

Fahrwegeigengewichte für Standsicherheitsberechnungen

von

Prof. Dr.-Ing. Otfried Beilke

1. Einleitung

Für die Berechnung der Standsicherheit von Eisenbahndämmen muss das Gewicht aus dem Fahrweg bestehend aus Schiene, Schwelle und Schotter als Belastung berücksichtigt werden. Grundsätzlich sind 2 verschiedene Ansätze möglich. Es könnten die Fahrwegeigengewichte gemäß RIL 804.2101 angesetzt werden oder es erfolgen eine geometrische Abbildung des tatsächlichen Schotterkörpers. Aufgrund der geometrischen Randbedingungen erfolgt in der Praxis häufig die geometrische Abbildung des Schotterkörpers (Bild 1).

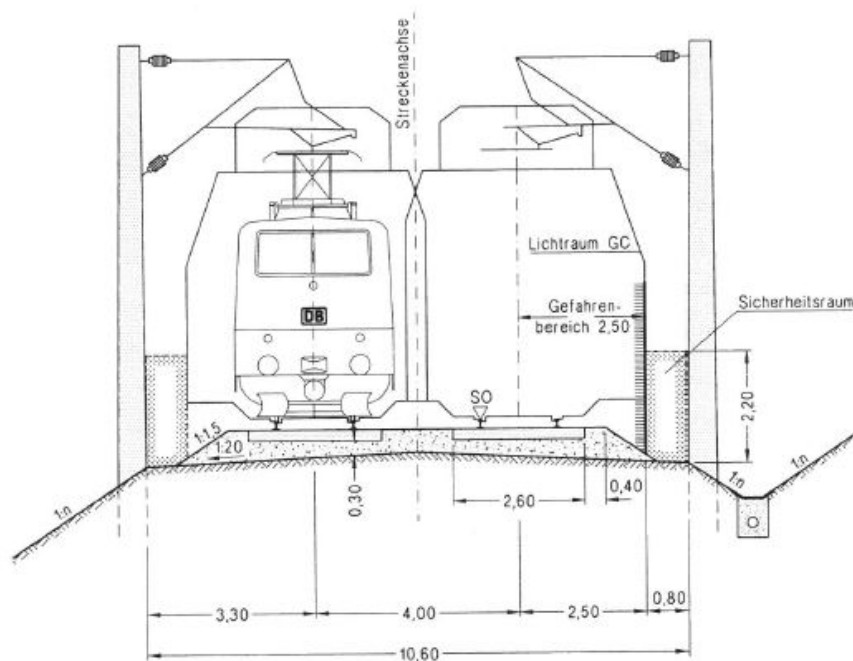


Bild 1 Streckenquerschnitte auf Erdkörpern (aus RIL 800.0130)

Das Gewicht der Schienen und der Schwellen wird dann über eine Korrektur der Wichte des Schotters berücksichtigt. Diese Korrektur bzw. Ermittlung der Ersatzwichte γ_{Schotter} wird hier dargestellt.

2. Ersatzwichte des Schotters

Zunächst werden die Gewichte der Schienen und der Schwellen ermittelt und eine Ersatzwichte für die Schwellen bestimmt.

Als Schienen werden üblicherweise Schienen des Typs UIC 60 mit einem Eigengewicht von 60 kg/m verwendet. Daraus ergibt sich eine Linienlast für 2 Schienen von $q_{\text{Schiene}} = 1,2$ kN/m.

Als Schwellen kommen in der Regel Spannbetonschwellen des Typs B70 zum Einsatz (Bild 2).

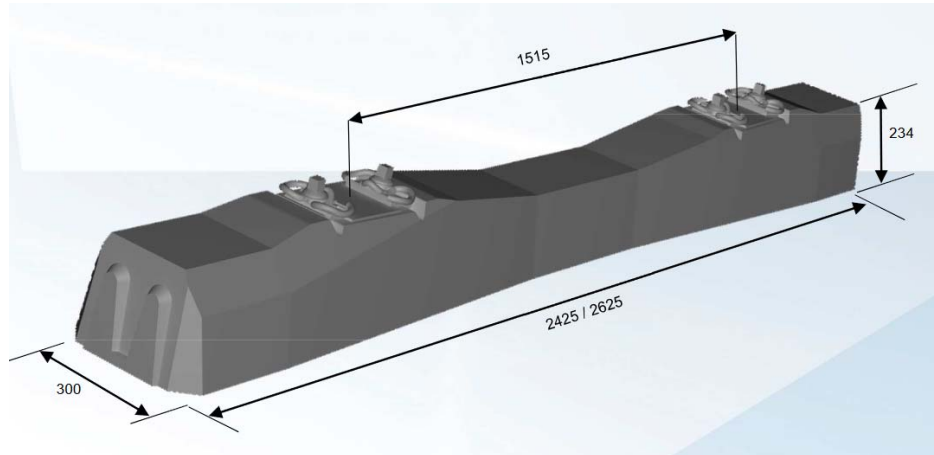


Bild 2 Spannbetonschwelle B70 (Railcon 2019)

Die Schwellen weisen ein Gewicht von $g_{\text{Schwelle}} = 300$ kg (3,0 kN) auf und haben Abmessungen von $L \approx 2,6$ m, $b \approx 0,3$ m und $h \approx 0,2$ m. Daraus ergibt sich ein Volumen von

$$V \approx 2,6 \cdot 0,3 \cdot 0,2 \approx 0,156 \text{ m}^3$$

Mit dem Volumen kann eine Ersatzwichte für die Schwelle unter Berücksichtigung der Schiene ermittelt werden. Für das Schienengewicht wird eine Lasteinzugsbreite von $b = 0,6$ m berücksichtigt. Diese Lasteinzugsbreite ergibt sich aus dem Achsabstand der Schwellen von 60 cm (lichter Abstand 30 cm).

$$\gamma_{\text{Ersatz}} = \frac{(g_{\text{Schwelle}} + q_{\text{Schiene}} \cdot b)}{V_{\text{Schwelle}}} = \frac{3,0 + 1,2 \cdot 0,6}{0,156} = 23,85 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Im nächsten Schritt erfolgt die Berücksichtigung der Wichte des Schotters $\gamma_{\text{Schotter}} = 20$ kN/m³ zwischen den Schwellen.

Bei einer Betrachtung der Wichteerhöhung pro lfdm ergibt sich, dass im ungünstigen Fall pro Meter 40 cm Schotter und 60 cm Schwelle. Im günstigsten Fall ergibt sich 30 cm Schwelle und 70 cm Schotter. Im weiteren wird nur der ungünstige Fall (d.h. hohe Wichte) betrachtet.

Es ergibt sich eine mittlere Ersatzwichte von

$$\gamma_{\text{Ersatz,mittel}} = 0,6 \cdot 23,85 + 0,4 \cdot 20 = 22,31 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Im nächsten Schritt ist zu berücksichtigen, dass sich die mittlere Ersatzwichte nur auf den Bereich der oberen 20 cm, d.h. der Höhe der Schwellen, bezieht.

Unter der Annahme einer mittleren Schottermächtigkeit von $h_{\text{Schotter}} = 50 \text{ cm}$ ($h_{\text{Bettung}} = 30 \text{ cm}$ unterhalb der Schwelle für Gleisanlagen mit Geschwindigkeiten $v \leq 160 \text{ km/h}$) folgt eine Umrechnung der mittleren Ersatzwichte auf die gesamte Schottermächtigkeit.

$$\gamma_{\text{Schotter}}^{\text{Ersatz}} = \frac{\gamma_{\text{Ersatz,mittel}} \cdot h_{\text{Schwelle}} + \gamma_{\text{Schotter}} \cdot h_{\text{Bettung}}}{h_{\text{Schotter}}} = \frac{22,31 \cdot 0,2 + 20,0 \cdot 0,3}{0,5} = 20,92 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Im Ergebnis wird für die Erfassung der Belastungen aus Schiene und Schwelle eine Erhöhung der Wichte des Schotters um $\Delta\gamma = 1,0 \text{ kN/m}^3$ vorgenommen.

Es ergibt sich eine Ersatzwichte des Schotters von

$$\gamma_{\text{Schotter}} = 21,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}.$$

3. Literaturverzeichnis

RIL 804	2013	RIL 804.2101 „Einwirkungen“ (Gültig ab: 01.01.2013)
RIL 800	1997	RIL 800.0130 „Streckenquerschnitte auf Erdkörpern“ (Gültig ab: 01.02.1997)
RIL 836	2018	RIL836.2001 „Einwirkungen und Widerstände“ (Gültig ab: 01.07.2018)
METEOOR	2019	Produktspezifikation Railcon, Spannbetonschwelle B70
DIN EN 1997-1	2009	Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1, Beuth Verlag GmbH, Berlin
DIN 1054	2010	Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Beuth Verlag GmbH, Berlin
DIN EN 1997-1/NA	2009	Eurocode 7-1: Nationaler Anhang, Beuth Verlag GmbH, Berlin