Hydraulische Leitungstechnik

Ein Praxishandbuch

Helmut Wetteborn

Leseprobe

HANSA FLEX

Sicherheit 1.0

Prüfungen 2.0

Rohrleitungen 3.0

Schlauchleitungen 4.0

Gesetzmäßigkeiten 5.0

Anhang 6.0

4.0

Inhaltsverzeichnis

4.0 Schlauchleitungen

4.1 Auslegung, Fertigung und Montage 392
4.1.1 Anforderungen, Ziele und Grundlagen 392
Anforderungen 392
Definitionen 393
Merkmale 394
Zulässigkeit von Schlauchleitungen 394
Schlauchleitungen in Verbindung mit Rückschlagventilen 394
Ziel 395
Grundlagen 397
Umsetzung in der Praxis 398
Kupplungen im Leitungssystem 404
Kugelhähne im Leitungssystem 412
4.1.2 Gestaltungs- und Verlegebeispiele 417
Verlegung von Schlauchleitungen 418
Befestigung von Schlauchleitungen 420
Schutz der Schlauchleitungen 422
Fahrlässigkeit und Leichtfertigkeit 425
Fahrlässig ausgeführte Schlauchleitungen 426
4.1.3 Aufgaben und Einflüsse 430
Gegenstand 430
Ablauf der Konzeption 431
Erste gestalterische Maßnahmen 432
Weitere Maßnahmen 433
Druckerhöhung bei abgesperrten Druckflüssigkeiten 434
Auftragsabhängige Auswahl 435
Auftragsabhängiger Ablauf 436

4.2 Begriffe und Definitionen 438
4.2.1 Druckbegriffe und Druckverlauf 438
4.2.2 Schlauch und Schlauchleitung 440
4.2.3 Schlauchleitung – funktionale Definition 445

4.3 Schlauchtypen für die hydraulische Leitungstechnik 446
Aufgabe 446
Umsetzung in der Praxis 447
4.3.1 Konstruktions- und Bauteil Schlauch 448
Grundlegende Merkmale 448
Werkstoffübersicht 449
Besonderes Verhalten (1) 451
Berechnung der Druckminderung 452
Besonderes Verhalten (2) 453
Grundsätzliches Verhalten 453
Druckflüssigkeiten in der Praxis – Permeabilität 456
Schlauch – Aufbau 457
Prinzipieller Aufbau des Schlauchs – Beispiele 458
Zweckmäßige Sonderentwicklungen 460
Problematische Sonderentwicklung 462

HANSA FLEX

4.3.2	Schlauchnormen – Bedeutung	464
	Aufgabe	464
	Umsetzung in der Praxis	464
	Schlauchentwicklung – Mindestbiegeradien	465
	Schlauchentwicklung – Verschleißverhalten	466
	Schlauchentwicklung – Betriebsdruck / Mindestbiegeradius	467
	Inhalte und Hinweise	468
4.4	Schlaucharmaturen für die hydraulische Leitungstechnik	470
4.4.1	Gestaltungsgrundsätze	470
	Konstruktive Merkmale	472
	Überwurfmutter – Unzulängliche Dimensionierung	477
	Verbindungsarten: Schlauch – Schlaucharmatur	477
	Weitere Lösungen	478
	Kupplungen und Steckanschlüsse	479
	Hinweise für Neuentwicklungen	481
4.4.2	Anschlussarten	482
	Übersicht	482
	Merkmale	484
	Hinweise zu Varianten	486
	Schäden im Anschlussbereich	489
	Schraubarmatur – Mängel und richtige Montage	489
	Fahrlässige Einbindung	490
	Fahrlässige Verpressung	491
4.4.3	Dichtungen am Anschluss	492
	Dichtsysteme	492
	Umsetzung in der Praxis	492
	Zulässige Temperaturbereiche	494
	Elektrische Leitfähigkeit	496
	Schadensursachen	498
4.4.4	Anschluss von Schlauchleitungen	499
	Einleitung	499
	Anziehdrehmomente	500
	Unter-, Über- und Normalmontage	501
	Wegabhängige Montage	504
4.5	Einfluss der Temperatur auf die Schlauchleitung	506
4.5.1	Genereller Einfluss der Temperatur	506
	Leitungsauslegung und Temperatur	506
	Wirkungen des Temperaturverlaufs	506
	Leitungsschäden durch Temperatureinwirkung – Fehlstelle	507
	Leitungsschäden durch Temperatureinwirkung – Leckage	508
	Leitungsschäden durch Temperatureinwirkung – Rissbildung	510

4.0

4.5.2	Spezifische Einflüsse der Temperatur	511
	Wärme- und Kältebeständigkeit	511
	Wärme- und Ölbeständigkeit	512
	Permeabilität	513
	Permeabilität und Pricken	514
	Temperaturanstieg und Viskositätsabfall	516
4.5.3	Zulässige Temperaturen	518
	Normen	518
	DIchtungswerkstoffe	518
	Schlauch- und Armaturen-Werkstoffe	519
	Fazit	520
4.6	Einfluss des Drucks auf die Schlauchleitung	521
4.6.1	Genereller Einfluss des Drucks	521
	Einleitung	521
	Umsetzung in der Praxis (1)	522
	Drucktechnische Auslegung – Schlauchleitung	524
	Umsetzung in der Praxis (2)	526
4.6.2	Berechnungsdrücke – Tabellen	528
4.7	Herstellung von Schlauchleitungen	529
4.7.1	Prozessschritte	529
	Arbeitsteiligkeit und Verantwortung	529
	Prozessschritte und Haftung	529
	Prozessschritte	530
	Schadensfall bei Anfertigung einer Schlauchleitung	532
	Fehlerhafte Ausführungen von Schlauchleitungen	534
	Fazit	535
4.7.2	Bemerkungen zu ausgewählten Prozessschritten	536
	Berücksichtigung des Abzugsmaßes	536
	Abzugsmaße und Normen zur Leitungslänge – Berechnung	537
	Innenreinigung	538
	Fertigung und Ausrüstungspark	539
	Maschinen und Vorrichtungen zur Schlauchaufbereitung	540
	Service- und Werkstattpressen	542
4.7.3	Bedeutung der Einbindung	544
	Einleitung	544
	Fehlerhaft ausgeführte Einbindungen	546
	Aufgaben und Anforderungen	547
4.7.4	Einbindung und Armaturenprogramm	548
	Grundsätzliche Merkmale der Pressarmatur	548
	Rationalisierung in der Fertigung	548
	Forderungen der Dienstleistung	549
	Notwendige Kombination oder „bunte Mischung der Systeme"?	549
	Vermeidung von Risiken	550

HANSA FLEX

4.7.5	Nippeleinfall und Pressmaß	551
	Einleitung	551
	Nippeleinfall	554
	Verletzung des Pressmaßes	556
	Pressmaße und Toleranzen	557
	Überpressungen	558
	Überpresste Schlauchleitungsarmaturen	559
	Auswahl des Pressbackensatzes	561
4.7.6	Prozesssicherheit	562
	Korrektes Pressmaß	562
	Verformte Außenschicht bei No-Skive-Technologie	562
	Korrekt verpresste Schlauchleitungsarmatur	563
	Kontrolle des Pressmaßes	565
4.7.7	Schälen und Nichtschälen von Elastomerschläuchen	567
	Anforderungen	567
	Umsetzung	568
	Flammtest	570
	Fazit	570
4.7.8	Einbinden von glatten PTFE-Schläuchen	571
	Werkstoffeigenschaften	571
	Umsetzung	571
4.7.9	Kontrolle durch Käufer und Nutzer	573
	Umsetzung	573
	Mängel bei der Einbindung	574
4.7.10	Druck- und kraftabhängiges Pressen	576
	Ziel	576
	Umsetzung	576
	Vergleichsberechnung der Presskraft	577
	Fazit	578
4.7.11	Montage von Nippel und Schlauch	579
	Umsetzung und Methoden	579
4.8	Schlauchleitungen und hochdynamische Beanspruchungen	580
	Beanspruchung und Verschleiß	580
	Umsetzung	580
4.8.1	Beanspruchungen	581
	Einflüsse – Druckverhältnisse	581
	Folgen	582
	Verantwortungslage	583
	Schadhafter Nippel durch Rissbildung	584
4.8.2	Verantwortungslagen für die technischen Lösungen	585
	Maschinen- und Gerätehersteller	585
	Betreiber	588
	Lebensdauer einer Schlauchleitung im hochdynamischen Betrieb	588
	Hersteller und Lieferant von Schlauchleitungen	589
	Fazit	591

4.0

4.9	Führung von Schlauchleitungen	592
	Ausführungsbeispiele	592
	Umsetzung in der Energieführungskette	593
	Planung	594
	Montage	595
	Inspektion	596
	Fazit	596
4.10	Schlauchmechanik	597
	Definition	597
	Umsetzung	597
4.10.1	Mindestbiegeradius	598
	Definition	598
	Unterschreiten des Mindestbiegeradius	599
	Berechnung	600
4.10.2	Verdrillung der Schlauchschenkel	602
	Definitionen	602
	Umsetzung	602
4.10.3	Torsion	604
	Definition	604
	Berechnung	604
	Maßnahmen	605
4.10.4	Kippen und Verdrillen gebogener Schlauchleitungen	606
	Definition	606
	Ursachen	607
4.10.5	Flechtwinkel und Schlauchvolumen	608
	Istdruck und Längenänderung	608
	Gestaltung der Einlage	608
	Vergrößerung des Schlauchvolumens pro Meter Schlauch	610
4.10.6	Vermeidung von Eigenfrequenz	611
	Wirkung und Vermeidung der Eigenfrequenz	612
4.10.7	Längungsverhalten	613
	Schlauchkürzung	615
4.11	Ausgewählte Berechnungen an einer Schlauchleitung	619
4.11.1	Einfluss des Biegeradius	619
	Vergleich: ausgeführte Biegeradien / Mindestbiegeradius	620
4.11.2	Längenänderung	622
	Schlauchkürzung 2SN-Schlauch	622
	Schlauchlängung SAE 100 R15	623

4.11.3	Kräfte strömender Druckflüssigkeit	624
	Staudruck und Reaktionskräfte	624
	Berechnung der Kraftwirkung	624
	Berechnungen – Flüssigkeitsaustritt	627
	Austritt von Druckflüssigkeit an einer Leckstelle	627
	Austritt von Druckflüssigkeit an einem Bruch	630
	Druckflüssigkeit trifft auf Abschirmung	631
	Reaktionskraft in Krümmern	632
4.12	Befestigung von Schlauchleitungen	634
4.12.1	Aufgabe	634
	Anforderungen	634
4.12.2	Lösungen	635
	Prinzipien der Befestigungen	635
	Ausführung von Befestigungen	637
4.13	Korrosionsschutz an der Schlauchleitung	642
4.13.1	Voraussetzungen und Wirkprinzipien	642
	Anwendungsbereich und Normen	642
	Wirkprinzipien	643
4.13.2	Korrosionsschutz und Schutzschicht	644
	Schlauchleitungsarmatur	644
	Befestigungsteile	646
	Korrosionsschutz bei Seewasser	646
4.14	Schlauchschutz – Schutzschläuche	647
4.14.1	Aufgaben	647
4.14.2	Lösungen	647
	Umsetzung – Schlauchschutz	648
	Umsetzung – Schutzschläuche	650
4.14.3	Anforderungsgerechte Auslegung des Schutzschlauchs	653
4.14.4	Theoretischer Hintergrund für die Dimensionierung	654
	Gültigkeit des Freistrahlansatzes	654
	Lösung durch Freistrahlnutzung	655
	Reaktionskraft an der Wandung Schutzschlauch	656
	Fazit	657
4.14.5	Fahrlässigkeiten oder problembehaftete Lösungen	658
	Fahrlässige und problematische Lösungen	658
Anmerkungen		661

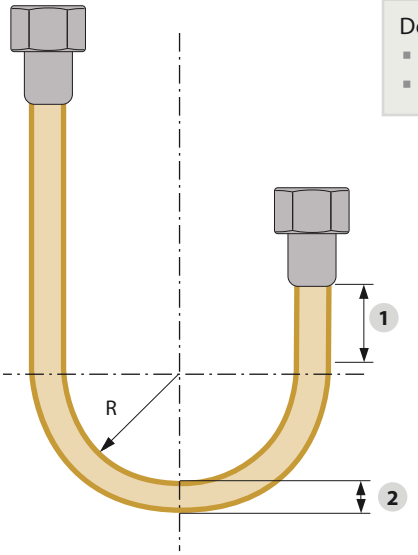
4.10.1 Mindestbiegeradius

Die Normen für Geflecht- und Spiralschläuche nennen in Abhängigkeit von Schlauchtyp und Nenndurchmesser Mindestbiegeradien, die nicht unterschritten werden dürfen. Im Schadensfall haften je nach Verantwortungslage Hersteller, Monteur und Nutzer.

Definition

Biegeradius

Die folgende Abbildung zeigt die Definition des Biegeradius und weitere Zusammenhänge:



Der Biegeradius R ist bestimmt durch:
- Schlauchtyp
- Nenndurchmesser

1 Länge ≥1,5-facher Außendurchmesser des Schlauchs
2 Abflachung im Radius ≤10 %, bezogen auf den ursprünglichen Außendurchmesser

Abb. 4.230 Definition des Biegeradius

Stellvertretend für alle festgelegten Mindestbiegeradien sind hier auszugsweise die genormten Zahlenwerte verschiedener Schlauchtypen und Nenndurchmesser genannt:

Schlauchtyp	Mindestbiegeradien [mm] beim Nenndurchmesser DN..							
	06	10	12	19	25	31	38	51
2SN, DIN EN 853*	100	130	180	240	300	420	500	630
3TE, DIN EN 854*	45	70	85	130	150	190	240	300
4SP, DIN EN 856**	150	180	230	300	340	460	560	660
SAE 100 R15**	–	–	–	265	330	445	530	700

* Geflechtschlauch
** Spiralschlauch

Tab. 4.26 Mindestbiegeradien nach Schlauchtyp und Nenndurchmesser (Beispiele)

Die Kompaktheit der Maschinen und Geräte nimmt zu. Ferner werden die Sicherheitsanforderungen immer höher angesetzt. Daraus leitet sich die Forderung an die Schlauchhersteller ab, die Leistungsfähigkeit der Schläuche zu steigern. Heute werden deshalb erfolgreich Schlauchtypen angeboten, die unter anderem die vorgenannten Norm-Mindestbiegeradien zulässig weiter unterschreiten. Sie bieten mit ihrem gesteigerten Leistungsverhalten mehr Sicherheit.

Schlauchentwicklung
B10 • S. 465

Funktion der Einlage

Die Bedeutung des Mindestbiegeradius leitet sich von der Funktion der Einlage als Druckträger ab:

- Die Einlage sichert den Durchfluss der unter Druck stehenden Druckflüssigkeit vom Energieerzeuger zum Energieverbraucher.
- Die Einlage umhüllt die Innenschicht als geschlossene Lagen in Form von Geflechten oder Spiralen (Textil- oder Metall-Werkstoffe).
- Die Einlage erlaubt den Transport der Druckflüssigkeit bei zugelassener und bestimmungsgemäßer Flexibilität des Schlauchmaterials.

Unterschreiten des Mindestbiegeradius

Wird der vorgeschriebene Mindestbiegeradius unterschritten und die Schlauchleitung den üblichen Beanspruchungen ausgesetzt, hat dies erhebliche Folgen:

Unterschreiten des Mindestbiegeradius!

Die Planungs- und Montagephase verantwortet diesen Zustand. Die Montage von Schlauchleitungen mit Unterschreitung des Mindestbiegeradius ist generell als fahrlässiges Handeln zu bewerten.

- Die Geschlossenheit der Lage der druckhaltenden Einlage wird aufgegeben.
- Die Lagen an der äußeren Seite des Bogens (z. B. Spreizung der Drahtlage) verschieben und öffnen sich.
- Die geschlossene und schützende Umhüllung ist nicht mehr vorhanden.
- Textilfäden oder Metalldrähte werden einzeln oder lagenweise zerstört.
- Ein Schlauchversagen wird provoziert.
- Die Druckflüssigkeit tritt spontan aus und trifft mit zerstörerischer Kraft auf die unmittelbare Umgebung.
- Schwerste Verletzungen mit Todesfolge können auftreten.

Die Abbildung zeigt das Öffnen der Drahtlagen und das Reißen von Drähten als Folge der Unterschreitung des Mindestbiegeradius bei weiterer Einwirkung der üblichen Schlauchbewegungen bzw. -belastungen.

Abb. 4.231 Geschädigte Einlage nach Entfernen der Außenschicht

Der Ausfall einer solchen Schlauchleitung vollzieht sich in der Regel spontan. Die Unterschreitung des Mindestbiegeradius ist zwar bei sehr kritischer Prüfung des Schlauchleitungsverlaufs augenscheinlich erkennbar, aber der Zustand des Schlauchs im Inneren ist nicht prüfbar. Deshalb erfolgt in der Regel kaum eine Reaktion des Bedienpersonals. Es liegen ja auch kaum Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen Schlauchtyp und Mindestbiegeradius vor.

Abb. 4.232 Mindestbiegeradius, mehrfach unterschritten

Ausnahmen

Allerdings erfordert die Praxis in einzelnen Fällen doch die Montage einer Schlauchleitung mit Unterschreitung des Mindestbiegeradius. Hier gilt der Kompromiss: Reduzierung des Betriebsdrucks.
Dabei gilt folgende Faustregel:

2/3 des Mindestbiegeradius = 1/2 Betriebsdruck

Pulsierende Druckverläufe!

Bei pulsierenden Druckverläufen in der Schlauchleitung gilt diese Faustformel nicht.

» Halten Sie in diesem Fall den Mindestbiegeradius zwingend ein.

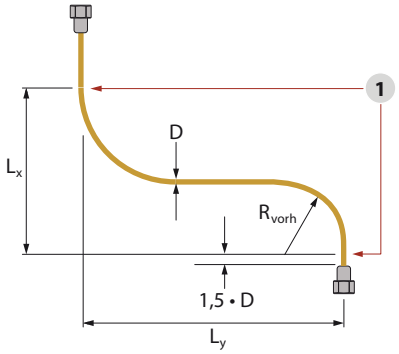
Berechnung

Mindestbiegeradius – Berechnen statt Probieren!

Mit der Beachtung des Mindestbiegeradius für Schlauchleitungen in der Planungsphase wird eine derartige fahrlässige Verlegung oder die notwendige Reduzierung des Betriebsdrucks vermieden. Daraus ergeben sich aber auch Konsequenzen für bauliche Anordnungen von Maschinen- und Geräteteilen sowie für die Schlauchleitungslängen. Die bauliche Ausführung sollte aber nicht dem Zufall oder gar einem aufwendigen Probieren überlassen, sondern durch Berechnung ermittelt werden.

Mindestbiegeradius berechnen

» Führen Sie die Berechnung der notwendigen Abstände durch.
» Beziehen Sie dabei als Vorgabe den genormten Mindestbiegeradius nach Umstellung der Grundbeziehung ein.



1 Anfang des Biegeradius [mm]
D Außendurchmesser Schlauch [mm]
R_{vorh} vorhandener Biegeradius
L_x Abstand zwischen den Biegungsanfängen der Schlauchleitung (x-Richtung) [mm]
L_y Abstand zwischen den Leitungs- oder Anschlussachsen (Y-Richtung) [mm]

Abb. 4.233 Prinzipdarstellung

Folgende Grundbeziehung erlaubt die prophylaktische Vorgehensweise und den Vergleich zwischen vorhandenem Biegeradius und genormtem Mindestbiegeradius:

$$R_{vorh} = \frac{L_x^2 + L_y^2}{4 \cdot L_y} \text{ [mm]}$$

Bedingung: $R_{vorh} \geq R_{min}$

R_{vorh} vorhandene Biegeradien der Schlauchleitung [mm]
R_{min} Mindestbiegeradius gemäß Schlauchnormen oder Hersteller [mm]
L_x Abstand zwischen den Biegungsanfängen der Schlauchleitung (x-Richtung) [mm]
L_y Abstand zwischen den Leitungs- oder Anschlussachsen (Y-Richtung) [mm]

Eine Umstellung der Grundbeziehung auf den erforderlichen Abstand der Biegungsanfänge ergibt folgende Formel:

$$L_x = \sqrt{L_y \cdot (4 \cdot R_{min} - L_y)} \text{ [mm]}$$

L_y wird frei oder anhand der baulichen Bedingungen gewählt und der genormte Mindestbiegeradius übernommen. Die Berechnung ergibt den notwendigen Abstand L_x von Schlauchbiegung zu Schlauchbiegung.
Diese Berechnung ist auf die X- und Y-Richtung in einer Ebene bezogen. Die Berechnung kann auch auf räumliche Verhältnisse übertragen werden. Dazu müssen die Abstände diagonal gemessen werden. Eine Reduzierung der Abstände in die Projektionsebene liefert falsche Werte und ist deshalb nicht zulässig.

Berechnung
B34 • S. 620

4.10.3 Torsion

Definition

Schlauchleitungen, die mit Torsion betrieben werden, haben eine stark eingeschränkte Lebensdauer.

D **Torsion**

Die Torsion beschreibt die Verdrehung der Schlauchleitung durch den Einfluss eines äußeren Torsionsmoments. Eine gedachte axiale Mantellinie wird zur Schraubenlinie. Das Torsionsmoment wird in der Regel durch Maschinenbewegungen auf die Schlauchleitung ausgelöst. Unterstützend wirkt, wenn die aufgezwungene Biegebewegung der Schlauchleitung nicht in der Bewegungsebene der Schlauchanschlüsse liegt.

Der Schaden tritt durch die ungleichmäßige Belastung der Einlage auf. Spannungen und Torsionskräfte in Längsrichtung der Schlauchleitung sind nicht zu erwarten. Ein gleichmäßiger Querschnitt als Kreiszylinder mit konstanter Wanddicke erzeugt bei einer Torsion keine Torsionsschubspannungen und damit keine Verwölbungen (Elastizitätstheorie: „Neubersche Schale“). Die Torsion bewirkt keine Längenänderungen an einer Schlauchleitung. Jedoch ist der Torsionswinkel längenabhängig. Die Torsion ist über die Schlauchleitungslänge nicht konstant.

Abb. 4.236 Torsion (1)

Abb. 4.237 Torsion (2)

Berechnung

Für Berechnungen stehen ausreichende Möglichkeiten mit der Methode „Stäbe mit Kreisquerschnitt und konstantem Durchmesser“ zur Verfügung. Die Anwendung in der Schlauchleitungstechnik scheitert aber an der Datenlage von Kennwerten. Deshalb ist die Erfahrung gefragt – und der Ausschluss von Torsion bleibt das grundsätzliche Ziel.

Torsion bei Planung und Montage verhindern

» Achten Sie bei Planung und Montage unbedingt darauf, dass die Bewegungsebenen übereinstimmen.
» Schließen Sie aus, dass durch die Torsion die Einlage in der einen Richtung vorgespannt und in der anderen entspannt wird, da dies die Belastungsfähigkeit der Einlage unabhängig von der Gestalt (Geflecht oder Spirale) erheblich herabsetzt.

Torsionshemmend wirken auch der erweiterte Formschluss, die Ausreißsicherung in den Einbindungen der Schlauchleitungen. Damit hat die Ausreißsicherung quasi eine Doppelfunktion.

Schlauchleitungen mit Torsion wechseln

» Wechseln Sie – unter Beachtung der Verlegekriterien – solche Schlauchleitungen schnellstens aus.
» Überprüfen Sie die bisherige Anordnung und Montage der betreffenden Schlauchleitung.
» Schließen Sie Wiederholungsfehler aus.

Schutz für die Einbindung duch besondere Greifzone

Um wenigstens die Einbindung vor unzulässiger Torsion schützen zu können, bietet Voswinkel einen Leitungsanschluss an, der sich als Kombination von Kraft- und Formschluss im Bereich der Greifzone auszeichnet. Nach dem Pressvorgang greifen die Verbindungspartner Nippel und Fassung aufgrund ihrer besonderen Auslegung von Haltenut und -kragen unlösbar ineinander. Die auftretende Haftreibung verhindert das schädliche und unzulässige Drehen des Nippels in der Fassung.

Abb. 4.238 Besondere Greifzone

4.14.5 Fahrlässigkeiten oder problembehaftete Lösungen

Falsch gewählte Werkstoffe, nicht zugelassene Schutzschläuche, falsche Dimensionierungen und Befestigungen schließen die gewollte Sicherheit aus; zumindest wird sie eingeschränkt.
Folgende Abbildungen sollen darauf aufmerksam machen und auf die anforderungsgerechte und bestimmungsgemäße Auslegung und Montage Einfluss nehmen.

B 42 **Fahrlässige und problematische Lösungen**

PVC-P-Schlauch

Abb. 4.308 PVC-P-Schutzschlauch

- PVC-P (= Polyvinylchlorid-weich) ist für diesen Einsatz ungeeignet.
- Die geringe Zugfestigkeit von 10 bis 25 N/mm^2 nach DIN 53455 nimmt die Reaktionskraft bei Schlauchbruch nicht auf.

- Additive, u.a. bis zu 40 % Weichmacher, verbessern zwar die Temperatur-, Licht- und Wetterbeständigkeit. Die Einlagerung des Weichmachers führt aber zu einer physikalischen Aufdehnung der Struktur und ist mit einer Wanderung in angrenzende Materialien verbunden.
- Der in der Regel gesundheitsschädliche Weichmacher greift angrenzende Oberflächen an (Außenschicht des Schlauchs).
- Sonnenlicht wirkt an der Oberfläche kaum zersetzend.
- Die dem PVC-P zugeschriebene Säure-, Öl- und Seewasserbeständigkeit ist zweckmäßigerweise auch durch Polypropylen (PP) oder Polyethylen(PE) zu erreichen.
- Im Brandfall entstehen hochgiftige Dioxine.
- Der Weichmacher ist in manchen Anwendungsbereichen physiologisch bedenklich.
- PVC-P ist chemisch sehr stabil und verrottet kaum (Entsorgungsproblem).

Schrumpfschlauch

Abb. 4.309 Schrumpfschlauch

- Der Schrumpfschlauch verfügt nicht über die notwendige Festigkeit.
- Der Schrumpfschlauch hat für den Einsatz als Schutzschlauch keine Zulassung.
- Der notwendige Abstand zwischen Schlauch und Schutzschlauch fehlt.

Schutzschläuche

Abb. 4.310 Schutzschlauch

- Schutzschlauch im Durchmesser zu eng bemessen
- Schutzschlauch nicht offen montiert
- Schlauchenden mit aufgepressten Hülsen fest verschlossen
- Schutzschlauch mit Kabelbindern in der Schutzwirkung eingeschränkt

Abb. 4.311 Schutzschlauch

- Schutzschlauch nicht offen montiert
- Schlauchenden mit Kabelbindern fest verschlossen
- Schutzwirkung eingeschränkt

Fortsetzung >>

Beispiel 42 – Fahrlässige und problematische Lösungen (Fortsetzung)

Schutzschläuche

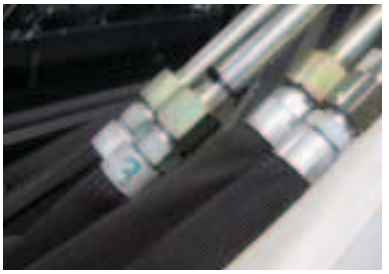


Abb. 4.312 Schutzschlauch

- Schutzschlauch nicht offen montiert
- Schlauchenden mit aufgepressten Hülsen fest verschlossen
- Schutzwirkung eingeschränkt

Abb. 4.313 Schutzschlauch

- Schutzschlauch nicht offen montiert
- Schlauchenden mit in die Einbindung einbezogen und fest verschlossen
- Die Einbindung der Schlauchleitung erfüllt ihren Zweck nicht.
- Notwendiger Formschluss zwischen Nippel – Schlauch – Fassung nicht vorhanden
- Die Schlauchleitung entspricht nicht dem Sicherheitsanspruch.
- Schutzwirkung nicht vorhanden

Schutzschlauch mit Schelle

Abb. 4.314 Schutzschlauch mit Schelle

- Schutzschlauch durch Schlauchschelle trotz Elastomereinlage unterbrochen
- Schutzwirkung herabgesetzt

✓ Bessere Lösung:
Trennung des Schutzschlauchs im Schellenbereich bei offener Verlegung

✓ Trotz Einteilung des Schutzschlauchs in Bereiche bleibt die Schutzwirkung bei verlangter offener Verlegung erhalten.