

5. Mechanistisch-empirische Bemessung von Fahrbahnaufbauten und -verstärkungen aus Beton – Erweiterung und Verbesserung der bestehenden Ansätze und Methoden

Dipl.-Ing. Dr.techn. Kristina Wittmann | Technische Universität Wien

Die Bemessung von konventionellen starren Fahrbahnkonstruktionen in Österreich basiert derzeit auf Standardstraßenaufbauten, die in Abhängigkeit von verkehrsbezogenen Parametern ausgewählt werden und in einem Bemessungskatalog festgelegt werden. Dieser Ansatz erlaubt nicht die Berücksichtigung von genauen Materialeigenschaften, detaillierten Verkehrsbelastungsinformationen, lokalen Klimabedingungen und anderen Randbedingungen. Um diese Nachteile abzulegen, wurde eine verbesserte, mechanistisch-empirische Bemessungsmethode für Betonstraßen eingeführt. Aufgrund der Notwendigkeit alternativer Erhaltungsmaßnahmen für das österreichische Landesstraßennetz wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Bemessungsverfahren für Fahrbahnverstärkungen aus Beton entwickelt. Die vorliegende Arbeit besteht aus (i) einer umfassenden Einleitung und (ii) vier Publikationen, die sich mit der genaueren Charakterisierung wesentlicher Eingangsparameter, deren Implementierung in das Bemessungsverfahren und deren Auswirkung auf das Bemessungsergebnis befassen.

Die erste Publikation untersucht den Einfluss klimatischer Temperaturschwankungen auf die Bemessung von Betonstraßen. Für die Abschätzung relevanter Wölbspannungen wurden repräsentative Temperaturgradienten abgeleitet. Diese Temperaturgradienten wurden mit Hilfe Temperaturdaten von Messstationen, die über das österreichische Autobahnnetz aus Beton verteilt sind und einem Temperaturvorhersagemodell ermittelt. Dieses Modell basiert auf dem Differenzenverfahren, wurde in einer Python-Software implementiert und anhand gemessener Temperaturprofildaten validiert. Zusätzlich wurde die Auswirkung dieser Temperaturgradienten auf die Lebensdauer einer typischen Fahrbahnkonstruktion mit Hilfe der verbesserten Bemessungsmethode für Betonstraßen demonstriert.

In der zweiten Publikation wird das Fahrbahnverhalten unter dynamisch erhöhten Radlasten untersucht, indem Ansätze zur Modellierung von Achsaggregaten,

zur Simulation der dynamischen Radlasten aufgrund von Längsunebenheiten sowie zur Ermittlung der Lebensdauer des Straßenaufbaus kombiniert werden. Des Weiteren wurde mit Hilfe der verbesserten und für den Zweck dieser Studie adaptierten mechanistisch-empirischen Bemessungsmethode für Betonstraßen die Schädigung und die Lebensdauer von Betonaufbauten unter dynamischen Radlasten berechnet. Die Ergebnisse zeigen eine hohe Korrelation zwischen dem bewerteten Längsprofil WLP (Indikator für Längsunebenheiten) und der theoretischen Lebensdauer von starren Aufbauten. Basierend auf dieser Korrelation wurde ein Bewertungshintergrund für Längsunebenheiten vorgestellt, der die Klassifizierung von Straßenabschnitten abhängig von gemessenen Unebenheiten (ausgewertet mit WLP) in fünf Klassen ermöglicht.



Die dritte Publikation widmet sich einer umfassenden Analyse der Verbundeigenschaften zwischen der neuen Betondecke und den bestehenden Asphaltsschichten bei Fahrbahnverstärkungen aus Beton. Zu diesem Zweck wurden temperaturabhängige, experimentelle Daten generiert, die das Verbundverhalten in normaler und tangentialer Richtung beschreiben und in 3D-Finite-Elemente-(FE)-Modelle zur Berechnung der Spannungen im Oberbau einbezogen wurden. Zudem wurde anhand einer kommerziellen FE-Software die Auswirkung von verschiedenen Modellierungsansätzen für den Verbund („Vollverbundmodell“, „Reibungsmodell“ und „Kohäsivzonenmodell“) auf die resultierende Bemessungslebensdauer untersucht. Einer der wichtigsten Erkenntnisse aus dieser Studie ist, dass die Verwendung von temperaturabhängigen, empirischen Daten zur Beschreibung des Verbundverhaltens und der Steifigkeit der vorhandenen Asphaltsschicht zu realistischeren Bemessungsergebnissen führt.

In der letzten Publikation wurde eine neue Bemessungsmethode für Fahrbahnverstärkungen aus Beton (Whitetopping) vorgestellt. Neben der Implementierung des temperaturabhängigen Elastizitätsmoduls des Asphalts und der Verbundeigenschaften berücksichtigt dieser Bemessungsansatz den vorhandenen Straßenzustand (ausgedrückt durch die Resttragfähigkeit), verschiedene Fugenabstände, temperaturabhängige Materialeigenschaften, klimatische Bedingungen und Verkehrslasten. Die Berücksichtigung all

dieser Eingangsparameter führt zu einer realistischeren Bestimmung der Schichtdicke und der Nutzungsdauer. Darüber hinaus wurde ein Bemessungskatalog abgeleitet, der auf den Ergebnissen einer Reihe von Oberbaustrukturanalysen mit unterschiedlichen Parametern basiert. Für einen gegebenen, erwarteten Bemessungsnormlastwechsel, Dicke der bestehenden Asphaltenschicht und deren Resttragfähigkeit ist es möglich, die erforderliche Schichtstärke der Betonplatte zu bestimmen.