



Längenänderungen durch Temperaturunterschiede

Durch Temperaturunterschiede beim Baufortschritt oder zwischen Bau und Betrieb eines überirdischen Rohrleitungsabschnitts können Längenänderungen auftreten (morgens/ abends unterschiedlich zu mittags). Diese Längenänderung ΔL muss bei der Planung der Rohrleitungsabschnitte berücksichtigt werden.

PE:	$\alpha = 0,20 \text{ mm/ m}^*\text{K}$
PVC-U:	$\alpha = 0,08 \text{ mm/ m}^*\text{K}$
PP:	$\alpha = 0,16 \text{ mm/ m}^*\text{K}$
PP-QD:	$\alpha = 0,04 \text{ mm/ m}^*\text{K}$
PP-HM:	$\alpha = 0,14 \text{ mm/ m}^*\text{K}$

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Beispiel:

L: Länge PE-Rohr 20m

ΔT : Temperaturunterschied 20°C

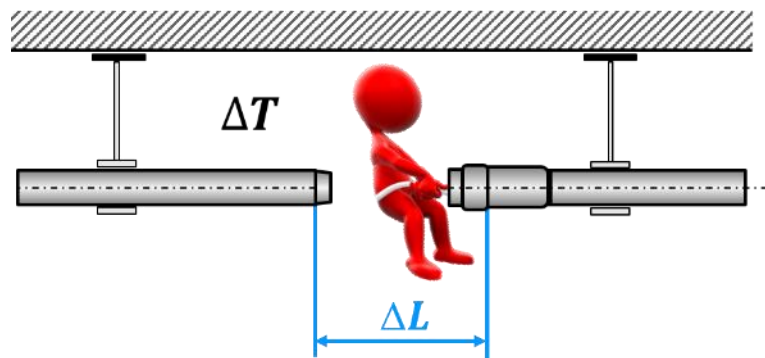
α :

Längenausdehnungskoeffizient

*PE 0.2 mm/m*K*

*$\Delta L = 20\text{m} * 0.2 \text{ mm/m}^*\text{K} * 20 \text{ K}$*

$\Delta L = 80\text{mm} = 8\text{cm}$



Schweißen als Verbindungstechnik wird deshalb bei überirdischen Rohrleitungen empfohlen und Dehnungsschenkel zur Kompensation der Längenänderungen müssen eingeplant werden.

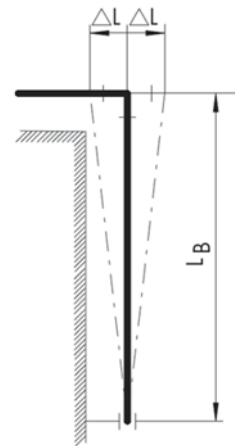
Biegeschenkel

Durch die Flexibilität von Kunststoffen ist die günstige Möglichkeit gegeben, Längenänderungen durch elastische Ausfederungen von dafür vorgesehenen Abschnitten der Rohrleitung aufnehmen zu können.

Die Länge des Biegeschenkels wird im Wesentlichen vom Durchmesser des Rohres und der Grösse der aufzunehmenden Längenänderung bestimmt.

Natürliche Biegeschenkel ergeben sich stets an Richtungsänderungen sowie an Abzweigungen.

Bei gesteckten Rohrsystemen kann ein Biegeschenkel nur angeordnet werden, wenn eine sichere Steckmuffen-Verbindung unter allen Temperatur- und Belastungsbedingungen gewährleistet werden kann.



$$L_B = \sqrt{\frac{3 \cdot E_{cm} \cdot d_n \cdot \Delta L}{\sigma_b}}$$

L_B : Länge des Rohrschenkels [mm]

d_n : Rohraussendurchmesser [mm]

ΔL : maximale Längenänderung [mm]

E_{cm} : mittlerer Biegekriechmodul für 25 Jahre [N/mm²]

σ_b : zulässiger Biegespannungsanteil für 25 Jahre [N/mm²]

Der Term $\sqrt{\frac{3 \cdot E_{cm}}{\sigma_b}}$ lässt sich in einer werkstoffabhängigen Konstante C_L zusammenfassen:

C_L : werkstoffabhängige Konstante

PE 10

PP-HM 15

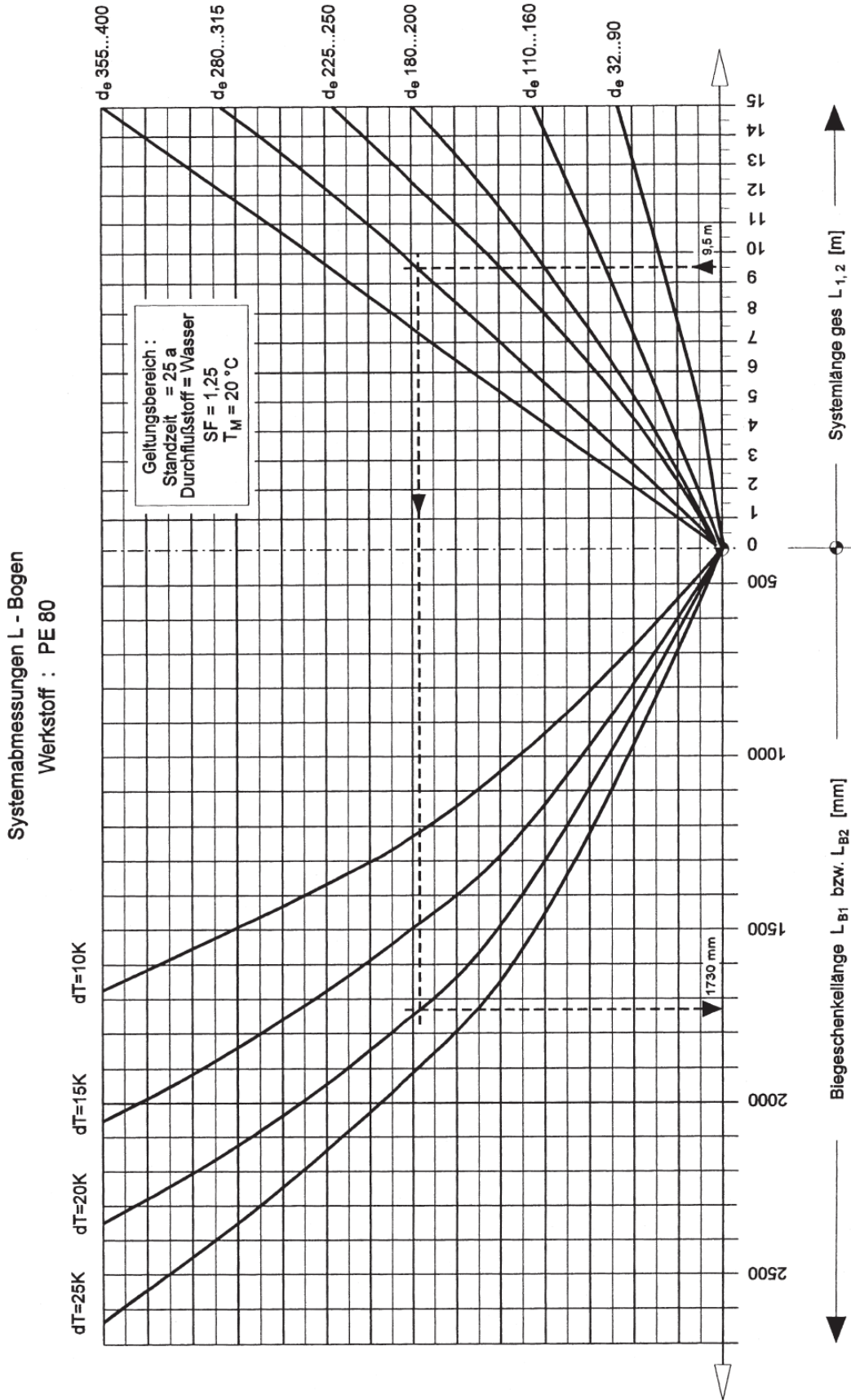
PP-QD 25

PVC-U ? → Input Canplast

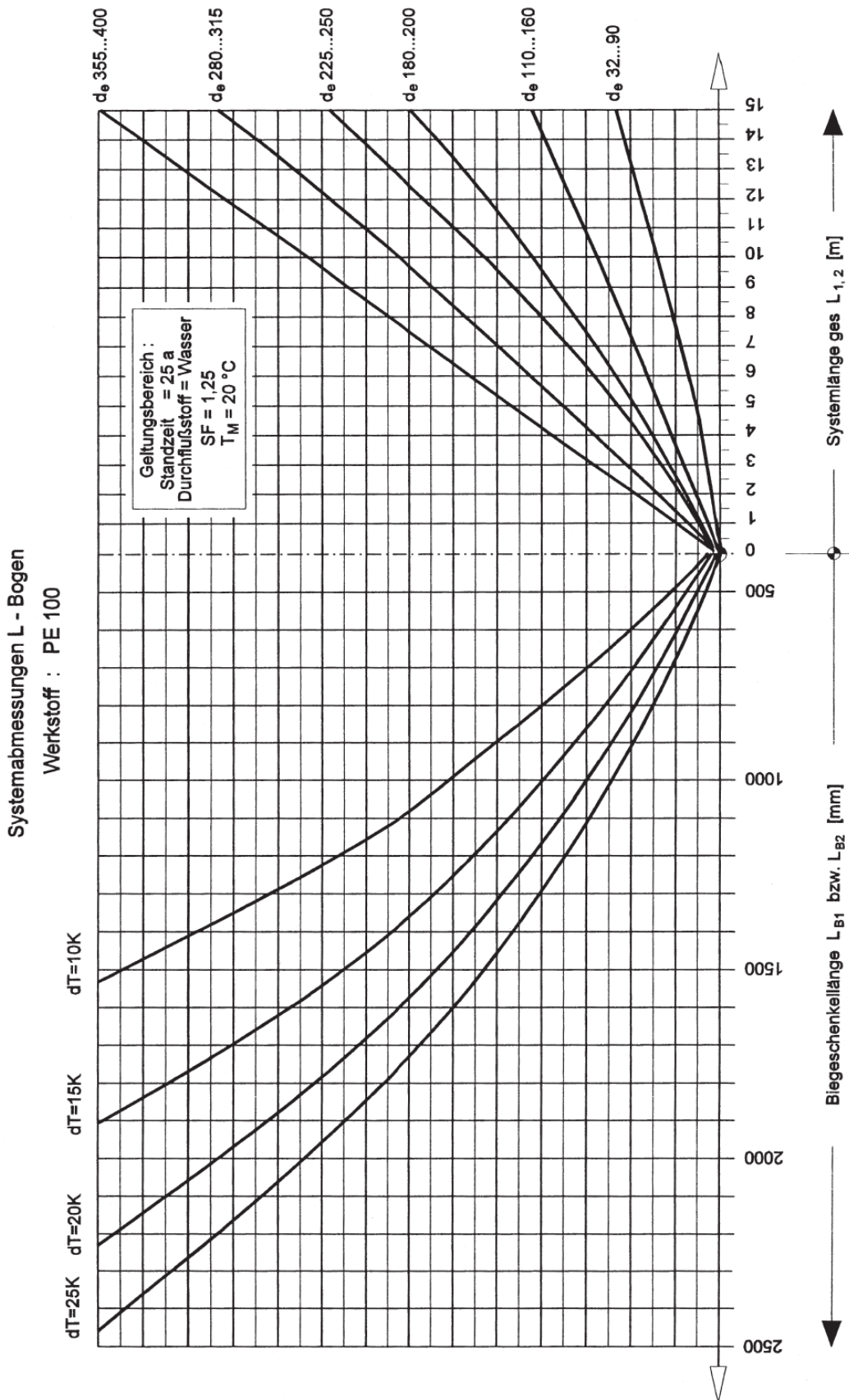
Da E_{cm} und σ_b abhängig von Zeit, Temperatur und Spannung sind, ist die Berechnung von L_B schwierig.

Zur einfacheren, schnelleren und exakteren Ermittlung der Biegeschenkel, werden bevorzugt Diagramme eingesetzt.

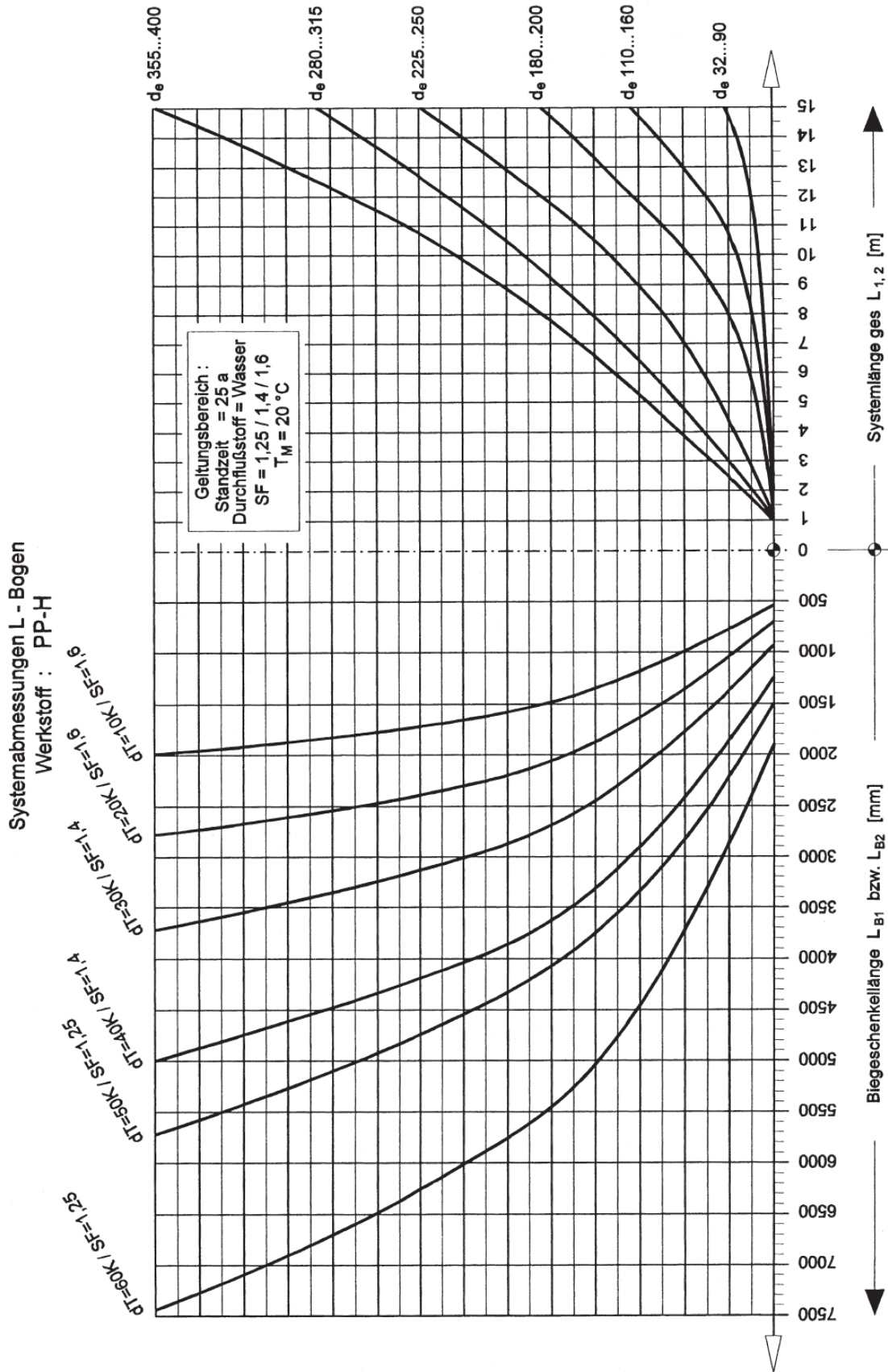
Biegeschenkelängen für PE80-Rohre



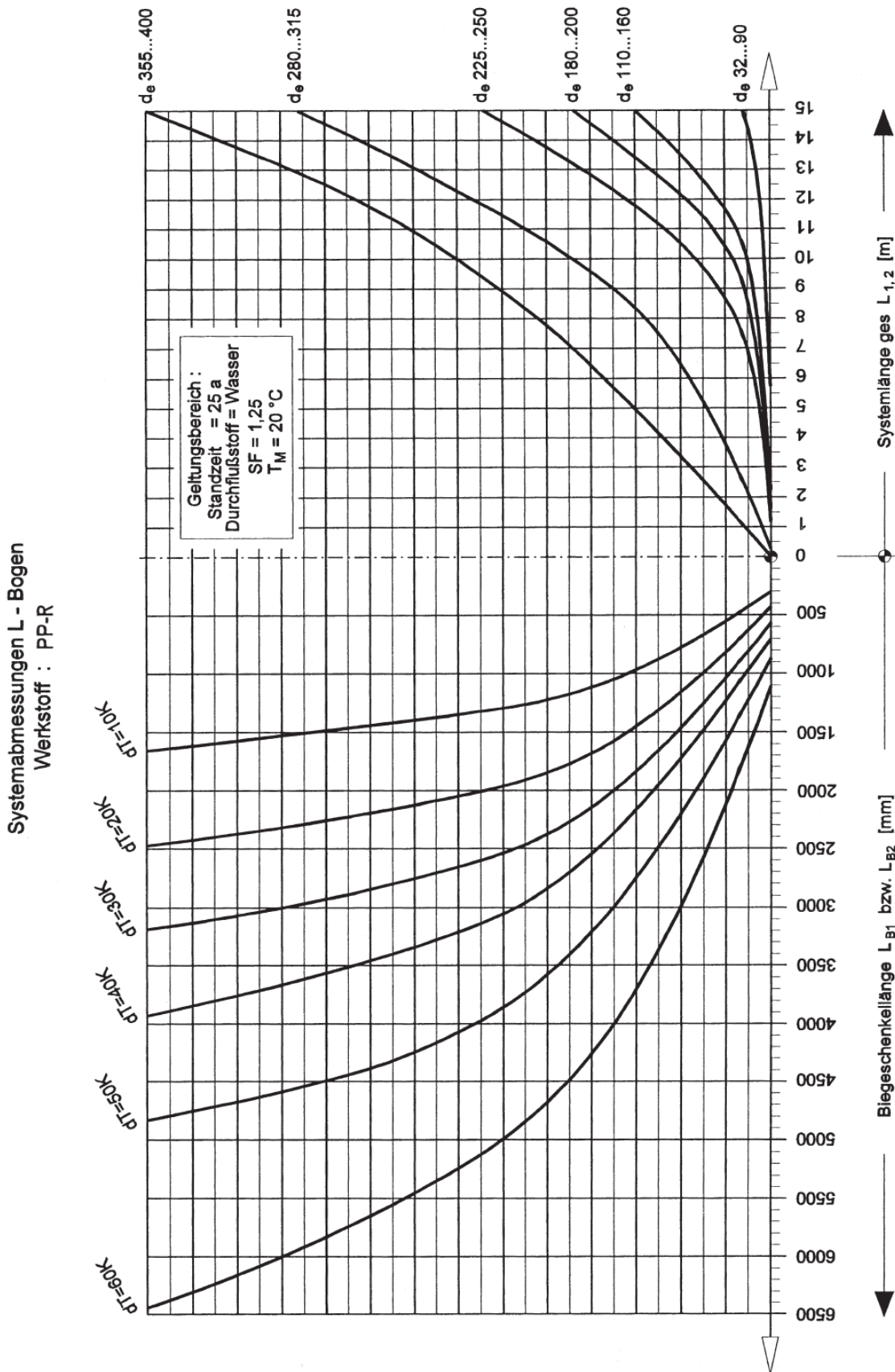
Biegeschenkelängen für PE100 Rohre



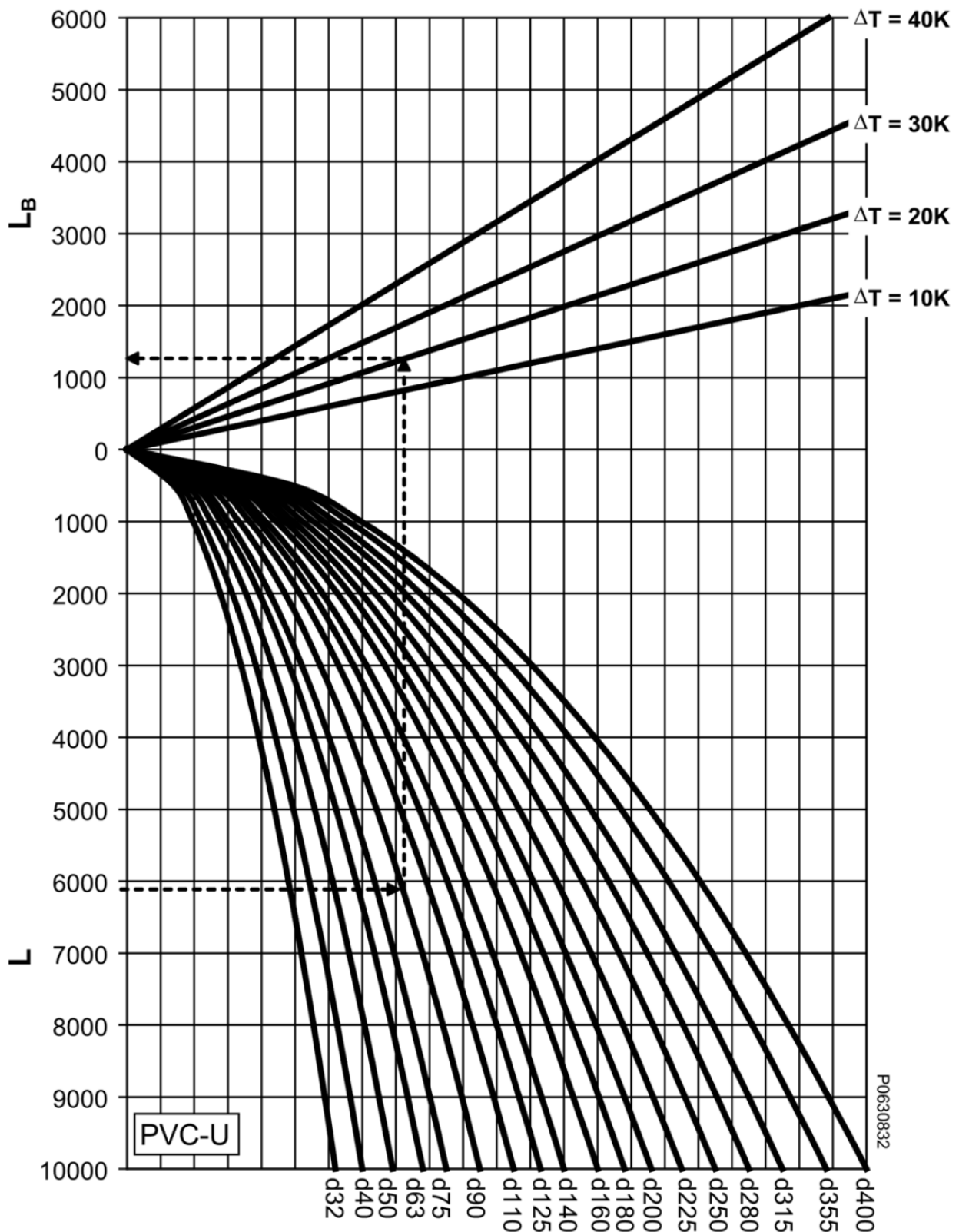
Biegeschenkelängen für PP-H Rohre



Biegeschenkelängen für PP-R Rohre



Biegeschenkelängen für kompakte Vollwandrohre aus PVC-U
 Biegeschenkel für PVC



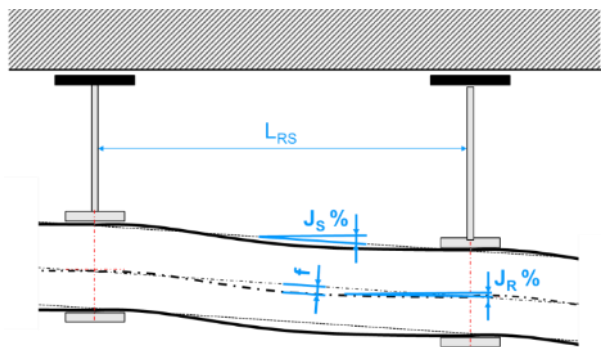
P0630832

Rohrschellenabstände

Abwasserleitungen sind prinzipiell mit einem Gefälle in Abflussrichtung zu verlegen. Dies gilt auch für freiverlegte Leitungen. Massgebend für die Rohrschellenabstände ist die tolerierte Durchbiegung f und dem daraus resultierenden Restgefälle J_R der Leitung. Zu berücksichtigen sind dabei der Füllungsgrad der Leitung und eventuelle Auflasten (z.B. Schnee). Hier ist speziell bei PE darauf zu achten, dass bei den Rohrschellen die Abstände in Rohrrichtung und die Distanzen zur Verankerung richtig gewählt sind. Dies besonders auch bei maximaler Umgebungstemperatur, wenn die Leitung zum „durchhängen“ neigt, um „tote“ Stagnationsstellen zu vermeiden.

Die Berechnung der Rohrschellenabstände L_{RS} beruht auf der Formel für die Durchbiegung eines Durchlaufträgers.

$$L_{RS} = \sqrt[4]{f \cdot \frac{384 \cdot E_{R, lang} \cdot I}{q}}$$



- L_{RS} Rohrschellenabstand [mm]
- f Durchbiegung [mm]
- I Tragheitsmoment Kreisring [mm⁴]
mit $I = \frac{\pi \cdot (d_n^4 - d_i^4)}{64}$
- d_n Aussendurchmesser Rohr [mm]
- d_i Innendurchmesser Rohr [mm]
- $E_{R, lang}$ E-Modul als Langzeitwert
empfohlene Rechenwerte für PE
 - bei durchschnittlich 20°:
 $E_{R, lang} = 300 \text{ N/mm}^2$
 - bei direkter Sonneneinstrahlung:
 $E_{R, lang} = 150 \text{ N/mm}^2$

- Q gleichmassige Belastung aus Eigengewicht und Nutzlast
mit $q = g + p$ [N/mm']
(kg/m:100 = N/mm')
- g Eigengewicht Rohr
- p Gewicht Rohrfüllung je nach Medium und Füllungsgrad
zuzüglich allfälliger Auflasten auf der Leitung bezogen auf Länge von 1 mm.
mit $p = \frac{\pi \cdot d_i^2}{4 \cdot 10^5}$

Grobrechnung Restgefälle

$$J_R = J_S \cdot \frac{2 \cdot f}{L_{RS}}$$

- J_S Sohlengefälle
- J_R Restgefälle
- F Durchbiegung [mm]
mit $f = \frac{q \cdot L_{RS}^4}{384 \cdot E_{R, lang} \cdot I}$

Ferner können die empfohlene Stützweiten aus DVS 2210-1 entnommen werden (Tabellen 13-18).

Starre Montage und Fixpunkte

Auf Grund der niedrigen E-Module von Kunststoffen kann eine Rohrleitung auch gezwängt erstellt werden. Das heisst, dass die Längenänderung des Rohres verhindert wird und die so entstehenden Kräfte durch Fixpunkte aufgenommen werden.

Der niedrige E-Modul ergibt im Vergleich zu metallischen Werkstoffen geringe Kräfte. Zudem gelten dieselben Gesetzmässigkeiten, sodass in der Praxis die errechneten Werte kaum auftreten.

Die Längskräfte errechnen sich aus der Temperaturdifferenz und den Rohrdaten und sind unabhängig von den Fixpunktabständen.

$$F = \sigma \cdot A$$

F Längskraft, Zug oder Druck [N]

σ Spannung in der Rohrwandung durch behinderte Ausdehnung [N/mm²]

A Rohrquerschnittfläche [mm²]

Mit $\sigma = E_R \cdot \varepsilon$ (Hooksche Gesetz)

σ Spannung in der Rohrwandung [N/mm²]

E_R E-Modul [N/mm²]

um schnelle Temperaturwechsel berücksichtigen zu können, empfiehlt es sich für PE mit einem Mittelwert von $E_{R,mittel} = 500 \text{ N/mm}^2$ zu rechnen.

ε Dehnung = Längenänderung pro Längeneinheit $\Delta L/L$ [-], je nach Temperaturänderung - Ausdehnung oder Kontraktion

Mit $\varepsilon = \alpha \cdot \Delta T$

α Längenausdehnungskoeffizient [mm/m*K]

ΔT Temperaturdifferenz [K], ausgehend von der Verlegetemperatur, je nach dem - positiv oder negativ

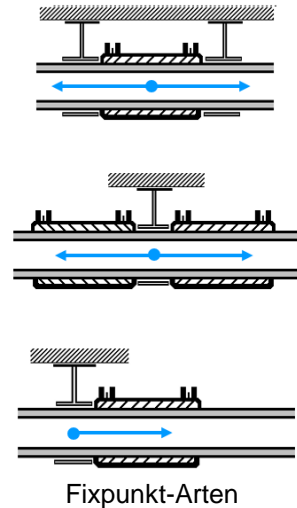
Fixpunkte

Die errechneten Längskräfte im Rohr müssen auf Fixpunktschellen übertragen werden. Durch die glatte Oberfläche der Kunststoffrohre kann dies nicht über die Reibung der Rohrschelle auf dem Rohr erfolgen. Daher gelten normale Rohrschellen als Gleitlager. Es empfiehlt sich für Fixpunkte Elektroschweissmuffen auf das PE-Rohr zu schweißen, die als Anschlag für die Rohrschellen dienen können.

Je nach Konstruktionsart des Fixpunktes wird eine E-Muffe durch zwei seitliche Rohrschellen fixiert oder umgekehrt. Über notwendige Abstützungen geben die Lieferanten von Rohrschellen aufgrund der berechneten Längskräfte Auskunft.

Festpunkte sind mit Bedacht zu wählen und können in den folgenden Varianten ausgeführt werden:

- Beidseitig fix - Festpunkt mittels 2 Rohrschellen die eine E-Muffe „einklemmen“.
- Beidseitig fix - Festpunkt mittels 1 Rohrschelle, die von 2 E-Muffen „eingeklemmt“ ist
- Einseitig fix – einseitiger Festpunkt mittels einer Rohrschelle, die einseitig mittels einer E-Muffe an der Längenkontraktion (Zusammenziehen) behindert wird. Von der anderen Seite her kann sich das Rohr ausdehnen und in der Rohrschelle „schieben“



Bei Fragen und Unklarheiten steht der VKR jederzeit gerne zur Verfügung.

Aarau, Dezember 2017 PS/mg