

13

Dichtungen

- 13.1 Allgemeines
- 13.2 Dichtungsarten
- 13.3 Eigenschaften
- 13.4 Dichtungen für Trinkwasserleitungen
- 13.5 Dichtungen für Abwasserkanäle und -leitungen
- 13.6 Literatur

13 Dichtungen

Erdüberdeckte Rohrleitungen aus duktilem Gusseisen werden fast ausnahmslos mittels Steckmuffen-Verbindungen zusammengefügt. Den Dichtungen der Systeme TYTON® und STANDARD kommt die größte Bedeutung zu. Es handelt sich um gekammerte Kompressionsdichtungen mit speziellen Fixierungsprofilen. Ihre Dichtfunktion ist während der gesamten Nutzungsdauer der Rohrleitung sichergestellt. Die Anforderungen an die Dichtungswerkstoffe sind auf eine langfristige Dichtheit ausgerichtet. Durch die Verwendung unterschiedlicher Ausgangsstoffe kann der Gummi an die Anforderungen des jeweiligen Mediums angepasst werden.

13.1 Allgemeines

Erdüberdeckte Rohrleitungen sind der ständigen Kontrolle und Beobachtung entzogen. Deswegen ist die langfristige Zuverlässigkeit der Dichtungen in den Rohrverbindungen besonders wichtig.

Die Zuverlässigkeit und Haltbarkeit des verwendeten Dichtungswerkstoffes trägt in hohem Maße zur Sicherheit der Rohrleitung bei. Diese Sicherheit dient dem Schutz unseres wichtigsten Lebensmittels, des Trinkwassers.

Ebenso sicher verhindert sie Grundwasserverunreinigungen und Schäden durch Austritt von Abwässern und Gasen. Die verschiedenen Anwendungsbereiche erfordern den Einsatz zum Teil unterschiedlicher Dichtungen, die aus hochwertigen Elastomerwerkstoffen hergestellt sein müssen. Die Forderung nach dauerhaft dichten Verbindungen spiegelt sich in einer Reihe von Anforderungen an die Festigkeit, den Widerstand gegen Druckverformung (Rückverformung), das Alterungsverhalten und die Chemikalienbeständigkeit wieder.

Der weitaus größte Teil der Gussrohre wird in erdüberdeckten Leitungen mit Steckmuffen-Verbindungen eingesetzt. Hiervon haben im Laufe der jahrzehntelangen praktischen Anwendungen die Systeme TYTON® und STANDARD die größte Bedeutung erlangt.

Maßgebend für die Dichtheit von Steckmuffen-Verbindungen ist die Verformbarkeit einer profilierten Gummidichtung. Der Werkstoff Gummi ist wegen seiner hohen Elastizität und Haltbarkeit besonders gut als Dichtungswerkstoff geeignet.

Wurden in der Vergangenheit nur Dichtungen aus vulkanisiertem Naturkautschuk (NR = Natural Rubber) eingesetzt, so werden seit über 25 Jahren Dichtungen ausschließlich aus synthetischem Gummi angewendet, welche dem Naturgummi in der Chemikalien- und Temperaturbeständigkeit sowie in der Haltbarkeit überlegen sind. Bei Trinkwasser wird EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer), bei Abwasser NBR (Acrylnitril-Butadien-Elastomer) eingesetzt. Der Anwendungsbereich von Steckmuffen-Verbindungen nach EN 545 [13.01], z. B. für Trink-

wasser reicht für EPDM-Dichtungen von 0 °C bis 50 °C. Bei Abwasser nach EN 598 [13.02] liegt die obere Grenze von NBR-Dichtungen je nach Nennweite bei 45 °C (bis einschl. DN 200) und bei 35 °C (oberhalb DN 200).

Bei Anwendungen oberhalb dieser Temperaturen empfehlen sich wegen ihrer Beständigkeit bei höheren Temperaturen andere synthetische Elastomere, z. B. FPM (Fluor-Kautschuk).

Für Dichtungen in Trinkwasser- und Abwasserleitungen gilt die Werkstoffnorm EN 681-1 [13.03]. Im Rahmen der Europäischen Bauproduktenverordnung wurde die EN 681-1 [13.03] inzwischen harmonisiert, wodurch sich die Verpflichtung zur CE-Kennzeichnung ergibt. Die nationalen Anforderungen und Prüfungen von Dichtungen für Muffen-Verbindungen duktiler Gussrohre wurden in der DVGW-Prüfgrundlage VP 546 [13.04], zukünftig DVGW-Arbeitsblatt W 384 [13.05], zusammengefasst.

13.2 Dichtungsarten

13.2.1 TYTON®-Dichtung

Das Profil der TYTON®-Dichtung zeigt **Bild 13.1** im Querschnitt. Sie besteht aus einer Kombination von zwei Gummisorten: Der eine Teil mit einer Härte von 55 IRHD (International Rubber Hardness Degree) ist auf optimale Dichtfunktion und Langzeitelastizität ausgelegt (Dichtteil).

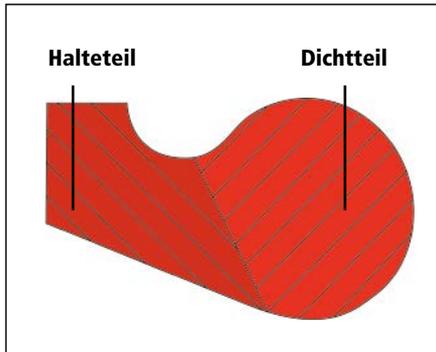


Bild 13.1:
Querschnitt einer TYTON®-Dichtung



Bild 13.2:
TYTON®-Dichtung DN 300

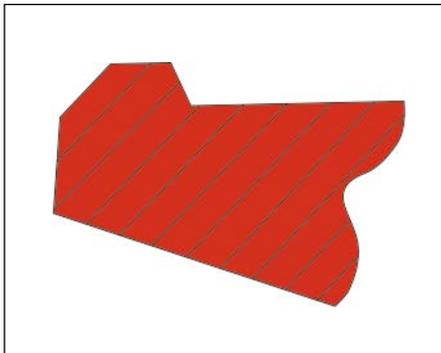


Bild 13.3:
Querschnitt einer STANDARD-Dichtung

Der andere Teil mit einer Härte von 85 IRHD hat die Aufgabe, die Dichtung während der Verbindungs- montage in ihrem Sitz zu fixieren (Halteteil). Durch die Verformung des Dichtteiles zwischen der Muffeninnenseite und der Rohraußenseite werden hohe Rückstellkräfte erzeugt. Sie bewirken die Abdichtung der Verbindung, nicht nur bei niedrigen und hohen Innendrü- cken, sondern auch bei äußerem Überdruck sowie bei Unterdruck.



Bild 13.4:
STANDARD-Dichtung DN 300

Die TYTON®-Dichtung (**Bild 13.2**) ist in DIN 28603 [13.06] für den Nennweitenbereich von DN 80 bis DN 1400 genormt. Sie besteht je nach Einsatzbereich i. d. R. aus den synthetischen Gummiqualititäten EPDM oder NBR.

13.2.2 STANDARD-Dichtung

Bild 13.3 zeigt die STANDARD-Dichtung im Querschnitt. Wie bei der TYTON®-Dichtung wird die Verbindung durch die Rückstellkraft des radial zusammen- gedrückten Ringes abgedichtet.

Die Dichtung besteht aus einem homo- genen Gummiwerkstoff mit einer Härte von 67 IRHD. Die STANDARD-Dichtung (**Bild 13.4**) ist in DIN 28603 [13.06] für den Nennweitenbereich von DN 80 bis DN 2000 genormt.

13.2.3 Flachdichtungen

Flachdichtungen dienen zum Ab- dichten von Flansch-Verbindungen (**Bild 13.5**). Der Dichteffekt entsteht dadurch, dass zwei Flansche über Schrauben und Muttern gegeneinan-



Bild 13.5:
Beispiel einer Flachdichtung nach DIN EN 1514-1 [13.07]

der gepresst werden. Zwischen dem Flanschpaar befindet sich die Dichtung, die durch einen hohen Anpressdruck die Dichtfunktion sicherstellt.

Flachdichtungen bestehen in der Regel aus Gummi mit einer Härte von < 80 IRHD. Eine in die Dichtung einvulkanisierte Stahleinlage verhindert wirksam ein Verschieben oder Ausblasen bei hohen Beanspruchungen.

Flachdichtungen sind für alle gängigen Nennweiten, z. B. DN 80 bis DN 2000, und für Nenndrücke bis PN 63 (nennweitenabhängig) verfügbar. Ihre Abmessungen sind in EN 1514-1 [13.08] festgelegt. Die nationalen Anforderungen und Prüfungen enthält die DVGW-Prüfgrundlage VP 547 [13.09], zukünftig das DVGW-Arbeitsblatt W 385 [13.10].

13.3 Eigenschaften

Elastomerdichtungen haben die Aufgabe, Rohrverbindungen über Jahrzehnte zuverlässig abzudichten. Folgende Eigenschaften sind wichtig:

- Härte,
- Zugfestigkeit,
- Reißdehnung,
- Druckverformungsrest,
- Spannungsrelaxation,
- Alterungsbeständigkeit,
- Verhalten in der Kälte,
- Ozonbeständigkeit,
- chemische Beständigkeit.

13.3.1 Härte

Die Härte von Gummi ist der relative Widerstand gegen das Eindringen eines Körpers. Zur Prüfung der Härte bedient man sich der Prüfmethode nach Shore-A und IRHD. In den EN-Normen sind die Gummihärten nach IRHD angegeben.

Zur Bestimmung der Gummihärte nach Shore-A kann ein einfach zu handhabendes Prüfgerät (**Bild 13.6**) verwendet werden.



Bild 13.6:
Durometer zur Messung der Gummihärte nach Shore-A

Die Messung nach IRHD ist aufwendiger. Sie wird deshalb nur dann angewandt, wenn an die Messung höhere Anforderungen hinsichtlich Genauigkeit und Reproduzierbarkeit gestellt werden. Die Härte hängt von der Zusammensetzung des Kautschuks und seiner Vulkanisation ab. Weil diese Parameter zwangsläufig auch andere Eigenschaften eines Gummierwerkstoffes verändern, fasst man die Anforderungen an Dichtungswerkstoffe oft in Härteklassen zusammen. Die Härte der Steckmuffen-Dichtungen ist auf die geometrische Form und die Konstruktion der Rohrverbindung abgestimmt.

Die Härte wird am ganzen Ring oder an Standardprobekörpern bestimmt, die man der Dichtung bzw. den Probeplatten der verwendeten Mischung entnimmt.

13.3.2 Zugfestigkeit und Reißdehnung

Zugfestigkeit und Reißdehnung sind leicht zu bestimmende Eigenschaften eines Gummis. Alterungseffekte, die z. B. auf einen oxidativen Abbau zurückzuführen sind, lassen sich u. a. an der Änderung von Zugfestigkeit und Reißdehnung einfach erkennen.

13.3.3 Druckverformungsrest

Ein gutes Druckverformungsverhalten ist erforderlich, um die Funktion der Dichtung sicherzustellen, selbst wenn die Verbindung sich bewegt.

Der Dichtkammerspalt der Rohrverbindung, der sich zwischen Muffe und Rohr bildet, muss auch bei Setzungen des Rohres permanent mit Gummi so ausgefüllt sein, dass die Dichtung eine ausreichende Anpresskraft auf die Dichtflächen ausübt.

Plastische (= bleibende) Verformungen der Dichtung, die als Druckverformungsrest (DVR) bezeichnet werden, sind bereits bei der Festlegung von Abmessungen und Toleranzen aller

Verbindungssteile und bei der Auswahl der Gummiqualität zu berücksichtigen.

$$DVR = \frac{b}{a} \cdot 100 \text{ [\%]} \quad (13.1)$$

Der Druckverformungsrest nach **Gleichung 13.1** wird an zylindrischen Proben bestimmt, die während einer vorgegebenen Zeit bei einer bestimmten

Temperatur in Achsrichtung um 25 % (**Bild 13.7, a**) zusammengedrückt werden. Bei idealem elastischem Verhalten würde der Probekörper nach der Entlastung seine Ausgangsmaße wieder annehmen. Der Test zeigt aber, dass die Probe eine geringe bleibende Verformung (**Bild 13.7, b**) zurückbehält, die als Druckverformungsrest bezeichnet und in % von der Gesamtverformung a angegeben wird.

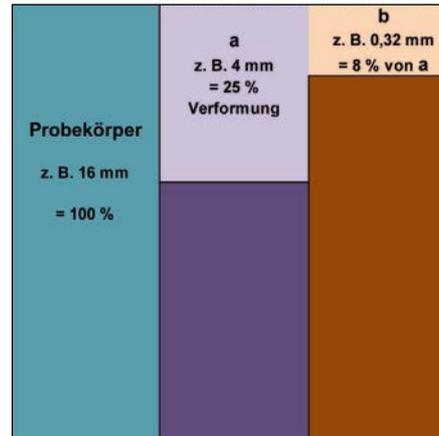


Bild 13.7:
Definition des Druckverformungsrests (DVR) nach Gleichung 13.1

13.3.4 Spannungsrelaxation

Die Spannungsrelaxation wie auch der Druckverformungsrest sind ein Maß für die Elastizität einer Gummidichtung. Für eine hohe Dauerhaftigkeit der Abdichtung muss die Dichtung eine möglichst geringe Spannungsrelaxation besitzen.

Spannungsrelaxation (DSR) und Druckverformungsrest (DVR) werden im Prüfzeitraum identisch belastet (25 % Verformung). Während beim DVR der verformte Weg das Ergebnis bestimmt, wird bei der DSR die verbleibende Spannung als Ergebnis dargestellt.

Die Spannungsrelaxation ist schwieriger und aufwändiger zu bestimmen und benötigt eine längere Zeit, weswegen der Druckverformungsrest als Routineprüfung vorgezogen wird.

Die bei konstant gehaltener Verformung auftretende Rückstellkraft wird als Funktion der Zeit gemessen. Die zeitliche Abnahme der Rückstellkraft, in % vom Ausgangswert gemessen, ist die Spannungsrelaxation.

13.3.5 Alterung

Für die über Jahrzehnte einwandfreie Dichtigkeit einer Verbindung spielt neben den elastischen Eigenschaften auch das Alterungsverhalten des Gummis eine bedeutende Rolle. Die Alterung wird im Wesentlichen von Licht, Sauerstoff, Temperatur und Medium beeinflusst.

Daher schreibt ISO 2230 [13.11] vor, dass Dichtungen kühl und dunkel gelagert werden sollen.

Das Alterungsverhalten wird meist durch einen 7-tägigen Alterungstest bei +70 °C überprüft. Dabei werden Messwertänderungen der Härte, der Zugfestigkeit und der Reißdehnung mit dem Neuzustand verglichen.

13.3.6 Verhalten in der Kälte

Bei niedrigen Temperaturen nimmt die Härte von Gummi zu. Dieses Verhalten ist reversibel und ruft keinen Qualitätsverlust hervor. Bei Erwärmung nimmt der Gummi seine ursprünglichen Eigenschaften wieder an.

Die durch Abkühlung bewirkte Eigenschaftsänderung darf jedoch bei Gummidichtungen ein gewisses Maß nicht überschreiten, damit keine Schwierigkeiten bei der Montage unter niedrigen Temperaturen auftreten. In die Einbauleitung von Dichtungen für duktile Gussrohre wurde deshalb folgender Passus aufgenommen:

Praxistipp:

Die Dichtungen können bei Temperaturen unter 0 °C eine gewisse Härtezunahme erfahren. Bei Einbautemperaturen unter 0 °C sind die Dichtungen daher zur Erleichterung der Montage bei einer Temperatur von möglichst über +10 °C zu lagern. Die Dichtungen sind erst kurz vor dem Herstellen der Verbindungen der Lagerstelle (z. B. beheizter Bauwagen) zu entnehmen. Zur Prüfung des Kälteverhaltens der Dichtungen wird die Härtezunahme nach der Lagerung in der Kälte (70 Stunden bei -10 °C) bestimmt. Für höhere Anforderungen sind fakultativ auch Kälteprüfungen bei -25 °C nach EN 681-1 [13.03] möglich.

13.3.7 Ozonbeständigkeit

Eine besondere Form des oxidativen Abbaues, die Ozonrissbildung, wird durch die Untersuchung der Ozonbeständigkeit geprüft.

Bei der Prüfung wird eine Gummiprobe gedehnt und bei einer festgelegten Temperatur über eine bestimmte Zeit einer ozonhaltigen Atmosphäre ausgesetzt. Am Ende der Prüfung dürfen keine Risse auf der Gummioberfläche sichtbar sein.

13.3.8 Chemische Beständigkeit

Die Dichtungen für Steckmuffen-Verbindungen unterliegen bei ihrem Einsatz in Trink-, Roh- und Brauchwasserleitungen hinsichtlich ihrer chemischen Beständigkeit keinen besonderen Beanspruchungen.

Für den Einsatz in Abwasserkanälen und -leitungen ist für die Dichtung allerdings die Beständigkeit nach EN 681-1 [13.03] gegen Abwasser nachzuweisen.

Sie wird anhand der Volumenänderung einer Probe gemäß ISO 1817 [13.12] nach 7 Tagen Lagerung in destilliertem oder deionisiertem Wasser bei 70 °C geprüft und bewertet. Weitergehende Anforderungen sind in Anlehnung an EN 681-1 [13.03] festzulegen.

13.3.9 Lagerzeiten

Um eine den Markterfordernissen entsprechende Belieferung mit Dichtungen sicherzustellen, sind länger-

fristige Lagerbestände üblich und notwendig. Im Einzelfall kann dies zu mehrjährigen Lagerzeiten führen, was jedoch wegen der speziellen Rezeptierung der Dichtungen hinsichtlich ihrer Nutzungsdauer problemlos möglich ist, sofern die vorgeschriebenen Lagerbedingungen berücksichtigt werden.

Nach ISO 2230 [13.11] sollte die Lagerdauer die in **Tabelle 13.1** angegebenen Lagerzeiten nicht überschreiten (Auszug).

Tabelle 13.1:
Auszug von Lagerzeiten nach ISO 2230 [13.11]

Werkstoff ^a	Lagerzeit ^b	Erweiterte Lagerzeit ^b
NR, SBR	5 Jahre	+ 2 Jahre
NBR, HNBR, IIR, CIIR, BIIR	7 Jahre	+ 3 Jahre
EPDM, FKM, VMQ	10 Jahre	+ 5 Jahre

^a Anwendungsspezifische Auswahl nach ISO 2230 [13.11]
^b Überprüfung und Bewertung nach ISO 2230 [13.11]

13.4 Dichtungen für Trinkwasserleitungen

TYTON®- und STANDARD-Dichtungen für den Einsatz in Trinkwasserleitungen sind vorwiegend aus EPDM nach EN 681-1 [13.03]. Sie dürfen das Trinkwasser farblich, geruchlich, geschmacklich und bakteriologisch nicht beeinflussen.

Die Anforderungen an diese Dichtungen sind in der DVGW-Prüfgrundlage VP 546 [13.04], zukünftig im DVGW-Arbeitsblatt W 384 [13.05] festgelegt. Darin sind die Forderungen in hygienischer Hinsicht durch die Elastomerleitlinie des Umweltbundesamtes (UBA) [13.13] und für die Mikrobiologie über das DVGW-Arbeitsblatt W 270 [13.14] definiert.

13.5 Dichtungen für Abwasserkanäle und -leitungen

Abwasserkanäle und -leitungen müssen dauerhaft dicht sein. Neben einem funktionierenden Rohr- und Verbindungssystem ist aus diesem Grund für die Dichtung eine Gummiqualität erforderlich, die den in einer Abwasserleitung zu erwartenden Beanspruchungen, vor allem durch aggressive Medien, möglichst dauerhaft widersteht. In der Regel werden hierfür Dichtungen aus NBR eingesetzt.

Zum Nachweis der Beständigkeit des Werkstoffes NBR gegenüber den im Abwasser am häufigsten vorkommenden organischen Verunreinigungen wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt [13.15], [13.16] und [13.17].

Weitergehende Informationen zu Dichtungen hinsichtlich Technik und Anwendung finden Sie in den **Kapiteln 8 und 9**.

13.6 Literatur

- [13.01] EN 545
Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods [Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren] 2010
- [13.02] EN 598
Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for sewerage applications – Requirements and test methods [Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für die Abwasser-Entsorgung – Anforderungen und Prüfverfahren] 2007 + A1:2009
- [13.03] EN 681-1
Elastomeric seals – Material requirements for pipe joint seals used in water and drainage applications – Part 1: Vulcanized rubber [Elastomer-Dichtungen – Werkstoff-Anforderungen für Rohrleitungs-Dichtungen für Anwendungen in der Wasserversorgung und Entwässerung – Teil 1: Vulkanisierter Gummi] 1996 + A1:1998 + A2:2002 + A3:2005
- [13.04] DVGW-Prüfgrundlage VP 546
Dichtungen für Muffenverbindungen in Rohrleitungen aus duktilem Gusseisen oder Stahl – Anforderungen und Prüfungen [DVGW test specification VP 546 Gaskets for push-in joints in ductile iron or steel pipelines – Requirements and test methods] 2007-06
- [13.05] Gelbdruck, DVGW-Arbeitsblatt W 384
Dichtungen für Muffenverbindungen in Rohrleitungen aus duktilem Gusseisen oder Stahl in der Wasserversorgung; Anforderungen und Prüfungen [Draft, DVGW worksheet W 384 Gaskets for push-in joints in ductile iron or steel pipelines for water supply; Requirements and test methods] 2013-04
- [13.06] DIN 28603
Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen – Steckmuffen-Verbindungen – Zusammenstellung, Muffen und Dichtungen [Ductile iron pipes and fittings – Push-in joints – Survey, sockets and gaskets] 2002-05

- [13.07] DIN EN 1514-1
Flansche und ihre Verbindungen –
Maße für Dichtungen für Flansche
mit PN-Bezeichnung –
Teil 1: Flachdichtungen aus nicht-
metallischem Werkstoff mit oder
ohne Einlagen
[Flanges and their joints –
Dimensions of gaskets for
PN-designated flanges –
Part 1: Non-metallic flat gaskets with
or without inserts]
1997-08
- [13.08] EN 1514-1
Flanges and their joints –
Dimensions of gaskets for
PN-designated flanges –
Part 1: Non-metallic flat gaskets with
or without inserts
[Flansche und ihre Verbindungen –
Maße für Dichtungen für Flansche
mit PN-Bezeichnung –
Teil 1: Flachdichtungen aus nicht-
metallischem Werkstoff mit oder
ohne Einlagen]
1997
- [13.09] DVGW-Prüfgrundlage VP 547
Dichtungen für Flanschverbindungen
in Rohrleitungen aus duktilem
Gusseisen –
Anforderungen und Prüfungen
[DVGW test specification VP 547
Gaskets for flange connections in
ductile iron pipelines –
Requirements and test methods]
2002-03
- [13.10] Gelbdruck, DVGW-Arbeitsblatt W 385
Dichtungen für Flanschverbindungen
in Rohrleitungen aus duktilem
Gusseisen oder Stahl in der Wasser-
versorgung;
Anforderungen und Prüfungen
[Draft, DVGW worksheet W 385
Gaskets for flange connections in
ductile iron or steel pipelines for
water supply; Requirements and test
methods]
2013-04
- [13.11] ISO 2230
Rubber products –
Guidelines for storage
[Produkte aus Gummi –
Leitlinie für die Lagerung]
2002-04
- [13.12] ISO 1817
Rubber, vulcanized –
Determination of the effect
of liquids
[Elastomere – Bestimmung des
Verhaltens gegenüber Flüssigkeiten]
2005
- [13.13] Umweltbundesamt, Deutschland
UBA-Elastomerleitlinie
Leitlinie zur hygienischen Beurteilung
von Elastomermaterialien im
Kontakt mit Trinkwasser
(Elastomerleitlinie)
[UBA-Rubber Guideline
Guideline for the hygienic assessment
of elastomer materials in contact
with drinking water
(Elastomer Guideline)]
2012-05

- [13.14] DVGW-Arbeitsblatt W 270
Vermehrung von Mikroorganismen
auf Werkstoffen für den
Trinkwasserbereich –
Prüfung und Bewertung
[DVGW worksheet W 270
Enhancement of microbial growth on
materials in contact with drinking
water – Test methods and assessment]
2007-11
- [13.15] Wolf, W.:
Untersuchungen über das Verhalten
von TYTON-Dichtungen in CKW-
gesättigtem Wasser
[Investigations into the behaviour
of TYTON gaskets in CHC saturated
water]
FGR GUSSROHR-TECHNIK,
Heft 24 (1989), S. 4 ff
- [13.16] Eignungsprüfungen von Tyton-
Dichtringen aus Nitrilkautschuk für
Raffinerie-Abwasserleitungen
Bericht des Engler-Bunte-Instituts der
Universität Karlsruhe
[Suitability testing of TYTON sealing
rings in nitrile rubber for waste water
lines in refineries.
Report by the Engler-Bunte Institute
of the University of Karlsruhe]
1975
- [13.17] Bächmann, K.:
Diffusionsverhalten chlorierter und
aromatischer Kohlenwasserstoffe
durch NBR-Dichtringe in TYTON-
Verbindungen
[Diffusion behaviour of chlorinated
and aromatic hydrocarbons by NBR
sealing rings in TYTON joints]
FGR GUSSROHR-TECHNIK,
Heft 28 (1993), S. 16 ff

