



Qualität, die in die Tiefe geht. HOBAS®

Verlegerichtlinien



© **HOBAS Rohre GmbH Neubrandenburg**
2008
Alle Rechte vorbehalten

8. Auflage

Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Herausgebers in irgendeiner Form, auch nicht für Datenbanken, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Informationen und Empfehlungen entsprechen unserem Kenntnisstand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Eine ausdrückliche oder stillschweigende Garantie kann daraus nicht abgeleitet werden. Die Angaben sind zu überprüfen und, wenn erforderlich, objektgebunden abzustimmen. Eine Haftung der HOBAS Rohre GmbH ist ausgeschlossen. Dies betrifft auch Druck- und Schreibfehler sowie nachträgliche Änderungen technischer Daten.

Richtlinien für den Transport und die Verlegung von HOBAS Rohrsystemen

1. Allgemeines	2	7. Einbetonieren von Rohren	16
2. Transport und Abladen	2	8. Verlegen von Doppelrohren	19
3. Lagerung	3	8.1 Montage	
4. Erdverlegung	4	8.2 Druck- und Dichtigkeitsprüfung	
4.1 Rohrgraben	4	9. Oberirdische Rohrverlegung	19
4.2 Bodenarten	5	10. Verlegen von HOBAS Schächten	20
4.3 Sohlzone	6	11. Verlegen von Sonderbauwerken	21
4.4 Einbringen in den Rohrgraben	7	12. Anschluß an Bauwerke und Wanddurchführungen	22
4.5 Montage der Rohrverbindungen	7	13. Montageanleitung für Sattelstücke	23
4.6 Kupplungsarten	9	13.1 Montageanleitung für Klebesattel	23
4.7 Einbetten der Rohre	9	13.2 Montageanleitung für Schraubsattel	24
4.8 Verfüllung des Rohrgrabens	12	14. Druckleitungen	24
5. Dichtheit		14.1 Kräfte bei Druckleitungen	24
5.1 Wasserprüfung für Kanäle	12	14.2 Betonwiderlager	24
5.2 Luftprüfung gemäß DIN EN 1610	12	14.3 Zugfeste Verbindungen	25
5.2.1. Vorbemerkungen	13	15. Einbau von Zwischenstücken	25
5.2.2. Durchführung	13	16. Reparaturtechnologie	25
6. Druckprüfung		16.1 Schadensbeurteilung	25
6.1 Grundlage	14	16.2 Auswechseln eines defekten Rohrabschnittes	26
6.2 Vorbereitung	14	16.3 Reparaturkupplungen	26
6.3 Prüfstrecken	15	16.4 Reparaturlaminat	26
6.4 Füllen der Leitung	15	16.5 Demontage von Rohrleitungen	
6.5 Aufbringen des Innendruckes Vorprüfung	15	16.6 Schneiden von Rohren	
6.6 Hauptprüfung	15		
6.7 Kurzprüfung	16		
6.8 Vorschlag für ein Protokoll zur Druckprüfung	16		

1. Allgemeines

Diese Richtlinien gelten für den Transport, die Lagerung und Verlegung von geschleuderten HOBAS Rohren aus glasfaserverstärktem Kunststoff (UP-GF). Neben dieser Richtlinie sind folgende Normen zu beachten:

DIN EN 14364

Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Abwasserleitungen und -kanäle mit oder ohne Druck - Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP) - Festlegungen für Rohre, Formstücke und Verbindungen

DIN EN 1796

Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Wasserversorgung und -kanäle mit und ohne Druck - Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP)

DIN 16869

Rohre aus glasfaserstärktem Polyesterharz (UP-GF), geschleudert, gefüllt (Maße, Güteanforderungen).

DIN EN 1610

Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen

ATV DVWK - A 139

Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen

ATV DVWK - A 157

Bauwerke der Kanalisation

sowie die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften (UVV).

Die Verlegung der Rohrleitungen ist ingenieurmäßig und normgerecht zu planen und mit Fachpersonal auszuführen. Entsprechend fachgerechte und sorgfältige Verlegearbeiten sichern die dauerhafte Leistungsfähigkeit der qualitativ hochwertigen HOBAS Rohre.

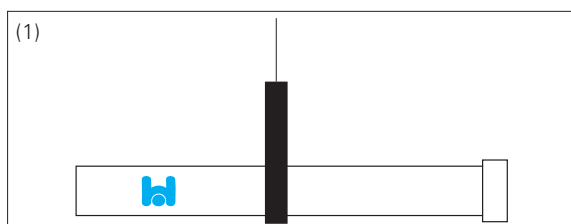
Weiterhin sind unsere Verkaufs-, Liefer- und Zahlungsbedingungen zu beachten.

2. Transport und Abladen

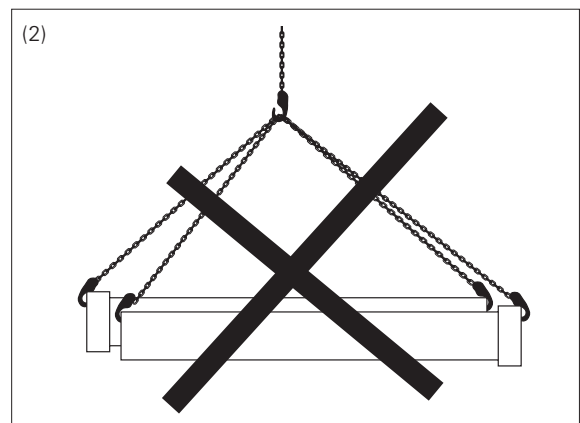
Grundsätzlich gelten für den Transport die gesetzlichen Bestimmungen der Straßen- und Kraftverkehrsordnung. Die Rohrleitungsteile sind mit geeigneten Fahrzeugen zu befördern und sachkundig auf- und abzuladen. Schlagbeanspruchungen sind zu vermeiden. Die Rohre werden üblicherweise als 6 m-Rohr mit einer aufgezogenen Kupplung geliefert.

Die werkseitige Verpackung wird der jeweiligen Transportart, wie z. B. Bahn, LKW oder Schiff angepaßt. Rohre verschiedener Durchmesser können durch Ineinanderschieben kostengünstig transportiert werden, wobei die eingeschobenen Rohre aufliegen und nicht in Stahlbändern hängen dürfen.

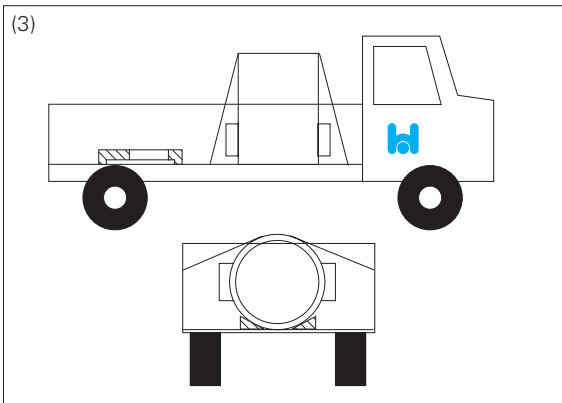
Beim Abladen darf das Anheben der Verpackungseinheiten nur einzeln mit Hebegurten oder dergleichen vorgenommen werden (1).



Die Verwendung von Haken, Drahtseilen, Ketten bzw. scharfkantigen Hebezeugen ist zu vermeiden, punktförmige Belastung ist auszuschließen (2).



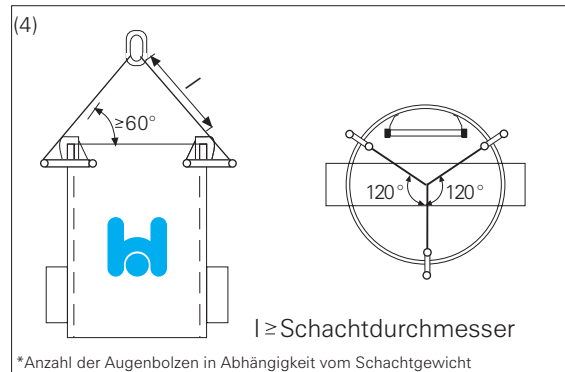
Das Auseinanderziehen bei eingeschobenen Rohren erfolgt mit geeigneten Hilfsmitteln, die eine Beschädigung der Rohrleitungsteile ausschließen. Die Stahlbänder bei eingeschobenen Rohren müssen sofort nach dem Abladen entfernt werden (schneiden und nicht aufmeißeln). Das Schleifen von Rohren über dem Erdboden oder langes Rollen ist unzulässig.



Für den Transport von Schächten und Sonderbauwerken gelten sinngemäß die gleichen Richtlinien. Schächte werden in Abhängigkeit von der Bauhöhe stehend oder liegend transportiert (3). Die Montage von losen Zubehörteilen (z. B. Abdeckplatten) erfolgt erst auf der Baustelle.

Das Abladen erfolgt vorzugsweise mit Hilfe in der Schachtwand eingebauter Bolzen, die das Einhängen von Seilen ermöglichen.

Wie beim Transport der Rohre ist auch bei Sonderbauwerken auf eine biege- und stoßbeanspruchungsfreie Verladung zu achten.

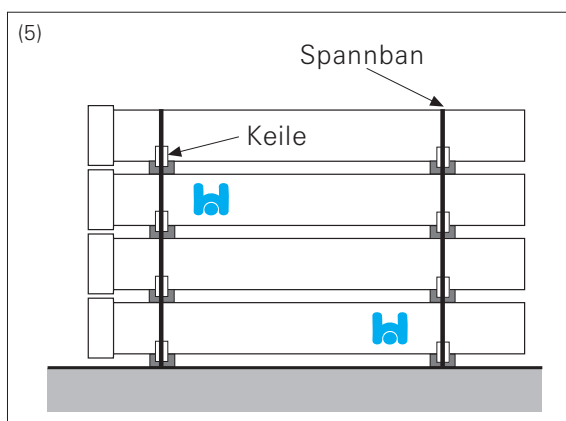


HOBAS Rohre und Formteile werden in den Werken von geschultem Personal verladen.

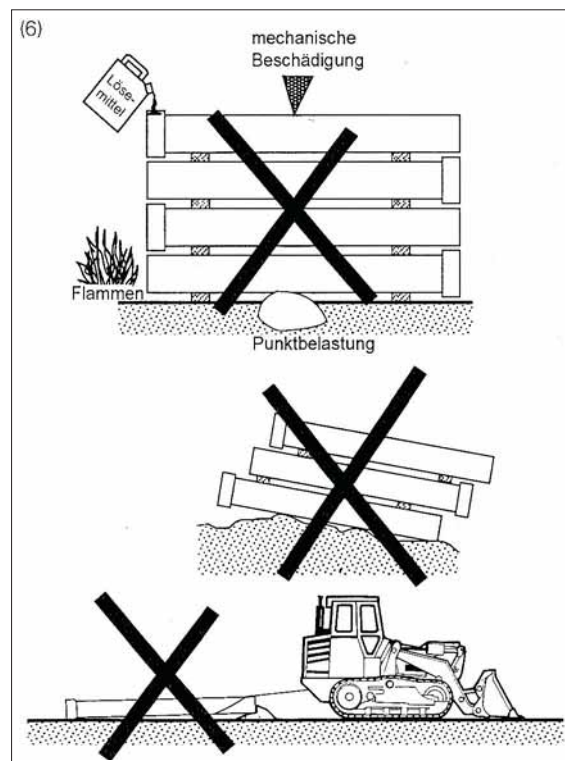
Trotzdem ist jede Lieferung nach dem Eintreffen auf Mängel zu überprüfen. Insbesondere ist auf beschädigte Rohrenden, starke Scheuer- und Eindruckstellen zu achten. Entdeckte Mängel sind sofort auf den dazugehörigen Fracht- und Lieferpapieren im Beisein des Spediteurs zu vermerken, um für Reklamationen berücksichtigt werden zu können. Die beschädigten Bauteile müssen gekennzeichnet und separat gelagert werden.

3. Lagerung

Die Originalverpackung, zumeist in Rohrpalettenform, eignet sich sowohl für den Transport als auch für die Lagerung. Die Rohre sollen auf ebenem Untergrund gelagert werden (5).



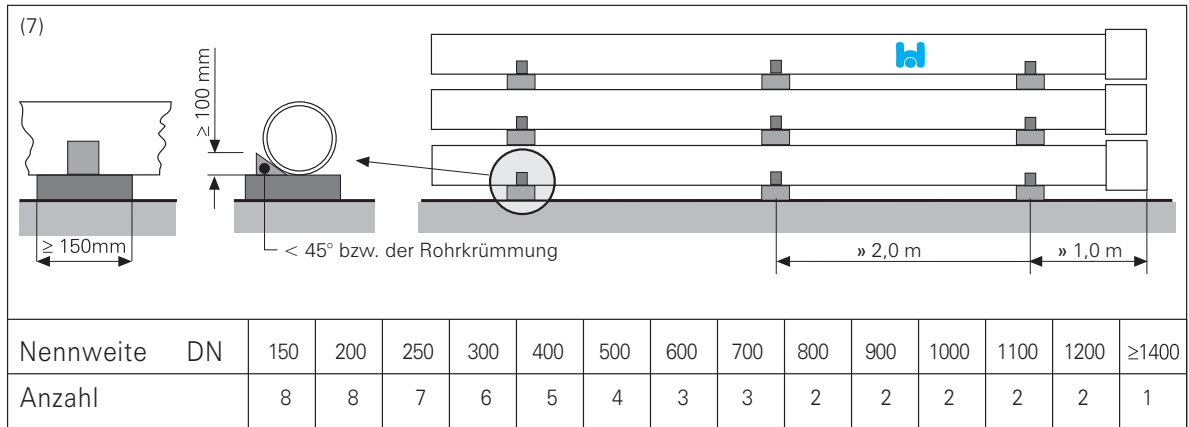
Intensiver Wärmeeinwirkung, Flammen, Löse-mittel usw. dürfen die Materialien nicht ausgesetzt werden. Rohre müssen vor mechanischen Beschädigungen, Verschmutzungen der Dichtungen und Punktbelastung geschützt werden (6).



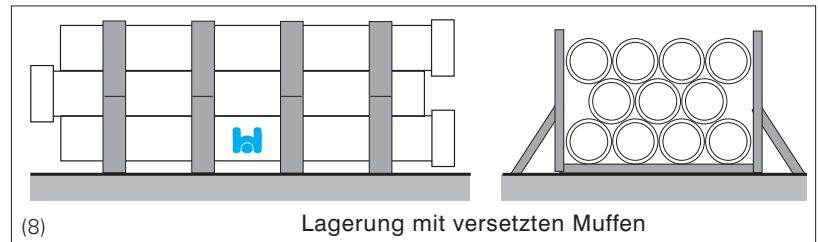
Soweit Rohre längs der Trasse ausgelegt werden, sind sie gegen Beschädigung und Lageveränderung zu schützen.

Bei nachträglicher Stapelung (7) ist die Stapelhöhe abhängig von den Bodenverhältnissen sowie örtlichen Verlade- und Sicherheitseinrichtungen.

Unter die erste Rohrlage sollten bereits Kanthölzer gelegt werden, um ein verschlammen durch abfließendes Regenwasser oder Anfrieren der Rohre zu vermeiden. Stapelhöhen über 3 m sind an der Baustelle aus Gründen der Unfallverhütung unzulässig. Die Lage der Rohre muß durch Unterlegen von Kanthölzern und Keilen stabilisiert werden.



Wird ohne Zwischenhölzer gelagert, so müssen die Rohre gegeneinander verschoben werden, um ein Aufsetzen der Muffen und Rohrenden zu vermeiden (8).



4. Erdverlegung

Rohrleitungen sind Ingenieurbauwerke, bei denen das Zusammenwirken von Rohr, Rohrverbindungen, Rohraufleger, Einbettung und Überschüttung die Grundlage für die Stand- und Betriebssicherheit bilden. Die Rohrsteifigkeit und die Bodensteifigkeit ergeben gemein-

sam die für die Erdverlegung wesentliche Systemsteifigkeit.

Die Qualität der eingesetzten Materialien und die Bauausführung sind die wichtigsten Voraussetzungen für die Güte des Rohrleitungsbauwerkes.

4.1 Rohrgraben

Die Rohrtrasse sollte so gewählt sein, daß eine möglichst gerade Linienführung erreicht wird, da Richtungsänderungen den Reibungsverlust ungünstig beeinflussen.

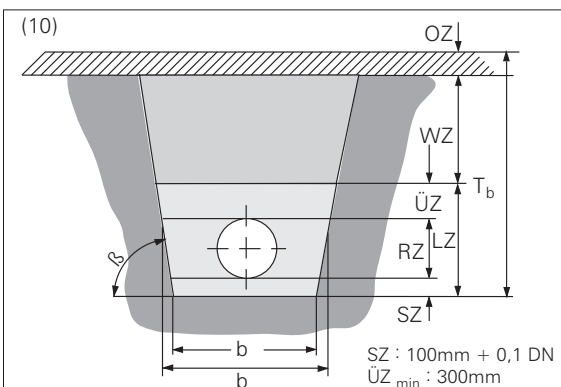
Gegengefälle sind zu vermeiden, wenn vorhanden, müssen Möglichkeiten zur Entlüftung an den Hochpunkten und Entleerung an den Tiefpunkten vorgesehen werden.

Für die Bemessung und Ausführung von Rohrgräben und Baugruben gelten die DIN 4124, DIN 18300, DIN 18303, DIN EN 1610 und DIN 19630 bzw. sind die örtlichen Verhältnisse zu beachten. Wichtig ist, die Grabenbreite mindestens so zu bemessen, daß die vorgesehene Verdichtung mit geeigneten Geräten durchgeführt werden kann (9), (10).

Mindestgrabenbreite gemäß DIN EN 1610 in Abhängigkeit von der					
DN	Nennweite DN			Grabentiefe	
	Mindestgrabenbreite (OD + x) m			Grabentiefe m	Mindestgrabenbreite m
	verbauter Graben	unverbauter Graben			
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$		
- 225	OD + 0,40	OD + 0,40		- 1,00	nicht angegeben
> 225 bis - 3 50	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40	> 1,00 bis - 1,75	0,80
> 350 bis - 700	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40	> 1,75 bis - 4,00	0,90
> 700 bis - 1200	OD + 0,85	OD + 0,85	OD + 0,40	> 4,00	1,00
> 1200	OD + 1,00	OD + 1,00	OD + 0,40		

Bei den Angaben OD + x entspricht x/2 dem Mindestabstand zwischen Rohr und Grabenwand bzw. Grabenverbau (Pölzung). Dabei ist:
 OD der Außendurchmesser, in m
 β der Böschungswinkel des unverbauten Grabens, gemessen gegen die Horizontale (9)

Aushubmaterial, das für den Einbau im Graben nicht verwendet werden kann, muß von geeignetem Wiederverfüllungsmaterial getrennt werden und in einiger Entfernung vom Rohrgraben gelagert werden.



OZ Oberzone (z. B. Straßenkörper, Humus)
 WZ Wiederverfüllungszone | ÜZ Überdeckungszone
 LZ Leitungszone | RZ e
 bg Rohrgabenbreite | SZ Rohrzone
 an der Grabensohle
 bs Rohrgabenbreite in der Höhe des
 Rohrscheitels

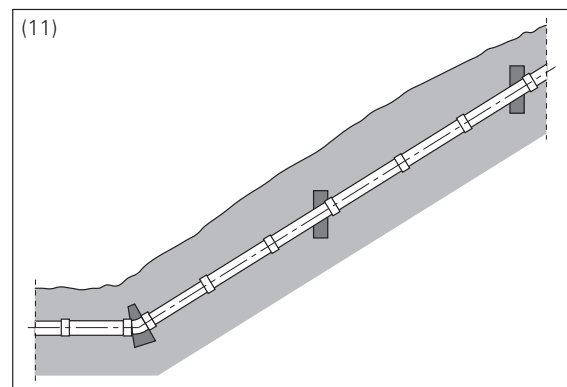
Bei Mehrfachleitungen ist ebenfalls nach (9) vorzugehen, wobei für die Dimensionierung des Abstandes zwischen den Rohren, das mit größerem Durchmesser maßgebend ist. Basis dafür ist, dass immer eine einwandfreie Verdichtung zwischen den Leitungen erfolgen kann. Bei Stufengräben ist sinngemäß vorzugehen, da der untere Grabenbereich zumeist vorher aufgefüllt wird.

In starken Gefällestrucken, z.B. an Hängen oder Bergen, sind Maßnahmen erforderlich, die ein Abrutschen der Rohrleitung verhindern. Dies wird in den meisten Fällen durch Betonriegel erreicht, die gleichfalls ein Abschwemmen der Auflageschicht und eine Unterspülung der Rohrleitung verhindern (11). Der Rohrgraben ist

während der Verlegung trocken zu halten. Dabei ist auch Oberflächenwasser vom Graben fernzuhalten.

Bei Rohrleitungen, die im Grundwasser liegen, ist die Auftriebssicherheit zu überprüfen und gegebenenfalls durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen.

Für Fragen zu minimalen bzw. maximalen Überdeckungshöhen sowie besonderen Einbaubedingungen steht Ihnen unser Technischer Dienst zur Verfügung. Im Bedarfsfall erstellen wir Ihnen einen statischen Nachweis gemäß ATV A-127.



4.2. Bodenarten

Sowohl der gewachsene Boden als auch das Bettungsmaterial müssen eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen. Gefrorener Boden darf in der Leitungszone nicht verwendet werden, ebenso darf gefrorener Grund nicht überschüttet werden.

HOBAS Rohre eignen sich auf Grund ihrer hervorragenden Eigenschaften auch für viele schwierige Bodenverhältnisse (12). Bei setzungsgefährdeten bzw. nicht tragfähigen Böden kann es notwendig sein, besondere

Maßnahmen zu treffen, die ein Absinken der Rohrleitung verhindern. Setzungsgefahr besteht insbesondere in Böden aus Torf, Mudde usw. Es empfiehlt sich ein Bodenaustausch

oder die Verwendung von Geotextilien, Schotterbett, Lattenrost usw. Voraussetzung dafür sind die Gründungsempfehlungen des Bauingenieurs gemäß Bodengutachten.

(12) BODENARTEN (gemäß ATV DVWK - A127)			Verformungsmodul E_B [N / mm ²] bei Verdichtungsgrad D_{Pr} [%]					
			$D_{Pr} = 85$	90	92	95	97	100
Gruppe 1 Nicht- bindige Böden, Kies	GE: Enggestufte Kiese GW: saubere Kiese mit Sand	GI: abwechselnd gestufte Kies-Sand-Gemische GU: Kies-Schluff-Gemisch (5-15*) GT: Kies-Ton-Gemisch (5-15*)	2	6	9	16	23	40
Gruppe 2 Nicht- bindige Böden, Sand	SE: Enggestufte Sande SW: weitgestufte Sand- Kies-Gemische	SI: Abwechselnd gestufte Sand-Kies-Gemische SU: Sand-Schluff-Gemisch (5-15*) ST: Sand-Ton-Gemisch (5-15*)	1,2	3	4	8	11	20
Gruppe 3 Bindige Misch- böden	GU: Kies-Schluff-Gemisch (15-40*) GT: Kies-Ton-Gemisch (15-40*)	SU: Sand-Schluff-Gemisch (15-40*) ST: Sand-Ton-Gemisch (15-40*)	0,8	2	3	5	8	13
Gruppe 4 Bindige Böden	UL: geringplastische Schluffe UM: mittelpplastische Schluffe TL: geringplastische Tone TA: ausgeprägtplastische Tone OU: Schluffe mit organischen Beimengungen	OT: Ton mit organischen Beimengungen OH: grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art OK: grob- bis gemischtkörniger Boden mit kalkigen, kieseligen Bildungen	0,6	1,5	2	4	6	10

* = Massen -% kleiner oder gleich 0,06 mm Korngröße

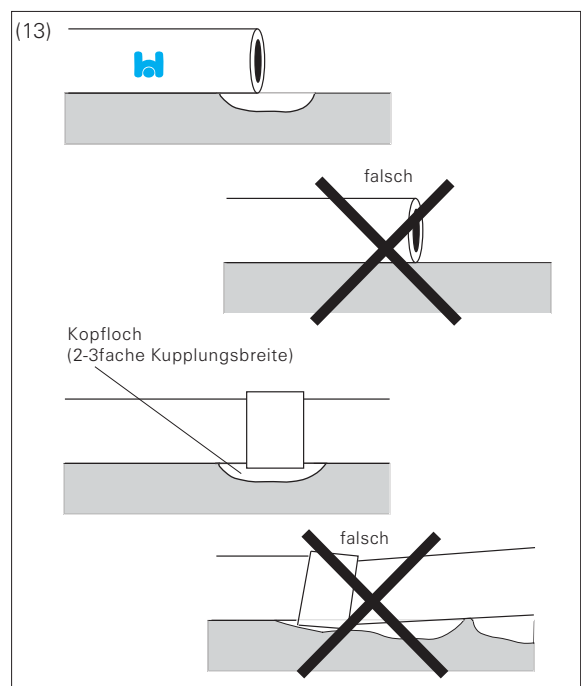
4.3. Sohlzone und Bettungsmaterial

Ein tragfähiges Rohrbett ist eine wichtige Voraussetzung für eine dauerhafte und gut funktionierende Rohrleitung.

Die Grabensohle ist entsprechend dem vorgeschriebenen Gefälle und der Verlegetiefe herzustellen. Jede Auflockerung des Bodens im Sohlbereich ist dabei zu vermeiden.

Ist es trotzdem zu einer Auflockerung gekommen, muß der Sohlbereich mit geeignetem Bodenmaterial ausgeglichen werden und gleichmäßig auf die ursprüngliche Lagerungsdichte bzw. auf die in der statischen Berechnung angesetzten Mindestverdichtung gebracht werden.

Wenn der gewachsene Boden aus Ton oder Schluff besteht, ist es zuweilen notwendig, zur Entwässerung eine Drainage zu legen und das nachfolgend beschriebene Auflager stärker auszuführen.



Anforderungen an das Bettungsmaterial	
Bodengruppe: G1, G2, Korngröße: ≤ 16 mm für Rohre ≤ DN 400 ≤ 32 mm für Rohre > DN 400	
Bei hohen Grundwasserständen oder drückendem Schichtenwasser ist ein feinteilfreies Material zu verwenden:	
Korngröße	4-8/8-16 mm für Rohre ≤ DN 400 16-32 mm für Rohre > DN 400

Zuerst wird auf der Aushubsohle das feste Auflager (SZ) aufgebracht, das in verdichtetem Zustand mindestens folgende Stärke aufweisen muß (10):

Sohlzone: 100 mm + 0,1 DN

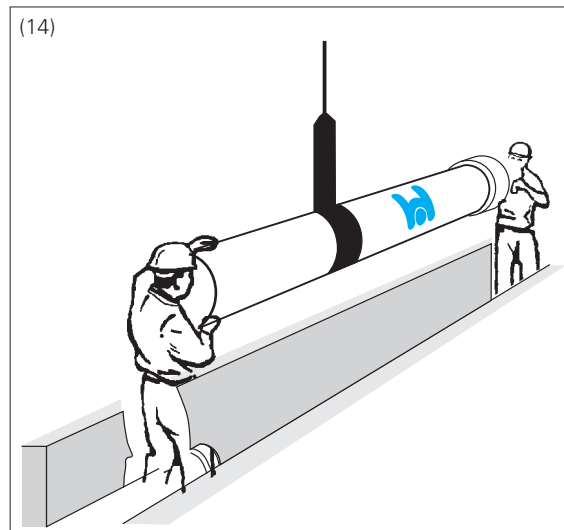
Auf das Auflager wird die ca. 30 - 50 mm starke Ausgleichsschicht lose geschüttet. Die Schicht ist lediglich eben und nicht vorgerundet auszuführen. Um ein glattes gleichmäßiges Aufliegen der Rohre zu gewährleisten, sind im Kuppungsbereich entsprechende Kopflöcher (ca. 2 - 3 fache Kuppungsbreite) vorzusehen. Die Mulden für die Kuppungen sind im Rohrbett so auszuführen, daß die Herstellung der Rohrverbindungen und deren Nachprüfung möglich sind und keine Auflagerdruckspitzen wirken (13).

4.4. Einbringen in den Rohrgraben

Alle Einbauteile sollten vor dem Ablassen in den Rohrgraben auf Beschädigungen überprüft werden.

Wir empfehlen Ihnen bei Unklarheiten, unseren Technischen Dienst zu konsultieren.

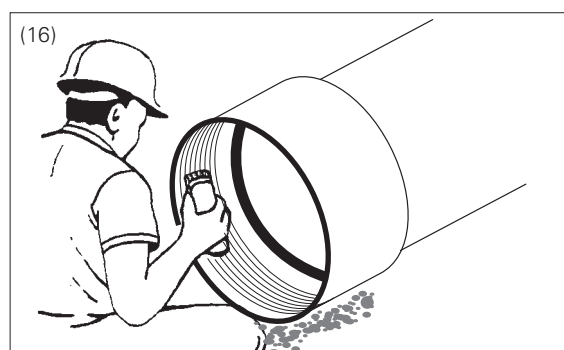
Das Einbringen der Einbauteile, insbesondere der Rohre, kann je nach Gewicht und örtlichen Verhältnissen bis etwa DN 400 von Hand erfolgen. Von Hebezeugen oder Aufhängungen dürfen keine Gefahren ausgehen, die das Material beschädigen könnten. Haken, Ketten, Drahtseile und andere Hilfsmittel, die zu scharfkantigen und stoßartigen Belastungen führen oder abgleiten können, sind unbedingt zu vermeiden. Es sollten daher Textilgurte verwendet werden (1), (2).

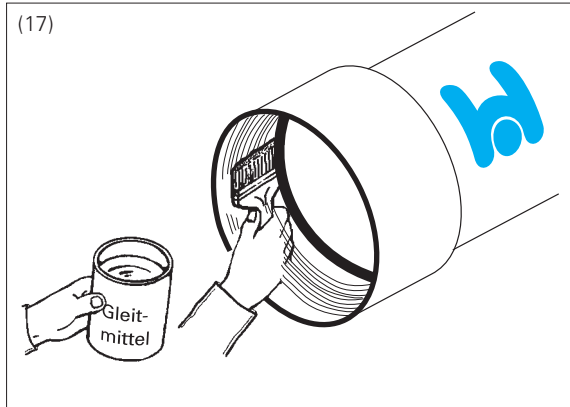


4.5. Montage der Rohrverbindungen

Vor der Montage ist die richtige Lage und Fixierung der Bauteile zu überprüfen. Die Rohre müssen über ihre gesamte Länge satt aufliegen, ausgenommen die Kopflöcher im Kuppungsbereich. Punkt- und Linienlasten sind nicht zulässig (siehe Pkt. 4.3. Sohlzone).

Unmittelbar vor dem Kuppeln der Rohre sind die Verbindungsflächen und insbesondere die Dichtelemente im Rillengebiet von allen Verschmutzungen zu befreien (15), (16).

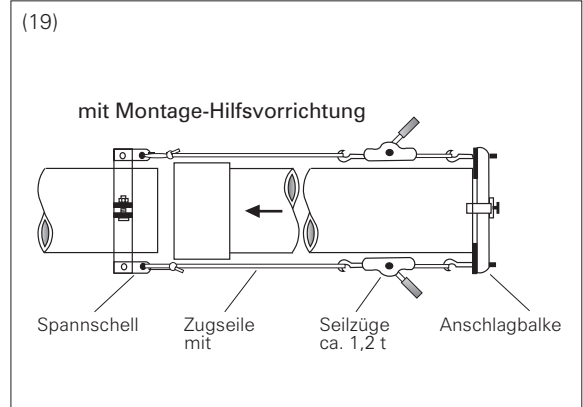
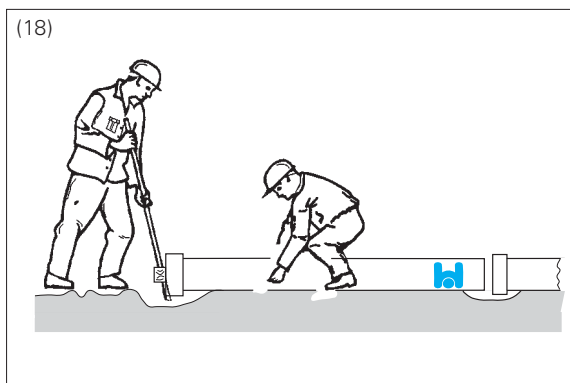




Anschließend werden Spitzende und Kupplung mit HOBAS Gleitmittel eingestrichen, um die Einschubkräfte zu minimieren (17).

Das Zusammenführen der Rohre in Richtung Rohrachse muß zentrisch erfolgen und kann z.B. bis etwa zur Nennweite DN 400 von Hand, größer als DN 400 mit Hebeln, Greifzügen, Winden, Pressen oder Baggerschaufel durchgeführt werden. Es ist unbedingt darauf zu achten, daß das Material während des Montagevorganges vor Beschädigungen geschützt wird (18).

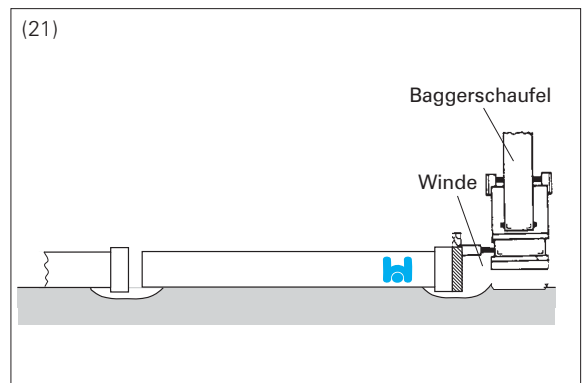
Geräte, die kein kontrolliertes Zusammenführen der Rohre sicherstellen oder Beschädigungen verursachen können, dürfen nicht verwendet werden. Auf die Rohrenden dürfen keine punktuellen Belastungen eingeleitet werden, daher ist es immer zweckmäßig, zur Lastverteilung ge-



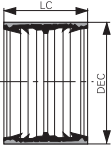

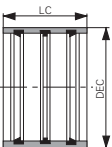
eignete Hilfsmittel zu verwenden (z. B. Kantholz) (19), (21).

Bei der Anwendung von Spezialkupplungen muß die Einschubtiefe zuvor überprüft werden und ggf. am Rohrende gekennzeichnet werden, um dauerhafte Dichtigkeit zu gewährleisten.

Formstücke werden im Zuge der laufenden Rohrverlegung wie Rohre eingebaut. Sie müssen achsgleich mit den Rohren gekuppelt und durch geeignete Maßnahmen gegen Verschieben infolge Innendruckbelastung bei nicht zugfesten Muffen gesichert werden. Jedes einzelne Rohr bzw. Formstück ist mit geeigneten Mitteln (Peilbretter, Nivellier-, Lasergerät usw.) entsprechend einzumessen. Verlegekorrekturen durch Drücken oder Schieben mit schwerem Gerät bzw. Schlägen sind zu unterlassen.

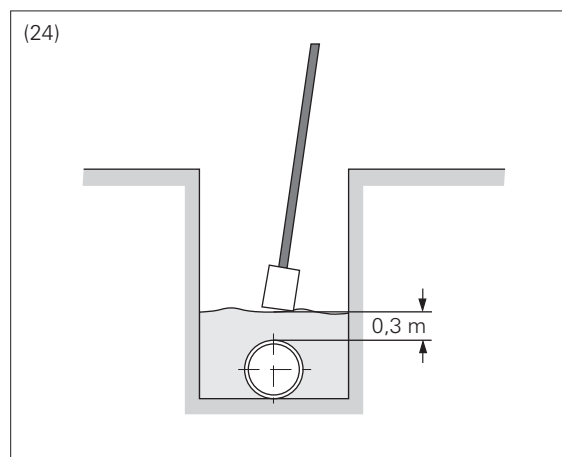
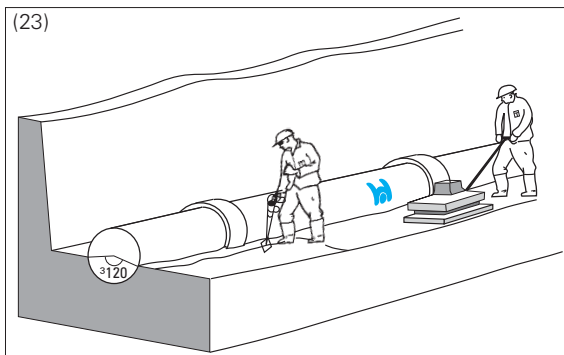


4.6. Kupplungsarten

(22) HOBAS KUPPLUNGEN				
Typ	Nennweiten DN	Abwinkelbarkeit		Verwendungszweck
		DN	α_{\max}	
FWC Sym. 	300 - 2400	≤ 500 600-900 1000-1400 ≥ 1400	3° 2° 1° $0,5^\circ$	Standardrohrverbindung für Kanal- und Druckrohre von DN 300 bis DN 2400
FWC-Asymmetrisch 	150-1200	≤ 500 > 500	3° 2°	Standardrohrverbindung für Kanal- und Druckrohre von DN 150 bis DN 1200
DC 	150 - 300	- 300	3°	Standardrohrverbindung für Kanalrohre von DN 150 bis DN 300

4.7. Einbetten der Rohre

Das Einbetten der Rohrleitung im Bereich der Rohrzone ist eine Teilarbeit der Ausbildung des Auflagers und bestimmt wesentlich die Belastbarkeit der Rohre. Falsches Einbetten kann zu übermäßigen Rohrverformungen führen. Durch Unterstopfen mit geeigneten Geräten (z. B. Handstampfer oder kleine Druckluftstampfer) ist das Auflagerbett entsprechend zu verdichten (23). Die Grabenbreite sowie die Höhe der Schüttlagen des Materials in der Rohrzone sind so zu wählen, daß das verwendete Verdichtungsgerät einwandfrei verdichten kann. Die Verdichtungsgeräte müssen so zu nutzen sein, daß eine Rohrbeschädigung ausgeschlossen wird. Insbesondere bei dünnwandigen Rohren kleineren Durchmessers sollte sorgsam vorgegangen werden.



Das Bettungsmaterial ist beiderseits der Leitung bis zu einer Höhe von 30 cm über Scheitel in Lagen von max. 30 cm Stärke anzuschütten und zu verdichten (24). Es ist besonders auf die Verdichtung in den Zwickeln unter dem Rohr zu achten. Über dem Scheitelbereich ist ggf. leichter zu verdichten, damit eine Rohrverformung ausgeschlossen wird.

Seitlich der Rohre innerhalb der Leitungszone (10) sollte mindestens der Verdichtungsgrad $D_{Pr} = 90\%$ bzw. der laut Statik ermittelte Wert erreicht werden.

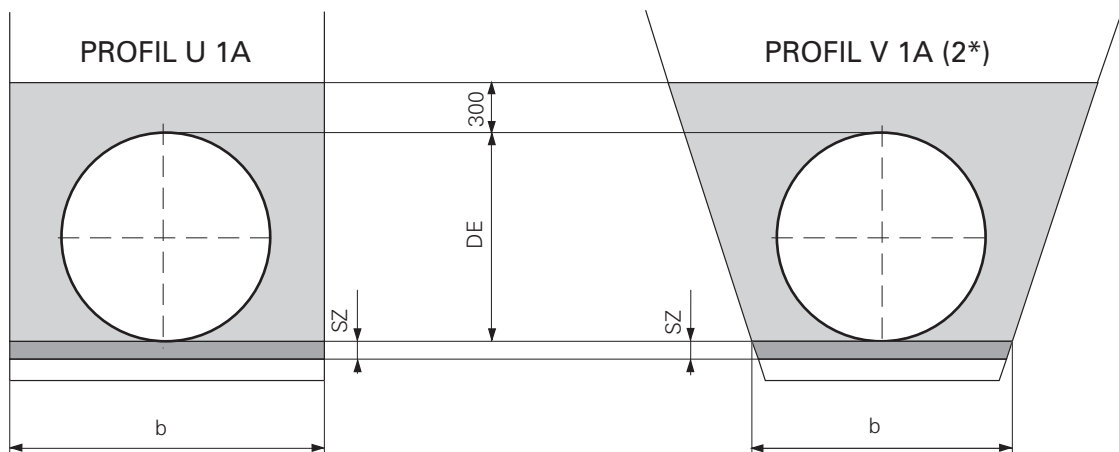
(25)

**Umhüllungsmaterialbedarf
für erdverlegte HOBAS Rohre**

Nennweite DN	Rohraußendurchmesser DA mm	PROFIL U 1A				PROFIL V 1A (2*)				Richtzeit pro m ¹ Leitung (ca.) Mann/ Std.	Richtzeit pro Rohrschnitt (ca.) Min.
		Sohlbreite nach DIN EN 1610 bg mm	Materialbedarf untere Bettungsschicht SZ= 100+0,1DN m ³ /m	Materialbedarf obere Bettungsschicht (Einbettung bis Kämpfer) m ³ /m	Materialbedarf Seitenverfüllung und Abdeckung (1*) m ³ /m	Sohlbreite nach DIN EN 1610 bg mm	Materialbedarf untere Bettungs- schicht SZ= 100+0,1DN m ³ /m	Materialbedarf obere Bettungsschicht (Einbettung bis Kämpfer) m ³ /m	Materialbedarf Seitenverfüllung und Abdeckung (1*) m ³ /m		
200	220	620	0,074	0,049	0,235	620	0,083	0,071	0,441	0,10	6
250	272	772	0,097	0,076	0,308	672	0,093	0,093	0,505	0,12	7
300	324	824	0,107	0,092	0,339	724	0,104	0,116	0,572	0,13	8
350	376	876	0,118	0,109	0,372	776	0,115	0,140	0,643	0,13	9
400	427	1127	0,158	0,169	0,507	827	0,127	0,166	0,715	0,15	10
500	530	1230	0,185	0,216	0,585	930	0,152	0,223	0,870	0,20	12
600	616	1316	0,211	0,256	0,651	1016	0,177	0,276	1,011	0,25	14
700	718	1418	0,241	0,307	0,732	1118	0,207	0,344	1,188	0,30	16
800	820	1670	0,301	0,421	0,922	1220	0,238	0,418	1,377	0,35	18
900	924	1774	0,337	0,484	1,017	1324	0,272	0,501	1,583	0,40	20
1000	1026	1876	0,375	0,549	1,112	1426	0,308	0,589	1,797	0,45	22
1100	1099	1949	0,409	0,597	1,181	1499	0,340	0,657	1,961	0,50	24
1200	1229	2079	0,457	0,684	1,308	1629	0,386	0,782	2,261	0,60	27
1400	1434	2434	0,584	0,938	1,668	1834	0,473	1,003	2,779	0,70	29
1500	1499	2499	0,625	0,991	1,740	1899	0,511	1,082	2,958	0,75	30
1600	1638	2638	0,686	1,107	1,898	2038	0,569	1,249	3,344	0,80	32
1800	1842	2842	0,796	1,285	2,138	2242	0,673	1,520	3,959	0,90	36
2000	2047	3047	0,914	1,473	2,387	2447	0,786	1,818	4,627	1,00	40

(1*) Der Berechnung wurde eine Höhe von 30 cm über Rohrscheitel zugrunde gelegt.
Andere Schichtdicken der Abdeckung nach Vorgabe des Planers.

(2*) Böschungswinkel 60°




Um die notwendige Verdichtung erzielen zu können, ist der Rohrgraben wasserfrei zu halten. Die Rohrleitung darf durch Verdichtungsarbeiten nicht nach der Seite oder in die Höhe verschoben werden. Leichte Rohre sind beim Einbetten in ihrer Höhenlage zu sichern (bis etwa DN 350).

Erforderlichenfalls soll deshalb gleichzeitig von beiden Seiten angeschüttet und verdichtet bzw. die Leitung abschnittsweise mit Bettungsmaterial beschwert werden. Im Bereich der Einbettungszone sollte von Hand verdichtet bzw. können leichte Vibrationsstampfer (max. Dienstgewicht 0,3 kN)


oder leichte Rüttelplatten (max. Dienstgewicht 1KN) mit entsprechender Verdichtungstiefe eingesetzt werden.

Für die Einbettung soll, von Ausnahmen abgesehen, nur verdichtungsfähiger Boden G1, G2 verwendet werden. Abstufungen und Korngröße siehe unter 4.2. Bodenarten und 4.3. Sohlzone.

(26) **Verdichtungsgeräte**

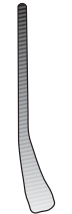


Druckluftstamper mittel (z. B. Gießereihammer)
KURZ (zum Unterstopfen der Rohrleitung, RZ)
LANG (zum Unterstopfen der Rohrleitung und zum Verdichten in der Rohrzone anwendbar, SZ, RZ)

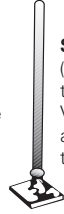


Vibrationsstamper mittel
Dienstgewicht ca. 0,30 kN
(zum Verdichten der Rohr- und Überdeckungszone, RZ, ÜZ)

Dienstgewicht ca. 0,60 kN
(zum Verdichten der Sohlzone und der Wiederverfüllungszone bis zum oberen Ende des Sicherheitsbereiches, SZ, WZ)



Holz-Stamper:
(zum Unterstopfen der Rohrleitung, teilweise in Rohrzone anzuwenden, RZ)



Stahlfuß-Flachstamper:
(mit abgerundeten Kanten für die seitliche Verdichtung, anzuwenden teilweise in RZ und ÜZ)

Die in der statischen Berechnung vorausgesetzte Lagerungsdichte des Bodens in der Leitungszone ist durch entsprechende Verdichtung gesichert herzustellen. Es ist unbedingt darauf zu achten, daß die Verdichtung in der Einbettungszone mindestens den Wert der Rohrüberschüttung erreicht.

Wird mit Verbau gearbeitet, so soll dieser lagenweise gezogen und das Bettungsmaterial lagenweise verdichtet werden. So wird eine höhere Rohrbelastung oder eine Rohrverschiebung vermieden. In jedem Fall sollte die Wahl des Verbautypes und der Rückbaumaßnahmen den statischen Berechnungen entsprechen.

Geräteart	Dienstgewicht	Verdichtbarkeitsklassen									
		V 1 *)			V 2 *)			V 3 *)			
	[kg]	Eignung	Schütt-höhe [cm]	Zahl der Über-gänge	Eignung	Schütt-höhe [cm]	Zahl der Über-gänge	Eignung	Schütt-höhe [cm]	Zahl der Über-gänge	
1. Leichte Verdichtungsgeräte (vorwiegend für die Leitungszone)											
Vibrations-stamper	leicht	-25	+	-15	2-4	+	-15	2-4	+	-10	2-4
	mittel	25-60	+	20-40	2-4	+	15-30	3-4	+	10-30	2-4
Flächen-rüttler	leicht	-100	+	-20	3-5	o	-15	4-6	-	-	-
	mittel	100-300	+	20-30	3-5	o	15-25	4-6	-	-	-
Vibrations-walzen	leicht	-600	+	20-30	4-6		o	5-6	-	-	-
2. Mittlere und schwere Verdichtungsgeräte (oberhalb der Leitungszone ab 1 m Überdeckungshöhe)											
Vibrations-stamper	mittel	25-60	+	20-40	2-4	+	15-30	2-4	+	10-30	2-4
	schwer	60-200	+	40-50	2-4	+	20-40	2-4	+	20-30	2-4
Explosions-stamper	mittel	100-500	o	20-40	3-4	+	25-35	3-4	+	20-30	3-5
	schwer	> 500	o	30-50	3-4	+	30-50	3-4	+	30-40	3-5
Flächen-rüttler	mittel	300-750	+	30-50	3-5	o	20-40	3-5	-	-	-
									-	-	-
Vibrations-walzen	mittel	600-8000	+	20-50	4-6	+	20-40	5-6	-	-	-

+ = empfohlen o = meist geeignet - = ungeeignet

*V1 = Nichtbindige und schwachbindige Böden (z.B. Sand und Kies); V2 = Bindige, gemischt-körnige Böden (Kies und Sand mit größerem Ton- oder Schuttanteil); V3 = Bindige, feinkörnige Böden (Tone und Schluffe).

Quelle: ATV A 139 2001

4.8. Verfüllung des Rohrgrabens

Im Anschluß an die Einbettungszone folgt der Überschüttungsbereich. Hier ist neben der DIN EN 1610 insbesondere das Merkblatt über das Verfüllen von Leitungsgräben (Forschungsgesellschaft für Straßenwesen) anzuwenden. Das Füllen und Überschütten soll lagenweise in solchen Schichthöhen vorgenommen werden, daß einerseits die Standsicherheit der Rohrleitung nicht gefährdet ist und andererseits ausreichend verdichtet werden kann.

Von 0,3 bis 1,0 m Scheitelüberdeckung kann mit mittlerem Vibrationsstampfer (26) (max. Dienstgewicht 0,6 KN) oder Rüttelplatte (27) (max.

Dienstgewicht 5 KN) verdichtet werden. Mittlere und schwere Stampf- und Rüttelgeräte sind erst ab einer Überdeckung von 1 m zulässig. Das Verdichten des Bodens über der Rohrleitung mit Fallgewichten oder drücken mit Baggerschaufeln ist nicht zulässig.

Besondere Belastungen während des Einbaustandes durch schwere Geräte oder Baufahrzeuge, die nicht den statischen Bedingungen im eingebauten Zustand entsprechen, müssen durch eine gesonderte statische Berechnung nachgewiesen werden.

5. Dichtheitsprüfung

5.1. Wasserprüfung für Kanäle

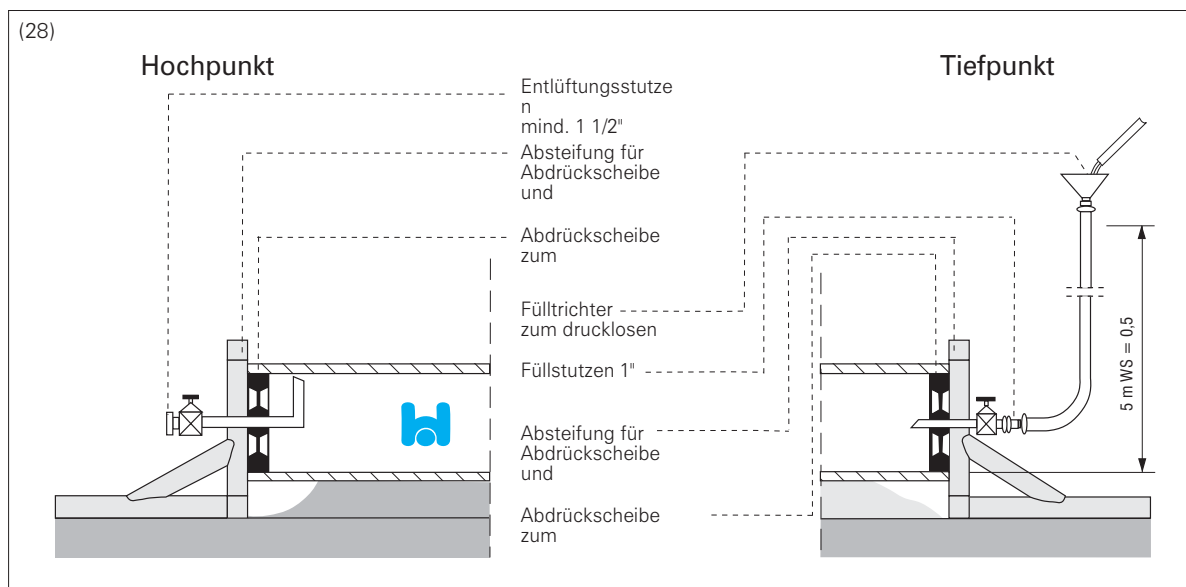
Kanalleitungen und Schächte müssen nach DIN EN 1610 auf Dichtheit geprüft werden, um Boden und Grundwasser vor Verunreinigungen zu schützen, aber auch zu verhindern, daß in die Kanalisation eindringendes Grundwasser die Abwasseranlagen unnötig belastet.

Es können die einzelnen Rohrverbindungen, Leitungsabschnitte oder ganze Haltungen geprüft werden. Nicht eingebettete oder teilweise abgedeckte Leitungen müssen durch geeignete Lagesicherungen vor Bewegungen geschützt werden. Besonders bei Formteilen ist dieses zu

beachten. Die Leitung ist luftfrei vom Leitungstiefpunkt aus langsam und drucklos zu füllen.

Am Hochpunkt des Prüfabschnittes ist eine ausreichend große Entlüftungsmöglichkeit vorzusehen, über die die in der Rohrleitung enthaltene Luft entweichen kann (28).

Nach Beendigung des Füllvorganges sollte die Leitung etwa 1 Stunde unter 0,5 bar Wasserdruck stehen, um der noch in der Leitung (Abzweigstutzen, Muffenkammern) verbleibenden Luft die Möglichkeit zum allmählichen Entweichen zu geben. Die Luft, die nicht entweicht, kann in diesem Zeitraum die Wassertemperatur annehmen. Dadurch können Volumenänderungen in der Leitung weitestgehend vermieden werden.



Zur Prüfung sind Standrohre oder geeignete Druckmeßgeräte zu verwenden. Kanäle sind mit 0,1 bis 0,5 bar Überdruck, gemessen über dem tiefsten vom Wasser benetzten Punkt der zu prüfenden Rohrstrecke, zu prüfen (29).

Die Prüfdauer beträgt 30 Minuten. Dabei ist der Prüfdruck gegebenenfalls unter ständigem Nachfüllen der für die Wasseraufnahme benötigten Wassermenge zu halten.

(29) Dichtheitsprüfung nach DIN EN 1610																	
Prüfdruck		Vorfüllzeit			Prüfdauer			Zulässige Wasserzugabe l/m ² benetzte Innenfläche									
10 - 50 kPa (0,1-0,5 bar)		1 h			30 ± 1 min.			0,15 (Rohrleitungen) 0,2 (Rohrleitungen und Schächte) 0,4 (Schächte und Inspektionsöffnungen)									
Zulässige Wasserzugaben z.B. SN 10000 N/m ²																	
DN	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Di	159	208	258	308	357	406	505	587	685	783	882	980	1175	1376	1566	1762	1958
zulässige Wasserzugabe l/m für Rohrleitungen und Schächte	0,1	0,131	0,162	0,193	0,224	0,255	0,317	0,369	0,430	0,492	0,554	0,615	0,738	0,844	0,983	1,106	1,229
zulässige Wasserzugabe l/m für Rohre u. Muffenprüfung	0,075	0,098	0,121	0,145	0,168	0,191	0,238	0,276	0,323	0,369	0,415	0,462	0,553	0,648	0,738	0,83	0,922

5. 2. Luftprüfung gemäß DIN EN 1610

5. 2. 1. Vorbemerkungen

Seit Oktober 1997 ist die Prüfung der Dichtheit mit dem Medium Luft durch die DIN EN 1610 genormt. Zuvor wurde diese Methode in ver-

schiedenen Varianten zum Beispiel schon in Österreich, Großbritannien, Schweden und Bayern eingesetzt.

5. 2. 2. Durchführung

Die Prüfzeit für Rohrleitungen ohne Schächte und Inspektionsöffnungen ist unter Berücksichtigung von Rohrdurchmessern und Prüfverfahren (LA; LB, LC; LD) aus folgender Tabelle zu entnehmen. Das Prüfverfahren sollte durch den Auftraggeber bestimmt werden. Geeignete luftdichte Verschlüsse sind zu verwenden, um Meßfehler infolge der Prüfapparatur auszuschließen. Besondere Vorsicht ist aus Sicherheitsgründen während der Prüfung an großen DN erforderlich. Die Prüfung von Schächten und Inspektionsöffnungen mit Luft ist in der Praxis schwierig durchzuführen.

Anmerkung: Bis ausreichende Erfahrungen zur Prüfung von Schächten und Inspektionsöffnungen mit Luft vorliegen, wird vorgeschlagen, Prüfzeiten zu verwenden, die halb so lang sind, wie die für Rohrleitungen gleicher Durchmesser.

Ein Anfangsdruck, der den erforderlichen Prüfdruck um etwa 10% überschreitet, ist zuerst für etwa 5 min aufrecht zu erhalten. Der Druck für Δp ist dann nach dem in der Tabelle für die Verfahren LA, LB, LC oder LD enthaltenen Prüfdruck einzustellen. Falls der nach der Prüfzeit gemessene Druckabfall Δp geringer ist

als der in der Tabelle angegebene Wert, entspricht die Rohrleitung den Anforderungen. Die zur Messung des Druckabfalls eingesetzten

Geräte müssen die Messung mit einer Fehlergrenze von 10% Δp sicherstellen. Für die Messung der Prüfzeit beträgt die Fehlergrenze 5 s.

Prüfverfahren	$\rho_o^*)$ mbar (kPa)	Δp (kPa)	t/Prüfzeit (Minuten)						
			DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1000
LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	5	7	10	14	19	24
LB	50 (5)	10 (1)	4	4	6	7	11	15	19
LC	100 (10)	15 (1,5)	3	3	4	5	8	11	14
LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7
K_p -Wert**			0,058	0,058	0,040	0,030	0,020	0,015	0,012

*) Druck über Atmosphärendruck
 **) $t = \frac{1}{K_p} \cdot \ln \frac{P_o}{P_o - \Delta p}$ $K_p = \frac{12}{DN}$ mit einem Höchstwert von 0,058, wobei r bei r - 5 min auf die nähere 0,5 Minute und bei r > 5 min auf die nähere min gerundet ist.

6. Druckprüfung

6.1. Grundlage

Bei neuverlegten Druckleitungen ist in der Regel eine Druckprüfung vorgesehen. Zweck dieser Prüfung ist der Nachweis der Dichtheit der Rohre, der Rohrverbindungen und der Rohrleitungsteile sowie der gesicherten Lage

der Leitung. Die folgenden Ausführungen entsprechen sinngemäß der DIN 4279, da zum Zeitpunkt der Drucklegung die Prüfung von GFK-Rohren in Deutschland noch nicht genormt war.

6.2. Vorbereitung

Die Rohrleitung muß entsprechend der Verlegeanleitung montiert sein. Sicherheitsventile, Berstscheiben und ähnliches dürfen nicht eingebaut werden. Alle Armaturen innerhalb des zu prüfenden Systems müssen während der Prüfung geöffnet sein. Es muß sichergestellt sein, daß der Prüfdruck keine Lageveränderung der Rohrleitung bewirken kann.

Bei nicht längskraftschlüssigen Verbindungen oder Kompensatoren ohne Endbegrenzung ist die Leitung an den Enden, Bögen, Abzweigern, Abwinkelungen in den Kupplungen und Absperrrichtungen ausreichend zu sichern. Bei geraden Leitungsstücken genügt es, die Rohre durch Erdaufschüttungen zu beschweren, nachdem sie gut eingebettet wurden.

Zur Druckprüfung sollten zwei voneinander unabhängig wirkende Prüfgeräte mit ausreichender Ablesegenauigkeit (32) vorhanden sein, wobei ein Gerät möglichst einen schriftlichen Nachweis erstellt (Druckschreiber). Unter Punkt 6.8. finden Sie einen Vorschlag für ein Prüfprotokoll.

(32) Ablesegenauigkeit des Druckmeßgerätes	
Prüfdruckbereich	Ablesegenauigkeit
bis 10 bar bis 25 bar	0,1 bar 0,2 bar

6.3. Prüfstrecken

Die zu wählenden Längen der Prüfstrecken hängen von den örtlichen Verhältnissen ab. In der Regel sollen Teilstrecken mit kleinen Rohrennweiten 500 m und bei großen Nennweiten 1500 m nicht überschreiten.

Wird in Ausnahmefällen eine Prüfstrecke aus Rohrleitungsteilen zweier verschiedener Nenn-

drücke geprüft (z. B. bei Taldurchquerungen), so ist die Länge der Prüfstrecke so zu wählen, daß der Prüfdruck eines Leitungsabschnittes in keinem Fall den 1,5fachen Nennndruck des eingesetzten Rohrmaterials übersteigen darf.

6.4. Füllen der Leitung

Die Leitung ist mit Wasser, bei Trinkwasserleitungen mit Trinkwasserqualität, so zu füllen, daß sie ausreichend luftfrei ist. Die Leitung wird deshalb zweckmäßig vom Leitungstiefpunkt aus drucklos und so langsam gefüllt, daß an den ausreichend groß bemessenen Entlüftungsstellen der Leitungshochpunkte die in der Rohrleitung enthaltene Luft leicht entweichen kann. Falls Druckprüfungen bei Außentemperaturen um den Gefrierpunkt ausgeführt werden müssen, sind mit der Baustellenleitung entsprechende Vorsichtsmaßnahmen zu vereinbaren.

Bei Frost darf kein Wasser in der Leitung verbleiben. Druckprüfungen sind dann einzustellen und die Leitungen umgehend zu entleeren. Nach Füllung ist die Leitung, wenn irgend möglich, zur nochmaligen gründlichen Entlüftung unter geringem Überdruck so lange zu spülen, bis das Wasser an der Entlüftungsöffnung blasenfrei ausfließt. Die Öffnungen sind vor der Prüfung druckdicht zu verschließen. Um Schäden beim Füllen der Leitung zu vermeiden, sollten folgende Füllmengen nicht überschritten werden (33).

(33) Zulässige Füllmengen												
DN	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000
Füllmengen l/s	1	1,5	2	3	4	6	9	13	18	24	30	38

6.5. Aufbringen des Innendruckes - Vorprüfung

Die Druckprüfung besteht aus einer Vor- und einer Hauptprüfung. Die Vorprüfung hat die Aufgabe, die innendruck-, zeit- und temperaturabhängige Volumenänderung innerhalb der HOBAS Druckrohrleitung soweit zum Stillstand zu bringen, daß die direkt anschließende Hauptprüfung eine eindeutige Aussage über die Dichtigkeit der Prüfstrecke zuläßt. Der Innendruck der gefüllten Leitung ist

stufenweise bis zum Erreichen des Nennndruckes, mindestens aber bis zu 40 % des Prüfdruckes, zu steigern. Anschließend wird auf Prüfdruck erhöht und 6 Stunden stehen gelassen. Bei Druckabfall sollte jede Stunde nachgepumpt werden. Im Einzelfall kann in Abstimmung mit dem Auftraggeber auf eine Vorprüfung verzichtet werden.

6.6. Hauptprüfung

Unmittelbar nach erfolgreicher Vorprüfung wird die Hauptprüfung durchgeführt. Als Rohrleitungsnennndruck wird der geringste in der Prüfstrecke vorkommende Nennndruck eines Rohrleitungssystems bezeichnet. Ergibt sich aufgrund der eingebauten Rohrleitungsteile ein

Rohrleitungsnennndruck, der höher ist als der erforderliche, so gilt bezüglich des Prüfdruckes im allgemeinen der erforderliche Rohrleitungsnennndruck gemäß nachstehender Tabelle (34):

(34) Prüfdruck	Rohrleitungsnenndruck PN	
	PN ≤ 10	PN > 10
an der Prüfstelle	1,5 facher höchster Betriebsdruck 1)	höchster Betriebsdruck 1) + 5 bar
am tiefsten Punkt der Prüfstrecke	< 1,5 PN	< 1,5 PN
am höchsten Punkt der Prüfstrecke	> 1,1 PN	> 10 bar
1) In Gravitationsleitungen entspricht dem höchsten Betriebsdruck der Ruhenetzdruck.		
Prüfdauer: 1 h	Zulässiger Druckabfall: 0,2 bar	

Im Einzelfall darf der Prüfdruck bei schwierigen Boden- und Einbauverhältnissen niedriger als nach obiger Tabelle (34) gewählt werden, wenn dies in Hinblick auf die Ausführung der Widerlager bzw. der Verankerungen geboten erscheint. Es sollte jedoch in keinem Fall der 1,1fache Nenndruck als Prüfdruck unterschritten werden.

Für die Auswertung sind insbesondere Temperatureinflüsse zu beobachten. Bei Undichtigkeiten ist nach Beseitigung der Mängel die Prüfung zu wiederholen.

7.7. Kurzprüfung

Die Kurzprüfung sollte mit dem Auftraggeber abgestimmt werden.

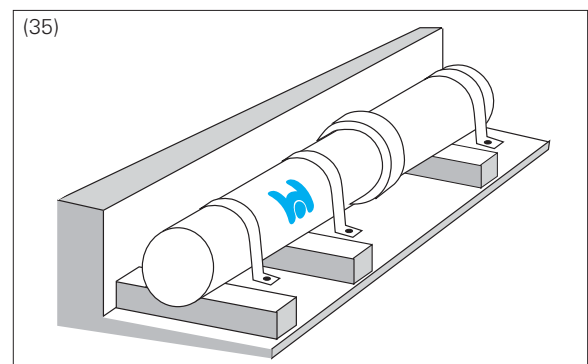
Prüfdruck:	1,5 x Nenndruck
Prüfdauer:	1 Stunde
Zulässiger Druckabfall:	0,5 bar

7.8. Vorschlag für ein Protokoll zur Druckprüfung (36), (Siehe S. 17)

7. Einbetonieren von Rohren

Ist eine Einbetonierung vorgesehen oder aufgrund besonderer Einsatzbedingungen notwendig, eignen sich alle HOBAS Rohrklassen. Zunächst werden die vorbereitenden Arbeiten bis einschließlich Herstellen der Sohlzone wie bei der Erdverlegung von HOBAS Rohren durchgeführt. Anschließend wird eine Betonsohle hergestellt. Es ist darauf zu achten, daß das Rohr nicht auf der Sohle aufliegt, sondern 5 bis 10 cm höher angeordnet wird (Unterlagen aus Beton, nicht aus Holz). Es empfiehlt sich, in der Sohle gleichzeitig Spannstahlbügel (z. B. Kistenband) mit einzulegen, die später zum Sichern der Rohre gegen Auftrieb während der Betonierung genutzt werden. Pro Rohr sind mindestens drei Bänder zu verwenden (35).

In Gräben mit Verbau kann ein verkeiltes Kantholz über die ganze Rohrlänge den gleichen Zweck erfüllen. Das Kantholz wird nach dem Einbringen und Rütteln des Betons entfernt (37).



(36)

Prüfprotokoll

1. Angaben zur Prüfstrecke

Baustelle: _____
 Prüfstrecke: von _____ bi _____
 Länge: _____
 Auftraggeber: _____
 Auftragnehmer (Verlegefirma): _____
 Rohrleitungs-nennndruck (siehe Tabelle S.18): _____ PN _____
 Rohrlieferant: _____
 Rohrhersteller: _____
 Art der Rohrverbindung: _____
 Rohrwerkstoff: _____ D _____ PN _____

2. Prüfdaten

Ruhenetzdruck an der Prüfstelle _____ ba
 Prüfdruck an der Prüfstelle _____ r
 ergibt an der tiefstliegenden Stelle der Prüfstrecke _____ ba
 ergibt an der höchstliegenden Stelle der Prüfstrecke _____ r
 Kontrollmanometer Nr. _____
 Wassermesser Nr. _____

3. Druckprüfung

Lufttemperatur zu Beginn _____ °C
 Lufttemperatur am Ende der Prüfdauer _____ °C
 Prüfdauer _____ mi
 Druckabfall während der Druckprüfung _____ bar, d.i. nicht*) zulässig
 Wasserzugabe während der Druckprüfung _____ l/m², d.i. nicht*) zulässig

4. Feststellungen während der Prüfung

- a) an den Druckmeßgeräten _____
- b) an den Rohren und Formstücken _____
- c) an den Armaturen _____
- d) an den Rohrverbindungen _____
- e) an den Widerlagern und Verankerungen _____
- f) Sonstiges, Wiederholung der Druckprüfungen mit ihren Ergebnissen und den durchgeführten Leitungsverbesserungen _____

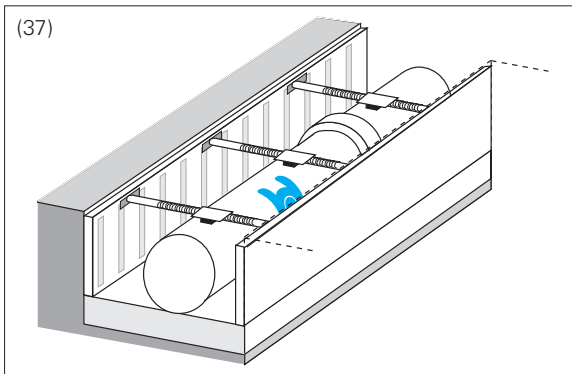
5. Ergebnis der Druckprüfung

Es wird festgestellt, daß die geprüfte Strecke den Prüfanforderungen -nicht*)- entspricht.

 Gegenzeichnung f. d. Auftragnehmer

 Unterschrift f. d. Auftraggeber

*) Nichtzutreffendes streichen



Die Montage der Rohre und Formstücke geschieht wie bei der Erdverlegung.

Der Hüllbeton kann maschinell eingebracht werden. Das Einbringen soll gleichmäßig auf beiden Rohrseiten erfolgen. Bei Pumpbeton muß vorsichtiger gearbeitet werden. Dort sind eventuell eine weitere Auftriebssicherung und ein stärkerer Rohrtyp notwendig.

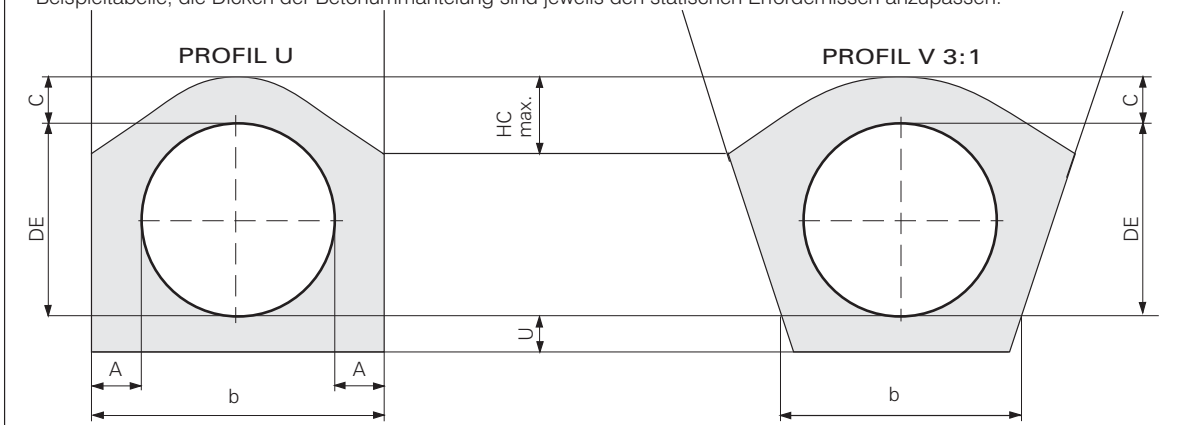
Diese Abstützungsvariante sollte allerdings nur bei kleinen Durchmessern (bis DN 400) durchgeführt werden.

Für die Montage der einbetonierten Leitungen können Sie als Richtwerte folgende Montagezeiten bzw. Betonmengen ansetzen (38):

(38) **Betonbedarf für einbetonierte HOBAS Rohre***

Nennweite NW mm	Rohr-Aussen- durchmesser DE mm	Kalottenhöhe c mm	Bettungsdicke/ Verdämmungs- abstand A= U	max 0,25 (DE + 2 c) HC mm	PROFIL U			PROFIL V 3:1		
					Sohlenbreite bg mm	Hüllbeton- bedarf mit Sohle m ³ /m ¹	Material- verdrängung mit Sohle m ³ /m ¹	Sohlenbreite ca. bzw. nach (9) bg mm	Hüllbeton- bedarf mit Sohle m ³ /m ¹	Material- verdrängung mit Sohle m ³ /m ¹
200	220	100	200	105	620	0,252	0,290	504,4	0,270	0,308
250	272	100	200	118	672	0,288	0,346	544,9	0,309	0,367
300	324	100	200	131	724	0,323	0,406	585,3	0,348	0,431
350	376	100	200	144	776	0,360	0,471	625,8	0,389	0,450
400	427	100	200	157	827	0,396	0,539	665,4	0,429	0,572
500	530	100	200	182	930	0,471	0,692	745,5	0,513	0,734
600	616	100	200	204	1016	0,536	0,834	812,4	0,587	0,885
700	718	100	200	229	1118	0,615	1,020	891,8	0,677	1,082
800	820	100	200	255	1220	0,696	1,224	971,1	0,770	1,299
900	924	100	200	281	1324	0,782	1,452	1052,0	0,870	1,541
1000	1026	100	200	306	1426	0,868	1,695	1131,3	0,971	1,798
1100	1099	110	210	330	1519	0,983	1,932	1203,7	1,100	2,049
1200	1229	120	220	367	1669	1,160	2,347	1320,3	1,302	2,489
1400	1439	150	250	435	1939	1,568	3,194	1530,3	1,761	3,387
1500	1499	150	250	450	1999	1,636	3,401	1577,0	1,842	3,607
1600	1638	160	260	489	2158	1,872	3,980	1700,7	2,112	4,220
1800	1842	180	280	550	2402	2,290	4,956	1890,4	2,589	5,254
2000	2047	200	300	612	2647	2,750	6,041	2081,0	3,115	6,406

* Beispieltabelle, die Dicken der Betonummantelung sind jeweils den statischen Erfordernissen anzupassen.



8. Verlegen von Doppelrohren

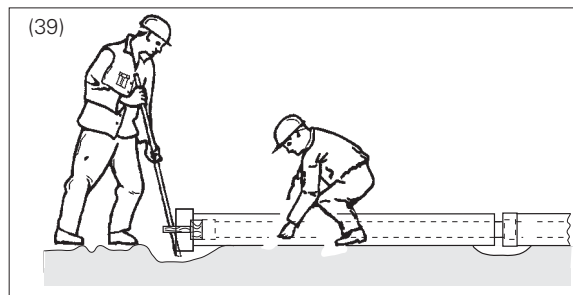
HOBAS Doppelrohrsysteme erfreuen sich vor allem in Trinkwasserschutz zonen aufgrund ihrer hervorragenden Eigenschaften

wachsender Beliebtheit. Die Doppelrohre werden üblicherweise vormontiert auf die Baustelle angeliefert.

8.1. Montage

Die Fixierung des Medienrohres erfolgt über Gleitkufen. Für die Einhaltung der statischen Belastbarkeit der Rohre sind mindestens 2 Gleitkufenringe pro 6 m-Rohr vorzusehen. Aufgrund der individuellen Belastbarkeit der unterschiedlichen Gleitkufentypen oder bei besonderen Einsatzbedingungen können auch mehr Ringe notwendig werden. Das Verlegen der Doppelrohre geschieht im Grunde wie bei den Standardrohren. Beim Kuppeln ist lediglich so vorzugehen, daß zu-

erst das Medienrohr montiert und kontrolliert und dann das Mantelrohr montiert wird (39).



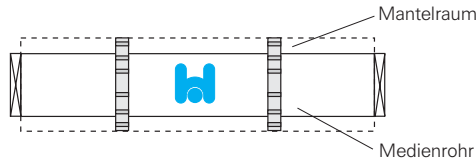
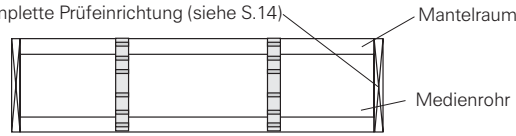
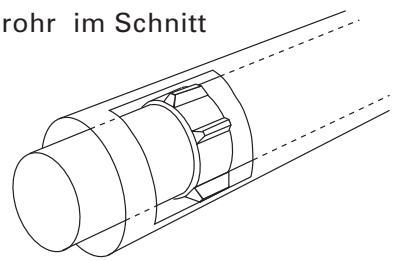
8.2. Druck- und Dichtheitsprüfung

Bei der Dichtheitsprüfung von Doppelrohren sind folgende Besonderheiten zu beachten.

Wird nur das Medienrohr geprüft, kann gemäß der Punkte „Druckprüfung“ bzw. „Dichtheitsprüfung“ verfahren werden.

Ist es notwendig, den Mantelraum zwischen Schutz- und Medienrohr ohne Füllung des Medienrohres (Gegendruck) zu prüfen, so ist zu beachten, daß das Medienrohr nicht über seinen zulässigen Beuldruck belastet wird.

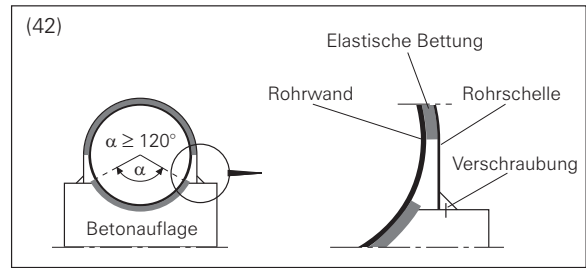
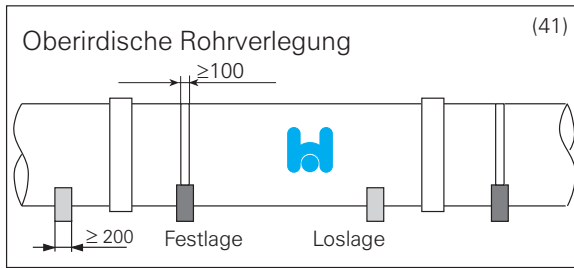
Eine Verfahrensweise ist die, daß man zunächst das Medienrohr und anschließend Medienrohr und Mantelraum gleichzeitig prüft. Damit ist gewährleistet, daß sowohl im Medienrohr als auch im Mantelraum der gleiche Druck herrscht. Im Zweifelsfall bitten wir Sie, unseren technischen Dienst zu konsultieren (40).

(40)	1. Prüfung Medienrohr
wie bei Dichtheitsprüfung von Monorohren, nur zusätzlich Doppelrohr ungeprüft	
	
2. Prüfung Schutzraum	
wie oben, jedoch beide Rohre	
komplette Prüfeinrichtung (siehe S.14)	
	
p_1 (Mantelraum), p_2 (Medienrohr) p_1-p_2	
Doppelrohr im Schnitt	
	

9. Oberirdische Rohrverlegung

Bei einem Standardrohr mit einer Baulänge von 6 m beträgt der maximale Auflagerabstand 3 m. Die Breite des Auflagers soll 200 mm und der Auflagerwinkel $\geq 120^\circ$ betragen. Zwischen Rohr- und Lagerwerk-

stoff ist eine elastische Bettung von ca. 5 mm Stärke (Shore-Härte: 45 - 50, Material EPDM, kein PVC-weich) notwendig, um eine punktförmige Belastung zu vermeiden (41).



Die Rohrschelle sollte an den Innenkanten abgerundet und im Innendurchmesser zuzüglich Gummiauflager etwas größer sein als der Außendurchmesser des Rohres (42). Auftretenden Längs- und Querkräften muß bei der Projektierung der Auflagerkonstruktion Beachtung geschenkt werden. Dieses gilt besonders für Druckrohrleitungen und Leitungen, die höheren Temperaturdifferenzen ausgesetzt sind.

Die Temperaturverhältnisse bei oberirdisch verlegten Leitungen können sich wesentlich von den erdverlegten Leitungen unterscheiden (43).

Beim Einsatz von Standardkupplungen reicht zur zwangsfreien Bewegung der Leitung in der Regel deren Kompensationslänge aus, so daß in diesen Fällen auf den Einbau spezieller Kompensatoren verzichtet werden

kann. Um sicherzustellen, daß jedes Rohr seine Wärmedehnung in der nächsten Kupplung kompensiert, ist jedes zweite Auflager zum Beispiel durch eine stramm angezogene Überwurfschelle zu fixieren.

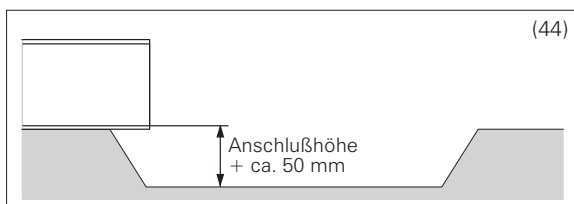
(43) Wärmeausdehnung von HOBAS Rohren
($\alpha_T = 30 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$)

Δt (K)	ΔL (mm/100m Rohrleitungslänge)
10	30
20	60
30	90
40	120
50	150
60	180
70	210
80	240

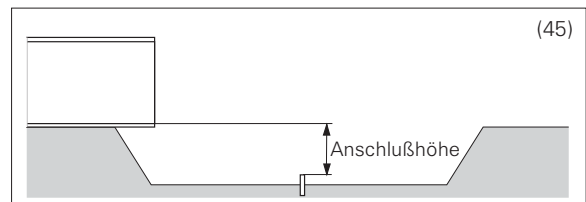
10. Verlegen von HOBAS Schächten

Das Verlegen von HOBAS Schächten, die in der Regel als einteiliger, fugenloser GFK-Fertigschacht nach DIN 19565, Teil 5, geliefert werden, erfolgt durch eine ebenso einfache, sichere und zügige Weise wie das Verlegen von HOBAS Rohren.

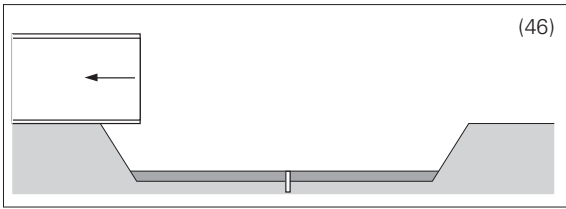
Das letzte Rohr bzw. Gelenkstück wird nicht eingebettet. Für den Schacht wird ein entsprechendes Kopfloch vorgesehen (44). Dieses Kopfloch ist einschließlich Sohlzone so vorzubereiten und zu verdichten, daß spätere unterschiedliche Setzungen zwischen Schacht und Rohr nicht auftreten können. Der Schacht wird meistens ohne Zusatzmaßnahmen auf die abgerüttelte Sohle aus tragfähigem Boden bzw. Kiesbettung (größere Schächte auf Magerbeton) abgesetzt.



Nach der Überprüfung der Anschlußhöhe erfolgt die Herstellung der Sauberkeitsschicht (z. B. Kies/Splitt 8/16) üblicherweise mit Hilfe eines Holzstabes unter Berücksichtigung der Verdichtung (45).

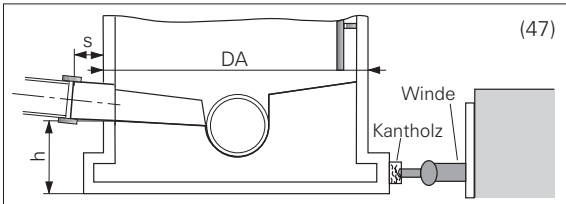


Vor der Montage des Schachtes muß der zentrische Sitz zwischen dem Anschlußstück des Schachtes und dem anzuschließenden Rohr kontrolliert und gegebenenfalls durch Verändern der Sauberkeitsschicht angepaßt werden (46). Die Montage des Schachtes erfolgt sinngemäß der Montage von Rohrleitungen unter Zuhilfenahme geeigneter Geräte, z. B. einer Winde (47).



Nach dem Versetzen des Schachtes müssen folgende Punkte kontrolliert werden:

1. Ordnungsgemäßen Sitz der Kupplung bzw. Dichtung überprüfen
2. Gefälle kontrollieren
3. Verbindung zwischen Schacht und Rohr auf Spannungsfreiheit überprüfen (Gelenkstück verwenden!)
4. Standsicherheit überprüfen



Beim Verfüllen der Baugrube ist ein Verschieben des Schachtes unbedingt zu vermeiden. Deshalb ist ein einseitiges Verfüllen unzulässig.

Das Einbetten und Überschütten von Anschlußleitungen und Schacht muß gleichmäßig erfolgen, um unterschiedliche Setzungen zu vermeiden.

HOBAS Schächte haben folgende Einbaugrößen (48):

DN/DA		Schachteinbaumaße					
		1000/1026	1200/1229	1400/1439	1600/1638	1800/1842	2000/2047
DN	s	s	s	s	s	s	
150	250	250	250	250	250	250	
200	300	300	300	300	300	300	
250	300	300	300	300	300	300	
300	300	300	300	300	300	300	
350	350	350	350	350	350	350	
400	350	350	350	350	350	350	
500	400	400	400	400	400	400	
600	400	400	400	400	400	400	
700	–	500	500	500	500	500	
800	–	500	500	500	500	500	
900	–	–	500	500	500	500	
1000	–	–	500	500	500	500	
1200	–	–	–	500	500	500	
1400	–	–	–	–	500	500	

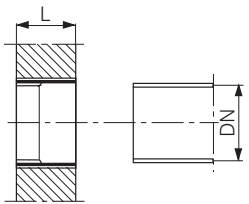
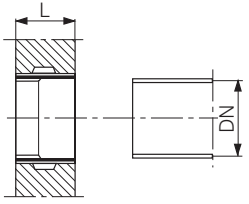
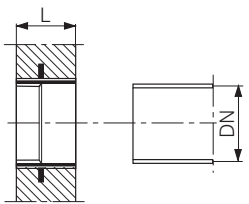
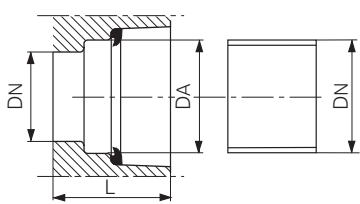
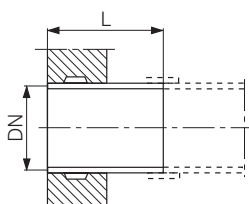
11. Verlegen von Sonderbauwerken

Der Einbau von liegenden Schächten und Sonderbauwerken erfolgt sinngemäß der Montage der Rohrleitungen. Es ist immer auf eine gute Einbettung und Verdichtung zu achten, da diese unmittelbar die Tragfähigkeit des Systems Rohr - Boden beeinflusst.

Bei Absturzbauwerken, Tangential- oder Domschächten, Regenstaukanälen und Sonderbauwerken ist gegebenenfalls eine Betonummantelung notwendig. Bitte konsultieren Sie im Zweifelsfall unseren Technischen Dienst.

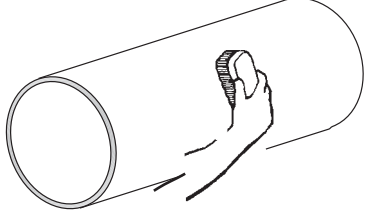
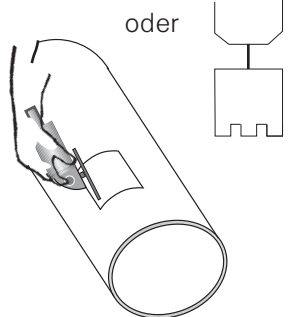
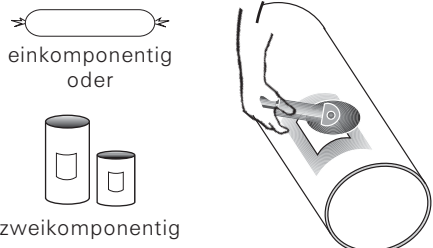
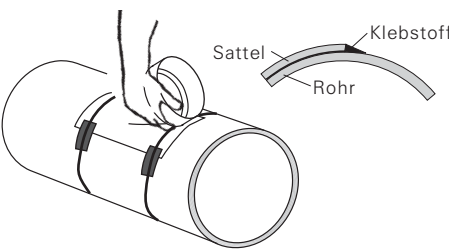
12. Anschluß an Bauwerke und Wanddurchführungen

Zum Anschluß an Bauwerke stehen Bauwerkstutzen und Mauerwerkskupplungen folgender Art zur Verfügung (Sonderkonstruktionen auf Anfrage), (49):

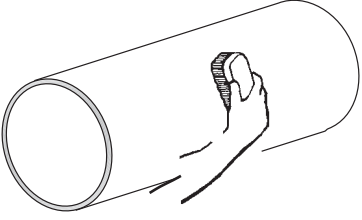
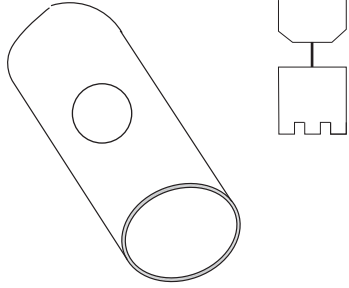
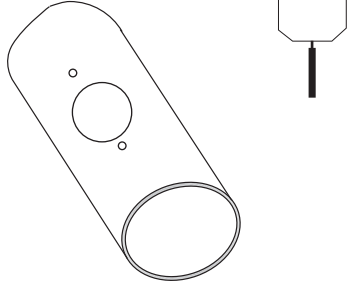
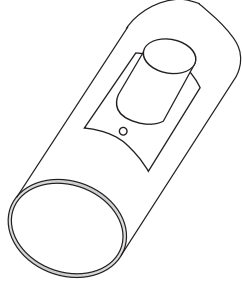
(49) HOBAS Maueranschlüsse		
TYP	Nennweite DN	Verwendungszweck
A 	150 - 2400	Mauerwerkskupplung mit Rohrring und Besandung, Wandstärke variierbar
B 	150 - 2400	Mauerwerkskupplung mit Rohrring, Besandung und Schubring mit höherer Sicherheit gegen Längsverschiebung und Grundwasserstand, Wandstärke variierbar
C 	150 - 2400	Mauerwerkskupplung mit Rohrring, Besandung und Mauerkragen mit höherer Sicherheit gegen Längsverschiebung und drückendes Grundwasser, Wandstärke variierbar
D 	150 - 1200	Schachtfutter
E-G 	150 - 2400	Bauwerksstutzen mit Besandung (Typ E) zusätzlich mit Schubring (Typ F) oder Mauerkragen (Typ G) Wandstärke variierbar

13. Montageanleitung für Sattelstücke

13.1 Montageanleitung für Klebesattel

<ol style="list-style-type: none"> 1. Festlegung der Örtlichkeit des Anschlusses, entsprechenden Arbeitsraum schaffen, Rohr- außenflächen von Verschmutzungen befreien 2. Herstellen einer trockenen Klebefläche 	
<ol style="list-style-type: none"> 3. Festlegung der Ausschnitt- und Klebefläche und mit Faserstift kennzeichnen 4. Ausschneiden mit der Trennscheibe (Hartmetall- oder Steinscheibe, keine Metallscheibe) entlang der Kennzeichnung oder Bohrung mit dem Kernbohrgerät, je nach Ausführungsart des Sattelstückes, Maße prüfen 	
<ol style="list-style-type: none"> 5. Aufrauen und reinigen der Klebeflächen 6. Mischen des Klebstoffes nach beiliegender Herstelleranweisung (nur bei Zweikomponentenklebstoff Sikadur 31 notwendig) 	
<ol style="list-style-type: none"> 7. Klebstoff auf Klebeflächen gleichmäßig auftragen. Einkomponentenbeutel unmittelbar nach Gebrauch verschließen (z.B. mit Bindfaden), um weitere Verwendbarkeit zu gewährleisten. 8. Aufsetzen des Sattelstückes und bis zum vollständige Aushärten fixieren (z.B. Spannband) 	
Sikadur 31	Alle Angaben siehe beiliegender
Sika Bond T1	<p>SikaBond T1 ist ein einkomponentiger, elastischer Klebstoff auf Polyurethan-Basis.</p> <p>Lagerfähigkeit: 9 Monate bei + 10 bis + 25 °C in ungeöffneten Originalgebinden.</p> <p>Härtungsdauer: ca. 3 mm in 24 h bei 23 °C, 50% rel. Luftfeuchtigkeit.</p> <p>Hinweise: Hautkontakt - sofort mit viel Wasser und Seife reinigen. Augenkontakt - sofort mit viel Wasser spülen, Arzt aufsuchen! Verschlucken - kein Erbrechen herbeiführen. Betroffenen ruhig lagern und sofort Arzt rufen! Unausgehärteten Klebstoff nicht ins Erdreich oder Grundwasser gelangen lassen. Ausgehärtetes Material kann als Haus- bzw. Gewerbemüll entsorgt werden. Gegebenenfalls ist die zuständige Behörde zu befragen. Auf Wunsch stellen wir Ihnen das DIN-Sicherheitsdatenblatt zur Verfügung.</p>

13.1 Montageanleitung für Schraubsattel

<ol style="list-style-type: none"> 1. Festlegen der Örtlichkeit des Anschlusses, entsprechenden Arbeitsraum schaffen und Rohraußenflächen von Verschmutzungen befreien. 2. Sattelstück, Werkzeug und Montagematerial bereitlegen. 	
<ol style="list-style-type: none"> 3. Festlegen der genauen Lage der Anschlussbohrung mittels Markierung am angesetzten Sattelstück. Kernbohrung in entsprechender Größe ausführen. Die Größe der Bohrung richtet sich nach dem Außendurchmesser des Anschlussrohres (-0/+5 mm) 4. Aufsetzen des Sattelstückes auf die Kernbohrung und anzeichnen der Bohrungen für die Verschraubung. 	
<ol style="list-style-type: none"> 5. Nach Entfernung des Sattelstückes Ausführung der zwei Bohrungen (Ø 13 mm). 6. Aufsetzen der mitgelieferten Gummidichtung an der Unterseite des Sattelstückes (geriffelte Oberfläche sichtbar). 	
<ol style="list-style-type: none"> 7. Aufsetzen des Sattelstückes und Einbringen der Verschraubung, wobei die Schrauben inkl. Der darauf befindlichen Hülsen von innen nach außen eingesetzt werden. Verschraubung mit Unterlegscheiben festziehen. 	

14. Druckleitungen

14.1. Kräfte bei Druckleitungen

Rohr und Formstücke dürfen sich infolge von Innendruck nicht auseinanderziehen. Daher müssen entsprechende Sicherungen an Formteilen wie Bögen, T-Stücke, Übergangsstücke usw. vorgesehen werden.

(51) **Abwinkelungskräfte bei Druckleitungen**

Resultierende Abtriebskraft: PR

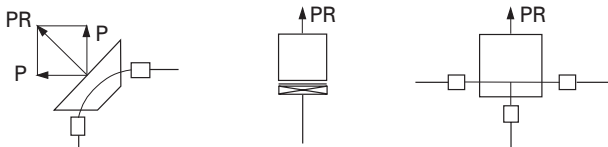
$$PR = P \cdot a \text{ [kN]}$$

$$a = 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

a = Faktor für Abtriebskraftberechnung

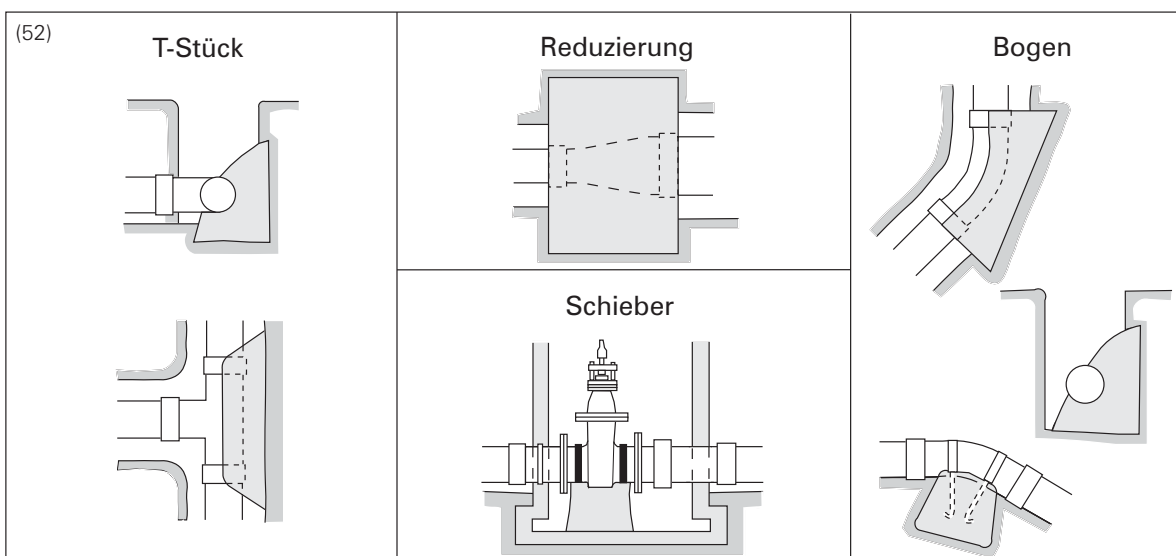
Abwinkelung α	Faktor a	Nennweite DN	Achsiale Schubkraft P [kN] pro 1 bar Innendruck	Nennweite DN	Achsiale Schubkraft P [kN] pro 1 bar Innendruck
1°	0,017	150	2,6	800	49
2°	0,035	200	3,5	900	63
3°	0,052	250	5,4	1000	77
11 1/4°	0,2	300	7,7	1200	110
22 1/2°	0,39	350	10,4	1400	151
30°	0,52	400	13,5	1600	193
45°	0,77	500	20,7	1800	244
60°	1,0	600	28	2000	301
90°	1,41	700	38	2400	423

Kräfte an Rohrleitungen
(Bogen, Endverschlüsse, Abzweige)



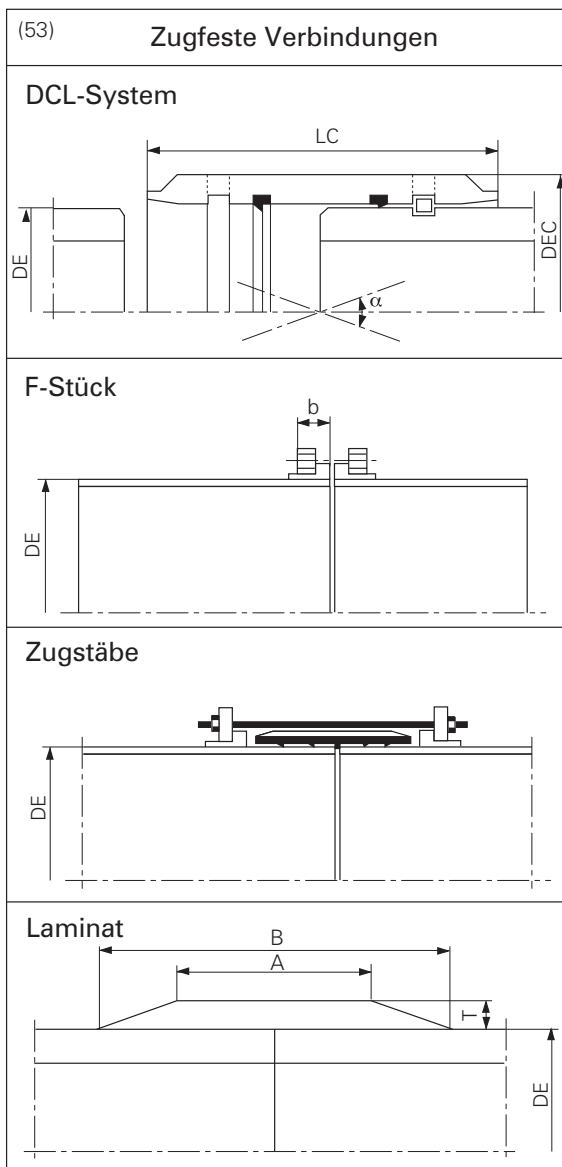
14.2. Betonwiderlager

Gemäß eines statischen Nachweises oder entsprechend dem DVGW-Arbeitsblatt GW 310, Teil 1 und 2 müssen zur Aufnahme von Kräften infolge Innendruck Betonwiderlager gesetzt werden (52). Die Abmessungen der Widerlager sind von den auftretenden Kräften und der Bodenfestigkeit abhängig.



14.3. Zugfeste Verbindungen

Beim Einsatz von zugfesten Verbindungen kann auf den Bau von Betonwiderlagern verzichtet werden, da die Kräfte infolge Innendruck durch das Rohrleitungssystem und seine Verbindungselemente aufgenommen werden. Das DVGW-Arbeitsblatt GW 368 beschreibt den Einsatz von zugfesten Verbindungen. Die Anzahl der zu sichernden Rohrlängen ist abhängig von der Nennweite, dem Prüfdruck, der Reibung zwischen Rohrwand und Boden und der Bodenart. Entsprechend der Verbindungsart muß auch das passende Rohrmaterial ausgewählt werden (53). Wir bitten Sie, sich in jedem Fall mit unserem Technischen Dienst in Verbindung zu setzen.



15. Einbau von Zwischenstücken

Oft wird beim Bau einer Leitung von 2 Seiten aufeinander zugearbeitet. Die Verbindung der beiden Leitungsenden erfolgt dann mit einem Paßrohr und 2 speziellen Montagekupplungen, da für den Einbau dieses Zwischenteiles die Standardkupplungen nicht geeignet sind.

Nähere Informationen zu Varianten und Technologie entnehmen Sie bitte dem Abschnitt 16. Reparaturtechnologie.

16. Reparaturtechnologie

Sollte es trotz der hervorragenden Belastbarkeit der HOBAS Rohre einmal zu Beschädigungen kommen, die eine Reparatur erfordern, so kann der Schaden entsprechend 16.1 bis 16.4 behoben werden. Bitte konsultieren sie im Zweifelsfall über das Schadensausmaß oder die geeignete Reparaturmöglichkeit unseren Technischen Dienst.

16.1. Schadensbeurteilung

Äußere Oberflächenbeschädigung:

HOBAS Rohre besitzen eine äußere, harzreiche Oberflächenschicht. Falls hier geringe Schleif-, Kratz- oder Scheuerspuren zu erkennen sind, so haben diese in der Regel keinen Einfluß auf die Lebensdauer des Bauteils.

Innere Oberflächenbeschädigung:

Leichte Schleifspuren sind unbedenklich. Bei mechanischen Schäden und Rissen ist gegebenenfalls Rücksprache mit unserem Technischen Dienst zu führen.

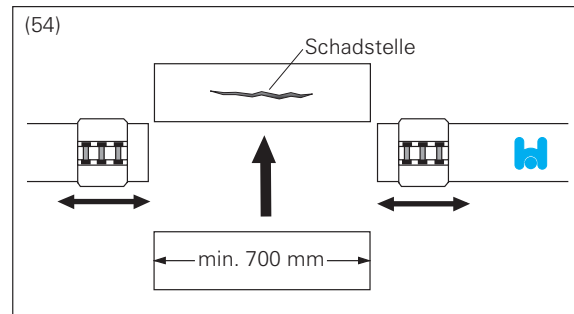
16.2. Auswechseln eines defekten Rohrabschnittes

Ist ein Rohrstück mechanisch beschädigt, so sollten das Ausmaß und der Ort genau bestimmt werden. Ist eine Auswechslung notwendig, so wird der beschädigte Rohrabschnitt inklusive eines Sicherheitsabstandes von ca. 300 mm mittels einer Steinflex herausgeschnitten (54). Dann wird ein Reparaturstück mit einer um etwa 10 - 20 mm geminderten Länge gegenüber dem herausgetrennten Stück paßgeschnitten. Der Grat an den Schnittkanten ist zu entfernen.

Bei der Verwendung von speziellen Montagekupplungen können diese sofort nach Abschluß der Vorbereitungsarbeiten über die freiliegenden Rohrenden geschoben werden.

Nun wird das Reparaturstück eingesetzt, die Montagekupplungen werden bis zu der zuvor gekennzeichneten Einschubtiefe zurückgeschoben und verspannt.

Ein Verschieben der FWC-Kupplung, auch bei entferntem Mittelsteg, ist aufgrund der Konstruktion des Dichtungsprofils nicht zu empfehlen.



16.3. Reparaturkupplungen

Hat die Schadstelle nur ein sehr kleines Ausmaß, so kann eine Reparaturkupplung eingesetzt werden. Die Auswahl der Kupplung erfolgt in Abhängigkeit vom Schadensbild und den Einsatzbedingungen der Rohrleitung.

Vor der Montage der Reparaturkupplung ist die entsprechende Schadstelle zu säubern. Dann kann die Kupplung aufgeklappt, um die Schadstelle gelegt und verspannt werden.

16.4. Reparaturlaminat

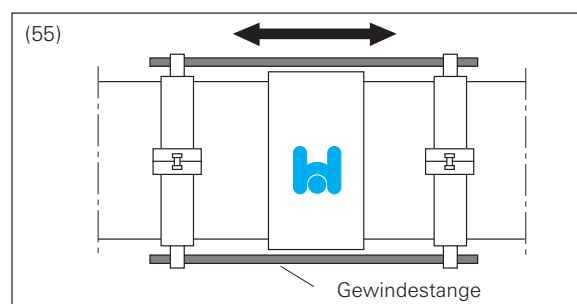
Die Reparatur durch ein Laminat sollte aufgrund der speziellen Bedingungen und Anforderungen unseren Fachleuten vorbehalten bleiben.

Bitte setzen Sie sich in diesem Fall mit unserem Technischen Dienst in Verbindung.

16.5. Demontage einer Rohrverbindung

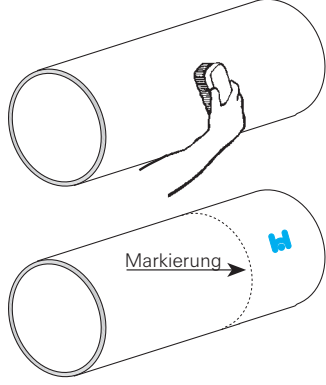
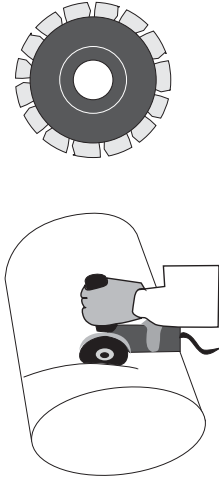
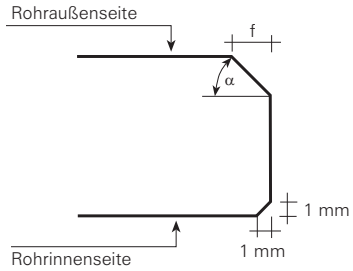
Neu verlegte Leitungen lassen sich unter günstigen Bedingungen mit einer Montagehilfe demontieren (55). Nach der Demontage ist zu kontrollieren, ob die Dichtlippen der Kupplung keine Beschädigungen erlitten haben.

Gegebenenfalls ist die Kupplung auszuwechseln. Die Kraft zur Demontage der Verbindung ist unbedingt kontrolliert aufzubringen, um eine übermäßige Belastung des Rohrmaterials zu vermeiden. Sollte eine Kupplung zu fest sitzen, empfiehlt es sich, das Laminat der Kupplung mittels Flex zu trennen und ein Reparaturstück einzusetzen (Rohroberfläche nicht beschädigen!).



Eine weitere Möglichkeit ist es, ein Rohr auszuwinkeln und herauszuschwenken.

16.6. Schneidanweisung

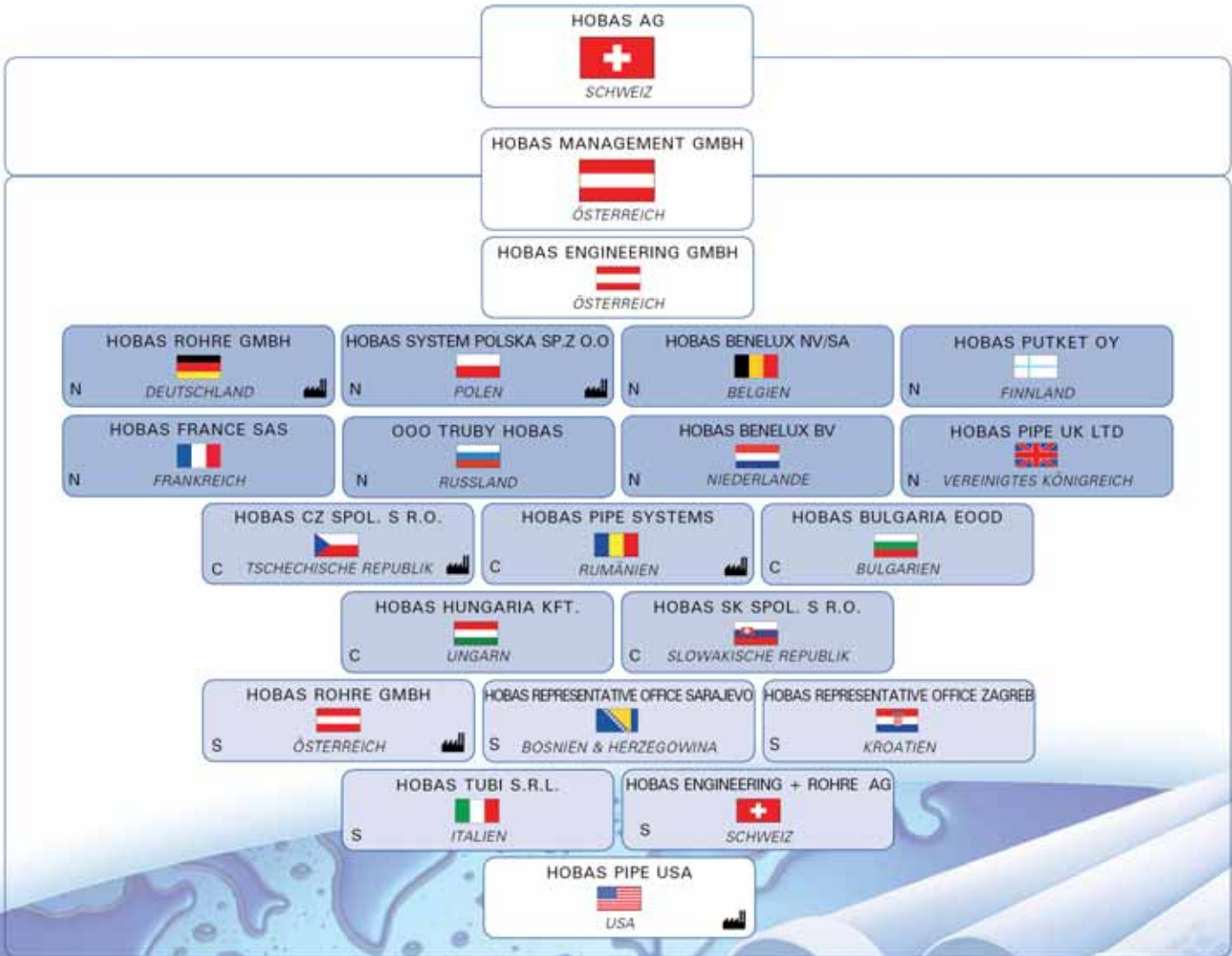
<ol style="list-style-type: none"> 1. Rohr bzw. Formstücke gegen verrollen, verschieben etc. sichern und Oberfläche von Verschmutzungen befreien; Auflagerung so ausbilden, dass der Schnitt vollständig ohne Abbrechen des Abschnittes erfolgen kann 2. Festlegung der Schnittkante und mit Faserstift kennzeichnen. 	
<ol style="list-style-type: none"> 3. Schnitt vorzugsweise mit geschlitzter Diamant-Trennscheibe (z.B. Typ HILTI); Verwendung von Arbeitsschutzkleidung (Schutzbrille, -handschuhe, Gehörschutz, Staubmaske), Einatmung des entstehenden Staubes vermeiden; <p>Bei Montage der Trennscheibe muss der Drehrichtungspfeil auf der Trennscheibe und auf dem Gerät stets die gleiche Drehrichtung aufweisen, auf gleichmäßigem Rundlauf der Trennscheibe achten (Bohrungsdurchmesser der Trennscheibe darf kein Spiel haben max. Toleranz 0,15mm); Trennscheibe ohne Risse; Aufnahme des Gerätes (Spindel, Flansch, Spannmutter) vor Montage der Trennscheibe reinigen, ohne Druck arbeiten – Gewicht der Maschine genügt, übermäßige Erwärmung der Trennscheibe vermeiden;</p> <p>Gerät stets parallel zur Schnittrichtung führen – nicht verkanten</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 4. Anfasen der Schnittkante auf Rohrinneenseite mit Schleifscheibe z. B. Zec-Schleifscheibe K 36 5. Anfasen der Schnittkante auf Rohraußenseite und abrunden der Kanten mit Diamant-Schleifscheibe z. B. mit Diamant-Schleiftopf FLU 03 	


Tragen von persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) beim Schneiden

Kopfschutz:	Bau- und Industrieschutzhelm, gemäß EN 397
Augenschutz:	Schutzbrille- Korb-/Vollsichtbrille, gemäß EN 166
Atemschutz:	Partikelfiltrierende Halbmaske FFP2 D, gemäß EN 149:2001
Gehörschutz:	Kapselgehörschutz, gemäß EN 352-1
Handschutz:	Leder-Schutzhandschuh gegen mechanische Risiken, gemäß EN 388
Fußschutz:	Sicherheitsschuh S3, gemäß EN 345-1
Körperschutz:	Einwegschutzoverall gegen Stäube (bei längeren Schneidarbeiten)

Durchmesser	Winkel α in °	Maß f in mm
≤ 400	15 - 20	5
500 – 1000	15 - 20	7
1000 – 1500	15 - 20	10
> 1500	15 - 20	15

Die HOBAS® Gruppe



N = HOBAS Nord C = HOBAS Zentral S = HOBAS Süd  Fabrik