

Kurzfassung Diplomarbeit

CAYÈ Andreas (05/2000)

Horizontale Bettung erdverlegter Rohrleitungen – Verteilung der horizontalen Bettungsreaktionsspannungen

Begutachter: Ao.Univ.Prof. DI Dr. W. Netzer

Für die Entwicklung einer europäischen Norm zur Bemessung von Rohren soll im Rahmen dieser Diplomarbeit das Verhalten der horizontalen Bettungsreaktionsspannungen bei flexiblen Rohren, insbesondere deren Ausbreitung in Form eines Bettungsreaktionsspannungswinkels untersucht werden.

Mit Hilfe des Finite Elemente Programms "ABAQUS" wurden in 54 Versuchen die horizontalen Spannungsverteilungen bei flexiblen Rohren berechnet und im Tabellenkalkulationsprogramm "EXCEL" graphisch ausgewertet. Die variierten Parameter sind das Bodensteifigkeitsverhältnis Ets/Ens (eingebauter Boden/anstehenden Boden), die Rohrsteifigkeit SR und die Grabenbreite. Die von der Rohrverformung unabhängigen horizontalen Spannungen ergaben sich aus denselben FE-Modellen nur ohne das Rohr. Die Bettungsreaktionsspannungen, welche durch die Verformung des Rohres hervorgerufen werden, sind die Anteile der horizontalen Spannungsverteilung aus der Berechnung mit Rohr, die größer sind als die mittlere verformungsunabhängige Horizontalspannung aus der Berechnung ohne Rohr. Sie breiten sich daher nicht über die gesamte Höhe des Rohres aus. Die Ausbreitung liefert den gesuchten Bettungsreaktionsspannungswinkel. Da die Bettungsreaktionsspannungsverteilung nicht immer einer Parabel entspricht, wie es im Entwurf der europäischen Norm als Lastannahme vorgesehen ist, macht es wenig Sinn, den Bettungsreaktionsspannungswinkel einfach durch Messen von den ermittelten Spannungsverteilungen abzugreifen. Es wurden daher für jeden Versuch äquivalente parabelförmige Spannungsverteilungen ermittelt, die dasselbe Moment an den Rohrkämpfern erzeugen, wie die tatsächlichen mittels "ABAQUS" berechneten Bettungsreaktionsspannungen. An den äquivalenten Spannungsverteilungen konnten daraufhin die Bettungsreaktionsspannungswinkel für das Normmodell abgegriffen werden. Diese wachsen mit dem Bodensteifigkeitsverhältnis Ets/Ens an, sofern eindeutig flexible Rohre vorliegen. Nur bei annähernd semiflexiblen Verhältnissen oder großer Grabenbreite weichen die Winkel von dieser Tendenz ab. Bei Semiflexibilität ergibt sich ein Abnehmen der Winkel mit zunehmenden Ets/Ens, was mit der geringeren horizontalen Verformbarkeit der steiferen Rohre zu begründen ist. In breiten Gräben ($b/d > 4$) herrschen ähnliche Bedingungen wie in Dammschüttungen, wo sich die Ausbreitung der Bettungsreaktionsspannungen an einen konstanten Wert annähert. Diese Tendenz wird durch die hier ermittelten Ergebnisse bestätigt. Eine stark vereinfachte Darstellung der Ergebnisse, die auch für den Entwurf der europäischen Norm vorgesehen ist, findet sich in der folgenden Tabelle:

Bettungsreaktionsspannungswinkel α_h

α_h [°]	Ets/Ens < bzw = 1	Ets/Ens >1
$b/d < 2$	100	180
$b/d > \text{bzw} = 2$	120	140

Diese Werte gelten für eindeutig flexible Verhältnisse. Die geringeren Winkelunterschiede bei breiteren Gräben fließen durch die Zeile 2 in die Berechnung der Bemessungsmomente ein.