

Einmal fest – einmal gleitend

Teil 1

**Gerhard Lorbeer¹
Jörg Scheele²**

Rohre wasserführender Leitungen verändern ihre Länge, wenn sich die Temperatur des Wassers ändert. Welche Auswirkungen hat das auf die Rohrverlegung und wie kann sich der Installateur vor Schadenersatz schützen? Am konkreten Beispiel erläutern die Autoren, was es zu beachten gilt.

Stoffe dehnen sich bei Wärmezufuhr aus. Bei langen Bauteilen gilt es hauptsächlich die Längenänderung zu berücksichtigen. Dabei ist nicht nur die Ausdehnung bei Erwärmung sondern auch das Schrumpfen bei Abkühlung einzukalkulieren. Dies gilt auch für die Rohrleitungsverlegung. Besonders wichtig ist es daher zu wissen, welche Temperaturen entstehen können.

Dabei ist nicht nur die Betriebstemperatur zu berücksichtigen, sondern auch der Störfall. Wird das nicht bereits bei der Verlegung gemacht, sind Schäden nicht auszuschließen.

Verlegung von Rohrleitungen

Die Längenänderung ist gezielt zu lenken. Sonst kann die Rohrleitung nicht nur selbst geschädigt werden, sondern es werden auch ernsthafte Schäden an Bauteilen verursacht. Dabei verhalten sich die Materialien bei Wärmezufuhr unterschiedlich. Für die Rohrverlegung ist der Ausdehnungskoeffizient maßgebend.

Damit kann errechnet werden, um welche Länge sich eine Rohrleitung ausdehnt oder zusammenzieht.

Die Längenänderung (ΔL) wird mittels Gl. 1 berechnet:

$$\Delta L = L \cdot \Delta\vartheta \cdot \alpha \quad (\text{Gl. 1})$$

Darin bedeuten

ΔL = Längenänderung [mm]

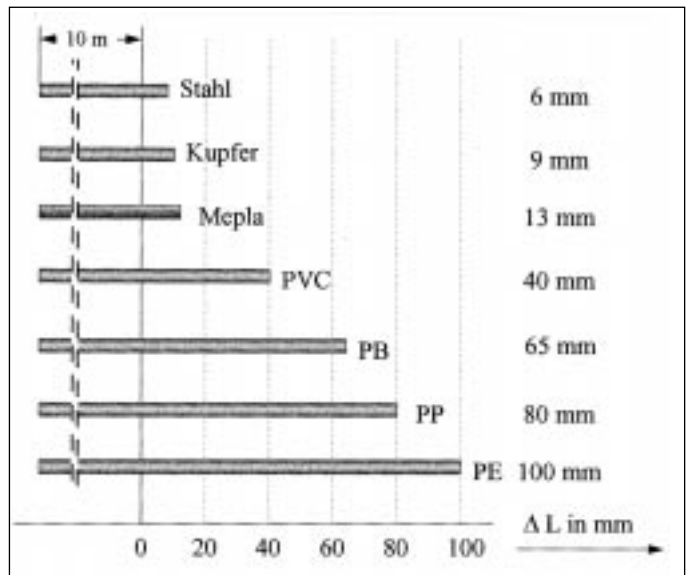
L = Länge der Rohrleitung [m]

$\Delta\vartheta$ = Temperaturdifferenz [K]

α = Längenänderungskoeffizient [mm/K · m]

Biegeschenkel

Durch eine überlegte Rohrverlegung kann die Längenänderung



Graphischer Vergleich der Längenänderung ΔL bezogen auf eine Temperaturdifferenz von 50 K für verschiedene Rohrmaterialien

¹ Dipl.-Ing. Gerhard Lorbeer, Leiter Anwendungstechnik, Trinkwassersysteme, Fa. Geberit, Pfullendorf
² Jörg Scheele, Dozent bei der Handwerkskammer Dortmund

Werkstoff	Längenänderungskoeffizient ¹⁾ mm/k · m	Längenänderung mm/m bei		
		20°C	40°C	60°
Stahlrohr	0,012	0,24	0,48	0,72
Kupferrohr	0,017	0,34	0,68	1,02
Alum. Verbundrohr	0,026	0,52	1,04	1,56
PVC	0,080	1,60	3,20	4,80
PB	0,130	2,60	5,20	7,80
PE-HD-Rohr	0,200	4,00	8,00	12,00

¹⁾ Mittlerer Längenänderungskoeffizient

Längenausdehnungskoeffizient und Längenänderung für ausgewählte Rohrwerkstoffe

ring der Rohrleitung meist mit der Leitungsführung erledigt werden. Vorgesehene Rohrleitungsabschnitte nehmen durch Ausfederung die thermisch bedingte Längenänderung auf. Die Befestigungsabstände sind so zu wählen, daß die Bewegung des Biegeschenkels nicht behindert wird. Für die Bemessung des Biegeschenkels ist die größte Längenänderung maßgebend. Eine Leitungsverlegung mit Biegeschenkel als Längenausgleich ergibt sich zwangsläufig durch Richtungsänderungen oder aus rechtwinkligen Anbindungen bei richtiger Anordnung von Gleit- und Fixschellen. Die Länge des Biegeschenkels ist abhängig vom verwendeten Rohrmaterial, vom Durchmesser und von der aufzunehmenden Längenänderung.

Die Länge des Biegeschenkels L_B berechnet sich aus Gl. 2:

$$L_B = c \sqrt{D \cdot \Delta L} \quad (\text{Gl. 2})$$

Darin bedeuten

c = Materialspezifische Konstante

D = Rohraußendurchmesser [mm]

ΔL = Längenänderung der Rohrleitung (aus Gl. 1) [mm]

Als Materialkonstante c kann eingesetzt werden für

Stahl	90
Kupfer, Edelstahl	61
Mepla	33
PB	10
PVC-U	34
PE-HD, PE-X	28
PP	30

Ersichtlich wird am Beispiel einer 15 m langen Leitung, daß bei einigen Materialien im Bereich des Biegeschenkels der größte zugelassene Befestigungsabstand nicht nach herkömmlicher Art mit einer Schelle befestigt werden kann. Hier sind Sonderlösungen notwendig, die der Leitung entsprechenden Bewegungsspielraum geben. Für den Strangbereich ist der Biegeschenkel in jedem Abgang zu berücksichtigen.

Die sinnvolle Anordnung eines Festpunktes in der Strangleitung reduziert die Biegeschenkellänge der abgehenden Leitungen erheblich.

Dehnungsbogen

Die Bewegungsmöglichkeit aufgrund der Rohrführung reicht bei langen Leitungsabschnitten oft nicht aus. Durch Festpunkte wird die Leitung unterteilt, um die Längenänderung abschnittsweise durch den Einbau von Dehnungsschlaufen oder Kompensatoren aufzunehmen. Gleitbefestigungen oder Gleitführungen bilden die schiebenden Halterungen zwischen Festpunkten. Um Schäden zu vermeiden oder Wartungsarbeiten nicht zu beeinträchtigen sind Dehnungsbögen so einzubauen, daß keine Luft- oder Wassersäcke entstehen. Mit einer Vorspannung kann der Dehnungsbogen optimal genutzt werden. Ein Festpunkt sollte im Dehnungsbogen angeordnet sein, damit die Längenänderung gezielt auf die Biegeschenkel verteilt wird.

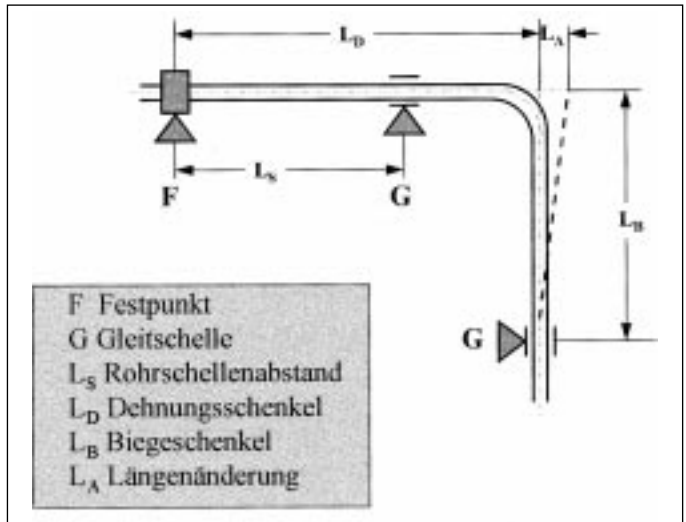
Kompensatoren

Die Lebensdauer von Kompensatoren wird durch Temperatur, Hubanzahl und Dehnung bestimmt. Ebenso hat die Schellenanordnung wesentlichen Einfluß auf die Funktion. Das seitliche Ausknicken der Leitung muß

durch eine genaue Führung der Rohrleitung verhindert werden. Die Herstellerangaben sind genauestens zu befolgen. Einige Arten von Kompensatoren sind auf bestimmte Rohrleitungsmaterialien beschränkt. Die durch den Rohrersteller empfohlenen Befestigungsabstände müssen in der Regel vermindert werden. Die Gleitschellen dürfen die axiale Rohrleitungsbewegung nicht behindern. Der Einbauort muß für Kontroll- und Wartungsarbeiten zugänglich sein.

Starre Montage

Bei Kunststoffrohrleitungen kann auch die „starre Montage“ angewendet werden. Hierbei ist streng nach Herstellerangaben zu verfahren. Die thermisch bedingte Längenänderung und daraus resultierende Reaktionskräfte werden durch die Anordnung von Festpunkten auf den Baukörper übertragen. Dabei wird die Längenänderung durch die starre Einbindung zwischen den Festpunkten verhindert. Jedes Rohrteil zwischen zwei Festpunkten muß die Dehnungskräfte in sich aufnehmen. Die entstehenden Kräfte auf die Schellenkonstruktion sind erheblich größer als bei der Biegeschenkelmontage. Die Festpunkte sind für diese Anwendungsfälle nach den Angaben der Hersteller auszurichten und zu berechnen. Bei der



Dehnungsschenkel L_D und Biegeschenkel L_B an der Richtungsänderung einer Rohrleitung

Länge des Biegeschenkels

Daten:

Verlegetemperatur	10 °C
max. Betriebstemperatur	75 °C
Rohrlänge L_D (Dehnungsschenkel)	5,0 m
Rohrleitungsmaterial	PP
Dimension	DN 40
($d_i = 37,8$; $d_a = 63$ mm)	
Ausdehnungskoeffizient α	0,16 mm/m · K
Materialspezifische Konstante c für Polypropylen (PP)	30

Berechnung der Längenänderung L_A der Rohrleitung:

$$L_A = L_D \quad (\text{Gl. 1})$$

$$L_A = 5,0 \text{ m} \cdot 65 \text{ K} \cdot 0,16 \text{ mm/m} \cdot \text{K}$$

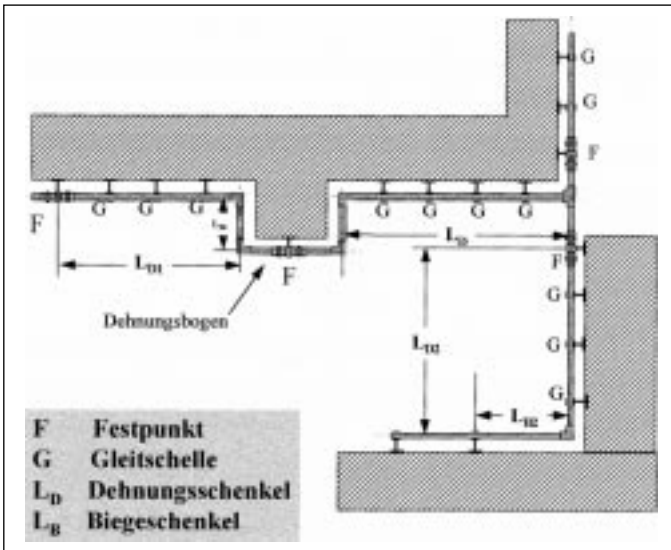
$$L_A = 52 \text{ mm}$$

Berechnung des Biegeschenkels L_B :

$$L_B = c \sqrt{D \cdot \Delta L} \quad (\text{Gl. 2})$$

$$L_B = 30 \sqrt{20 \text{ mm} \cdot 3,6 \text{ mm}}$$

$$L_B = 1717 \text{ mm}$$



Anordnung der Festpunkte und Gleitschellen mit Dehnungsbogen und Biegeschenkel

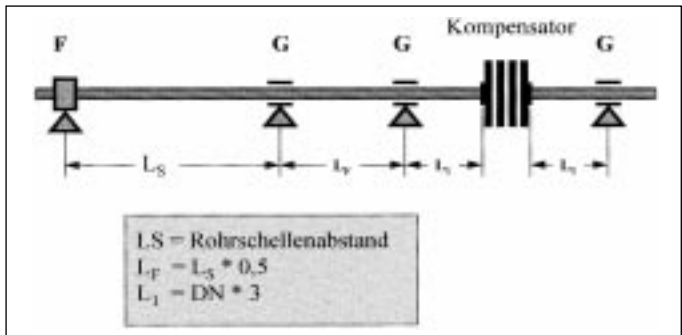
Montage der Festpunkte ist unbedingt auf eine feste Verbindung (kraftschlüssige Verbindung) zum Rohr zu achten. Schalldämmeinlagen können daher meist nicht verwendet werden. Bei Sammelbefestigungen ist besonderer Augenmerk auf eine ausreichend kraftschlüssige Verankerung zu richten (keine Dämmelemente). Einige Rohrhersteller schreiben die Ausführung der Festpunkte detailliert vor. Wird die Rohrleitung nicht geführt, entsteht durch das Ausbeulen des Rohres zwischen den Festpunkten ein unkontrolliertes Verhalten. Bei Berührung mit anderen Bauteilen sind Schallbrücken nicht zu vermeiden.

Welche Temperaturen können auftreten?

Bei Materialien mit einem großen Längenänderungskoeffizient in Verbindung mit langen Leitungsabschnitten muß bei allen Medien die Längenände-

ring berücksichtigt werden. Auch kaltwasserführende Leitungen können trotz der geringen Temperaturunterschiede erhebliche Ausdehnungen oder Schrumpfungen erfahren. Als Temperaturdifferenz ist der Unterschied zwischen Umgebungstemperatur und maximal möglicher Temperatur vorzusehen. Als Verlegetemperatur kann 10 °C angenommen werden. Der obere Temperaturwert kann leicht bis 95 °C reichen. Eine Gleitbefestigung mit einem begrenzten Schiebeweg muß bereits bei der Montage auf die möglichen Betriebszustände eingestellt werden.

Grundlagen der Verwendung von Fest- und Gleitschellen erläuterten die Autoren im ersten Teil des Beitrages über die Befestigung von Rohrleitungen. Im nächsten Heft werden diese Angaben durch Rechenbeispiele untermauert.



Ausgleich der Längenveränderung durch einen Kompensator (Herstellerangaben sind zu berücksichtigen)