

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät für Bauingenieurwesen

Professur für Straßenbau

***Methoden zur Berechnung der
Versagenswahrscheinlichkeit von Straßenplatten
aus Beton***

*Procedures for the Calculation of the Probability of Failure of
Concrete Pavement Slabs*

Dissertation

Von der Fakultät für Bauingenieurwesen der
Technischen Universität Dresden zur
Erlangung des akademischen Grades eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) genehmigte
Dissertation

von

Dipl.-Ing. Axel Riwe

geb. am 27.8. 1961

in Anklam

Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Frohmut Wellner (TU Dresden)

Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Oeser (RWTH Aachen)

Tag der Verteidigung: 24.8.2015

Kurzfassung

Die Dimensionierung einer Betonfahrbahn zielt darauf ab, den Anteil der im Nutzungszeitraum versagenden Platten auf ein akzeptables Maß zu begrenzen. Der Anteil ausgefallener Platten entspricht der Versagenswahrscheinlichkeit der einzelnen Platte. Damit ergibt sich die Notwendigkeit, die Versagenswahrscheinlichkeit zu berechnen. Innerhalb der vorliegenden Arbeit werden grundlegende Methoden und Verfahrensweisen zur Lösung dieser Aufgabe entwickelt.

Es wird gezeigt, wie die für die Quantifizierung der Versagenswahrscheinlichkeit entscheidenden Streuungen der Einflussgrößen mathematisch beschrieben und im Dimensionierungsverfahren berücksichtigt werden können. Dabei wird regelmäßig Bezug genommen auf das in Deutschland eingeführte Dimensionierungsmodell der RDO Beton.

Die Grundlage für die Berechnung der Versagenswahrscheinlichkeit liefern die Methoden der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung, sowie der Zuverlässigkeitstheorie. Es wird gezeigt, dass sowohl die mathematisch exakte Lösung, wie auch verschiedene Näherungsverfahren für die Problematik der Betonfahrbahnen anwendbar sind. Näher untersucht werden die Zuverlässigkeitstheorie 1. Ordnung (FORM) sowie die Monte-Carlo-Methode. Die jeweiligen Vor- und Nachteile werden analysiert. Es zeigt sich, dass für die Anwendung des FORM-Algorithmus das Berechnungsmodell der RDO Beton modifiziert werden muss.

Der zeitliche Bezug der Berechnung kann über die Benutzung von Extremwertverteilungen, die Modellierung stochastischer Prozesse oder die Einführung einer Schadensakkumulationshypothese hergestellt werden.

Besondere praktische Bedeutung hat die Berechnung der Versagenswahrscheinlichkeit für den Nutzungszeitraum mit zeitlich varianten Bedingungen. Für diesen Fall werden vier verschiedene Lösungsansätze aufgezeigt. Um die teilweise sehr hohen Rechenzeiten zu minimieren, werden Näherungslösungen entwickelt. Die praktische Eignung wird mit beispielhaften Berechnungen demonstriert.

Es zeigt sich, dass die Berechnungsergebnisse stark davon abhängen, wie sich die Werte einzelner Parameter über den Nutzungszeitraum entwickeln. Die betreffenden zeitlichen Verlaufsfunktionen sind gegenwärtig nur unzureichend bekannt.

Um eine hinreichend verlässliche Prognose zu berechnen, sind alle Berechnungsverfahren möglichst objektbezogen zu kalibrieren.

Abstract

The dimensioning of a concrete pavements aims to limit the percentage of failing slabs to an acceptable level. The proportion of failed slabs corresponds to the probability of failure of each slab. This results in the need to calculate the probability of failure. Within the present work, basic methods and procedures for solving this problem are being developed.

It is shown how the variations of parameters can be mathematically described and considered in the dimensioning process. Reference is frequently made to the model of RDO Beton [2].

The methods of statistics and probability theory, and reliability theory provide the basis for calculating the probability of failure. It is shown that both the mathematically exact solution and various approximation methods as well are applicable to the problem of concrete pavements. Be examined more closely the reliability theory 1st order (FORM) and Monte Carlo method. The respective advantages and disadvantages are analyzed. It turns out that the calculation model of the RDO concrete has to be modified for the use of FORM algorithm.

The temporal relation of the calculation can be made on the use of extreme value distributions, modeling of a stochastic process or the introduction of a damage accumulation hypothesis.

Particular practical significance has to calculate the probability of failure for the period of use with time-variant conditions. In this case, four different approaches are discussed. Approximate solutions to minimize the sometimes very high computation times has been developed. The practical suitability is demonstrated by exemplary calculations.

It turns out that the calculation results depend strongly on how to develop the values of individual parameters over the period of use. These time course functions are insufficiently known at present.

To calculate a sufficiently reliable forecast, all calculation methods are possible to calibrate object-related.