

Trovidur – Neue Produkte: Trovidur-Spiralrohre (1969) von Hermann Buchholz aus: Trovidur-Spiegel, Dezember 1969, Jahrgang 2, Heft Nr. 6

Im Blickpunkt: Neue Produkte

Einführung

Eine der ältesten Lieferformen von Trovidur ist das Rohr. Säurefeste Chemierohre haben sich seit über 30 Jahren in vielen Einsatzgebieten bewährt. Die Anforderungen an Trovidur Rohre sind im Laufe der Jahrzehnte gestiegen und die derzeitige Rohrqualität wird zukünftig kaum zu überbieten sein.

Die steigenden Ansprüche der Industrie führten zur Vergrößerung der Rohrdurchmesser und — je nach Beanspruchung — der Wanddicken.

Ein Zweig der Rohrfertigung sind Lüftungsrohre, die nach dem heutigen Stand der Technik bis zu 800 mm \varnothing mit Wanddicken von 4 bis 6 mm hergestellt werden. Es ist technisch durchaus möglich, größere Rohre aus PVC hart zu extrudieren; jedoch stehen die Werkzeugkosten in keinem Verhältnis zum wirtschaftlichen Einsatz.

Es lag die Überlegung nahe, ein Verfahren zu entwickeln, um größere Rohrdurchmesser auf wirtschaftliche Weise herzustellen. Die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten eines Trovidur Rohres mit den in der Praxis auftretenden Beanspruchungen durch Innendruck, Außendruck und Durchbiegung forderten ein Herstellungsver-

fahren, bei dem unterschiedliche Wanddicken mit hohem Festigkeits- und Steifigkeitsverhalten möglich sind.

Unsere Abteilung Verfahrenstechnik entwickelte ein Verfahren zur Herstellung von Trovidur Rohren beliebiger Durchmesser, nach dem Trovidur Profile unterschiedlicher geometrischer Formen und verschiedener Wanddicken extrudiert und anschließend zum zylindrischen Rohr gewickelt und verschweißt werden. Damit war das Trovidur Spiralrohr geboren.

Ausführungsformen

Trovidur Spiralrohre sind zunächst in 6 verschiedenen Durchmessern lieferbar. Jedem Rohrdurchmesser sind 3 Profilformen zugeordnet, so daß sich derzeitig 18 Kombinationsmöglichkeiten ergeben.

Die Markteinführung der Trovidur Spiralrohre ist für Frühjahr 1970 vor-

gesehen. Es wird in absehbarer Zeit möglich sein, Trovidur Spiralrohre mit verschiedenen Profilen bis zu einem Durchmesser von 3000 mm zu beziehen.

Tabelle 1 zeigt die lieferbaren Durchmesser und Profilformen. Für den Einsatz der Rohre ist entscheidend, daß sie bei einer relativ geringen Wanddicke eine hohe Steifigkeit besitzen.

Physikalische Werte Chemische Beständigkeit Verarbeitungstechniken

Da Trovidur Spiralrohre aus dem Trovidur Rohransatz hergestellt werden, sind die Materialwerte im wesentlichen mit denen der Trovidur Rohre identisch.

Transport von Trovidur Spiralrohren
1250 mm \varnothing — 12000 mm lang.



Bei Überprüfung der chemischen Beständigkeit kann ebenfalls das Beständigkeitsverhalten des Trovidur Rohres herangezogen werden. In Grenzfällen wird man — wie üblich — an einem Musterstück die Beständigkeit überprüfen.

Bei der Verarbeitung der Trovidur Spiralrohre können alle Verarbeitungstechniken angewendet werden, die bei Trovidur Rohren, Trovidur Preßplatten und Trovidur Extruderplatten bekannt sind. Trovidur Spiralrohre lassen sich sehr gut schweißen, kleben und spangebend bearbeiten. Da Durchmesser- und Wanddickentoleranzen in relativ engen Grenzen

gehalten werden, sind Trovidur Spiralrohre einfach miteinander zu verbinden. Es kommt hinzu, daß man bei möglichen Lieferlängen bis zu 18 m nur wenige Stoßstellen berücksichtigen muß.

Bei der Entwicklung wirtschaftlicher Verarbeitungsverfahren für Trovidur Spiralrohre wurde von der Abt. Anwendungstechnik ein Klebeverfahren entwickelt, welches eine Herstellung von Formstücken unter Ausschaltung von lohnintensiven Schweißarbeiten ermöglicht. Bild 1 zeigt einen zweiteiligen Segmentbogen 90°, hergestellt unter Verwendung eines Kupplungsringes aus Trovidur.

Einsatzgebiete

Trovidur Spiralrohre sind schwerpunktmäßig in folgenden Einsatzgebieten verwendbar:

- Lüftungstechnik
- Abgaskamine
- Inliner für Schornsteine
- Apparate
- Behälter
- Rohrleitungen

Trovidur Spiralrohre können in vielen Fällen in selbsttragender Ausführung eingesetzt werden. Es ist denkbar, daß man diese Rohre bei hohen Beanspruchungen auch mit glasfaserverstärktem Polyesterharz armiert.

Einsatzfälle und Erfahrungen

Trovidur Spiralrohre wurden bisher vorzugsweise in der Lüftungstechnik eingesetzt. Die Bilder 2, 3 und 4 zeigen Trovidur Spiralrohre als Absaugleitungen für den Transport von stark säurehaltiger Abluft eines Galvanobetriebes.

Es wurden hier ca. 150 m Spiralrohr mit Durchmessern von 630 bis 1000 mm verlegt. Die Trovidur Spiralrohre sind in Kombination mit kleineren extrudierten Trovidur Rohren installiert, wobei alle Formstücke nach herkömmlichen Verfahren hergestellt wurden. Die Anlage ist seit mehr als einem Jahr in Betrieb und hat sich hervorragend bewährt.

Versuche in unserer Abteilung Anwendungstechnik ergaben, daß der Einsatz von Trovidur Spiralrohren in der Lüftungstechnik erhebliche Einsparungen zur Folge hat und damit die Montagekosten stark reduziert werden können.

Bild 5 zeigt eine Versuchseinrichtung, mit deren Hilfe die maximalen Auflagerabstände von frei verlegten Trovidur Spiralrohren untersucht werden. Die Versuche wurden bis zu Rohrinnentemperaturen von 60°C durchgeführt. Es ist günstig, daß die Auflagerabstände bis 10 x D betragen

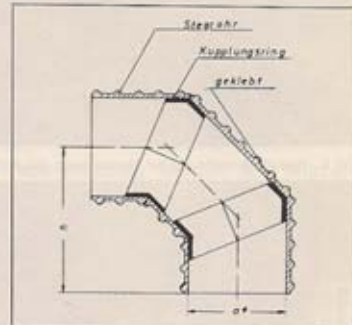
können. Spiralrohre mit einem Durchmesser von 1000 mm und einem entsprechenden Auflagerabstand von 10 000 mm haben z. B. eine Durchbiegung von weniger als 1 ‰.

In einem anderen Einsatzfall ist eine Abgasleitung aus Trovidur Spiralrohr zum Transport von feuchten SO₂-haltigen Röstgasen ausgeführt worden.

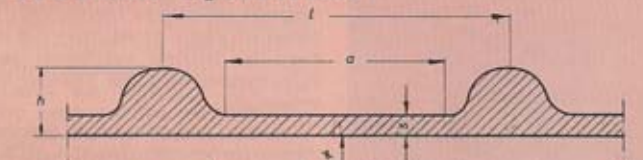
Diese Rohrleitung hat einen Durchmesser von 1250 mm und wird bei einer Gastemperatur von 30°C mit einem Unterdruck von maximal 600 kp/m² betrieben. Die Abgasleitung ist auf einer 5 m hohen Rohrbrücke (Freigelände) verlegt; es mußte berücksichtigt werden, daß bei Herbst- und Winterstürmen eine zusätzliche Belastung durch Windgeschwindigkeiten bis zu 180 km/h auftreten kann. Die Leitung ist insgesamt 240 m lang.

Vorversuche in unserer Abteilung Prüfung bestätigten, daß ein Trovidur Spiralrohr 1250 mm Ø — Profil K2, allen geforderten Belastungen standhält. Die Bilder 6 und 7 zeigen das Trovidur Spiralrohr in der Prüfung mit verschiedenen Lastannahmen. Die Zeitstandsversuche bewiesen, daß dieses Rohr bis zum Fünffachen der maximalen Betriebsbelastungen beansprucht werden konnte, ohne daß es zu einer Implosion kam.

- Bild 1 Segmentbogen mit Kupplungsringen.
- Bild 2 Ansaug- und Ausblaseleitungen aus Trovidur Spiralrohren in einem Galvanikbetrieb.
- Bild 3 Radialventilator aus Trovidur, Luftleistung 32.000 m³/h bei einer Gesamtdruckdifferenz von 160 kp/m² — Ausblasrohr 1000 mm Ø aus Trovidur Spiralrohr.
- Bild 4 Ansaugleitung 710 mm Ø aus Trovidur Spiralrohr. Tropfenabscheider aus Trovidur für einen Luftdurchsatz von 16.000 m³/h. — Wirkungsgrad 99,9 ‰.



Trovidur Spiralrohr



NW	Profil	D mm	s mm	h mm	l mm	a mm	G kg/m
630	L 1	617 ± 0,9	4,0	18	100	70	18,4
630	L 2	617 ± 0,9	5,0	20	105	75	22,2
630	K 1	617 ± 0,9	6,0	22,5	95	60	25,2
710	L 1	692 ± 1	4,0	18	100	70	21,0
710	L 2	692 ± 1	5,0	20	105	75	25,0
710	K 1	692 ± 1	6,0	22,5	95	60	28,4
800	L 1	780 ± 1,3	4,0	18	100	70	24,0
800	L 2	780 ± 1,3	5,0	20	105	75	28,2
800	K 1	780 ± 1,3	6,0	22,5	95	60	32,0
1000	L 2	978 ± 1,4	5,0	20	105	75	35,2
1000	K 1	978 ± 1,4	6,0	22,5	95	60	40,0
1000	K 2	978 ± 1,4	7,2	29,5	102	53	58,5
1250	K 1	1250 ± 1,5	6,0	22,5	95	60	50,0
1250	K 2	1250 ± 1,5	7,2	29,5	102	53	73,2
1250	K 3	1250 ± 1,5	9,5	38,0	125	66	104,0
1400	K 1	1400 ± 1,6	6,0	22,5	95	60	56,0
1400	K 2	1400 ± 1,6	7,2	29,5	102	53	82,0
1400	K 3	1400 ± 1,6	9,5	38,0	125	66	117,0

Tabelle 1 Durchmesser und Profilformen von Trovidur Spiralrohren.



Bild 5 Versuchseinrichtung zur Bestimmung der Auflagerabstände von Trovidur Spiralrohren.

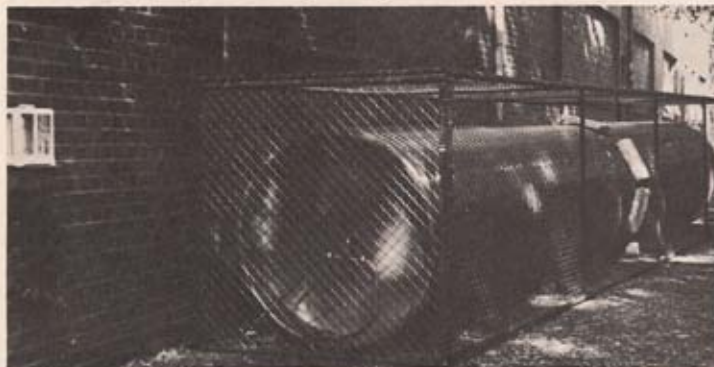
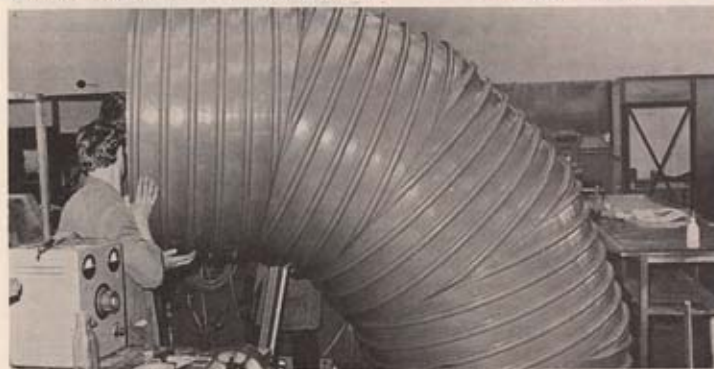


Bild 6 Ungestütztes Trovidur Spiralrohr bei der Unterdruck-Prüfung.



Bild 7 Trovidur Spiralrohr in Lagersätteln bei Unterdruck-Prüfung, Zusätzlich mit Sandsäcken belastet.

Bild 9 Segmentbogen aus Trovidur Spiralrohren 1250 mm ϕ



Den Transport von 12 m langen Trovidur Spiralrohren 1250 mm ϕ zeigt das Titelbild (8). Es ist erkennbar, daß mit einem einfachen Ladegerirr Transport und Verladung auf wirtschaftliche Weise möglich sind.

Der in Bild 9 vorgestellte Segmentbogen 1250 mm ϕ wird an den Verbindungsstellen mit glasfaserverstärktem Polyesterharz armiert, um die erhebliche Unterdruck-Belastung aufzunehmen.

Bei den Dehnungsausgleichern auf Bild 10 handelt es sich um eine einfache aber bewährte Konstruktion, die in der Lage ist, erhebliche Längenänderungen aufzunehmen.

Bei diesem Objekt wurden die Rohrschellen (Bild 11) aus Stahlprofilen hergestellt und stützen das Trovidur Spiralrohr in Abständen von ca. 4000 mm. Die Schellen sind so ausgebildet, daß die Rohrleitung bewegungsfähig bleibt.

Die heutige Abhandlung soll nur einen kurzen Überblick über die Möglichkeiten mit Trovidur Spiralrohren geben. In Kürze werden wir in einer Trovidur Information in allen Einzelheiten über Trovidur Spiralrohre berichten.

Trovidur HTS

Unsere Erfahrungen mit Trovidur HT in verschiedenen Verwendereichen vermehren sich ständig, wobei die Vorzüge dieses Werkstoffes und mögliche Schwächen hervortreten. Wir haben die vielen Anregungen aus dem Kreis der Trovidur Verarbeiter gerne aufgenommen und das Trovidur HTS entwickelt.

Das aus nachchloriertem Polyvinylchlorid hergestellte Trovidur HTS ist schlagzäh modifiziert. Eine günstige **Wärmeformbeständigkeit** bei hoher Chemikalienresistenz erlaubt auch hier einen praktischen Dauergebrauch bis zu einer Temperatur von 90° C.

Die **Verarbeitung** von Trovidur HTS unterscheidet sich nur geringfügig von der Trovidur Verarbeitung.

Trovidur HTS wird derzeit geliefert in Form von **Platten, Blöcken und Schweißstäben**.

Die Lieferung von Rundstäben und Rohren ist für einen späteren Zeitpunkt vorgesehen.

Trovidur HTS ist nicht als ein Werkstoff für universelle **Einsatzzwecke** entwickelt worden. Seine ausgezeichneten Materialeigenschaften werden es in Einsatzbereiche führen, wo andere Thermoplaste durch erhöhte Temperatur an Festigkeit, Steifigkeit und chemischer Beständigkeit verlieren.

Die **physikalischen Werte** von Trovidur HTS sind mit denen des Trovi-

dur HT vergleichbar. Eine wesentliche Abweichung ergibt sich bei der **Schlagzähigkeit** bzw. bei der U-Kerbschlagzähigkeit, wo die Werte von Trovidur HTS etwa doppelt so hoch liegen. Bei einer Temperatur von -40°C (!) entspricht die Schlagzähigkeit des neuen Werkstoffes der des Trovidur HT bei 20°C .

Für den Trovidur Verarbeiter wirkt sich die erhöhte Schlagzähigkeit des Werkstoffes günstig aus. Bei der **Bearbeitung** auf Band- oder Kreissägen neigt der Werkstoff nur in Ausnahmefällen zum Ausplittern. Darüber hinaus kann Trovidur HTS bis 3 mm Dicke bei Raumtemperatur auf der **Schlagschere** geschnitten werden.

Ein weiterer Vorteil besteht beim **Wärmgasschweißen**. Es lassen sich nun neben dem Handschweißgerät (Fächelschweißung) auch handelsübliche Schweißgeräte mit Schnellschweißdüsen verwenden. Bei sorgfältiger Ausführung der Schweißung



Bild 10 Dehnungsausgleicher aus Mipoplast®



Bild 11 Rohrschelle 1250 mm \varnothing mit Sattel.

sind **Schweißfaktoren** von 0,65 bis 0,70 zu erzielen. Beim Fächelschweißen liegt der Schweißfaktor nunmehr bei 0,90.

Die **Schweißgeschwindigkeiten** beim Wärmgasschweißen von Trovidur HTS sind wesentlich erhöht. Beispiel: Beim Herstellen einer V-Naht (4 mm dickes

Plattenmaterial) werden ein Wurzeldraht, 2 Fülldrähte und eine Kapplage geschweißt. Die **Schweißzeiten** (Abbrennzeiten) betragen bei der Fächelschweißung 28 Min./m — beim Schweißen mit der Schnellschweißdüse kann die Schweißzeit auf 14 Min./m reduziert werden.

Mit einem von unserer Abteilung Anwendungstechnik entwickelten **Schnellschweißgerät** lassen sich unter gleichen Voraussetzungen die Schweißzeiten auf 10 Min./m verringern.

Alle genannten Schweißzeiten sind reine Abbrennzeiten. Nebenzeiten wie An- und Absetzen des Schweißdrahtes, Vorbereiten der Naht, Prüfen der Naht bzw. Erholungszeiten für den Schweißer sind hier nicht berücksichtigt.

Es ist erwähnenswert, daß die physische Belastung des Schweißers bei der DN-Schnellschweißdüse am geringsten ist.

Das **Heizelementschweißen** von Trovidur HTS läßt sich bei Heizelementtemperaturen von 250 bis 260°C und Schweißdrücken von 4 bis 5 kp/cm^2 gut anwenden. Bei 4 mm Plattendicke werden z. B. Schweißfaktoren von 0,70 bis ca. 1,0 erzielt.

Bei der Ermittlung wichtiger Eigenschaftswerte von Trovidur HTS wurde ebenfalls eine Untersuchung der **Beständigkeit** gegen Chemikalienangriff durchgeführt.

Aus der Untersuchung ist unter Abwägung aller Gesichtspunkte zu erkennen, daß Trovidur HTS im Vergleich zu Trovidur HT nur eine geringfügig verminderte Beständigkeit gegen Chemikalienangriff besitzt.

Für den Konstrukteur sind die wichtigsten **Eigenschaftswerte** von Trovidur HTS im Temperaturbereich von -20° bis $+180^{\circ}\text{C}$ ermittelt worden. Es handelt sich dabei um Kurzzeitwerte, die jedoch ein Abschätzen des Dauerstand-Verhaltens zulassen. Die Untersuchungen wurden an 4 mm dicken Platten durchgeführt. (s. Abbildungen 12 bis 16).

Durch **Fallprüfungen** wurde ermittelt, bei welcher Schlagarbeit Formkörper aus verschiedenen Trovidur Typen zu Bruch gehen. Dabei ergab sich folgende Wertigkeit:

Trovidur HT	= 1
Trovidur	= 3
Trovidur HTS	= 7,5
Trovidur HS 15	= 20

Wir berichten in der **Trovidur Information Nr. 10** (Dezember 1969) ausführlich über unseren neuen Werkstoff. Hermann Buchholz VDI ■

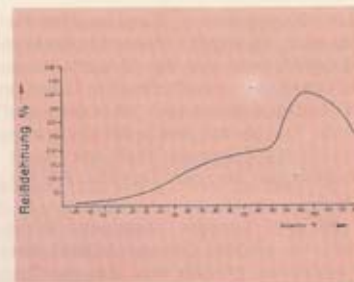


Bild 12 Reißdehnung von Trovidur HTS in Abhängigkeit von der Temperatur.

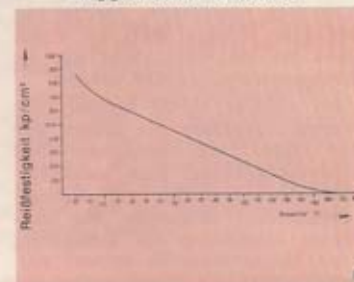


Bild 13 Reißfestigkeit von Trovidur HTS in Abhängigkeit von der Temperatur.

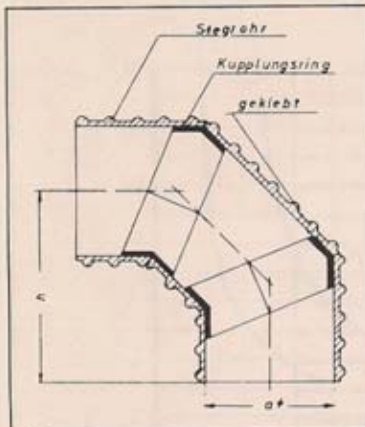


Bild 5

den Seiten mit einer Schelle oder einem Spannband befestigt. Bild 8 zeigt eine solche Rohrverbindung. Diese Verbindungsart besitzt geringe Kompensationseigenschaften und ermöglicht das schnelle Wechseln eines Rohrstückes in der installierten Leitung.

Eine weitere Verbindungsmöglichkeit zeigt Bild 9. Die bereits erwähnten Stegmuffen werden eingeklebt; die Abdichtung zwischen den Stirnflächen übernimmt ein Dichtungsring. Zur besseren Führung kann der Ring T-förmig ausgebildet sein. Mit Profilschellen der Firma Rasmussen GmbH wird die Verbindung axial verspannt. Eine vorbereitete Verbindung mit die-

sen Profilschellen* zeigt Bild 10. In Bild 11 ist die Rohrverbindung eingebaut.

Überblick über Einsatzfälle aus der Lüftungstechnik

In einem Galvanobetrieb wurden die Badabsaugungen mit Trovidur Spiralrohren ausgeführt. Die Spiralrohre sind in Kombination mit extrudierten Trovidur Rohren (Anschlüsse) installiert, wobei die Formstücke nach bekannten Arbeitstechniken hergestellt wurden. Verlegt wurden ca. 150 m Rohr mit Durchmessern von 630—1 000 mm. Bild 12 zeigt Ansaug-

* Hersteller RASMUSSEN GmbH
6000 Frankfurt/M.-Fechenheim
Alt-Fechenheim 60

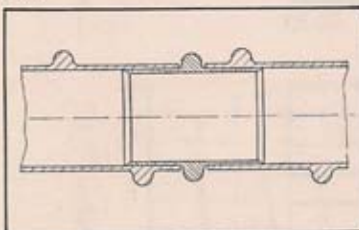


Bild 6

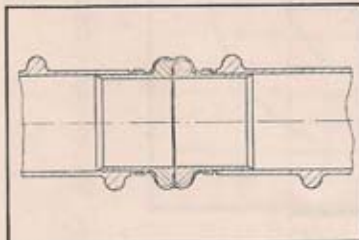


Bild 7



Bild 10



Bild 11



Bild 8

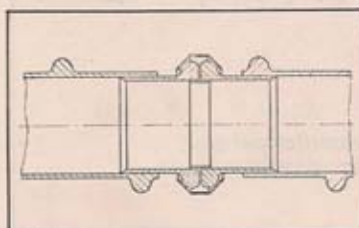


Bild 9

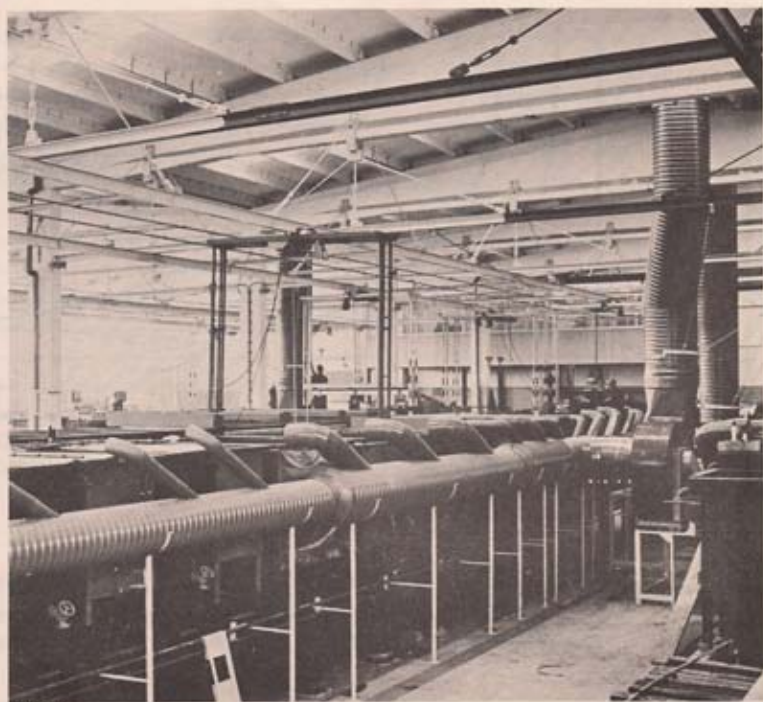


Bild 12

und Ausblaseleitungen mit Anschlußstücken aus Trovidur Rohren. Bei dem in Bild 13 vorgestellten Anlage-Abschnitt besteht der Radialventilator aus Trovidur. Die Luftleistung beträgt 32 000 m³/h bei einer Gesamtdruckdifferenz von 160 kp/m². Das gekröpfte Ausblasrohr hat einen Durchmesser von 1 000 mm. Die Ansaugleitung nach Bild 14 ist aus Trovidur Spiralrohr 710 mm Durchmesser hergestellt. Der im Hintergrund erkennbare Tropfenabscheider besteht aus Trovidur und ist ausgelegt für einen Luftdurchsatz von 16 000 m³/h bei einem Wirkungsgrad von 99,9 %. Die Ausblaseschleife dieser Abluftanlage (Bild 15) wurden ca. 4 000 mm über Dach geführt. Die Dachverwahrung erfolgte auf bekannte Art. Durch die hohe Steifigkeit der Rohre ist ein Abfangen der Ausblaseschleife nicht erforderlich.

In einem Unternehmen der chemischen Industrie war eine Abgasleitung zum Transport von feuchten SO₂-haltigen Gasen auszuführen. Die Rohrleitung hat einen Durchmesser von 1 250 mm und wird bei einer Gastemperatur von 30 °C mit einem Unterdruck (Betriebsdruck) von 600 kp/m² betrieben. Die 240 m lange Abgasleitung ist auf einer 5 m hohen Rohrbrücke auf Freigelände verlegt. Es mußte berücksichtigt werden, daß bei Herbst- und Winterstürmen eine zusätzliche Belastung durch Windgeschwindigkeiten bis zu 180 km/h auftreten kann. Die Durchrechnung der Abgasleitung unter den geforderten Belastungen zeigte, daß hierfür ein

Spiralrohr 1 250 mm Durchmesser — Profil K 2 erforderlich war. Vorversuche der Abteilung Prüfung bestätigten unter verschiedenen Lastannahmen, daß dieses Spiralrohr allen geforderten Belastungen standhielt. Die Zeitstandversuche bewiesen, daß das Trovidur Spiralrohr bis zum 5fachen der maximalen Betriebsbelastungen beansprucht werden konnte, ohne daß es zu einer Implosion kam.

Zum Ablauf dieses Auftrages: Die aus der Produktion kommenden und nicht zur Weiterverarbeitung vorgesehenen Rohrlängen von 12 m wurden mittels Hubstapler und LKW (Bild 16) zu einem Lagerplatz in der Nähe der Bahn-Verladestelle transportiert (Bild 17). Die montagefertig herzurich-



Bild 15



Bild 16



Bild 17



Bild 13

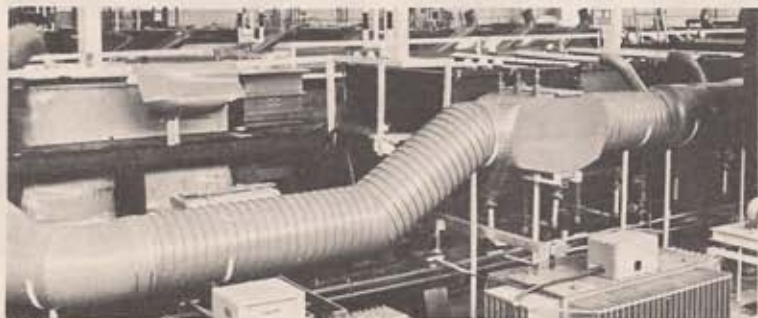


Bild 14

tenden Rohrstücke wurden in der Kunststoffwerkstatt unserer Abteilung Anwendungstechnik weiterverarbeitet. Die Bilder 18—20 zeigen ein T-Stück mit Anschlußstutzen, verschiedene Formstücke und Kompensatoren aus Mipoplast® 1014, die mit eingelegten Trovidur Rohren ausgesteift wurden. Letztere zeigten bei Lastwechselsversuchen ein ausgezeichnetes Kompensationsverhalten.

Der innerbetriebliche Transport der Spiralrohre von 12 m Länge (Rohrgewicht ca. 900 kg) erfolgte auf einfachen Rollwagen (Bild 21). Von diesen Rollwagen wurden die Rohre unter Hilfe eines selbstkonstruierten Ladegeräts mit einem Autokran abgehoben und auf Plateauwagen verladen (Bild 22). Jeder Wagen beförderte 3 Rohrlängen, wobei gemäß Bundesbahnvorschrift auch die Ladung von 4 Längen möglich gewesen wäre. Aus Sicherheitsgründen wurde die in Bild 23 vorgestellte Verladeart gewählt.

An der Baustelle wurden die Trovidur Spiralrohre von einem Autokran abgehoben und auf die Rohrbrücke in vorbereitete Halterungen eingesetzt. Das Titelbild zeigt die Abgasleitung im Montagezustand.

Die Abwicklung dieses Objektes zeigte auf, daß Verarbeitung, innerbetrieblicher Transport, Versand und Montage von Trovidur Spiralrohren unproblematisch sind. Die Rohre waren leicht zu manipulieren und erforderten keine größeren Ansprüche an Verlade- und Montagetechnik.

Trovidur Spiralrohre werden zur Lösung vieler Probleme beitragen. Größere Objekte mit Durchmessern bis zu 1 600 mm sind in Angriff genommen worden. Unsere Erfahrungen werden laufend verdichtet — die Entwicklung vorangetrieben.

Bild 24 zeigt ein aus der Versuchsproduktion stammendes Trovidur Spiralrohr 2 500 mm Durchmesser.

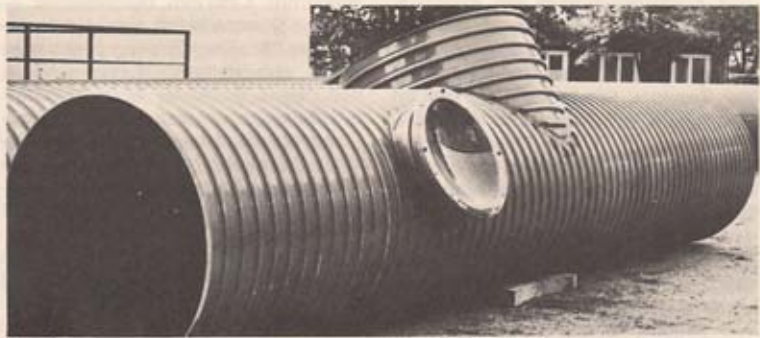


Bild 18



Bild 19

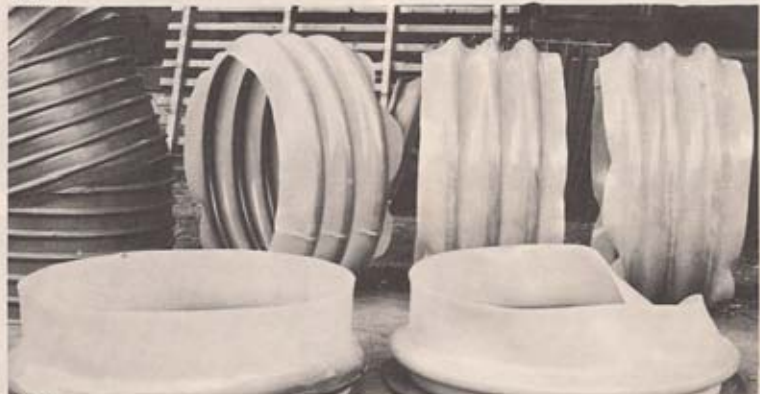


Bild 20



Bild 24



Bild 21



Bild 22



Bild 23

Herausgeber: Dynamit Nobel Aktiengesellschaft · Verkaufsabteilung 18 · 521 Troisdorf