FERNWÄRME-TECHNIK GmbH

Thermisches Vorspannen von Fernwärmeleitungen

Thermal Pre-Stressing of District Heating Pipelines



Die temperaturbedingte Längenänderung von Fernwärmeleitungen wird, wenn klassisch gebaut, über Dehnungsbogen, Z-Bogen oder U-Bogen aufgenommen. Dies ist eine sehr sichere, aber auch teure Lösung.

Wirtschaftlicher ist der Einsatz von Axial- oder Lateralkompensatoren, insbesondere dort, wo örtliche Platzprobleme vorliegen. Axialkompensatoren werden auch dann eingesetzt, wenn es keine andere Möglichkeit der Dehnungsaufnahme gibt.

In traditional construction, the thermal expansion in district heating pipelines is compensated via expansion bends, elbow pipes, or U-loops. This is a very safe but also a very expensive solution.

It makes more economic sense to use axial or lateral compensators, particularly in places where there are on-site space problems. Axial compensators are also used when expansion bends are not an option.

Möglichkeiten der Kompensation
Options of compensation

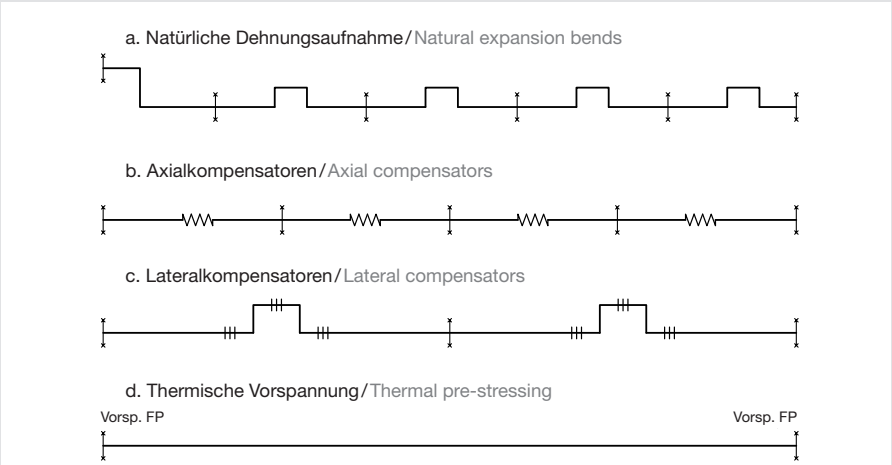


Bild 1
Image 1

Kunststoffmantelrohrsysteme werden heute vielfach nach dem Verschweißen und Schließen der Muffen im Rohrgraben aufgeheizt und damit thermisch vorgespannt. Dabei wird die Vorspanntemperatur 3 – 4 Tage gehalten, bis der Rohrgraben verfüllt und verdichtet ist. Ca. zwei Drittel der Rohrlänge werden dadurch an der Ausdehnung behindert – Haftbereich – ca. ein Drittel der Rohrlänge schiebt axial im Erdreich – Gleitbereich – und muss für die Dehnungsaufnahme am Ende bei Richtungsänderungen des Trassenverlaufs mit Dehnpolstern ausgestattet werden.
FW-STAHLMANTELROHRE für Transportleitungen, aber auch in vermaschten Netzen mit langen, geraden Strecken, werden thermisch vorgespannt aus einer mobilen Anlage, die ölgefeuert Dampf erzeugt.
Zuvor wird das verlegte und geprüfte Stahlmantelrohr auf ganzer Länge verfüllt bzw. teilverfüllt (Bild 1 und 2).

Today bonded systems are frequently heated up after the sleeves have been welded and closed in the pipe trench, and are thermally pre-stressed as a result. In the process, the pre-stressing temperature is maintained for three to four days until the pipe trench is filled in and compressed. That way about two thirds of the pipe section is prevented from widening (adhesion area) and about one third of the pipe section pushes into the soil axially (variation area) and must be fitted with expansion pads at the end to compensate for expansion in the event that the pathway changes direction.
FW STEEL-CASED PIPE-IN-PIPES for transport pipelines, but also in interconnected networks with long, straight sections, are thermally pre-stressed from a mobile facility that produces oil-fired steam.
Before that, the entire length of the laid and checked steel-cased pipe-in-pipe completely or partially backfilled.
Image 2 FW pre-stressing container operated by FW assemblers.



Bild 2 – Vorspanncontainer
Image 2 – Pre-stressing container

Thermisches Vorspannen heißt...

...Stahl aufheizen – gemeint ist das Mediumrohr.
An beiden Stahlmantelrohrenden sind Vorspannfestpunkte angeordnet. Diese verbinden – thermisch getrennt – das Innen- und das Mantelrohr. Betonfundamente zur Ableitung der Festpunktkräfte in das Erdreich sind nicht erforderlich. Die Reibungskräfte Mantelrohr/Erdreich sind ein Vielfaches der auftretenden Festpunktkraft.
An einem der beiden Stahlmantelrohrenden wird die Baugrube auf ca. 4 m offen gehalten. 2 m vom Festpunkt entfernt ist das Mantelrohr nicht verbunden. Beide Rohrenden sind für eine Schweißverbindung vorbereitet.
FW-GmbH Ingenieure ermitteln die Vorspanntemperatur und damit in Abhängigkeit der Leitungslänge die Vorspannlänge.
Bild 3 zeigt das Beispiel einer 1000 m langen Vorspannstrecke mit einer Vorspannlänge von 946 mm, die im Bereich einer Baustellenverbindung angeordnet ist.
Hier werden dann zwei Halbschalen – 946 + 300 mm = 1246 mm – zwischen die nun geöffneten Mantelrohre eingesetzt und verschweißt. Nach dem Verschweißen der Halbschalen wird der Dampferzeuger abgestellt.
Das Innenrohr erkaltet und will sich wieder zusammenziehen, wird aber durch die eingesetzten Halbschalen daran gehindert. Die Leitung ist thermisch vorgespannt.

Thermal pre-stressing means...

...heating up steel – which is to say, the medium pipe.
There are pre-stressing anchors on both ends of the steel-cased pipe-in-pipe. They create a thermally separated connection between the inner pipe and the encasing pipe. No concrete foundation is necessary to deflect the anchor force into the ground. The friction between the encasing pipe and the soil is a multiple of the arising anchor force.
The trench is kept open for ca. 4 m at one or both ends of the steel-cased pipe-in-pipe. 2 m from the anchor, the encasing pipe is not connected. Both ends of the pipe are prepared for a weld joint.
Engineers from FW-GmbH determine the pre-stressing temperature and, in the process, the pre-stressing length in accordance with the length of the pipeline. Image 3 shows the example of a 1,000 m pre-stressed section with a pre-stressing length of 946 mm laid near an on-site connection. Two half shells – 946 + 300 mm = 1,246 mm – are then inserted and welded between the now-open encasing pipes. The steam generator is turned off after the half shells have been welded.
The inner pipe cools and tries to contract again but is prevented from doing so by the half shells that have been inserted.
The pipeline is thermally pre-stressed.

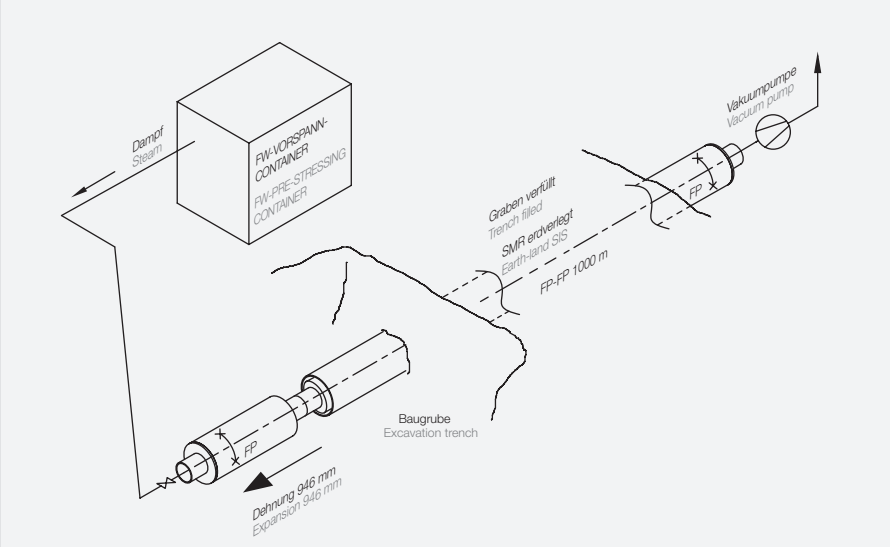
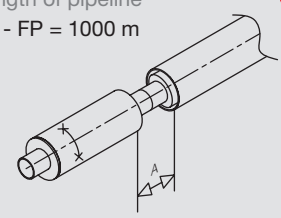


Bild 3
Image 3

Beispiel Example

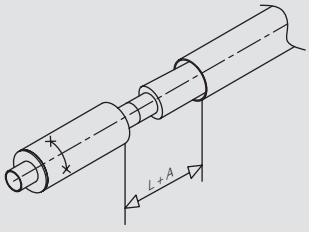
Länge der Rohrleitung
Length of pipeline
FP - FP = 1000 m

1



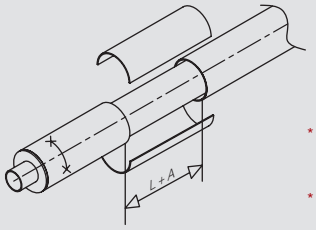
Bauverbindung vor dem Vorspannen A = 300 mm
Construction connection before pre-stressing A = 300 mm

2



Thermisches Vorspannen auf Vorspannlänge (Vorgabe FW) L = 946 mm *
Thermal pre-stressing to pre-stressing length (Specification FW) L = 946 mm *

3



Einsetzen der Halbschalen (bauseits hergestellt) L + A = 1246 mm
Inserting of half shells (produced on-site) L + A = 1246 mm

* Effektive Vorspanntemperatur z.B. 90 °C, Umgebung z.B. 10 °C: delta l = 0,946 mm/m
* Effective pre-stressing temperature e.g. 90 °C, ambient temperature e.g. 10 °C: delta l = 0,946 mm/m

Richtwerte für die Aufheizzeit
Standard values for heating time

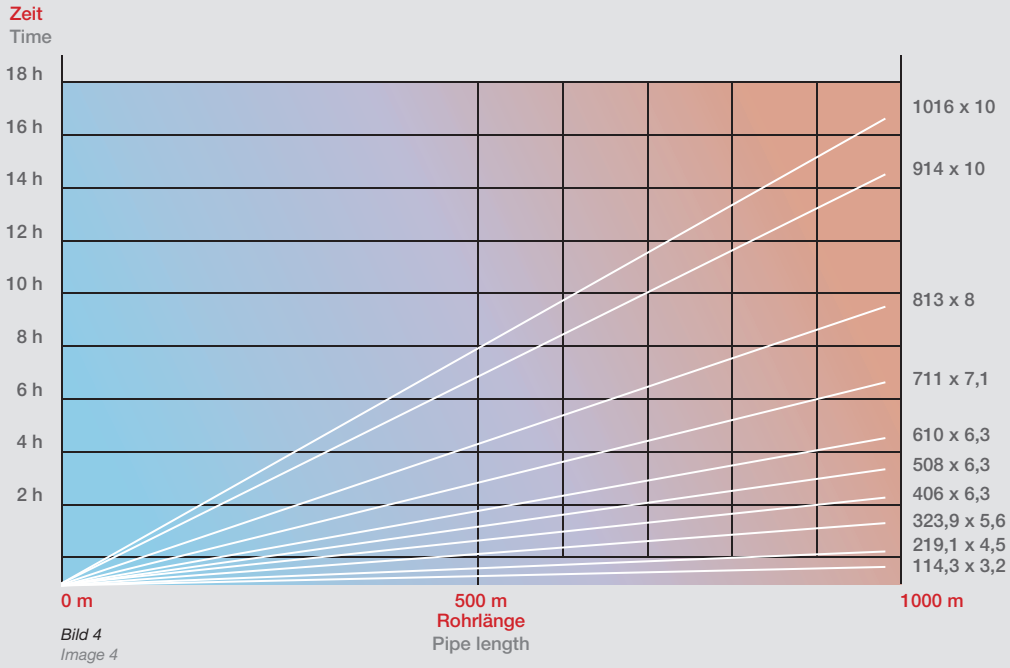


Bild 4
Image 4

Bei größeren Leitungsabschnitten wird das Mediumrohr mit 70 - 80 mbar unter Vakuum gesetzt und danach der Dampf eingelassen. Dieser verteilt sich schnell und gleichmäßig über den gesamten Leitungsabschnitt.
Im kalten Zustand steht das Innenrohr, nach der thermischen Vorspannung, unter Zugspannungen, im warmen Zustand – oberhalb der Vorspanntemperatur – steht es unter Druckspannungen und versucht das Mantelrohr zu längen. Derart vorgespannte Leitungen können auf gesamter Länge freigegraben werden; ein Ausknicken ist nicht möglich.
Ist die Lage von künftigen Abzweigen bekannt, sollten T-Stücke eingeschweißt werden, ist sie nicht bekannt, kann später an jeder Stelle das Mantelrohr geöffnet und ein Abzweig in Form eines aufgeschweißten Weldolets hergestellt werden. Das Innenrohr darf nicht vollständig geschnitten werden, ansonsten wird die Vorspannung herausgenommen. Bitte sprechen Sie FW-GmbH an.

For larger pipeline sections, the medium pipe is placed under vacuum with 70-80 mbar and then the steam is let in. The steam disperses quickly and uniformly over the entire pipeline section.
When it is cold, the inner pipe is under tensile stress; when it is warm, i.e., above the pre-stressing temperature, it is under compression stress and tries to expand the encasing pipe. The entire length of such pre-stressed pipes can be dug free; they cannot collapse.
If the position of future branches is known, T-pieces should be welded in. If it is not known, the encasing pipe can be opened later on at any point and a branch created by welding on a weldolet. The inner pipe must not be completely cut or the pre-stressing will be lost. Please contact FW-GmbH.



Die unbeschreibliche Ästhetik des Schlammes
The indescribable aesthetics of sludge

Technische Daten FW-Vorspann-Container
Technical data FW-pre-stressing container

Abmessungen / Dimensions

Länge/Length	4,6 m
Breite/Width	2,2 m
Höhe/Height	2,5 m
Leergewicht/Empty weight	4,0 t

Anschlüsse / Connections

Strom/Power	32 A
Wasser/Water	GEKA-Kupplung erforderlicher Vordruck 2 bar, oder Wassertank bei 1 m³/h GEKA-clutch required initial pressure 2 bar or water tank at 1 m³/h

Brennstoff / Fuel

Art/Art	Diesel/Heizöl EL Diesel/Heating oil
Verbrauch/Consumption	max. 40 l/h

Leistung / Capacity

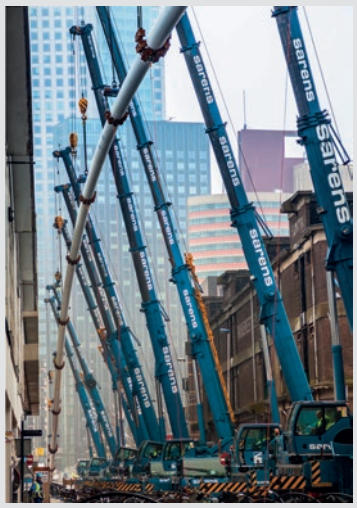
Dampf/Steam	0 – 560 kg/h Sattdampf, 100 – 195 °C, 1 – 14 bar absolut 0 – 560 kg/h Saturated steam, 100 – 195°C, 1 – 14 bar absolute
Brenner/Burner	120 – 380 kW modulierend 120 – 380 kW modulating
Durchflussmessung/ Dampfaustritt Flow rate measurement/ steam discharge	75 – 560 kg/h (entspr. 50 – 380 kW) 75 – 560 kg/h (corresp. 50 – 380 kW)

Bild 5
Image 5









Referenzen
References

Land Country	Projekt Project	Betreiber/ Auftraggeber Operating company/ Customer	Länge Length	Mediumrohr Service pipe	Temperatur Temperature
NL	Rotterdam Noord	ENECO	2 x 930 m 2 x 600 m 2 x 370 m	DN 700	130 °C
NL	Rotterdam, Katendrecht	Warmtebedrijf Rotterdam / V&SH	2 x 1500 m	DN 400	130 °C
F	Rennes	DALKIA / SOGECA	2 x 550 m	DN 300	160 °C
NL	Rotterdam, Oude Maas	Warmtebedrijf Rotterdam / V&SH	2 x 1000 m	DN 500	130 °C
D	Karlsruhe	Stadtwerke Karlsruhe	2 x 960 m	DN 700	130 °C
SF	Pori	Porin Energia	2 x 2200 m	DN 250	220 °C
NL	Diemen/Almere *	NUON / A.HAK	2 x 8500 m	DN 500	135 °C
SF	Kerava	Keravan Energia	2 x 2100 m	DN 250	200 °C
D	Braunschweig, Schunterquerung	Stw. Braunschweig	2 x 400 m	DN 300	130 °C
NL	Zeeland	V&SH, Logstor NL	2 x 450 m	DN 600	99 °C
NL	Amsterdam, Nieuw West	NUON, HAK, Logstor NL	2 x 665 m	DN 500	130 °C
A	Dürnrohr	EVN	1650 m	DN 350	215 °C
NL	Amsterdam, Düker	ABB Hoofddorp	400 m	DN 400	125 °C
D	Berlin, Wolfener Straße	Essent, Logstor NL	2300 m	DN 800	140 °C
D	Berlin, Niederkirchner Straße	Bewag	800 m	DN 500	120 °C
D	Kaiserslautern-Vogelweh	TWK	4000 m	DN 300	180 °C
NL	Rotterdam	EZH	5000 m	DN 800	130 °C
NL	Utrecht, Leidsche Rijn	UNA, REMU	500 m	DN 400	150 °C
D	Berlin, Blumberger Damm	Bewag	2300 m	DN 800	140 °C
D	Berlin, Unter den Linden	Bewag	600 m	DN 500	140 °C
IRL	Newbridge	PPSL	120 m	DN 150	100 °C
D	Berlin, Schlesische Straße	Bewag	900 m	DN 500	140 °C
D	Duisburg, Rheindüker	Stadtwerke Duisburg	1080 m	DN 500	130 °C
NL	Diemen, IJburg Düker	NUON, V&SH	2 x 650 m	DN 450	130 °C
B	Gent, Universitair Ziekenhuis	IVAGO, Fabricom	2800 m	DN 200	212 °C
F	Metz	UEM	8 x 400...600 m	DN 400	180 °C
DK	Kopenhagen, AMV-Adelsgade	Kopenhagen Energi	2 x 2400 m 1 x 1400 m	DN 500	300 °C
NL	Amsterdam, Haarlemmerweg	NUON, V&SH, Logstor	2 x 370 m	DN 300	130 °C
NL	Apeldoorn, Zuidbroek	Essent, Logstor NL	2 x 235 m	DN 300	130 °C

Bild 6
Image 6

* Hydraulisch vorgespannt
pre-pressed hydraulically

Wärmedehnung und Kältekontraktion verschiedener Stahlarten, ausgehend von Raumtemperatur 20 °C

Thermal expansion and cold contraction of different types of steel, based on room temperature of 20°C

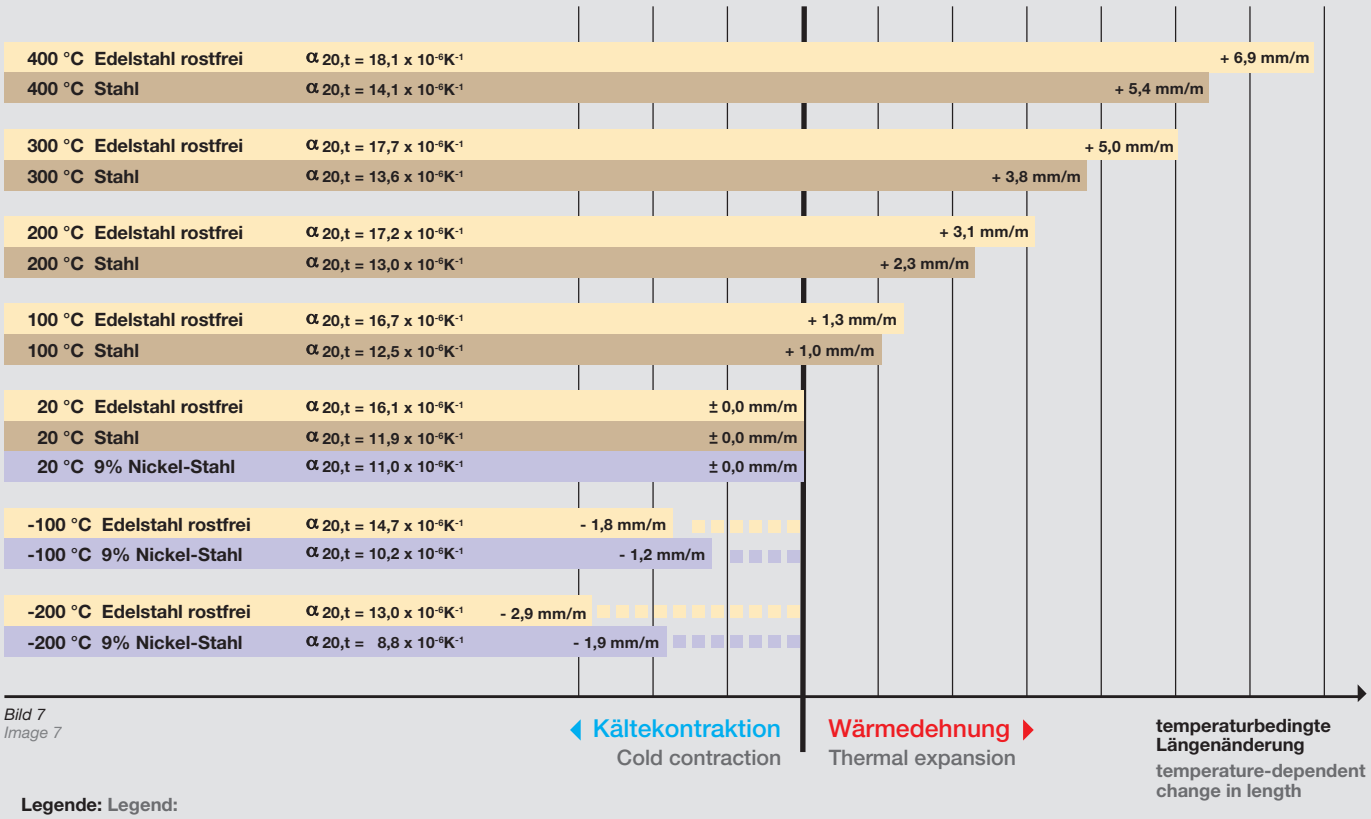


Bild 7
Image 7

Legende: Legend:

Edelstahl rostfrei/Stainless steel	z.B./e.g: 1.4301 (304), 1.4306 (304L), 1.4401 (316), 1.4404 (316L), 1.4541 (321), 1.4571 (316Ti), ...
Stahl/Steel	z.B./e.g: P235TR, P235GH, P355NH, L485M (X70), ...
9% Nickel-Stahl/9% Nickel steel	z.B./e.g: 1.5662 (X8Ni9), ASTM A353, ...





Titelbild

In Rotterdam, Niederlande, baute Visser & Smit Hanab ein 26 km langes Fernwärmeleitungssystem. Höhepunkt ist eine 1500 Meter lange horizontalgespülte Bohrung unter dem dicht bebauten Stadtzentrum. Ein wahres Meisterstück, in dem sich Erfahrung und Handwerksleistung vereinen.
16 m lange FW-STAHLMANTELROHR-Baueinheiten 400/70/600 wurden zu einer Gesamtlänge von 1500 m verschweißt, geprüft und im Rotterdamer Hafenbecken eingeschwommen. Die Spülbohrung, Durchmesser ca. 800 mm, war mit Bentonit gefüllt und verlief teilweise 60 m tief unter historischen Gebäuden und zwei Hafenbecken hindurch.
Vor- und Rücklauf, je 1500 m lang, wurden thermisch vorgespannt.

Cover picture

Visser & Smit Hanab built a 26 km district heating pipeline system in Rotterdam, the Netherlands. The highlight is a 1,500 m, horizontal rotary drilling under the densely developed city center. It is a true masterpiece that combines experience with handicraft.
16 m FW STEEL-CASED PIPE-IN-PIPE construction units 400/70/600 were welded into a total length of 1,500 m, checked, and floated into position in the Rotterdam harbor basin. The wash bore, approx. 800 mm in diameter, was filled with bentonite and part of it was run 60 m deep under historic buildings and two harbor basins.
Supply and return lines of 1,500 m each were thermally pre-stressed.

Qualität
made by FW seit 1980

FW-FERNWÄRME-TECHNIK GmbH

FW-STAHLMANTELROHR
FW-SICHERHEITSROHR
FW-KAMMER-PIPE LNG
FW-KAMMER-PIPE ÖL

Grafftring 2 - 6
29227 Celle · GERMANY
Postfach 3565
29235 Celle

Telefon +49 5141 88888-0
Telefax +49 5141 88888-22
www.fw-gmbh.de
info@fw-gmbh.de