



Doctoral Thesis

Hydraulische Bemessung steiler Kanalisationsleitungen unter Berücksichtigung der Luftaufnahme

Author(s):

Volkart, Urs Peter

Publication Date:

1978

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000125478> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss ETH 6104

HYDRAULISCHE BEMESSUNG STEILER KANALISATIONSLEITUNGEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER LUFTAUFNAHME

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines
Doktors der Technischen Wissenschaften

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

VOLKART URS PETER

Dipl. Bauingenieur ETH

geboren am 31. August 1944

von Wädenswil ZH

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. D. Vischer , Referent

Prof. E. Trüeb , Korreferent

1978

Entspricht Mitteilung Nr. 30 der Versuchsanstalt für Wasserbau,
Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich

ZUSAMMENFASSUNG

Das Problem der Bemessung steiler Rohrleitungen in der Abwassertechnik unter Berücksichtigung der natürlichen Luftaufnahme konnte gelöst werden. Die mittlere Luftkonzentration der Wasser-Luft-Zweiphasenströmung im teilgefüllten Profil lässt sich in Korrelation setzen zur BOUSSINESQ-Zahl entsprechender Querschnitte durch den Reinwasserabfluss. Dem Beginn der Luftaufnahme ist nicht eine konstante Fließgeschwindigkeit sondern eine bestimmte BOUSSINESQ-Zahl zugeordnet.

Das minimale Leitungsgefälle, bei dem die Luftaufnahme erst einsetzt, kann in Abhängigkeit des Innendurchmessers und der Rauigkeit für gerade Rohre angegeben werden; es liegt zwischen 6 und 13% und somit durchaus im Bereich steiler Strassenneigungen. Aus einer Formel für die mittlere Gemischgeschwindigkeit ergibt sich, dass der Abfluss durch den energieverzehrenden Vorgang der Luftaufnahme gegenüber der Reinwasserströmung in Funktion der Konzentration verzögert wird.

Bei der Wahl eines höchst zulässigen Gemischfüllungsgrades von 0.9 kann ein Vergrößerungsfaktor f_{Luft} angegeben werden, welcher den Bemessungszuschlag für das Gemisch gegenüber Wasser angibt. Die bisher üblichen Tabellen oder Nomogramme nach Colebrook oder Strickler können weiterhin verwendet werden; es ist aber zusätzlich dieser Faktor zu berücksichtigen. Es kann nachgewiesen werden, dass die auf Untersuchungen an Rechteckkanälen basierenden Beziehungen für Kreisrohre zu überdimensionierten Profilen führen würden.

Die Messgeräte zur Bestimmung der Isotachenbilder und der Luftkonzentrationsquerprofile mussten in mehrjähriger Arbeit zuerst entwickelt werden. Sie fanden in Versuchsanlagen von 110 und 240 mm sowie in Naturkanalisationsleitungen mit 600 und 700 mm Durchmesser Verwendung.

Die ausgemessenen Profile werden denjenigen offener Schussrinnen und teilgefüllter Rohre gegenübergestellt. Ausgehend von einer Literaturschau wird besonderes Augenmerk auf den Mechanismus der Luftblasenbildung gelegt. Es gelingt ein Diagramm zu erarbeiten, das die zur Luftblasen-Eindringung notwendige Tropfenausschleuderhöhe angibt. Zudem ist es möglich, den Vorgang des Partikelaustausches an der Gemischoberfläche mit Hilfe der Stroboskopaufnahmetechnik darzustellen.

Im weiteren werden Entstehung und Auswirkungen von Unterdruckstößen infolge sogenannter "Gemischzapfen" unter Anwendung spezieller Filmtechnik untersucht.

Abstract

The self-aerated flow in steep partially filled sewerage pipes has been investigated. The measurements have been carried out on smooth or slightly rough tubes with inclinations from 0 to 100 per cent and diameters from 110 mm to 900 mm. The mechanism of air-bubble formation from entraining water drops has been made visible by means of the stroboscopic film technique.

The mean air concentration corresponds to the BOUSSINESQ-Number of the longitudinal water level. The air-entrainment in sewerage pipes generally doesn't start at a mean velocity of 4 to 6 m/s - as assumed hitherto - but at a certain BOUSSINESQ-Number. The minute inclination that leads to a water-air two-phase flow has been found to be between 6 and 13 % and it depends also on the diameter and the roughness of the tube.

A factor f_{Luft} is indicated, which allows a simple computation of steep partially filled sewerage conduits.

The described instruments for measuring the air concentration, the velocity of the mixture and the mixture level had to be developed first. Besides some investigations on underpressure phenomena have been made using a high-speed camera.