

NUTZUNGSDAUERN VON EISENBAHNBRÜCKEN

Thomas Simandl, ÖBB Infrastruktur AG

Die Nutzungsdauern von Brücken sind bei den Lebenszyklusuntersuchungen, bei der Ermittlung des Ablösebetrages beim Wechsel des Brückenerhalters oder –eigentümers und bei der Finanzplanung des Infrastrukturbetreibers maßgebend. In dieser Arbeit wird zwischen der Plan- und der Restnutzungsdauer unterschieden. Die Plannutzungsdauer ist die durchschnittliche Nutzungsdauer neuer Brücken, die bei planmäßiger Instandhaltung im Durchschnitt erreicht werden kann. Die Restnutzungsdauer ist der Zeitraum vom Betrachtungszeitpunkt bis zur theoretisch zu erwartenden Erneuerung der Brücke. Die in der Literatur erhobenen Werte – diese unterscheiden nicht zwischen Nutzungsdauern für neue und für bestehende Brücken - sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Wie dieser Tabelle zu entnehmen ist, streuen diese Werte sehr.

Brücken- tragwerke	Ablöse- richtlinie ÖBB [Jahre]	Ablöse- richtlinie DB Stand 1980 [Jahre]	Strategie Fahrweg ÖBB [Jahre]	Basler & Partner für DB [Jahre]	Straße Rheinland [Jahre]	Straße Hessen [Jahre]
Stahlbeton	70	70	90 - 120	> 110	50 – 80 i. M. 67	50 – 100 i. M. 70
Stahl	100	80	80 - 100	100 - 120	50 – 100 i. M. 83	50 – 100 i. M. 80
Stahltragwerk mit Stahlbetonplatte	70	70				
Walzträger in Beton (Trägerbeton)	100	80	100 - 130	100 - 120		50 – 110 i. M. 80
Gewölbe aus Mauerwerk	130	115	150 - 200	150 - 200		

Tabelle 1: Unterschiedliche Nutzungsdauern von Brückentragwerken in Jahren

In meiner Untersuchung wurde auf Basis des Erneuerungsplanes der ÖBB-Eisenbahnbrücken ein Basiswert der tatsächlichen Nutzungsdauer für bestimmte Tragwerkskonstruktionen – Stahlfachwerke, Stahlvollwandträger, Trägerbetontragwerke und Stahlbetontragwerke - und Unterbaumaterialien – Beton und Naturstein - ermittelt. Daher war es notwendig, die genaue Ursache für die Erneuerung zu erheben und nur all jene Objekte zur Bestimmung des Basiswertes zu berücksichtigen, die zufolge der Bausubstanz erneuert werden müssen. Dabei wurden all jene Objekte ausselektiert, die aus strategischen Gründen zufolge von Planungs- und Ausführungsmängel oder außergewöhnlichen Ereignissen und/oder einem planmäßigen Verfall erneuert werden müssen. Im Zuge der Basiswertermittlung und aus der praktischen Erfahrung zeigte sich, dass bestimmte Parameter die Nutzungsdauern der Brücken beeinflussen.

Diese die Plannutzungsdauer und Restnutzungsdauer beeinflussenden Parameter wurden untersucht und soweit Zusammenhänge nachgewiesen werden konnten, bewertet. Die dabei

ermittelten Parameter der Tragwerke sind die Netzkategorie, die Fahrbahnart der Stahlvollwandträger und Stahlfachwerke sowie die Altersdifferenz zwischen Unterbau und Tragwerk. Bei den Unterbauten sind dies die Parameter Netzkategorie und Durchfahrtsnutzung. Die baustofftechnologischen und umweltbedingten Veränderungen wurden ebenfalls berücksichtigt. Die Basiswerte und Parameter für die Tragwerke sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Faktoren der Tragwerke		Stahlvollwandträger	Stahlfachwerk	Trägerbeton	Stahlbeton			
m_{Basis}		105 Jahre	110 Jahre	100 Jahre	90 Jahre			
$k_{Netzkat}$	Kernnetz	1,00	1,00	1,00	1,00			
	Ergänzungnetz	1,05	1,05	1,05	1,05			
$k_{Fahrbahn}$	offen	1,00	1,00	1,00	1,00			
	Schotterbett	1,05	1,05					
k_{Diff}	0 - 10 Jahre	1,00	1,00	1,00	0 - 39 Jahre 1,00			
	10 - 49 Jahre	0,95	0,95	0,95				
	50 - 69 Jahre	0,75	0,75	0,75	ab 40 Jahre 0,90			
	ab 70 Jahre	0,40	0,40	0,40				
$k_{Baujahr}$	bis 1939	1,00	bis 1939	1,00	bis 1939	1,00	bis 1949	1,00
	1940 - 1970	1,05	1940 - 1970	1,05	1940 - 1970	1,05	1950 - 1975	1,05
	ab 1971	1,10	ab 1971	1,10	ab 1971	1,10	1976 - 1994	1,10
							ab 1995	1,15

Tabelle 2: Basiswert und maßgebende Parameter der Tragwerke

Auf Grundlage dieses Basiswertes und der ermittelten Parameter wird die Plannutzungsdauer für die Stahlvollwandträger, Stahlfachwerke, WIB-Tragwerke (Trägerbetone) und Stahlbetontragwerke sowie aus Analogieschlüssen für Spannbetontragwerken und Verbundtragwerke mit Stahlbetonplatte der Eisenbahnbrücken gemäß Formel 1 ermittelt.

$$m = m_{Basis} * k_{Netzkat} * k_{Fahrbahn} * k_{Baujahr}$$

Formel 1: Plannutzungsdauer von Eisenbahnbrücken

Dabei sind:

mPlannutzungsdauer

m_{Basis}Basiswert der Nutzungsdauer

$k_{Netzkat}$Faktor zur Berücksichtigung der Netzkategorie

$k_{Fahrbahn}$Faktor zur Berücksichtigung der Fahrbahnart der Stahlvollwandträger und Stahlfachwerke

$k_{Baujahr}$Faktor zur Berücksichtigung der Baustoffentwicklung und der Umweltbedingungen zum heutigen Zeitpunkt

Die sich daraus ergebenden theoretischen Nutzungsdauern neuer Brücken im Kernnetz betragen 105 Jahre für Stahlbeton-, Spannbetontragwerke und Verbundtragwerke mit Stahlbetonplatte, 110 Jahre für WIB-Tragwerke, 120 Jahre für Stahlvollwandträger mit geschlossener Fahrbahn und

125 Jahre für Stahlfachwerke mit geschlossener Fahrbahn. Die somit ermittelten Plannutzungsdauern der Tragwerke sind größer als jene gemäß der Ablöserichtlinie der ÖBB.

Die Restnutzungsdauer ist eine Funktion der Zustandsklasse des Objektes ZK, des Tragwerksalter A_{TW} und der berechneten theoretischen Nutzungsdauer m_{bth} . Die berechnete Nutzungsdauer des Objektes ergibt sich gemäß Formel 2.

$$m_{bth} = (m_{Basis} * k_{Netzkat} * k_{Fahrbahn} * k_{Diff} * k_{Baujahr})$$

Formel 2: Berechnete theoretische Nutzungsdauer von Eisenbahnbrücken m_{bth}

Ergänzend zur Berechnung der Plannutzungsdauer sind:

m_{bth} berechnete theoretische Nutzungsdauer

k_{Diff} Faktor zur Berücksichtigung der Altersdifferenz zwischen Tragwerk und Unterbau

$k_{Baujahr}$Faktor zur Berücksichtigung der Baustoffentwicklung und der Umweltbedingungen zum Errichtungszeitpunkt des Tragwerkes.

Die Berechnung der Restnutzungsdauer erfolgt gemäß Tabelle 3.

	Regelbereich [Jahre]	Reduktions- und Verlängerungsbereich [Jahre]	$A_{TW} \geq m_{bth}$ [Jahre]
ZK 1	$50 \geq A_{TW} < m_{bth}$ $n = m_{bth} - A_{TW}$	$50 < A_{TW} < m_{bth}$ $n = m_{bth} - A_{TW} + 25 \frac{A_{TW} - 50}{m_{bth} - 50}$	$n = 25$
ZK 2	$80 \geq A_{TW} < m_{bth}$ $n = m_{bth} - A_{TW}$	$80 < A_{TW} < m_{bth}$ $n = m_{bth} - A_{TW} + 12 \frac{A_{TW} - 80}{m_{bth} - 80}$	$n = 12$
ZK 3	$30 < A_{TW} < m_{bth}$ $n = m_{bth} - A_{TW}$	$A_{TW} \leq 30$ $n = m_{bth} - 30$	$n = 10$
ZK 4	$n = 0 - 10$ (abhängig von der bisherigen Verweildauer in der Zustandsklasse 4)		
ZK 5	$n = 0$		

Tabelle 3: Berechnung der Restnutzungsdauer von Eisenbahnbrücken

Damit konnten die Plannutzungsdauern neuer Eisenbahntragwerke und ein Rechenansatz für die Restnutzungsdauer bestehender Eisenbahntragwerke basierend auf den zu erneuernden Eisenbahnbrücken der ÖBB ermittelt werden.