrbuches für Gasleitungen aus Polyethylen für einen Betriebsdruck $> 4\text{bar}$

Gewerübergangshilfsmittel
Rohrbuch/Schweißprotokoll

Stelle: _____ von: _____ bei: _____
Arbeits-Auftrag-Nr.: _____ Druck-Nr.: _____ Verlegedatum: _____
PE-Schweißer: _____ Ausweis-Nr.: _____ Firma: _____
Schweißgerät: _____ Nr.: _____ Hersteller: _____
Datum: _____ von: _____ Datum: _____

Rohrwerk- Nr. / St. Nr.	Material										Verbindungs- materialien		
	PE-RT Typ (DIN EN 12220)	Wand- stärke [mm]	Druck-Nominalwert [bar]	Druck- klasse	Her- steller	Hersteller- kenn- zeichnung	Verbindungs- mittel [mm]	Verbindungs- mittel [mm]	Verbindungs- mittel [mm]	Außend- durch- messer [mm]	Innen- durch- messer [mm]	Material	Material

Bild 1: Das konventionelle Rohrbuch, Muster zur Erfassung der relevanten Daten im Rohrbuch für Gasleitungen aus Polyethylen nach DVGW

3 Bestandteile zur Datenerfassung für das elektronische Rohrbuch

Die Daten-Dokumentation erfolgt auf Basis internationaler Normen, z.B.

ISO 12176-3 für die Benutzer-Daten („Schweißpass“), 30-stellig

ISO 12176-4 für die Rückverfolgbarkeitsdaten (Tabelle 1)

– Fittings: 26-stellig

– Rohre: 40-stellig

ISO/TR 13950 für die Schweißparameter, 24-stellig

3.1 Schweißparameter und Bauteilrückverfolgbarkeit: Traceability-Coding (Bild 2)

Unter Traceability-Coding versteht man eine zusätzliche, maschinenlesbare (Barcode-) Kennzeichnung der Bauteile mit Produktions-, Chargen- und Materialkennenden zur Rückverfolgbarkeit von erdverlegten Rohren, Fittings, Armaturen sowie Hauseinführungskombinationen. Sinnvollerweise erfolgt die Kennzeichnung direkt und unverlierbar auf dem Bauteil.

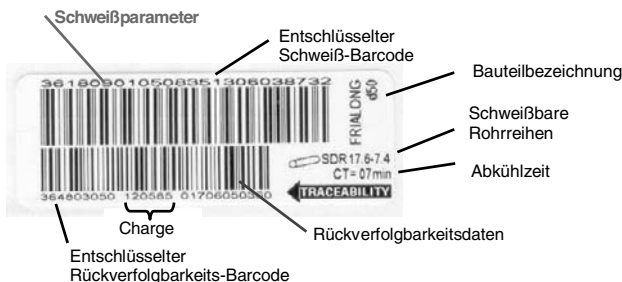


Bild 2: Barcode mit Schweißparametern und Rückverfolgbarkeitsdaten

Digit	Beschreibung	Beispiel	Barcode: Schweißparameter und Bauteil- rückverfolgbarkeitsdaten
1	Name des Herstellers	0	
2		6	
3		1 = FR (FRIATEC)	
4		8	
5	Bauteil, z.B. Muffe, Sattel, Winkel 45°...	0	
6		3 = Muffe	
7	Durchmesser	0	
8		5 = d50	
9		0	
10	Produktionsnummer (Charge)	1	
11		2	
12		0 = Charge	
13		120585	
14		5	
15		8 5	
16	Produktionswerk	0	
17		1 = Friedrichsfeld	
18	SDR-Wert des Bauteils	7 = SDR 11	
19	Rohstoff-Kennzeichnung	0	
20		1	
21		0 = A01	
22		1	
23	Rohstoffstatus	0 = Neumaterial	
24	Rohstoff MRS-Wert	3 = MRS 10, PE100	
25	Material MFR	0 = <10	
26	Prüfziffer	0	

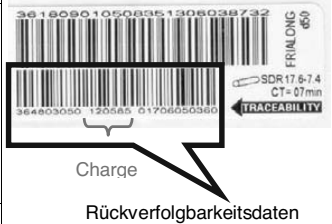


Tabelle 1: Aufbau des Traceability-Barcodes für Heizwendel- und Spitzendittings

Diese Datendokumentation ist spezifisch ausgearbeitet für den PE-Rohrleitungsbau. Die Informationen sind international bindend standardisiert (ISO). Ein Unternehmens-spezifischer „Ausbau“ des Systems, z.B. für Stahlkomponenten, muss dies berücksichtigen! Daten-Havarie ist sonst eine mögliche Folge.

3.2 Schweißgerät

Moderne Schweißgeräte (Bild 3) ermöglichen die vollständige Datendokumentation. Neben der Basisfunktion, der exakten Zuführung der jeweils erforderlichen Schweißenergie, muss das Schweißgerät als Computer arbeiten.



Bild 3: Das **FRIAMAT® prime**-Schweißgerät bietet alle Funktionen der modernen Datendokumentation

Integrierte Protokollierung erfordert Datenspeicherung, die Datenausgabe erfolgt über Speicherkarten- und USB-Schnittstellen. Die Elektronik muss sowohl robust sein, als auch unter den widrigen Baustellenbedingungen einfach und klar zu bedienen sein. Hierzu verhilft ein Maxidisplay, das übersichtlich die wichtigsten Daten darstellt sowie einfache Geräteeinstellungen und Befehlseingaben per Menüführung erlaubt. Trotz der hohen Leistungsfähigkeit der Schweißgeräte liegt ihr Gewicht nur bei ca. 11 kg.

4 Übersicht: Bedienerführung durch den FRIAMAT

- I. Schweißer-/Benutzer-Barcode (Bild 4)
- II. Kommissionsnummer, Auftragsnummer: Barcode (Bild 6)
- III. Schweißbarcode des Fittings (Bild 2) Nummer der Schweißnaht
- V. Traceability Barcode – Fitting (Bild 2, 7)
- VI. Traceability Barcode Bauteil 1 (optional *, i.d.R. Rohr, siehe Bild 8, 9)
- VII. Rohrlänge 1*
- VIII. Traceability Barcode Bauteil 2 (optional *, i.d.R. Rohr, siehe Bild 8, 9)
- IX. Rohrlänge 2*
- X. Standort/Adresse/GIS-Koordinaten/Zusatztext (optional)

* Der Rückverfolgbarkeits-Barcode der Bauteile 1 und 2 muss nicht eingegeben werden, wenn z.B. kein Rohr-Barcode zur Verfügung steht. Die Abfrage am Schweißgerät wird dann einfach verneint. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, durch einen "Supervisor-Pass" am Schweißgerät die Informationsabfrage auf die jeweiligen Anforderungen des Unternehmens an das Protokoll standardmäßig anzupassen, z.B. die Traceability-Daten des Rohres oder die Rohrlänge grundsätzlich nicht abzufragen. Den "Supervisor-Pass" erhält ein verantwortlicher Mitarbeiter, z.B. der Schweißfachingenieur.

Zu I.: Schweißer-/ Benutzercode (Schweißpass):

Inhalt und Gestaltung des Schweißpasses werden definiert durch ISO 12176-3.

Der Monteur liest nach dem Einschalten des Schweißgeräts einmalig seinen persönlichen Benutzercode ein. Alle Schweißprozesse am jeweiligen Arbeitstag werden daraufhin mit seiner Identifikation dokumentiert. Um Missbrauch zu vermeiden, kann das Schweißgerät durch erneutes Einlesen des Benutzercodes (Bild 5) für den Zugriff anderer, nicht legitimer Personen gesperrt werden oder durch Einlesen eines anderen Schweißpasses für einen weiteren Monteur freigeschaltet werden.



Bild 4: Schweißcode
(ISO DIS 12176-3, 30-stellig)



Bild 5: Einlesen des Schweißpasses

Zu II. Auftragscode/ Kommissionsnummer:

Zur Vereinfachung der Abrechnung und objektbezogenen Zuordnung der durchgeführten Tätigkeiten (z. B. Hausanschluss Mannheimer Str. 1, 2, 3...) kann eine vorher im Planungsbüro vergebene, max. 16-stellige Kommissionsnummer alphanumerisch oder in Form eines ausgedruckten Barcodes eingegeben werden. Bei mehreren Kommissionsnummern werden diese vom Schweißgerät abgespeichert und können individuell den durchzuführenden Arbeiten zugeordnet werden.



Bild 6: Kommissions-/Auftragsnummer in
alphanumerischer Form als Barcode



Bild 7: Einlesen von Schweißparametern und
Traceability-Daten



Bild 8: Beispiel für Rückverfolgbarkeits-Barcode
Rohr



Bild 9: Ringbundrohr mit Barcodeaufklebern

Zu X.: Optionale Dateneingabe zusätzlicher Informationen,

z. B. der Baustellenadresse oder Positionsdaten (GPS), des verwendeten Generatortyps, des Nummerncodes eines grafischen Informationssystems (GIS) oder vom Standard abweichende Bedingungen (manuelle Dateneingabe).

4.1 Dateneingabe

Alle vorgegebenen Daten, z. B. Schweißparameter, Rückverfolgbarkeitsdaten, Auftragsnummer, werden durch das Einlesen des Barcodes vom Schweißgerät erfasst. Die Eingabe dieser Barcode-Informationen wird per Anzeige im Display (Bild 11) abgefragt. Die Datenübertragung erfolgt mittels Lesestift.

Baustellenrelevante oder -spezifische Daten, z. B. Rohrlängen, Adresse/Lage des Fittings, lassen sich eingeben

- Direkt per Funktionstasten (Bild 10) am FRIAMAT-Schweißgerät
- Über kabellose Fernbedienung (nur noch bis Ende 2006 verfügbar)
- **Neu:** Zusätzliche Dateneingabe über Barcodes
- Die Barcodes lassen sich per FRIATRACE generieren, ausdrucken und können so dem Verarbeiter auf der Baustelle mit den Auftragspapieren zur Verfügung gestellt werden.
- Der Barcode lässt Informationen in alphanumerischer Form zu.
- Drei zusätzliche Felder im Protokollformat erlauben weitere Informations hinterlegung.
- GPS-Koordinaten können direkt eingegeben werden.

Im Hinblick auf die rasanten Entwicklungen im Bereich der satellitengestützten Positionsbestimmung (GPS, GALILEO) wird eine manuelle Ortsangabe in Zukunft entfallen. Per Funkreferenz korrigierte Positionsdaten erlauben heute Genauigkeiten im Zentimeterbereich. Manuelle Eingaben werden dadurch bald überflüssig werden.



Bild 10: Dateneingabe per Funktionstasten am FRIAMAT-Schweißgerät

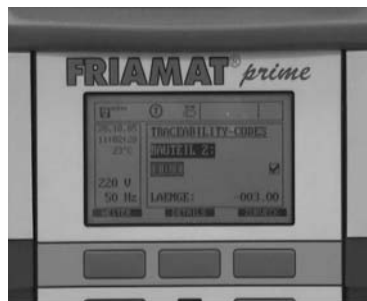


Bild 11: Displayanzeige bei der Datenabfrage für die Dokumentation

4.2 Datenexport

Die Daten werden über geeignete Schnittstellen am Schweißgerät auf den mobilen Datenträger (Bild 12) transferiert. Im Büro können die gespeicherten Daten auf den PC übertragen werden. Natürlich ist auch die direkte Datenübertragung Schweißgerät – PC/ Laptop möglich. Voraussetzung hierfür ist, dass die Software FRIATRACE auf dem PC installiert ist.



Bild 12: Datenspeicherung mittel Memory-Box, Memory-Card (PCMCIA) oder Memory Stick (USB)

4.3 Datenverwaltung: FRIATRACE

Wegen eines fehlenden Standards wurden Hard- und Softwarekomponenten zur Dokumentation unabhängig voneinander durch die Gerätehersteller entwickelt. Die Protokollformate sind entsprechend der Hersteller-spezifische Software ausgelegt und untereinander nicht kompatibel, die Protokolle lassen sich nicht ohne Weiteres zusammenfassen, da die Datenplatzierung und -formate unterschiedlich sind.

Durch eine gemeinsame Abstimmung eines kompatiblen Protokollformats zwischen den Herstellern FRIATEC - Hürner - PF - GF unter der Moderation von Herrn Dipl.-Ing. Torsten Hain, E.ON Avacon AG wurde verbindlich ein einheitliches Format, „**HMDE01_Final.csv**“, entwickelt. Die *.csv-Datei lässt sich in Excel, *.xls, konvertieren.

Das Kürzel steht für **H**eizwendelschweiß **M**uffenverfahren, **D**eutschland, **01**ste Version , Dateiausgabe im Excel-Format, ***.csv** (comma separated value).

Das Schweißprotokoll muss als Dokument manipulationssicher in der herstellereigenen Datenbank, z.B. FRIATRACE, eingelesen werden und verbleibt dort als Masterdokument. Die Umwandlung in *.csv- bzw. *.xls-Dateien ermöglicht die Bearbeitung der Protokolle sowie den Versand der Schweißdokumentation per E-Mail an den Auftraggeber. Das Schweißprotokoll als „Arbeitsnachweis“ hilft, die Auftragsabwicklung zu vereinfachen und zu beschleunigen.

Das Datenbankprogramm FRIATRACE (Bild 13) bietet dem Anwender die Möglichkeit auf alle gespeicherten Schweißprozessdaten einfach und schnell zuzugreifen. Typische Funktionen eines Datenbankprogramms, wie z. B. individuelles Auswerten, Sortieren, Suchen, Formatieren (Bild 14) stehen hier dem Anwender zur Verfügung. Daten der Dokumentation können nicht editiert werden, so dass keine Möglichkeit der Manipulation gegeben ist. Daten mit informativem Charakter, z. B. Schweißnahtnummer oder Baustellenadresse können jedoch bei

Bedarf am PC geändert werden. Dies ist wichtig um auch nachträgliche Anschlüsse oder Einbindungen im Rohrbuch zuordnen zu können.

In der Datenbank FRIATRACE können alle FRIAMAT®-Protokolle aus verschiedenen Schweißgeräten abgeleitet werden.

FRIATRACE – [Datenbank]										
Datei Bearbeiten Datenübertragung Datenbank Extras Fenster Hilfe										
Zeit	Herst	Typ	Durchmesser	Informationstext	Spannung	Temp	[Ti	t	t end/s	Serien-Nr
14:02:00	FRIA	MON	32 mm	DRUFFELSWEG	14	22	C	23	0	FR0042287
13:50:00	FRIA	MON	32 mm	DRUFFELSWEG	14	22	C	23	0	FR0042287
	name	type	diameter	Infotext			e	0	0	FR0042287
13:48:00	HH+W	SAD	1"1/4"	preheating	20	27	C	24	0	FH0048001
13:48:00	FR+W	BIF	19"	preheating	20	27	C	24	0	FR0048001
13:45:00	FRIA	MON	32 mm	sandstr 45, 4,5 m, GS >100mbar	14	28	C	23	0	FR0048001

Index	gehört zu	Lfd. Nr.	Hersteller	Typ	Durchm	Länge	Chargenk	SDR	Mat	Status	MFI	MFR
37	21	1	FR	Socket	32 mm		61425801	11	E03	v	3	1
38	21	2	FR	Pipe_S	32 mm	+2.5m	98000001	9	F01	v	2	0
39	21	3	FR	Pipe_S	32 mm	+2.0m	98000001	9	F01	v	2	0

35 von 35 Datensätzen werden angezeigt

Bild 13: FRIATRACE-Datenbank geöffnet. Die Datenspalte mit rot markierter Kopfzeile kennzeichnet die Sortierung. Im unteren Fenster werden die hinterlegten Rückverfolgbarkeitsdaten und Rohrlängen der im oberen Fenster markierten Zeile, d. h. eines Schweißprozesses angegeben.

FRIATRACE – [Datenbank]										
Datei Bearbeiten Datenübertragung Datenbank Extras Fenster Hilfe										
Zeit	Herst	Typ	Durchmesser	Informationstext	Spannung	Temp	[Ti	t	t end/s	Serien-Nr
16:21:00	FRIA	MON	32 mm							42287
16:16:00	FRIA	MON	32 mm							42287
10:36:00	FRIA	MON	50 mm							42287
10:31:00	FRIA	MUN	50 mm							42287
14:28:00	FRIA	MON	63 mm							42287
14:49:00	FRIA	MON	63 mm							48001

Index	gehört zu	Lfd. Nr.	Hersteller	Typ	Durchm	Länge	Chargenk	SDR	Mat	Status	MFI	MFR
58	34											
59	34											
60	34	3	FR			+000.00m						

12 von 35 Datensätzen werden angezeigt

Bild 14: Die Filterfunktion vereinfacht die Suche bei beliebiger Informationsauswahl, auch bei mehreren Variablen. Suchkriterien können zum Beispiel "Bauteil", "Schweißgerät-Nr.", "Wartungstermine der Schweißgeräte" oder ausführender Mitarbeiter, d. h. der "Schweißer" sein.

5 Fazit

Neue Technik bietet die Möglichkeit einer weitgehend automatisierten und elektronischen Dokumentation für PE-Rohrleitungen. Internationale Standards reglementieren die Codierung. Hier droht Chaos, wenn für andere Werkstoffe oder für unternehmensspezifische Anforderungen willkürlich Codes vergeben werden.

Mit dem standardisierten Protokollformat „HMDE01_Final.csv“ bietet sich erstmals die Möglichkeit, auf einer großen Datenbankebene die Schweißprotokolle von Geräten verschiedener Hersteller sinnhaftig zusammenzufassen.

Zukünftig wird Positionsbestimmung via Satellit das Verfahren deutlich vereinfachen, da manuelle Dateneingabe entfallen kann.

Mit der Entscheidung „pro Dokumentation“ müssen die Ziele im Versorgungsunternehmen und gegenüber den Auftragnehmern offen gelegt werden, muss die Technik anwendbar zur Verfügung stehen und die erforderliche Infrastruktur eingerichtet werden (z.B. Internetkommunikation, Datenbank, geeignete Schweißgeräte und Zubehör). Schulungen und Training sind unbedingt erforderlich.

Eine erfolgreiche Einführung kann nur gelingen, wenn alle Beteiligten „im Boot“ sind!