

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Verkehr



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Anwendungsfall: Zustandserfassung und -bewertung der Tunnellüftung

Juli 2025



Projektpartner

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB

Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen
Ansprechpartner:
Prof. Dr.-Ing. Markus König (Projektleitung)

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB

Lehrstuhl für Tunnelbau, Leitungsbau und Baubetrieb
Ansprechpartner:
Prof. Dr.-Ing. Markus Thewes

bast 
Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen

Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen –
Deutschland
Ansprechpartner:
Marius Nono Tamo

BUNG

BUNG Ingenieure AG
Ansprechpartner:
Karl Hanke

elevait 

Elevait GmbH & Co. KG
Ansprechpartner:
Laura Stern

 **LocLab**
THE DIGITAL TWIN COMPANY
part of Hexagon

LocLab Consulting GmbH
Ansprechpartner:
Verica Eric

1 Einleitung

Zuordnung des Anwendungsfalles zu Projekt- bzw. Lebenszyklusphasen

Der Anwendungsfall wird für die Betriebs- und die Erhaltungsphase von Straßentunneln umgesetzt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Zuordnung des Anwendungsfalls in der Lebenszyklusphase des Straßentunnels

AwF Zustandserfassung und -bewertung			
UAwF bauliche Zustandsbewertung der Tunnelinnenschale			
Bedarf	Planen	Bauen	Betrieb und Erhaltung
	Grundlagenermittlung	Bauvorbereitung	Betrieb
	Vorplanung	Bauausführung	Erhaltung
	Entwurfsplanung	Bau- und Projektdokumentation	Verkehrsmanagement
	Genehmigungsplanung		Fachdatenmanagement
	Ausführungsplanung		Umwelt
	Unterstützung der Vergabe		Haushaltsangelegenheiten
	Projektüberwachung		

2 Definition

Wie ist der Anwendungsfall definiert?

Der Betrieb von Straßentunneln ist durch hohe Anforderungen an die Sicherheit und Verfügbarkeit des Bauwerks gekennzeichnet. Dies erfordert ein hohes Maß an betriebs- und sicherheitstechnischer Ausstattung, deren einwandfreie Funktion stets gewährleistet werden muss. Daher sind eine regelmäßige Inspektion und Analyse dieser betriebstechnischen Tunnelkomponenten notwendig, um mögliche Fehler in der Funktionalität frühzeitig zu erkennen, und entsprechende Maßnahmen ergreifen zu können. Der Tunnellüftung kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, da diese im Normalbetrieb Schadstoffe ableitet und für eine gute Luftqualität im Tunnel sorgt, und insbesondere im Brandfall die Rauchgase kontrolliert abgeleitet werden, um so den Verkehrsteilnehmern eine Flucht aus dem Tunnel zu ermöglichen. Die Zustandserfassung und -bewertung der Tunnellüftung erfolgt durch regelmäßige Wartungen und Inspektionen, innerhalb derer die Funktion überprüft und Schäden erfasst werden. Dieser Prozess erfolgt derzeit überwiegend analog bzw. papierbasiert. In den folgenden Abschnitten werden der Mehrwert der Implementierung des Prozesses zur Erfassung und Bewertung des Lüftungszustandes mithilfe eines digitalen Zwillings sowie die Voraussetzungen für seine Implementierung erläutert.

3 Nutzen

Welcher Mehrwert ist durch die Umsetzung des Anwendungsfalls zu erwarten?

- Zentrale Speicherung aller für eine Bewertung erforderlichen Zustandsinformationen
- Kontinuierliche Erfassung und Überwachung des Lüftungssystems und frühzeitige Erkennung von Schäden, die die Funktion beeinträchtigen könnten (Verfügbarkeit von Zustandsinformationen in Echtzeit)
- Optimierte Wartungsplanung und Instandhaltung basierend auf dem technischen Anlagenzustand
- Optimierung des Lebenszyklusmanagements insbesondere der Tunnelverfügbarkeit, der personellen und finanziellen Ressourcen

4 Voraussetzungen

Was ist für die Umsetzung der digitalen Prozessabbildung und Datenerfassung im digitalen Zwilling erforderlich?

- Gemeinsame Datenumgebung (CDE)
- Konzept und Maßnahmen für die Datensicherheit
- Vorliegendes BIM-Betriebsmodell inkl. Lüftungssystems
- Vorliegendes Digitales Zwillingmodell für das Lüftungssystem
- Datenbereitstellung seitens des Betreibers (Schnittstelle zu SCADA-System)

5 Eingangs- und Ausgangsdaten

Welche Eingangs- und Ausgangsdaten sind für den Anwendungsfall relevant?

Tabelle 2: Eingangs- und Ausgangsdaten für den Anwendungsfall Zustandserfassung und -bewertung der Tunnellüftung

Eingangsdaten	Ausgangsdaten
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daten aus der Inspektion und Wartung des Lüftungssystems (Wartungs- und Messprotokolle) ▪ Datenpunkte aus der Tunnelüberwachung und -steuerung (SCADA-System), siehe Tabelle 3. ▪ BIM-Betriebsmodell ▪ Maßnahmenhistorie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aktuelle Zustandsbewertung der Lüfter ▪ Historischer Vergleich der Lüfterzustände ▪ Soll-Ist-Vergleich des Lüfterzustandes ▪ Prognose über die Zustandsentwicklung ▪ Maßnahmenempfehlung/Maßnahmenhistorie ▪ Aktualisiertes BIM-Betriebsmodell

Datenpunkte aus SCADA-System (Echtzeitdaten) der Tunnellüftung oder zusätzliche Messungen oder Auffälligkeiten im Zuge der Wartung & Inspektion

Tabelle 3: Darstellung der zu ermittelnden Schadentypen am Lüfter mit zugehörigen Messverfahren im Rahmen von Wartung und Inspektion bzw. durch Echtzeiterfassung (SCADA-System)

Schadentyp	Schaden-/Prüfstelle	Detektions- / Messverfahren	Einheit	Zulässiger Wertebereich
Mechanisch: Vibration, Unwucht, Abriss, Lösen von Befestigungselementen	Motordrehwelle	Schwingungssensor,	Beschleunigung in m/s^2	Nach ISO 14694 (ggf. nach Angaben des Lüfterherstellers)
	Laufrad		Effektive Schwinggeschwindigkeit in mm/s	
	Gehäuse		Auslenkung in m	
	Befestigungselemente (Aufhängung)	Abrisskontakt	Frequenz in Hz	
Akustisch: Laufgeräusche	Lager	Strommessung	Elektrische Werte in A	Nach Herstellerangabe
	Schalldämpfer	Temperaturmessung	Temperatur in $^{\circ}C$	
Motorschäden		Elektrischer Anschluss	Strom- und Spannungsmessung	

Weitere Informationen zur Zustandsbewertung

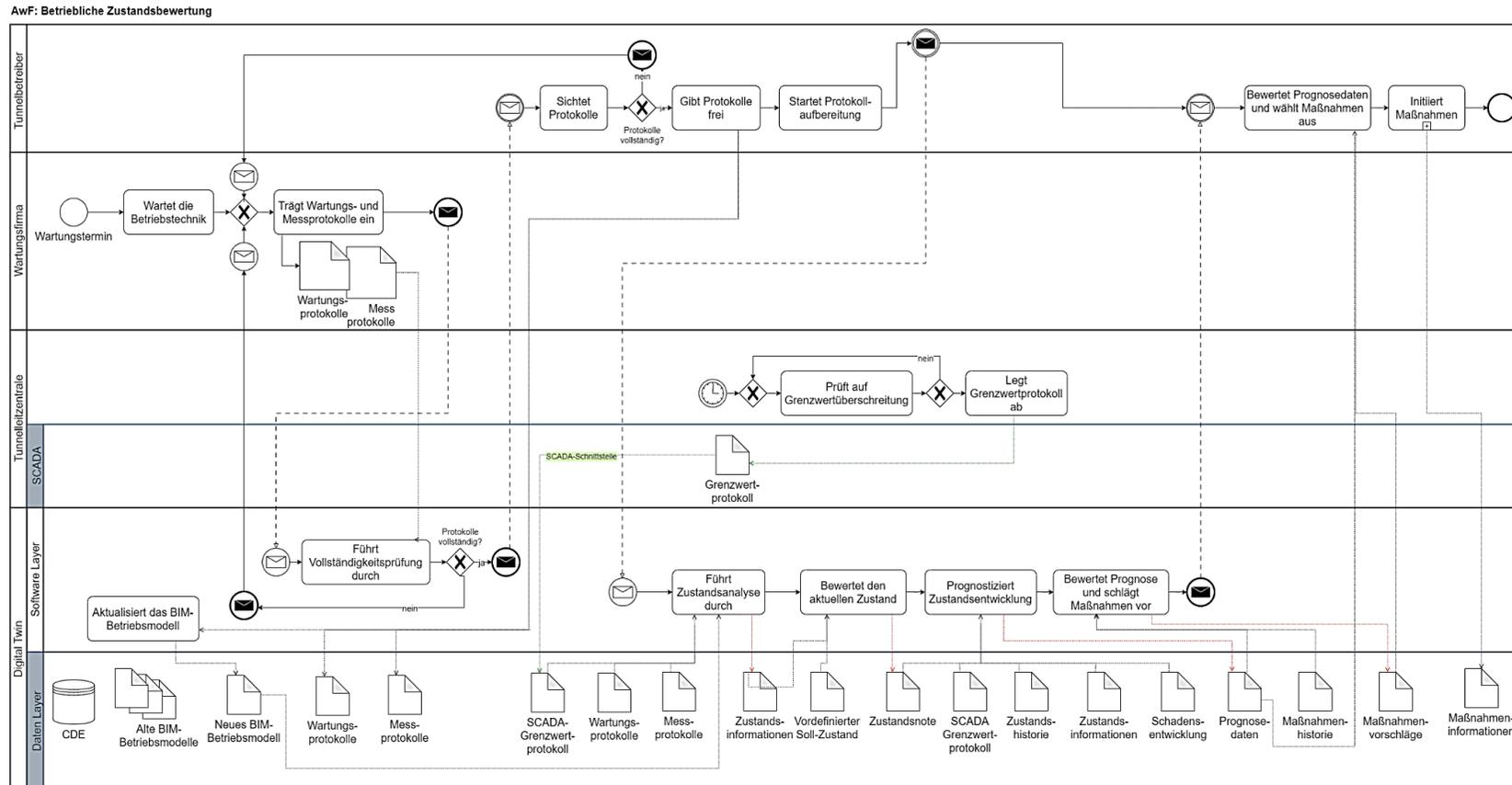
Tabelle 4: Darstellung weiterer Indikatoren zur Zustandserfassung von Strahlventilatoren

Indikatoren (PI)	Quelle
Alter der Lüftungsanlage sowie der einzelnen Komponenten	Bauwerksbuch/BIM-Modell
Laufzeit/Betriebsstunden	SCADA-System
Nutzungsdauer lt. Hersteller	BIM-Betriebsmodell
Korrosion	Wartungsprotokoll/Bauwerksprüfbericht
Zeitpunkt letzte Wartung	Letzte Wartungsprotokolle
Auslastung Belüftungsanlage	SCADA-System
Lastspitzen	SCADA-System
Ausfälle	SCADA-System
Störfallmeldungen	SCADA-System
Ersatzteilverfügbarkeit	z. B. SAP oder andere Verwaltungssysteme

Bewertungsmethodik

Wird im Zuge der Bearbeitung des Verbundprojektes fortlaufend ergänzt.

6 Prozessdiagramm



Das hier abgebildete Prozessdiagramm gibt einen Überblick zum Ablauf des Anwendungsfalls *Betriebstechnische Zustandserfassung und -bewertung der Tunnellüftung*. Die Darstellung ist auf die Prozessschritte und Umsetzungsdetails beschränkt.

7 Ansprechpartner Tunnelbetrieb

- Marius Nono Tamo
nonotamo@bast.de
- Anne Lehan
lehan@bast.de

