

BERICHT

Projektnummer: 23x05

Einfluss von Abweichungen vom Stand der Technik bei Methoden zur Verlegung von Glasfaser-Infrastruktur auf den Straßenkörper

von

**Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr.
Bernhard Hofko**

und

**Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr.
Lukas Eberhardsteiner**

Im Auftrag des
Landes Niederösterreich
vertreten durch das
Amt der NÖ Landesregierung
Abteilung Wirtschaft, Tourismus und Technologie

Wien, März 2024

Dieser Bericht enthält 15 Seiten.

Inhaltsverzeichnis

1. Hintergrund und Aufgabenstellung	3
2. Methodik.....	3
3. Bautechnische Bewertung von Abweichungen zum Stand der Technik	4
3.1 Abweichungen zum Stand der Technik	4
3.2 Auswirkung auf die Technische Lebensdauer	5
4. Methode zur Abschätzung der Auswirkungen auf Zeitwert und Nutzungsdauer.....	8
5. Leitfaden zur Anwendung.....	12
Abschließende Bemerkungen.....	13

1. Hintergrund und Aufgabenstellung

Glasfaser-Infrastruktur wird in der Regel im öffentlichen Gut verlegt. Dies liegt daran, dass öffentliches Gut durch Telekommunikationsunternehmen kostenlos genutzt werden kann. Die angewandte Verlegemethode spielt eine entscheidende Rolle, inwieweit das öffentliche Gut (die Straßeninfrastruktur) langfristig durch die Glasfaser-Infrastruktur beeinflusst wird und die öffentliche Hand in Folge einen Mehraufwand durch höheren oder frühzeitigen Erhaltungs- und Erneuerungsaufwand hat. Speziell im untergeordneten Straßennetz – Gemeindestraßen innerorts und außerorts mit unterschiedlichem Erhaltungszustand und geringer Verkehrsbelastung – gibt es zurzeit keine Abschätzungen über den möglichen zukünftigen Mehraufwand für den Straßenerhalter, also die Gemeinde. Das Anlagevermögen der Straßeninfrastruktur kann durch die gewählte Verlegemethode, wenn sie vom Stand der Technik abweicht, verringert werden, indem es zu einer strukturellen Schwächung des Oberbaus kommt. Die vorliegende Studie hat daher zum Inhalt eine Methode zur Abschätzung aufzubauen, wie sich Abweichungen vom Stand der Technik beim Verlegen von Glasfaser-Infrastruktur in Straßen mit geringer Verkehrsbelastung und unterschiedlichem Erhaltungszustand sowohl bautechnisch als auch monetär auswirken.

Nicht-Ziel der Studie ist die Berücksichtigung der Verlegung in offener Bauweise (Künetten) gemäß RVS 09.01.41 bzw. RVS 13.01.43, da für diese Bauweisen langjährige Erfahrungen bestehen, die in den Richtlinien umfassend erläutert werden.

2. Methodik

Zunächst ist davon auszugehen, dass bei Verlegemethoden, die dem Stand der Technik entsprechen, keine negativen Auswirkungen auf die Struktur und damit die technische Lebensdauer von Oberbauten entstehen. Der Stand der Technik bezieht sich dabei auf die in Österreich gültigen Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau (RVS) für Schlitzgräben (RVS 03.08.61, Ausgabe Juli 2017), sowie für Schlitzgräben im Bankett (RVS 03.08.12, Ausgabe November 2020).

Nachdem die Studie auf das untergeordnete Netz fokussiert ist, wird davon ausgegangen, dass es sich bei den Straßenoberbauten um Asphaltkonstruktionen mit darunterliegenden ungebundenen Tragschichten (Aufbautyp AS1 nach RVS 03.08.63) handelt. Diese Konstruktion stellt den Regelfall im untergeordneten Straßennetz dar.

Zunächst werden mögliche Abweichungen vom Stand der Technik beschrieben, die Auswirkungen auf die strukturelle Tragfähigkeit abgeschätzt und die dadurch verursachten Veränderungen in der technischen Lebensdauer im Rahmen von Berechnungen nach RVS 03.08.68 (Ausgabe Jänner 2018) für relevanten Lastklassen dargestellt. Diese Ergebnisse werden verknüpft mit der Bewertung des Anlagevermögens der Straßeninfrastruktur nach RVS 13.05.31 (Ausgabe Juli 2021), um Veränderungen der technischen Lebensdauer mit entsprechenden zustands- bzw. alterungsabhängigen Abminderungsfaktoren zu beschreiben und in weiterer Folge sich daraus ergebende Änderungen im Zeitwert auch monetär abschätzen zu können.

3. Bautechnische Bewertung von Abweichungen zum Stand der Technik

3.1 Abweichungen zum Stand der Technik

Bautechnische Abweichungen vom Stand der Technik, der in den zuvor erwähnten RVS-Richtlinien definiert ist, können zu Schäden führen, die in einer Reduktion der strukturellen Tragfähigkeit im betroffenen Abschnitt resultiert. In Tabelle 1 sind mögliche Abweichungen vom Stand der Technik, darauf beruhende Schadensmechanismen und die in dieser Studie berücksichtigte Abminderung der strukturellen Tragfähigkeit durch dadurch auftretende Schäden angegeben. Um eine gewisse Schwankungsbreite zu berücksichtigen, wird jeweils eine Bandbreite der abgeminderten Tragfähigkeit angegeben.

Tabelle 1: Abweichungen vom Stand der Technik bei der Herstellung von Schlitzgräben, mögliche entstehende Schäden sowie berücksichtigte Abminderung der Tragfähigkeit

Nr.	Abweichung zum Stand der Technik	Mögliche entstehende Schadens-mechanismen bzw. Schäden	Berücksichtigte Abminderung der Tragfähigkeit
1	Tiefe des Schlitzes bis unter das Unterbauplanum	Gestörte Entwässerung am Unterbauplanum, Verminderung der Tragfähigkeit	70-80 % für ungebundene Schichten
2	Vermischung des Verfüllmaterials mit umgebendem Material	Änderung der Sieblinie, Verminderung der Frostsicherheit	70-80 % für ungebundene Schichten
3	Einbau wasserundurchlässigen Materials in der ungebundenen Schicht	Gestörte Entwässerung des Straßenaufbaus, Verminderung der Tragfähigkeit	70-80 % für ungebundene Schichten
4	Offener Schlitz bleibt ungestützt	Einrieseln ungebundenen Materials, Hohlrumbildung, Setzungen, Rissbildung an der Oberfläche	70-80 % für gebundene Schichten
5	Inhomogenität in der Materialsteifigkeit zwischen Verfüllmaterial und umgebendem (Bestands-) Material	Auftreten erhöhter Spannungen im Asphalt, Rissbildung an der Oberfläche	70-80 % für gebundene Schichten
6	Mangelhafte Verdichtung des Verfüllmaterials	Schlitzgraben im Bankett: verminderte seitliche Einspannung, auftreten erhöhter Spannungen im Asphalt, Rissbildung	70-80 % für gebundene Schichten
7		Schlitzgraben in der gebundenen Fahrbahn: Auftreten erhöhter Spannungen im Asphalt, Rissbildung an der Oberfläche	70-80 % für gebundene Schichten
8	Fehlender Flankenanstrich über die gesamte Höhe des gebundenen Oberbaus	Frostschäden bei Wassereintritt, Auftreten von Längsrissen	70-80 % für gebundene Schichten

Nr.	Abweichung zum Stand der Technik	Mögliche entstehende Schadens-mechanismen bzw. Schäden	Berücksichtigte Abminderung der Tragfähigkeit
9	Mangelhafte Wiederherstellung der gebundenen Oberfläche	Auftreten von Oberflächenschäden, Rissbildung	70-80 % für gebundene Schichten
10	Belastung des Schlitzes/der Schlitzflanke vor Verfüllung bzw. Verdichtung	Schlitzgraben im Bankett: Verformung des Fahrbahnrandes	70-80 % für gebundene Schichten
11		Schlitzgraben in der gebundenen Fahrbahn: Verformung der Schlitzflanke, verminderte Verdichtung des Verfüllmaterials	70-80 % für gebundene Schichten
12	Inhomogenität im thermischen Verhalten zwischen Verfüllmaterial und umgebendes (Bestands-) Material	Unterschiede im Ausdehnungsverhalten, Auftreten erhöhter Spannungen im Asphalt, Rissbildung	60-70 % für gebundene Schichten
13	Durchtrennen des gebundenen Oberbaus im Bereich eines Schlitzes	Verminderung der strukturellen Tragfähigkeit des gesamten Aufbaus, Längsrisse durch verstärkte horizontal Verschiebungen	60-70 % für gebundene Schichten
14	Lage des Schlitzes am ungestützten Fahrbahnrand	Seitliche Ausbrüche des Fahrbahnrandes	60-70 % für gebundene Schichten

3.2 Auswirkung auf die Technische Lebensdauer

Um die Auswirkungen der verminderten strukturellen Tragfähigkeit auf die technische Lebensdauer abschätzen zu können, wurde die Methode der Rechnerischen Dimensionierung nach RVS 03.08.68 angewandt. Diese Methode erlaubt die Berücksichtigung vom Standard abweichender Schichtsteifigkeiten. Daher wird die Verminderung der strukturellen Tragfähigkeit aus Tabelle 1 in Form entsprechend abgeminderter Steifigkeiten der gebundenen bzw. ungebundenen Schichten berücksichtigt. Dabei wurden die Eingangsgrößen gemäß Tabelle 2 in Betracht gezogen.

Ergebnis der Dimensionierungsberechnungen ist die technische Lebensdauer des untersuchten Aufbaus ausgedrückt durch die ertragbare Anzahl an Lastwechseln mit dem Bemessungsverkehrskollektiv. Diese wurde in Relation zur in RVS 13.05.31 angesetzten Nutzungsdauer von 33 Jahren für einen Aufbau nach dem Stand der Technik gesetzt und die verringerte Nutzungsdauer für die berücksichtigten abgeminderten Schichtsteifigkeiten ermittelt. Die verringerten Nutzungsdauern sind in

Tabelle 3 zusammengefasst. Nachdem die Berechnungen keinen wesentlichen Unterschied zwischen den relevanten Lastklassen ergeben, können die verringerten Nutzungsdauern unabhängig von der Lastklasse angenommen werden.

Tabelle 2: Berücksichtigte Eingangsgrößen für die Bemessungsberechnungen gemäß RVS 03.08.68

Verkehrsbelastung:	Berücksichtigung von Stufe 1 Anteil der Fahrzeugklassen ¹ : 22,7 % 2-Achser 10,0 % 3-Achser 67,3 % 4+-Achser
Klima:	Temperaturzone 2
Struktur:	Aufbauten der Bautype AS1, Lastklassen LK0,05, LK0,1 und LK0,4 ² Materialsteifigkeit gemäß Stufe 1 für Straßenbaubitumen (VMA = 19 V-%, VFB = 68 V-%) als Referenz Abminderung der Steifigkeit auf 60 % bis 80 % der Referenzsteifigkeit für gebundene Schichten bzw. 70 % und 80 % der Referenzsteifigkeit für ungebundene Schichten

Tabelle 3: Verringerte Nutzungsdauern für Aufbauten der Bautype AS1 und Lastklassen LK0,05, LK0,1 und LK0,4

	Verringerte Nutzungsdauer
Referenzsteifigkeit	33 Jahre
80 % der Referenzsteifigkeit für gebundene Schichten	18 Jahre
70 % der Referenzsteifigkeit für gebundene Schichten	13 Jahre
60 % der Referenzsteifigkeit für gebundene Schichten	9 Jahre
80 % der Referenzsteifigkeit für ungebundene Schichten	18 Jahre
70 % der Referenzsteifigkeit für ungebundene Schichten	13 Jahre

Abbildung 1 zeigt den Einfluss der abgeminderten Tragfähigkeit der gebundenen Schichten auf die verringerte Nutzungsdauer beispielhaft für die Lastklasse LK0,1

Tabelle 4 zeigt die verringerte Nutzungsdauer für die in Tabelle 1 berücksichtigten Abweichungen vom Stand der Technik bei der Herstellung von Schlitzgräben. Diese Daten werden als technische Eingangsgrößen für die weitere Bewertung herangezogen.

¹ Für die gegenständlichen Untersuchungen ist die Verteilung der Fahrzeugklassen unerheblich. Die angegebenen Werte stellen eine typische Verteilung am hochrangigen Straßennetz dar.

² Die untersuchten Aufbauten sind typisch für das österreichische Gemeindestraßennetz.

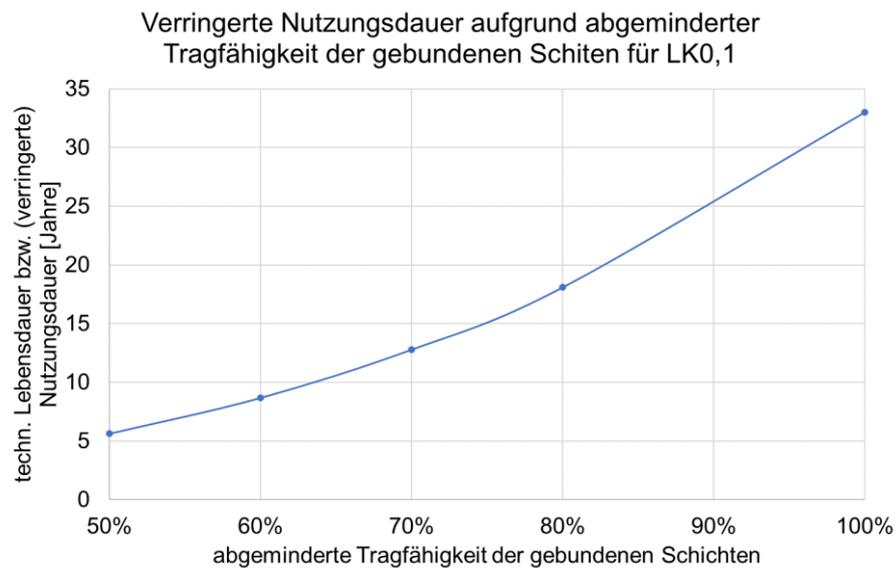


Abbildung 1: Zusammen zwischen abgeminderter Tragfähigkeit und verringerter Nutzungsdauer

Tabelle 4: Abweichungen vom Stand der Technik bei der Herstellung von Schlitzgräben sowie die resultierenden verringerten Nutzungsdauern

Nr.	Abweichung zum Stand der Technik	Verringerte Nutzungsdauer
1	Tiefe des Schlitzes bis unter das Unterbauplanum	13-18 Jahre
2	Vermischung des Verfüllmaterials mit umgebendem Material	13-18 Jahre
3	Einbau wasserundurchlässigen Materials in der ungebundenen Schicht	13-18 Jahre
4	Offener Schlitz bleibt ungestützt	13-18 Jahre
5	Inhomogenität in der Materialsteifigkeit zwischen Verfüllmaterial und umgebendem (Bestands-) Material	13-18 Jahre
6	Mangelhafte Verdichtung des Verfüllmaterials	13-18 Jahre
7		13-18 Jahre
8	Fehlender Flankenanstrich über die gesamte Höhe des gebundenen Oberbaus	13-18 Jahre
9	Mangelhafte Wiederherstellung der gebundenen Oberfläche	13-18 Jahre
10	Belastung des Schlitzes/der Schlitzflanke vor Verfüllung bzw. Verdichtung	13-18 Jahre
11		13-18 Jahre
12	Inhomogenität im thermischen Verhalten zwischen Verfüllmaterial und umgebendes (Bestands-) Material	9-13 Jahre
13	Durchtrennen des gebundenen Oberbaus im Bereich eines Schlitzes	9-13 Jahre
14	Lage des Schlitzes am ungestützten Fahrbahnrand	9-13 Jahre

4. Methode zur Abschätzung der Auswirkungen auf Zeitwert und Nutzungsdauer

Die RVS 13.05.31 regelt die Bewertung des Anlagevermögens der Straßeninfrastruktur in Österreich. Sie bietet eine einheitliche Grundlage das Anlagevermögen in regelmäßigen Zeitabständen zu bewerten und zeitliche Veränderungen des Netzzustandes darzustellen. Diese Richtlinie und die darin enthaltene Methodik werden herangezogen und verknüpft mit den Berechnungen zur Änderung der technischen Lebensdauer, um eine monetäre Abschätzung bei Abweichungen vom Stand der Technik zu erreichen.

Die grundlegende Methodik zur Bewertung des Anlagevermögens ist gemäß der RVS wie folgt festgelegt: Über Abminderungsfunktionen kann ausgehend vom Wiederbeschaffungswert und den betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauern zu jedem Zeitpunkt ein aktueller Zeitwert einer Straßeninfrastruktur ermittelt werden. Die Abminderung kann dabei nach bekanntem Alter (bei dokumentiertem Herstellungsjahr) oder erfasstem Zustand der Straße (Zustandsklassen) ermittelt werden.

Bei der Variante der altersabhängigen Abminderungsfunktion wird die Bewertung des Alters der Konstruktion über eine lineare Funktion herangezogen. Ein Alter von 0 Jahren entspricht einem Zeitwert von 100 % des Wiederbeschaffungswerts, einer Restnutzungsdauer von 100 % der betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer bzw. einem Abminderungsfaktor f_{Alter} von 1,0. Ein Alter am Ende der betriebsgewöhnlichen Nutzungsphase entspricht einem Zeitwert von 0 % bzw. einem Abminderungsfaktor f_{Alter} von 0,0.

Bei der zustandsabhängigen Abminderungsfunktion wird zur Bewertung des Zustands ebenso eine lineare Funktion herangezogen. Die höchste Zustandsklasse 1 (sehr gut) entspricht einem Zeitwert von 90 % des Wiederbeschaffungswerts, einer Restnutzungsdauer von 90 % der betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer bzw. einem Abminderungsfaktor $f_{Zustand}$ von 0,9, und die geringste Zustandsklasse 5 (sehr schlecht) entspricht einem Zeitwert von 10 %, einer Restnutzungsdauer von 10 % der betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer bzw. einem Abminderungsfaktor $f_{Zustand}$ von 0,1.

Der aktuelle Zeitwert ergibt sich wie folgt:

$$Z_i = W_i \cdot f_{i,Alter} \quad (1)$$

$$Z_i = W_i \cdot f_{i,Zustand} \quad (2)$$

wobei:

$f_{i,Alter}$	Altersabhängiger Abminderungsfaktor [-]
$f_{i,Zustand}$	Zustandsabhängiger Abminderungsfaktor [-]
W_i	Wiederbeschaffungswert des Anlagenelements i [Euro]
Z_i	Zeitwert des Anlagenelements i [Euro].

Ebenso lässt sich die Restnutzungsdauer wie folgt ermitteln:

$$R_i = N_{bg,i} \cdot f_{i,Alter} \quad (3)$$

$$R_i = N_{bg,i} \cdot f_{i,Zustand} \quad (4)$$

wobei:

R_i	Restnutzungsdauer des Anlagenelements i [Jahre]
$N_{bg,i}$	Betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer des Anlagenelements i [Jahre].

Für Straßen (Anhang 1 der RVS 13.05.31) wird zunächst eine funktionale Klassifizierung (Functional Road Class FRC, ähnlich der Netzkategorie nach RVS 03.01.13) durchgeführt. Daraus ergibt sich die betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer. Für die meisten Straßen liegt diese bei 33 Jahren und damit nahe an der Bemessungsperiode von 30 Jahren, die für die Oberbaubemessung angesetzt wird. Die Wiederherstellungskosten ergeben sich entweder aus mittleren Anschaffungs- und Herstellungskosten von vorangegangenen Projekten oder – sofern derartige Daten nicht zur Verfügung stehen – aus Erfahrungswerten, die in der RVS angegeben sind. So gibt die RVS einen Wert von 70 Euro/m² als Mittelwert für Gemeindestraßen an bzw. 50 Euro/m² für Geh- und Radwege. Die Bewertung des aktuellen Zustands kann – wie bereits oben erwähnt – auf zwei Arten erfolgen: (a) über den Zustand und (b) über das Alter, wobei eine zustandsbezogene Betrachtung zu bevorzugen ist. Dazu ist zumindest eine visuelle Zustandserfassung durchzuführen. Ein Erfassungsabschnitt kann dabei in homogene Teilabschnitte gegliedert werden. Aus der Zustandserfassung ergibt sich die aktuelle Zustandsklasse. Ist eine (visuelle) Zustandserfassung nicht möglich, so kann auch eine altersbezogene Bewertung durchgeführt werden. Dazu muss das Herstellungsjahr bekannt sein, da dies als Jahr 0 festgelegt wird.

Der zustandsbezogene Abminderungsfaktor wird wie folgt errechnet:

$$f_{i,Zustand} = 0,9 - 0,2 \cdot (ZK_i - 1) \quad (5)$$

wobei:

ZK_i Zustandsklasse (zwischen 1 und 5) des Erfassungsabschnitts i [-].

Der altersbezogene Abminderungsfaktor wird bei einer betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer von 33 Jahren wie folgt errechnet:

$$f_{i,Alter} = 1,0 - (J - HT_i) \cdot \frac{1}{33} \quad (6)$$

wobei:

J aktuelles Jahr

HT_i Herstellungsjahr des Erfassungsabschnitts i.

So kann für jeden Erfassungsabschnitt der aktuelle Zeitwert bzw. die Restnutzungsdauer ermittelt werden.

Für den weiteren Verlauf dieser Studie wird davon ausgegangen, dass nach Verlegearbeiten, die dem Stand der Technik entsprechen, der oben beschriebenen Verlauf des Abminderungsfaktors gilt. Treten Abweichungen vom Stand der Technik auf, so reduziert sich die Tragfähigkeit und damit sinkt die technische Lebensdauer, sowie die Restnutzungsdauer. Der Abminderungsfaktor sinkt daher stärker mit zunehmender Zeit nach dem Einbauzeitpunkt. Abbildung 2 zeigt die Methodik grafisch. Das Diagramm stellt den Verlauf des Abminderungsfaktor f_{Alter} über die Zeit dar und geht davon aus, dass zum Einbauzeitpunkt eine Baumaßnahme erfolgt, bei der der Stand der Technik nicht eingehalten wird. Vor dem Einbauzeitpunkt entspricht der Verlauf des Abminderungsfaktors mit der Zeit der Formel (6) (grüne Gerade). Ab dem Einbauzeitpunkt sinkt der Abminderungsfaktor stärker mit der Zeit, da aufgrund von Abweichungen vom Stand der Technik die Tragfähigkeit reduziert ist (orange Gerade). Die grün strichlierte Gerade zeigt den fiktiven Verlauf, wenn kein Einbau erfolgt oder beim Einbau der Stand der Technik eingehalten worden wäre. Durch die Abweichung vom Stand der Technik ergibt sich eine verringerte Restnutzungsdauer, und damit eine verlorene Restnutzungsdauer im Vergleich zum ungestörten Zustand. Die verlorene Restnutzungsdauer

schätzt ab, um wie viele Jahre früher die Straße auf Basis der Rechnerischen Dimensionierung erneuert werden muss. Ebenso ergibt sich zu jedem Zeitpunkt n nach dem Einbau eine Differenz zwischen dem fiktiven Abminderungsfaktor und dem verringerten Abminderungsfaktor ($\Delta f_{Alter,n}$). Daraus kann auch die Differenz im Zeitwert zu jedem Zeitpunkt n ermittelt werden, sowie die maximale Differenz zum Zeitpunkt, der am Ende der verringerten Restnutzungsdauer auftritt (Schnittpunkt der orangenen Gerade mit der x-Achse).

Für die konkrete Berechnung der erwähnten Kennwerte wird nach dem in Folge beschriebenen Formelwerk vorgegangen. Zu berücksichtigen ist, dass zur besseren Übersicht hier nur die Mittelwerte der verringerten Nutzungsdauern $N_{v,j,k}$ herangezogen werden. Tatsächlich ist zur Abschätzung mit der oberen und unteren Grenze der verringerten Nutzungsdauern zu rechnen und die Bandbreite der sich ergebenden Parameter anzugeben.

Die betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer wird für alle berücksichtigten Konstruktionen (Gemeindestraßen bzw. Geh- und Radwege) gemäß RVS mit 33 Jahren angesetzt.

Liegt eine Zustandserfassung vor und damit eine Zustandsklasse, so wird zunächst $f_{Zustand}$ gemäß Formel (5) ermittelt. Dieser Wert wird in untenstehende Formel eingesetzt, um die äquivalente aktuelle Nutzungsdauer zu errechnen.

$$N_{\text{äq,ak}} = (-0,1 + 0,2 \cdot f_{\text{Zustand}}) \cdot N_{\text{bg}} \quad (7)$$

wobei:

$N_{\text{äq,ak}}$ äquivalente aktuelle Nutzungsdauer
 N_{bg} betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer (33 Jahre).

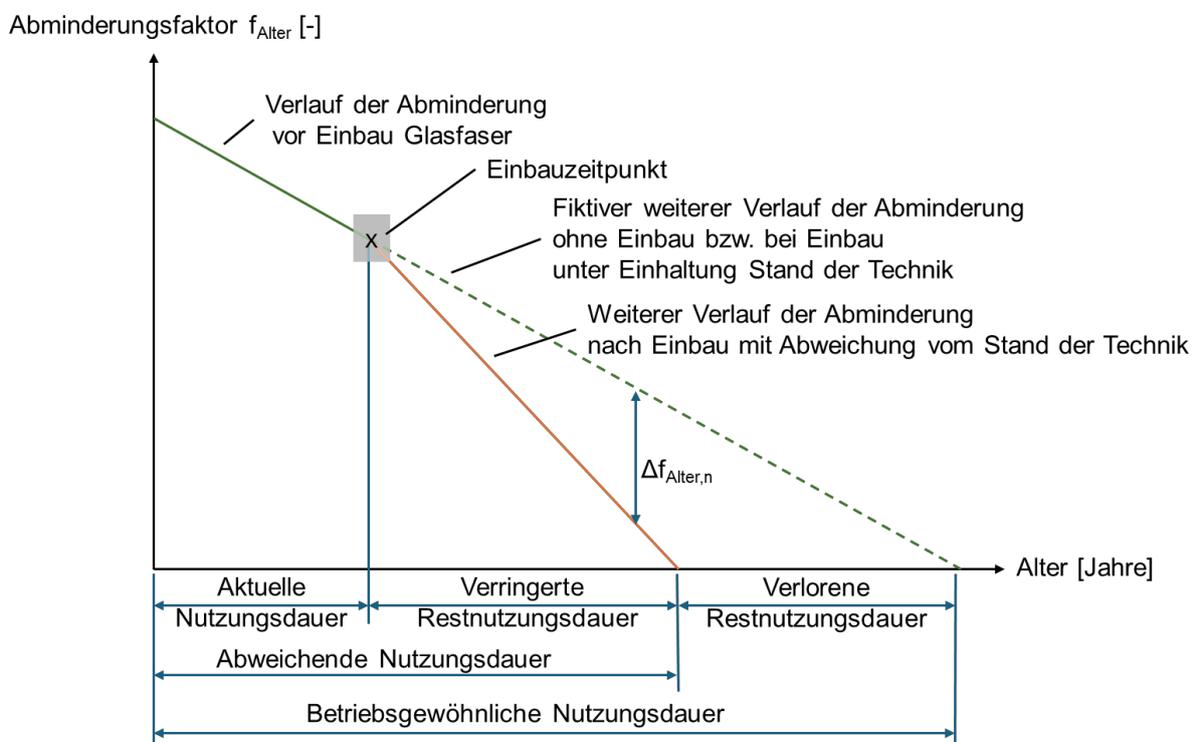


Abbildung 2: Verlauf des Abminderungsfaktors bei Einbau mit Abweichung vom Stand der Technik

Liegt keine Zustandserfassung vor, so muss das Herstellungsjahr der Straße bekannt sein. Nachdem das Verfahren auf der Rechnerischen Dimensionierung beruht, ist das Herstellungsjahr der Straße als Zeitpunkt definiert, an dem die Tragschicht der Straße eingebaut bzw. erneuert wurde³. Etwaige Deckschichtmaßnahmen beeinflussen das Herstellungsjahr nicht. Die aktuelle Nutzungsdauer N_{ak} kann aus der Differenz des Jahres zum Einbaupunkt und dem Herstellungsjahr der Straße ermittelt werden. $N_{\ddot{a}q,ak}$ wird in weiterer Folge dem N_{ak} gleichgestellt.

Die verringerte Restnutzungsdauer R_v errechnet sich wie folgt:

$$R_v = \left(1 - \frac{N_{ak}}{N_{bg}}\right) \cdot N_{v,j,k} \quad (8)$$

wobei:

N_{ak} aktuelle Nutzungsdauer bzw. äquivalente aktuelle Nutzungsdauer
 $N_{v,j,k}$ verringerte Nutzungsdauer aufgrund der Abweichung vom Stand der Technik je nach Lastklasse j und Abweichung k gemäß Tabelle 4

Die abweichende Nutzungsdauer N_{abw} errechnet sich wie folgt:

$$N_{abw} = R_v + N_{ak} \quad (9)$$

Die verlorene Restnutzungsdauer R_l errechnet sich wie folgt:

$$R_l = N_{bg} - N_{abw} \quad (10)$$

Der verringerte Abminderungsfaktor $f_{Alter,v,n}$ zum Zeitpunkt n errechnet sich wie folgt:

$$f_{Alter,v,n} = 1 - \frac{N_{ak}}{N_{bg}} - \frac{n - N_{ak}}{N_{v,j,k}} \quad (11)$$

wobei:

n Zeitpunkt zwischen dem Einbaupunkt und der abweichenden Nutzungsdauer, gezählt ab dem Herstellungsjahr 0 [Jahre]

Der fiktive Abminderungsfaktor $f_{Alter,f,n}$ zum Zeitpunkt n errechnet sich wie folgt:

$$f_{Alter,f,n} = 1 - \frac{n}{N_{bg}} \quad (12)$$

Damit kann die Differenz im Zeitwert ΔZ_n zum Zeitpunkt n ermittelt werden

$$\Delta Z_n = W \cdot (f_{Alter,f,n} - f_{Alter,v,n}) \quad (13)$$

wobei:

W Wiederbeschaffungswert [Euro].

³ Liegt das Herstellungsjahr weiter als 33 Jahre in der Vergangenheit, ist auf jeden Fall über den Ansatz der Zustandserfassung zu bewerten.

Wird für n die abweichende Nutzungsdauer N_{abw} eingesetzt, so ergibt sich die maximale Differenz im Zeitwert ΔZ_{max} .

Wesentliche Kennwerte zur Abschätzung sind

- die verlorene Restnutzungsdauer R_i . Sie schätzt ab, um wie viele Jahre sich die technische Lebensdauer gemäß Rechnerischer Dimensionierung aufgrund der Abweichung vom Stand der Technik verkürzt.
- Die maximale Differenz im Zeitwert ΔZ_{max} . Sie schätzt ab, wie hoch der verlorene Zeitwert gemäß der Bewertung des Anlagevermögens aufgrund der Abweichung vom Stand der Technik ist.

5. Leitfaden zur Anwendung

Die in den vorhergehenden Kapiteln dargestellte Methodik soll in weiterer Folge kurz praxisnahe erläutert werden, um die Anwendung zu erleichtern.

1. Festlegung des zu bewertenden Erfassungsabschnitts: Dies kann ein Teil eines Bauloses oder ein gesamtes Baulos sein, in dem Glasfaser-Infrastruktur verlegt wurde. Zur Berechnung der betroffenen Fläche ist die Länge und mittlere Breite zu erfassen und zu dokumentieren. Ob ein Teil des Querschnitts oder der gesamte Querschnitt für die Ermittlung der Breite herangezogen wird, ist vom Straßenerhalter festzulegen.
2. Festlegung der Lastklasse nach RVS 03.08.63 und der Functional Road Class (FRC): Wenn für Geh- und Radwege keine anderen Unterlagen vorliegen, wird empfohlen in ersterer Näherung die Lastklasse LK0,05 festzulegen. Für Gemeindestraßen kann die FRC mit 4-7 festgelegt werden, für Geh- und Radwege mit FRC 10.
3. Die Festlegung der aktuellen Nutzungsdauer (aktuelles Alter) zum Zeitpunkt des Einbaus kann auf zwei Arten erfolgen:
 - a. Vorrangig erfolgt die Ermittlung mittels (visueller) Zustandserfassung. Die RVS 13.05.31 gibt Hilfestellung zur Bewertung des visuellen Zustands. Der Erfassungsabschnitt kann dabei in homogene Unterabschnitte mit ähnlichem Zustand gegliedert werden. Diese Unterabschnitte werden getrennt erfasst, mittels Zustandsklasse beschrieben und anschließend eine über die Fläche der Unterabschnitte gemittelte Zustandsklasse für den gesamten Erfassungsabschnitt ermittelt ($f_{Zustand}$). Anschließend erfolgt die Berechnung der äquivalenten aktuellen Nutzungsdauer $N_{äq,ak}$ nach Formel (7).
 - b. Ist eine visuelle Zustandserfassung nicht möglich, so wird das Herstellungsjahr (Jahr des Einbaus oder der Erneuerung der gebundenen Tragschicht) herangezogen, um die aktuelle Nutzungsdauer N_{ak} aus der Differenz des Jahres zum Einbauzeitpunkt der Verlegung und dem Herstellungsjahr zu ermitteln. Liegt das Herstellungsjahr mehr als 33 Jahre in der Vergangenheit, so ist mittels visueller Zustandserfassung vorzugehen.
4. Abweichungen vom Stand der Technik beim Verlegen der Glasfaser-Infrastruktur sind während des Einbaus von sachverständigem Personal zu dokumentieren. Mögliche Abweichung vom Stand der Technik sind in Kapitel 3.1 aufgelistet. Bei der weiteren Berechnung ist die ungünstigste Abweichung k wesentlich, d.h. die Abweichung, bei der sich die geringste verringerte Nutzungsdauer $N_{v,j,k}$ ergibt. Die Berechnungen sind

mit der angegebenen Bandbreite an verringerten Nutzungsdauern gemäß Tabelle 4 durchzuführen.

5. Nun kann die Bandbreite der verlorenen Restnutzungsdauer R_l nach Formel (10), sowie die Bandbreite der maximalen Differenz des Zeitwerts ΔZ_{max} zum Zeitpunkt N_{abw} gemäß Formel (13) abgeschätzt werden. Die zur Ermittlung des Zeitwerts notwendigen Wiederherstellungskosten ergeben sich entweder und vorrangig aus mittleren Anschaffungs- und Herstellungskosten von vorangegangenen Projekten oder – sofern derartige Daten nicht zur Verfügung stehen – aus Erfahrungswerten, die in der RVS 13.05.31 (Tabelle 5) angegeben sind.

In der Praxis bedeutet dies:

- Je älter ein Straßenaufbau bzw. je schlechter die Zustandsklasse ist (also je näher am Ende der technischen Lebensdauer), desto geringer sind die Auswirkungen der Abweichungen vom Stand der Technik.
- Je geringer die Abweichungen vom Stand der Technik sind (also je höher die abweichende Nutzungsdauer, siehe dazu Tabelle 1, Nr. 1 bis 11), desto geringer sind die Auswirkungen auf die verlorene Nutzungsdauer und die Differenz im Zeitwert.

Abschließende Bemerkungen

Die in dieser Studie angewandte Methodik beruht auf dem Stand der Technik, der in den angeführten Richtlinien dargelegt ist. Die angesetzten Reduktionen der Tragfähigkeit des Oberbaus im Rahmen der Rechnerischen Dimensionierung aufgrund von Abweichungen vom Stand der Technik beim Einbau von Glasfaser-Infrastruktur sind ingenieurmäßige Abschätzungen, da keine langfristigen Erfahrungswerte aus der Praxis vorliegen. Eine gewisse Schwankungsbreite wird durch die Angabe von Bandbreiten berücksichtigt.

Im Einzelfall kann durch entsprechende messtechnische Erfassung der Tragfähigkeit vor und nach einer Baumaßnahme ein gesonderter Nachweis erbracht werden, welche Änderungen in der Tragfähigkeit sich unmittelbar und längerfristig aufgrund einer konkreten Baumaßnahme im Einzelfall ergeben. Diese Daten können für die Detailanalyse einer konkreten Baumaßnahme herangezogen werden.

Die Studie berücksichtigt das wesentliche Bemessungskriterium der Rechnerischen Dimensionierung in Form des Widerstands gegen Ermüdung der gebundenen Tragschicht, da dies die technische Lebensdauer maßgeblich beeinflusst und am Ende der technischen Lebensdauer zu umfangreichen Erhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen führt. Nicht direkt berücksichtigt sind etwaige Oberflächenschäden, wie Risse, Verformungen, Materialverlust etc. Diese treten in der Regel kurz- und mittelfristig auf und sind entweder im Rahmen der Gewährleistung zu sanieren oder nach Ende der Gewährleistung mit vergleichbar geringerem Aufwand wiederherstellbar.

Die sich ergebenden Differenzen im Zeitwert ergeben sich aus Berechnungen basierend auf der Richtlinie für die Anlagenbewertung. Daher sind die angegebenen Geldwerte als Abschätzung der Änderung des Zeitwerts einer Anlage zu betrachten und können nicht als

Grundlage für andere Zwecke, etwa die direkte Ableitung von Schadensersatzforderungen etc. herangezogen werden.


Univ. Prof. DI Dr. Bernhard Hofko
Wien, im März 2024


Ass. Prof. DI Dr. Lukas Eberhardsteiner

Zugrundeliegende Literatur

RVS 03.08.61: *Schlitzgräben*, FSV, Juli 2017

RVS 03.08.12: *Schlitzgräben im Bankett*, FSV, November 2020

RVS 03.08.63: *Oberbaubemessung*, FSV, Juni 2016

RVS 03.08.68: *Rechnerische Dimensionierung von Asphaltstraßen*, FSV, Jänner 2018

RVS 13.05.31: *Bewertung des Anlagevermögens der Straßeninfrastruktur*, FSV, September 2019