

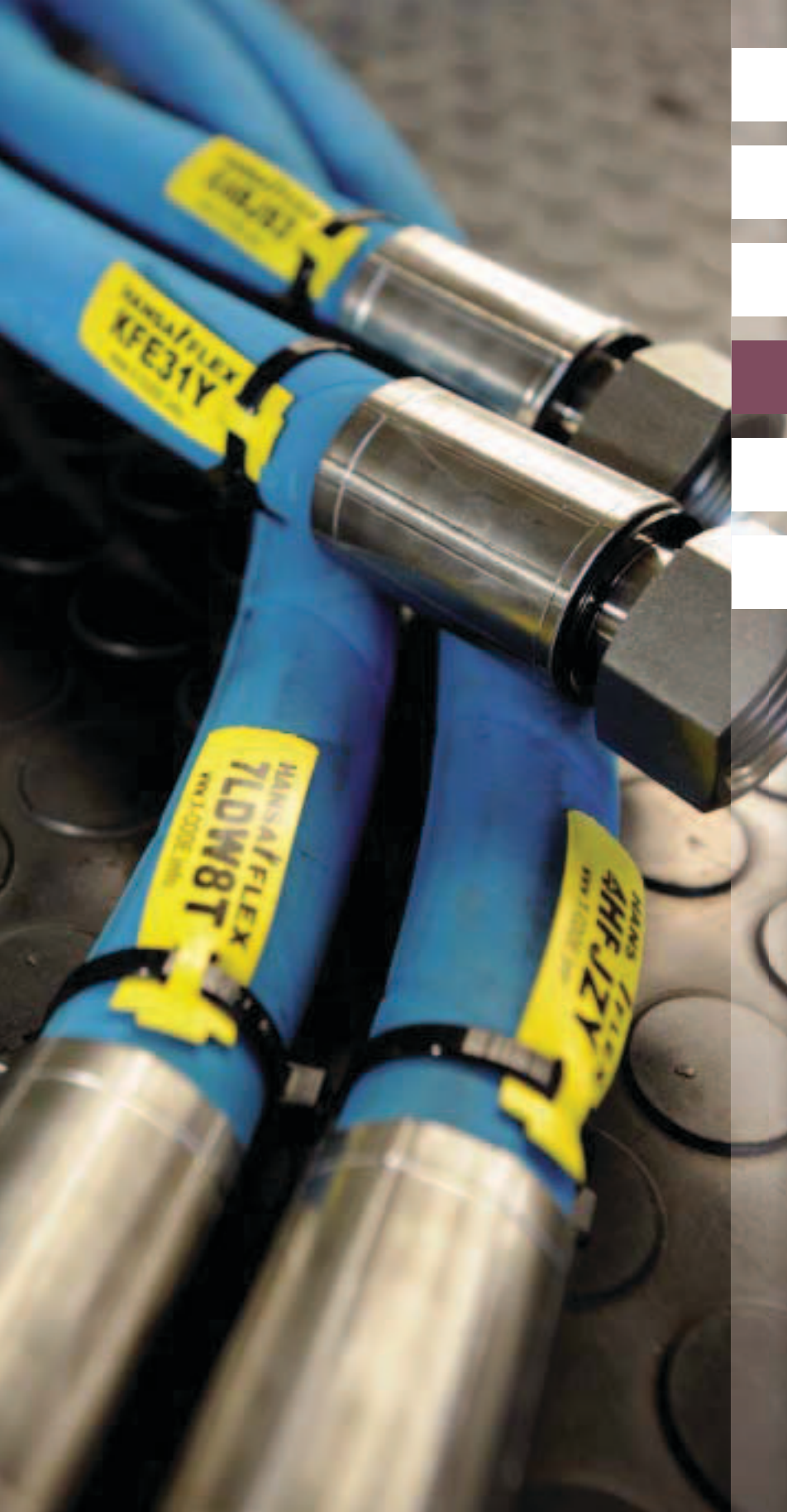
Hydraulische Leitungstechnik

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
	<i>Zulässigkeit von Schlauchleitungen</i>	394
	<i>Schlauchleitungen in Verbindung mit Rückschlagventilen</i>	394
	Ziel	395
	Grundlagen	397
	Umsetzung in der Praxis	398
	<i>Kupplungen im Leitungssystem</i>	404
	<i>Kugelhähne im Leitungssystem</i>	412
4.1.2	Gestaltungs- und Verlegebeispiele	417
	<i>Verlegung von Schlauchleitungen</i>	418
	<i>Befestigung von Schlauchleitungen</i>	420
	<i>Schutz der Schlauchleitungen</i>	422
	Fahrlässigkeit und Leichtfertigkeit	425
	<i>Fahrlässig ausgeführte Schlauchleitungen</i>	426
4.1.3	Aufgaben und Einflüsse	430
	Gegenstand	430
	Ablauf der Konzeption	431
	Erste gestalterische Maßnahmen	432
	Weitere Maßnahmen	433
	<i>Druckerhöhung bei abgesperrten Druckflüssigkeiten</i>	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
	<i>Berechnung der Druckminderung</i>	452
	Besonderes Verhalten (2)	453
	Grundsätzliches Verhalten	453
	<i>Druckflüssigkeiten in der Praxis – Permeabilität</i>	456
	Schlauch – Aufbau	457
	<i>Prinzipieller Aufbau des Schlauchs – Beispiele</i>	458
	<i>Zweckmäßige Sonderentwicklungen</i>	460
	<i>Problematische Sonderentwicklung</i>	462

4.3.2	Schlauchnormen – Bedeutung	464
	Aufgabe	464
	Umsetzung in der Praxis	464
	<i>Schlauchentwicklung – Mindestbiegeradien</i>	465
	<i>Schlauchentwicklung – Verschleißverhalten</i>	466
	<i>Schlauchentwicklung – Betriebsdruck / Mindestbiegeradius</i>	467
	Inhalte und Hinweise	468
4.4	Schlaucharmaturen für die hydraulische Leitungstechnik	470
4.4.1	Gestaltungsgrundsätze	470
	Konstruktive Merkmale	472
	<i>Überwurfmutter – Unzulängliche Dimensionierung</i>	477
	Verbindungsarten: Schlauch – Schlaucharmatur	477
	Weitere Lösungen	478
	<i>Kupplungen und Steckanschlüsse</i>	479
	Hinweise für Neuentwicklungen	481
4.4.2	Anschlussarten	482
	Übersicht	482
	Merkmale	484
	Hinweise zu Varianten	486
	Schäden im Anschlussbereich	489
	<i>Schraubarmatur – Mängel und richtige Montage</i>	489
	<i>Fahrlässige Einbindung</i>	490
	<i>Fahrlässige Verpressung</i>	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
	<i>Unter-, Über- und Normalmontage</i>	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
	<i>Leitungsschäden durch Temperatureinwirkung – Fehlstelle</i>	507
	<i>Leitungsschäden durch Temperatureinwirkung – Leckage</i>	508
	<i>Leitungsschäden durch Temperatureinwirkung – Rissbildung</i>	510

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
	<i>Drucktechnische Auslegung – Schlauchleitung</i>	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
	<i>Schadensfall bei Anfertigung einer Schlauchleitung</i>	532
	<i>Fehlerhafte Ausführungen von Schlauchleitungen</i>	534
	Fazit	535
4.7.2	Bemerkungen zu ausgewählten Prozessschritten	536
	Berücksichtigung des Abzugsmaßes	536
	<i>Abzugsmaße und Normen zur Leitungslänge – Berechnung</i>	537
	Innenreinigung	538
	Fertigung und Ausrüstungspark	539
	<i>Maschinen und Vorrichtungen zur Schlauchaufbereitung</i>	540
	<i>Service- und Werkstattpressen</i>	542
4.7.3	Bedeutung der Einbindung	544
	Einleitung	544
	<i>Fehlerhaft ausgeführte Einbindungen</i>	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
	<i>Notwendige Kombination oder „bunte Mischung der Systeme“?</i>	549
	Vermeidung von Risiken	550

4.7.5	Nippelinfeld und Pressmaß	551
	Einleitung	551
	Nippelinfeld	554
	Verletzung des Pressmaßes	556
	Pressmaße und Toleranzen	557
	Überpressungen	558
	<i>Überpresste Schlauchleitungsarmaturen</i>	559
	Auswahl des Pressbackensatzes	561
4.7.6	Prozesssicherheit	562
	Korrektes Pressmaß	562
	<i>Verformte Außenschicht bei No-Skive-Technologie</i>	562
	<i>Korrekt verpresste Schlauchleitungsarmatur</i>	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
	<i>Mängel bei der Einbindung</i>	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
	<i>Schadhafter Nippel durch Rissbildung</i>	584
4.8.2	Verantwortungslagen für die technischen Lösungen	585
	Maschinen- und Gerätehersteller	585
	Betreiber	588
	<i>Lebensdauer einer Schlauchleitung im</i>	
	<i>hochdynamischen Betrieb</i>	588
	Hersteller und Lieferant von Schlauchleitungen	589
	Fazit	591

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
	<i>Vergrößerung des Schlauchvolumens pro Meter Schlauch</i>	610
4.10.6	Vermeidung von Eigenfrequenz	611
	<i>Wirkung und Vermeidung der Eigenfrequenz</i>	612
4.10.7	Längungsverhalten	613
	<i>Schlauchkürzung</i>	615
4.11	Ausgewählte Berechnungen an einer Schlauchleitung	619
4.11.1	Einfluss des Biegeradius	619
	<i>Vergleich: ausgeführte Biegeradien / Mindestbiegeradius</i>	620
4.11.2	Längenänderung	622
	<i>Schlauchkürzung 2SN-Schlauch</i>	622
	<i>Schlauchlängung SAE 100 R15</i>	623

4.11.3	Kräfte strömender Druckflüssigkeit	624
	Staudruck und Reaktionskräfte	624
	Berechnung der Kraftwirkung	624
	Berechnungen – Flüssigkeitsaustritt	627
	<i>Austritt von Druckflüssigkeit an einer Leckstelle</i>	627
	<i>Austritt von Druckflüssigkeit an einem Bruch</i>	630
	<i>Druckflüssigkeit trifft auf Abschirmung</i>	631
	<i>Reaktionskraft in Krümmern</i>	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
	<i>Reaktionskraft an der Wandung Schutzschlauch</i>	656
	Fazit	657
4.14.5	Fahrlässigkeiten oder problembehaftete Lösungen	658
	<i>Fahrlässige und problematische Lösungen</i>	658
	Anmerkungen	661

Definition

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.

■ Biegeradius

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

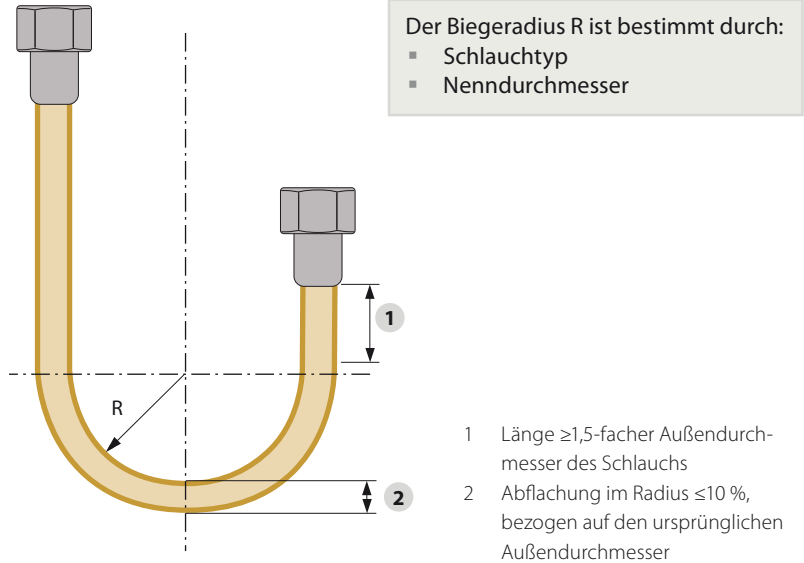


Abb. 4.230 Definition des Biegeradius

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.

■ 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 Geflechtem oder Spiralen (Textil- oder Metall-Werkstoffe).
- Die Einlage erlaubt den Transport der Druckflüssigkeit bei zugelassener und bestimmungsgemäßer Flexibilität des Schlauchmaterials.

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

■ Unterschreiten des Mindestbiegeradius

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:

$$2/3 \text{ des Mindestbiegeradius} = 1/2 \text{ Betriebsdruck}$$



Pulsierende Druckverläufe!

Bei pulsierenden Druckverläufen in der Schlauchleitung gilt diese Faustformel nicht.

» Halten Sie in diesem Fall den Mindestbiegeradius zwingend ein.

Berechnung

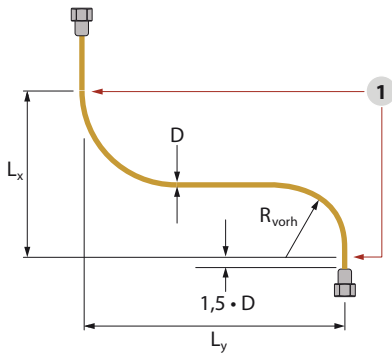
■ Mindestbiegeradius – Berechnen statt Probieren!

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 Biegeanfängen 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:

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

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

- R_{vorh} vorhandene Biegeradien der Schlauchleitung [mm]
- R_{min} Mindestbiegeradius gemäß Schlauchnormen oder Hersteller [mm]
- L_x Abstand zwischen den Biegeanfängen 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 Biegeanfänge ergibt folgende Formel:

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

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

Definition**4.10.3 Torsion**

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 Kreiszyylinder 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 durch 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

Fahrlässige und problematische Lösungen

42

■ 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/mm² 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 verlangerter offener Verlegung erhalten.