

Eine Vorgehensweise zur Ermittlung von Setzungen der Festen Fahrbahn infolge Eisenbahnverkehr

Dr.-Ing. habil. Y. Hu & Dr.-Ing. A. Hoch
Institut für Statik der LGA, Nürnberg
Professor Dr.-Ing. H.-G. Kempfert
Fachgebiet Geotechnik, Universität Kassel

1. EINLEITUNG

Nach dem Anforderungskatalog zum Bau der Festen Fahrbahn (AKFF, DB AG) sind Nachweise der dynamischen Stabilität und der langzeitigen Gebrauchstauglichkeit des Bahnkörpers bzw. des Untergrundes erforderlich. Zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist die Ermittlung der Setzung infolge Eisenbahnverkehr notwendig.

Für eine wirklichkeitsnahe Prognose der Setzung infolge Eisenbahnverkehr ist das Spannungsverformungs- und Festigkeitsverhalten der Böden unter dieser speziellen Belastungsbedingung erforderlich. Dies kann im Labor, z. B. durch zyklische Dreiaxialversuche, gewonnen werden. Mit den Versuchsergebnissen bzw. den daraus abgeleiteten Stoffparametern für Böden kann die Setzung durch entsprechende Rechenmodelle ermittelt werden. Beispielsweise ist ein quasi-statisches Stoffmodell für Böden unter dieser Belastungsbedingung an der Universität Kassel entwickelt und numerisch verwirklicht worden, jeweils für grobkörnige Böden siehe *Kempfert/Hu (1999 a & b)* sowie für wassergesättigte bindige Böden siehe *Hu (2000)*.

Für praktische Projekte kann so ein verfeinertes Modell jedoch i.d.R. nicht angesetzt werden, da häufig nur die klassischen bodenmechanischen Parameter, wie z. B. statischer Steifemodul E_s und die Scherparameter c' und ϕ' , zur Verfügung stehen.

In der Praxis kommt dafür häufig der Ansatz $s_N = s_1 \cdot [1 + c_N \cdot \ln(N)]$ zur Anwendung (*DS 836, Stand 1997*). Dieser Ansatz stammt aus den im Rahmen der Rad/Schienen-Forschung, überwiegend am Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik der TU-Karlsruhe durchgeführten

Modellversuche an bahnspezifischen Konstruktionen auf einem Sandhalbraum (siehe z. B. *Rücker & Richter (1991)*).

Hierbei handelt es sich um zwei Parameter, die Setzung (bleibende Verformung) nach der ersten Zugüberfahrt s_1 und den Koeffizient c_N . Theoretisch sind die beiden Parameter von vielen Faktoren wie Achslasten, Fahrgeschwindigkeit, Aufbau und Geometrie des Bahnkörpers sowie Art und Zustand der Böden im Unterbau/Untergrund abhängig.

Auf der Basis von Modellversuchen ergaben sich für den Koeffizient c_N folgende Werte:

$c_N = 0,43$	für Schottergleise
$c_N = 0,32$	für Feste Fahrbahnen.

Diese Werte gelten für eine Achslast von 20 Tonnen. Eine Abhängigkeit dieses Koeffizienten von der Achslast wurde aus den Modellversuchen abgeleitet:

$$c_{N, \text{Scho}} = 0,0295 \sqrt{P}$$
$$c_{N, \text{FF}} = 0,0225 \sqrt{P} .$$

Es sei darauf hinzuweisen, dass infolge der beschränkten Randbedingungen der Modellversuche diese empirischen Beziehungen naturgemäß nur bedingt gültig sind.

Bei der Ermittlung der Setzung s_1 nach der 1. Zugüberfahrt sind jedoch unterschiedliche Auffassungen bzw. Vorgehensweisen vorhanden, siehe z. B. *DS 836 (Stand 1997)* und *Rücker & Richter (1991)*. Ein abgesichertes Verfahren liegt bisher nicht vor.

In diesem Beitrag wird aufgrund der Auswertung zweier Setzungsmessungen bzw. bisheriger Erfahrungen eine Vorgehensweise zur Ermittlung der Setzung infolge Eisenbahnverkehr vorgestellt. Dabei wird von einem quasi-statischen Stoff- bzw. Rechenmodell ausgegangen, das aufgrund der zyklischen Dreiaxialversuche in der Literatur formuliert und numerisch mit der Methode der Finite-Elemente realisiert worden ist, siehe *Kempfert/Hu (1999 a & b)*. Für den abgeleiteten analytischen Ansatz wird die Methode zur Ermittlung der Eingangsparameter beschrieben.