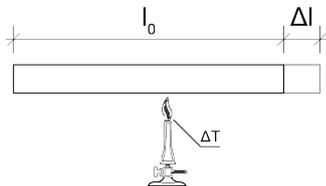


Versuchsmesstelle

Erfassung der Parameter der Lagestabilität von lückenlosen Gleisen

Hintergrund

Bei einer Erwärmung dehnen sich die meisten festen und flüssigen Körper aus. Bei einer Temperaturerhöhung um ΔT dehnt sich ein frei gelagerter Stab aus Metall in Folge der Erwärmung um den Betrag Δl aus:

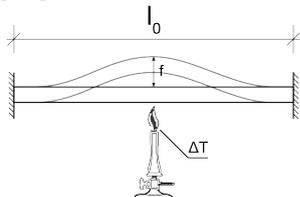


Bei einer Temperatur T_0 besitzt der Stab die Länge l_0 . Der Betrag der Verlängerung Δl ist abhängig von dem Material - ausgedrückt über die s.g. Materialkonstante α - sowie von dem Betrag der Temperaturerhöhung ΔT . Sind beide Werte bekannt, lässt sich die zu erwartende Verlängerung des Stabes Δl berechnen:

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$$

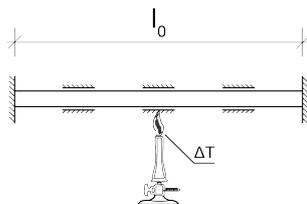
α ... Temperaturlängenausdehnungskoeffizient

Ist der Stab an beiden Seiten an seiner Ausdehnung behindert, reagiert er auf eine Temperaturerhöhung ΔT , aufgrund der Behinderung der Längenausdehnung Δl , mit einer Verbiegung f :



Grundsätzlich sind beide Arten der Verformung in Folge Erwärmung reversibel. Dies bedeutet, dass bei einer Abkühlung auf die ursprüngliche Temperatur T_0 die Ausdehnung Δl resp. die Verbiegung f wieder vollständig abgebaut wird und der Stab wieder die Ausgangslänge l_0 aufweist.

Ist der Stab zusätzlich neben der Längsdehnung auch punktuell in seiner Verdrehung behindert, müssen im Stab bei Temperaturerhöhung um ΔT Normalspannungen σ auftreten:



Der Betrag, der sich in Folge der Erwärmung einstellenden Normalspannungen σ , ist genauso gross, wie wenn der Stab sich um Δl verlängern würde. Bei Annahme eines reversiblen und elastischen Verformungsverhaltens gilt das Hook'sche Gesetz ($\sigma \sim \epsilon$) und die temperaturbedingten Normalspannungen σ_T können errechnet werden:

$$\sigma_T = \epsilon E = \frac{\Delta l}{l_0} E = \frac{l_0 \alpha \Delta T}{l_0} E = \alpha \Delta T E$$

α ... Temperaturlängenausdehnungskoeffizient
 E ... Elastizitätsmodul

Eisenbahnoberbau

Das zuletzt beschriebene Modell eignet sich zur Erläuterung der Thematik der Lagestabilität von lückenlosen Gleisen.

Die Schienen entsprechen hierbei dem Stab und die Funktion der Verdrehhemmung wird durch die Befestigungselemente, welche die Schienen mit den Schwellen verbinden, gewährleistet. Die Schwellen liegen im verdichteten Schotter und vermögen die entstehenden Normalspannungen in den Untergrund zu leiten.

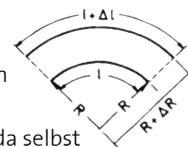
Damit die Normalspannungen σ aus den jahreszeitlichen Temperaturschwankungen in einem beherrschbaren Rahmen bleiben, müssen die Schienen bei der Erstellung des lückenlosen Gleises eine bestimmte Temperatur aufweisen. Diese Temperatur wird als Neutraltemperatur bezeichnet und stellt einen Mittelwert aus maximaler Schienentemperatur im Sommer und minimaler im Winter dar. Bei dieser Temperatur werden die Schienen in den Befestigungen verspannt und miteinander verschweisst. Liegt die Temperatur der Schienen unterhalb der Herstellungs-

temperatur, so entsteht Zugspannung in den Schienen, oder im umgekehrten Fall - bei Erwärmung - Druckspannung.

Damit diese Spannungen und die Belastungen aus dem Bahnbetrieb sicher in den Untergrund abgeleitet werden können, wird der Gleisschotter, in regelmässigen Abständen, maschinell nachverdichtet. So finden die Schwellen stets einen hinreichend grossen Widerstand zur Lastabtragung vor.

Phänomen «Kurvenatmen»

Lückenlos verschweisste Gleise können sich im Bereich von kleinen Radien in sehr geringem Ausmass (< 20 mm), in Folge von extremen Temperaturen, bewegen. Diese Bewegung wird als Kurvenatmung bezeichnet, die v. a. bei hohen Erwärmungswerten die Sicherheit im Bahnbetrieb zu erhöhen vermag, da selbst minimale Werte der Kurvenatmung zu Längenänderung Δl führen, welche das Spannungsniveaudeutlich reduzieren kann.



Ziel der Mesung

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) und die Schweizer Bahnen haben das IVT der ETH Zürich damit beauftragt, die Parameter der Lagestabilität messtechnisch an unterschiedlichen Orten in der Schweiz zu erfassen und auszuwerten. Die Erfassung von relevanten Einflussgrössen der Lagestabilität verbessert die Kenntnisse im Zusammenwirken der Einzelparameter. Damit wird ein Beitrag zur weiteren Steigerung der Sicherheit im Bahnbetrieb geleistet. Zusätzlich können anhand der erhobenen Felddaten Aussagen im Bezug auf die Gestaltung eines modernen und wirtschaftlichen Oberbaus abgeleitet werden.

Auftraggeber

Bundesamt für Verkehr (BAV)
 Schweizer Bahnen
 (SBB, BLS, SOB, SZU, AB, ASm, BDWM, CJ, Jungfraubahn Holding, MGB, MOB, NStCM, RBS, RhB, tpc, VBZ, zb)

Kontakt:

Bernd Bopp
 Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich, 8093 Zürich, Schweiz
 bopp@ivt.baug.ethz.ch; www.ivt.ethz.ch