LRVTwin: Ein digitaler Stadtbahnzwilling – Ergebnisse des Innovationsprojekts

Die Zuverlässigkeit von Fahrzeugen bestimmt neben dem bedarfsgerechten Angebot maßgeblich die Attraktivität des Systems Straßenbahn. Mithilfe eines digitalen Zwillings einer Fahrzeugflotte kann der Wartungsbedarf relevanter Komponenten bestimmt und vorhergesagt werden. So kann eine vorausschauende Instandhaltung für die zuverlässige Bereitstellung des Angebots effektiv unterstützt werden.



Dipl.-Ing. Fabian Wendrock
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Professur für Dynamik und Mechanismentechnik, Technische Universität Dresden
fabian.wendrock@tu-dresden.de



Dr.-Ing. Mike Röllig
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden
mike.roellig@ikts.fraunhofer.de



Dr.-Ing. Peter Hantschke
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Professur für Numerische und Experimentelle Festkörpermechanik, Technische Universität Dresden
peter.hantschke@tu-dresden.de



Dr.-Ing. Volker Quarz
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Professur für Dynamik und Mechanismentechnik, Technische Universität Dresden
volker.quarz@tu-dresden.de



Dr.-Ing. Stefan Münch
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden
stefan.muench@ikts.fraunhofer.de



Prof. Dr.-Ing. Michael Beitelschmidt
Lehrstuhlinhaber, Professur für Dynamik und Mechanismentechnik, Technische Universität Dresden
michael.beitelschmidt@tu-dresden.de

1. Einführung

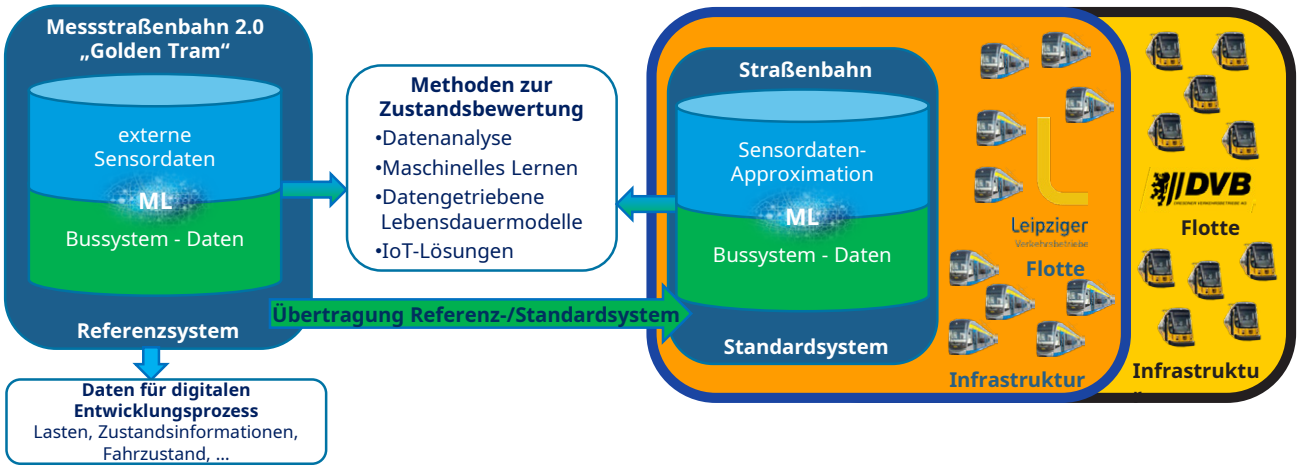
Für die Entwicklung innovativer Instandhaltungskonzepte für Straßenbahnen ist die Verfügbarkeit von Zustandsdaten von entscheidender Bedeutung. Mit Hilfe eines digitalen Zwillings der Flotte können Informationen gesammelt und verarbeitet werden, um den Wartungsbedarf für den zuverlässigen Betrieb relevanter Komponenten zu bestimmen und vorherzusagen. Allerdings sind die von Bestandsfahrzeugen erhobenen Daten und verfügbaren Informationen oft nicht für die Übertragung oder externe Verarbeitung vorgesehen. In dem vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) im Rahmen des mFUND-Programms geförderten Innovationsprojekt LRVTwin wurde die Problematik der Datenverfügbarkeit adressiert und von einem Konsortium aus Wissenschaft, kleinen und mittelständischen Unternehmen sowie Fahrzeugbetreibern ein Best-Practice-Beispiel für den digitalen Zwilling einer Straßenbahnflotte entwickelt. Dabei wurde die vollständige Prozesskette von der Datensammlung über die automatisierte Datenverarbeitung und Anwendung von Prognosealgorithmen bis hin zur Endnutzer-Applikation umgesetzt.

2. Konzept

Aufgrund langer Einsatzzeiten von Straßenbahnen sowie aus Kostengründen sind Bestandsfahrzeuge heute meist nicht mit einer Sensorik und Datenerfassung ausgestattet, die eine ausreichende Datenbasis für die vorausschauende Instandhaltung kritischer Komponenten bereitstellt. Im Projekt LRVTwin wurde deshalb der Ansatz gewählt, ein Referenzfahrzeug, die Messstraßenbahn 2.0, mit umfangreicher externer Sensorik und Datenerfassungshardware auszustatten, um eine nutzbare Datenbasis für die bauartgleichen Fahrzeuge der Leipziger und Dresdner Verkehrsbetriebe zu erhalten. Diese Datenbasis ermöglicht die Abbildung des realen Fahrzeugs als „digitaler Zwilling", d. h. die Ableitung von Zustandsinformationen durch Anwendung von Methoden zur Zustandsbewertung, Abbildung 1. Der digitale Zwilling kann damit das Verhalten des Fahrzeugs abbilden.

Die Flottenfahrzeuge (Standardbahnen) wurden im Projekt mit einer reduzierten Sensorik versehen, Abbildung 3. Eine wesentliche Zielstellung des Projekts bestand darin, die Korrelation zwischen den Daten der Standardbahnen und der Referenzbahn herzustellen und anschließend zu nutzen, um für diese die gleichen Zustandsinformationen zu erhalten, wie für die Referenzbahn. Dazu wurde eine Datenverarbeitungskette für die Erhebung, den Transfer, die Speicherung, Verarbeitung und Bereitstellung instandhaltungsrelevanter Daten der Standardbahnen aufgebaut. Ein Kernbestandteil ist die

Autoren PDF zur Einbindung auf der Website tu-desden.de / Social Media. Kontakt & Rechte: archiv@dvvmedia.com DVV Media 2026.



1: Konzept zur Zustandsbewertung im Projekt LRVTwin Quelle: LRVTwin

Anwendung von Methoden zur Zustandsbewertung, mit deren Hilfe für die Betreiber relevante Informationen zur besseren Planung von Revisionsterminen sowie zur Verbesserung des Systemverständnisses mit dem Ziel der Schadensvermeidung und Erhöhung der Fahrzeugverfügbarkeit generiert werden können.

3. Systemarchitektur und technische Umsetzung

Die technische Realisierung des digitalen Zwillings basiert auf einer modularen, cloudbasierten Systemarchitektur, Abbildung 2.

Die Referenzbahn ist mit Sensoren ausgestattet, mit denen kontinuierlich Betriebs- und Zustandsdaten der für den Betrieb kritischsten Komponenten erfasst werden, Abbildung 3.

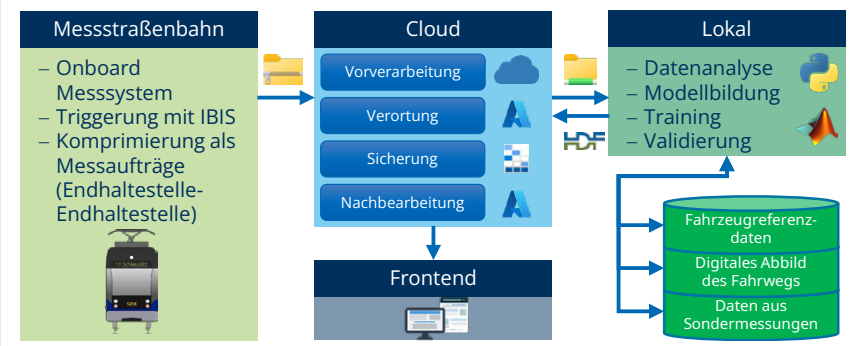
Die Datenaufzeichnung der Beschleunigungs- und Wegsignale sowie der Türmotorströme erfolgt mit einem 32-kanaligen Messsystem. Die Wegstreckenmessung erfolgt mittels Odometer, die Positionsbestimmung über ein GNSS (Global Navigation Satellite System)-Modul. Aus dem integrierten Bordinformationssystem der Straßenbahn (IBIS) werden die Haltestellenabfolge und Informationen zu Liniennetz und Fahrplan (VDV 452) ausgelesen, mit denen die Identifikation zur gefahrenen Linie und ihren Endhaltestellen verfügbar gemacht werden. Für die Analyse der Öffnungs- und Schließvorgänge der Türen werden ausgewählte Türsignale (Freigabe, etc.) aufgezeichnet. Ein zusätzliches 40-kanaliges Messsystem für die Stromrichterbaugruppe (SRBG) erfasst die Signale von 32 Temperatursensoren sowie die Ströme am Ein- und Ausgang der SRBG und an der Stromversorgung von Haupt- und Nebenlüfter.

Fahrzeugreferenzdaten, das digitale Abbild des Fahrwegs (Streckennetzreferenz) und Sondermessungen werden ebenfalls projektverfügbar abgelegt.

Die Sensorausstattung der Standardbahnen erlaubt die Messung der Längs- und Querbeschleunigung im Wagenkasten, die Positionsbestimmung mittels GPS sowie die Messung der Fahrgeschwindigkeit und des Türmotorstroms. Zusätzlich erfolgt eine reduzierte Überwachung der Leistungselektronik der SRBG.

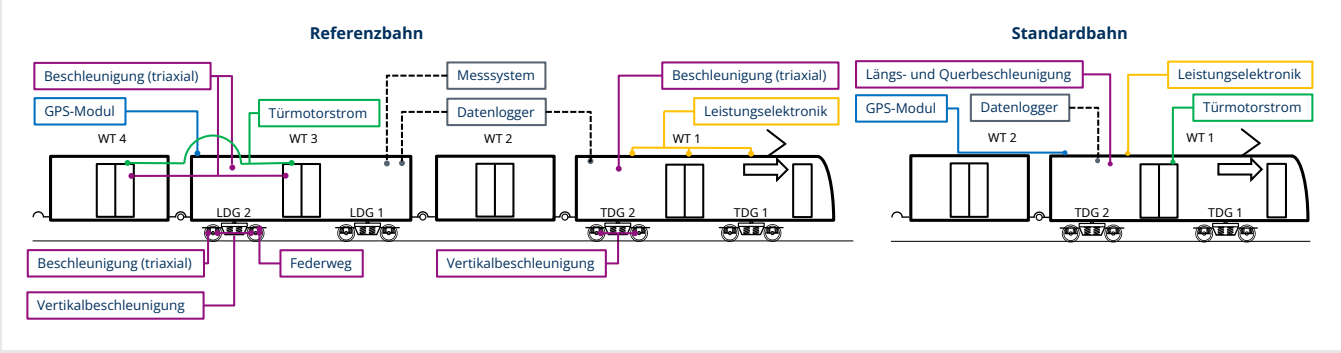
Die Daten werden in eine Cloud-Infrastruktur übertragen, wo sie gespeichert, vorverarbeitet und für die weitere Analyse aufbereitet werden. Die Datenverarbeitung erfolgt sowohl in Echtzeit als auch retrospektiv, um kurzfristige Anomalien ebenso wie langfristige Trends zu erkennen. Für die Analyse und Modellierung kommen Python-basierte Datenanalysetools und Machine-Learning-Frameworks zum Einsatz. Die Ergebnisse werden über webbasierte Dashboards visualisiert und den Betreibern zur Verfügung gestellt. Offene APIs (Anwendungsprogrammierschnittstellen) ermöglichen die Integration der Zustandsinformationen in bestehende Betriebsleitsysteme und externe Anwendungen. Die Synchronisation zwischen digitalem Zwilling und realem Fahrzeug erfolgt durch kontinuierliche Datenübertragung und regelmäßige Aktualisierung der Modelle mit aktuellen Sensordaten.

Eine genaue, richtungsgleisbezogene Verortung der Straßenbahnen ist die Voraussetzung für die Entwicklung ortsaufgelöster Schädigungsmodelle. Deshalb wurde im Projekt auf Basis des in [4] entwickelten Konzepts ein Verortungs-Al-



2: Cloudbasierte Systemarchitektur für die Referenzbahn Quelle: LRVTwin

Autoren PDF zur Einbindung auf der Website tu-desden.de / Social Media. Kontakt & Rechte: archiv@dvvmedia.com DVV Media 2026.



3: Messtechnische Ausrüstung der Referenzbahn (links) und der Standardbahn (rechts) Quelle: TUD

gorithmus implementiert, der die gleisgenaue Bestimmung der Fahrzeugposition im Streckennetz basierend auf den (fehlerbehafteten) GNSS-Daten, der Odometrie und einer digitalen Karte des Streckennetzes realisiert.

4. Überwachte Komponenten und Modelle

Im Rahmen von LRVTwin wurden drei fahrzeugseitige Komponenten bzw. Baugruppen sowie der Fahrwegzustand überwacht und dafür jeweils spezifische Modelle entwickelt:

1. Leistungselektronik der Stromrichterbaugruppe (Restlebensdauerprognose)
2. Räder (Polygonisierung)
3. Fahrgasttüren (Ausfallwahrscheinlichkeit)
4. Gleis(netz).

4.1. Leistungselektronik

Der Ausfall elektronischer Komponenten kann in etwa 2/3 der Fälle auf thermische Lasten zurückgeführt werden. Die hohe Varianz an Werkstoffe (Keramik, Metalle und Polymere) auf engem Bauraum und deren unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten führen bei Temperaturänderungen zur mechanischen Verspannung des Systems und dem Aufbau von Schadensinkrementen. Dies betrifft insbesondere die Leistungselektronik im Fahrzeug mit ihrer hohen Leistungsdichte, da sich die Komponenten aufgrund der Verlustleistung aktiv erwärmen. In LRVTwin lag der Fokus im Bereich der Leistungselektronik auf der Stromrichterbaugruppe (SRBG) des Antriebsstranges. Hier sind die kritischsten Komponenten die Leistungsschalter (IGBT-Module) sowie die zugehörige Treiberelektronik, bei denen meist die Lotverbindungen aufgrund der Akkumulation plastischer Dehnungen versagen. Relevante Messgrößen für die Zustandsbewertung sind die Temperatur und die elektrischen Größen Strom und Spannung einschließlich deren zeitlicher Verläufe.

Die Auswertung der Messdaten erfolgte in einem mehrstufigen Prozess. Für die gemessenen Stromsignale der Standardbahnen wurde zuerst eine Anomaliedetektion mit einem Isolation Forest-Modell durchgeführt, das mit Daten zum Eingangsstrom der Referenzbahn trainiert wurde. Anschließend wurden lokale Temperaturdaten des Deutschen Wetterdienstes auf Basis des zugehörigen Zeitstempels mit der Wetter-API Brightsky abgerufen. Unter Verwendung der zugehörigen Strommessdaten wurde durch ein am Fraunhofer IKTS entwickeltes Regressionsmodell der nicht gemessene Temperaturverlauf der Leistungselektronik abgeschätzt. Dieser Verlauf wurde in der Folge an ein Machine-Learning-Modell (Multi-Layer-Perzeptron) übergeben, das Schädigungsinkremente einzelner Komponenten der Leistungselektronik vorhersagt. Anhand eines experimentell erfassten Lebensdauermodells werden die Schädigungsinkremente in eine Restnutzungsdauer (Remaining Useful Life) übersetzt und so für die Visualisierung in der Endnutzer-Applikation bereitgestellt, Abbildung 4. [3]

4.2. Radpolygonisierung

Unrunde Räder mit verschleißbedingten Radienschwankungen entlang des Umfangs („Polygonisierung“) verursachen nahezu unabhängig von Gleis und Fahrgeschwindigkeit über die gesamte Fahrstrecke Vibrationen, die sowohl im Fahrzeug als auch in der Umgebung wahrnehmbar sind. Sie führen zur Ermüdung von Bauteilen und zu Verschleiß. Fahrwegseitig tragen sie zur Bildung von Schienenriffeln, Lockerungsvorgängen an Gleisbefestigungen und Anderem bei.

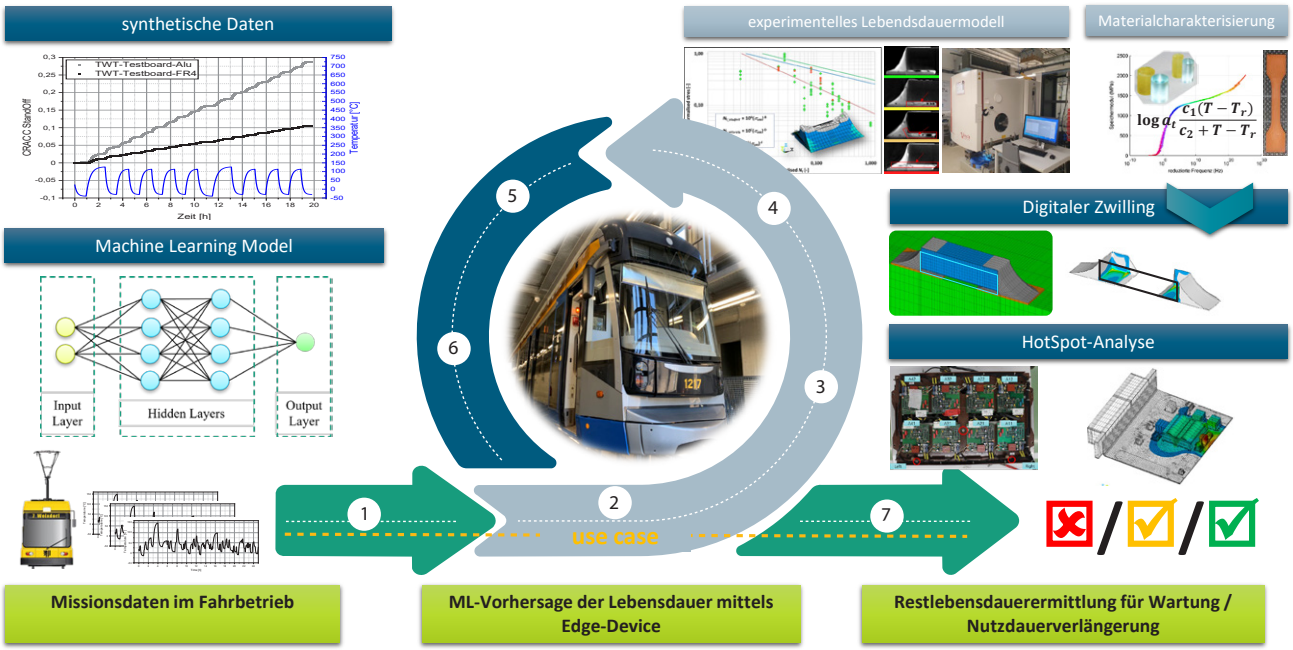
Die Messung der Polygonisierung ist mit fahrzeugfester Sensorik nicht direkt möglich. Bei der Referenzbahn wurde die Polygonisierung indirekt durch Schwingungsaufnehmer an den Radsatzlagern erfasst. [5]

Im Vergleich zum Radprofilverschleiß treten Polygone nicht zwangsläufig nach gewissen Laufleistungen auf. Deshalb wurde eine Methodik erarbeitet, mit der die Polygonentwicklung modellbasiert simuliert und untersucht werden kann. Der Projektfokus lag auf der Prognose der Polygonentwicklung für bekannte initiale Rundheitsabweichungen.

Im Ergebnis der in Fahrzyklen gegliederten Simulation steht der instantane Verschleißtiefenverlauf $h(t)$ je Rad zur Verfügung, Abbildung 5. Um die Rückwirkung der Verschleißfluktuation auf das initiale Polygon zu analysieren, wird die Verschleißtiefe $h(t)$ unter Zuhilfenahme der Fahrgeschwindigkeit $v(t)$ einer Ordnungsanalyse unterzogen. Hierdurch entstehen orts- und zeitabhängige Daten zu Amplitude $\hat{h}$ und Phase $arg(h)$ bezüglich der initialen Unrundheit. Während die Amplitude der Verschleißspur $\hat{h}$ die Polygonänderung skaliert, wirkt sich die Phasenlage $arg(h)$ darauf aus, ob das initiale Polygon abgetragen oder vertieft wird. Die Ergebnisse werden zur dimensionslosen Größe des Polygonzuwachses $d(s)$ zusammengefasst. Ein positiver Polygonzuwachs führt zu einer Vertiefung des Polygons, ein negativer bedeutet, dass die betrachtete Polygonordnung durch Verschleiß abgetragen wird.

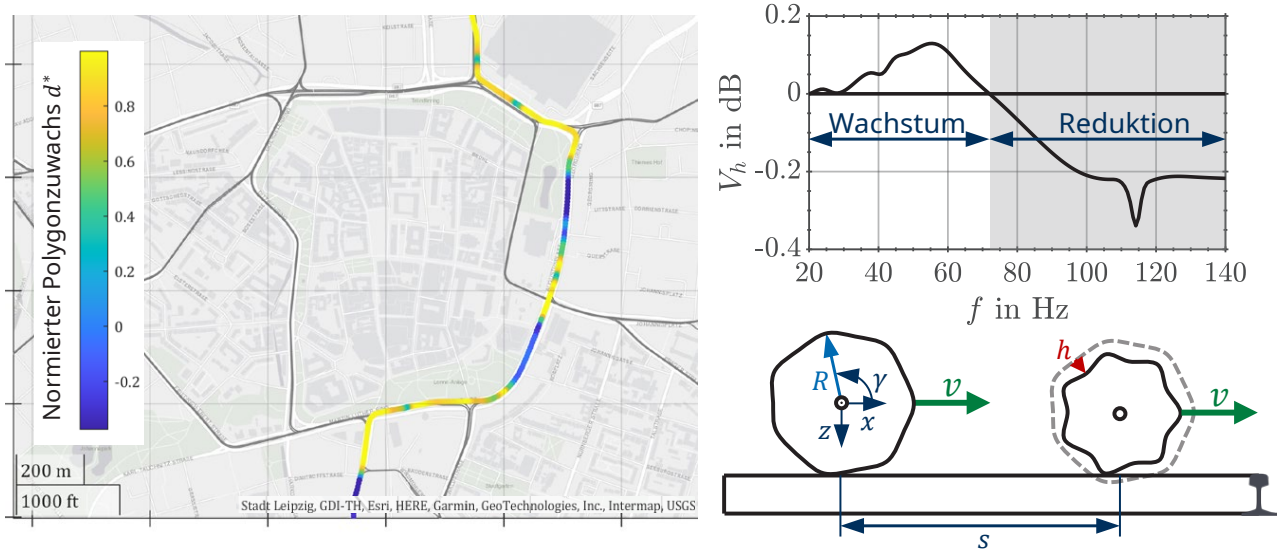
Durch Akkumulation des Polygonzuwachses d entlang der Wegstrecke entsteht eine integrale Größe, welche sich zur Modellkalibrierung eignet und wie ein digita-

Autoren PDF zur Einbindung auf der Website tu-desden.de / Social Media. Kontakt & Rechte: archiv@dvvmedia.com DVV Media 2026.



4: Restlebensdauerprognose für die Leistungselektronik

Quelle: Fraunhofer IKTS



5: Simulationsgestützte Prognose der Polygonisierung im Streckennetz

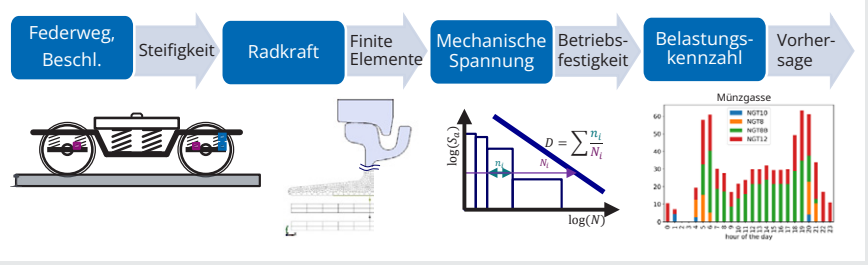
Quelle: TUD

ler Messkanal der Messstraßenbahn verarbeitet werden kann. [6]

Für die Polygonprognose wurde das Streckennetz in Segmentabschnitte der mittleren Länge 25 m gegliedert und nach Trassierung (Bogenkrümmung) und Fahrwegkategorie in Klassen eingeteilt. Zu jeder Klasse und Fahrzeugzustand sind frequenzabhängige Verschleißverstärkungsfunktionen $V_h(f)$ hinterlegt, welche aus dem Amplituden- und Phasengang der Verschleißtiefe h ermittelt werden. Diese werden aus Zeitschrittsimulationen für eine initiale Polygontiefe mit verschiedenen Anregungsfrequenzen durch Variation von Polygonordnung und Fahrgeschwindigkeit gewonnen.

Entsprechend der Betriebszustände, Fahrgeschwindigkeiten und dem vom Fahrzeug zurückgelegten Wegstrecken werden ordnungsspezifisch Schädigungsinkremente aus Lookup-Tabellen abgelesen. Die vom Rad je Segmentabschnitt erfahrene Schädigung wird genutzt, um die fahrzeugdynamischen Rückwirkungen eines initialen Polygons zu bewerten. Die Akkumulation dieser Schädigung über alle vom Fahrzeug überfahrenen Abschnitte erlaubt somit eine Aussage zu wachsenden und schwindenden Ordnungen je Rad. Eine Aussage zur Prognose der absoluten Polygontiefe ist möglich, sobald eine Unrundheit als initiale Polygontiefe bekannt

Autoren PDF zur Einbindung auf der Website tu-desden.de / Social Media. Kontakt & Rechte: archiv@dvvmedia.com DVV Media 2026.



6: Belastungsanalyse im Gleisnetz Quelle: TUD

ist oder z. B. aus einer stationären Anlage geschätzt werden kann. [6]

4.3. Gleisnetz

Die dynamische Interaktion zwischen Fahrzeug und Fahrweg über den Rad-Schiene Kontakt führt zu Verschleiß und Schädigungen des Fahrwegs und insbesondere der Schienen.

Im Projekt LRVTwin wurde zwischen der Bewertung des aktuellen Schienenzustandes und der voraussichtlichen Schadensevolution der Schienenabschnitte unterschieden.

Zur Zustandsbewertung wurde ein Diagnosekennwert auf Basis der im Laufdrehgestell gemessen Beschleunigungen als Indikator eines integralen Abnutzungszustandes definiert. Aus der Statistik der ermittelten Effektivwerte der Schwingbeschleunigungen wurde für den Diagnosekennwert eine Klassifizierung mit 6 Klassen zur Bewertung des aktuellen Abnutzungszustandes abgeleitet. Damit ist eine automatisierte qualitative Bewertung der Entwicklung des Zustands der Gleisabschnitte möglich, wobei Besonderheiten der Trassierung (Weichen, Haltestelleneinfahrten, ...) gesondert zu erfassen sind. Absolute Aussagen zum konkreten Zustand erfordern hierbei jedoch langfristige Datenerhebungen und eine Modellkalibrierung anhand realer Schäden. Die Schadensentwicklung kann somit jedoch messtechnisch verfolgt werden. Neben der reinen Beobachtung der Schadensentwicklung, war auch deren Prognose von großem Interesse. Hierzu wurden 5 relevante Einflussgrößen definiert. Die mittlere Achslast (bekanntes Erfahrungswissen der jeweiligen Bahntypen), die mittlere Maximalgeschwindigkeit und die mittlere Maximalbeschleunigung der Fahrzeuge (messtechnisch in den Flottenfahrzeugen



Autoren PDF zur Einbindung auf der Website tu-desden.de / Social Media. Kontakt & Rechte: archiv@dvvmedia.com DVV Media 2026.

erfasst), die Anzahl der jährlichen Gleisüberfahrten (bekannt aus Fahrplaninformationen) sowie die Trassierung (Streckennetzinformation) wurden als relevante Parameter für die Schadensevolution festgelegt. Anhand von Erfahrungswissen und Finite-Elemente-Simulationen des Rad-Schiene-Kontaktes und der Schienenbeanspruchung konnten den 5 Einflussgrößen jeweils 4 quantitative Belastungsintensitäten zugeordnet werden. Somit steht der Beschreibung der Entwicklung des Schienenzustandes ebenfalls die Historie der aufgetretenen schadensrelevanten Einflussgrößen gegenüber, Abbildung 6.

Die messdatenbasierte Prognose der Zustandsentwicklung des Gleisnetzes wurde umgesetzt, indem mit einem Modell als digitalem Zwilling die Korrelation der Einflussgrößen, die anhand messtechnisch erfasster Informationen quantifizierbar sind, mit dem durch den Diagnosekennwert beschriebenen Gleiszustand abgebildet wurde.

4.4. Fahrgasttüren

Die Überwachung der Fahrgasttüren erfolgte unter Aufzeichnung des Türmotorstromes in allen Flottenbahnen sowie mehrerer Türblattbeschleunigungen in der Referenzbahn. Mögliche Schadensbilder der Türkinematik wie eine zu geringe Zahnriemenspannung konnte anhand der Sensorwerte jedoch nicht sicher identifiziert werden. Es zeigte sich, dass die Komplexität der Türkinematik keine einfache messtechnische Schadensbewertung gestattet, sondern unterschiedliche Schadensbilder kostenintensiv mit sehr fallspezifischer Sensorik erfasst werden müssten.

5. Ergebnisse und demonstrierte Anwendungsfälle

Im Projektverlauf wurden drei zentrale Anwendungsfälle erfolgreich demonstriert:

1) Konzeptionierung, Umsetzung und Dauerbetrieb eines Bestandsfahrzeugs als Messstraßenbahn 2.0 mit automatisierter Datenerfassung und Nachverarbeitung inkl. Gleisgenauer Verortung
2) Entwicklung und Anwendung von physikalischen und datengetriebenen Methoden zur Zustandsbeschreibung und Prognose auf Basis realer Messdaten, sowie deren Ableitung auf eine reduzierte Datenbasis von Standardbahnen
3) Umsetzung einer vollständigen Datenkette basierend auf der umfänglichen Datensammlung an Standardbahnen über die Datenübertragung und cloudbasierten Datenverarbeitung hin zu einer browserbasierten Nutzeranwendung (Dashboard) zur Visualisierung von gesammelten Daten und abgeleiteten Zuständen.

Die cloudbasierten Dashboards können den Betreibern in Echtzeit Einblicke in den Zustand von Fahrzeugen und Infrastruktur gewähren, was einer frühzeitigen Anomalieerkennung und fundierten Entscheidungsfindung dient. Die langfristige Verwendung der erarbeiteten Prozesskette gestattet eine kontinuierliche Modellkalibrierung anhand real festgestellter Schadensfälle und somit eine kontinuierliche Verbesserung der Modellvorhersagen.

6. Schlussfolgerungen und Ausblick

Das Projekt LRVTwin hat demonstriert, dass digitale Zwillinge für bestehende Stadtbahnflotten praktisch umsetzbar sind und als Grundlage für eine zustandsbasierte, vorausschauende Wartung dienen können. Das Referenzprinzip erweist sich als tragfähiger Ansatz um insbesondere für Bestandsfahrzeuge eine hinreichende Datenbasis zur Erstellung von Zustandsmodellen zu erlangen, mit derer eine kostengünstige Überwachung großer Flotten erreicht werden kann. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse und entwickelten Werkzeuge können als Ausgangspunkt für weitere Flottenüberwachung dienen, wenngleich die Übertragung zwischen verschiedenen Flotten selbst bauartgleicher Fahrzeuge auf unterschiedlichen Netzen herausfordernd ist. Zukünftige Erweiterungen des digitalen Zwillings auf weitere Komponenten und Ausfallszenarien sowie insbesondere auf Aspekte der Infrastruktur sind vielversprechend. Nächste Schritte sollen neben einer kontinuierlichen Modellkalibrierung zudem die Integration der Erkenntnisse in den betrieblichen Ablauf der Fahrzeugwartung, sowie die Verknüpfung mit bestehenden Systemen adressieren.

Insgesamt leistet LRVTwin einen bedeutenden Beitrag zur Digitalisierung des städtischen Schienenverkehrs und unterstützt die nachhaltige und wirtschaftliche Entwicklung des öffentlichen Nahverkehrs.

Danksagung

Die Autoren danken für die Förderung durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr im Rahmen der Forschungsinitiative mFUND, Förderkennzeichen: 19FS2012 A, Forschungsprojekt LRVTwin. ●

DOI 10.61067/261131

Literatur

[1] Light Rail Vehicle Twin, Ein digitaler Stadtbahnzwilling – LRVTwin, Homepage vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr, https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/mfund-projekte/lrvtwin.html [Zugriff am 10.01.2025].
[2] mFUND-Verbundprojekt: LRVTwin – Ein digitaler Stadtbahnzwilling : Schlussbericht vom 26.06.2025 : mFund - das Startkapital für die Mobilität 4.0; Technische Universität Dresden / IFTEC GmbH & Co KG / Dresdner Verkehrsbetriebe AG / Robotron Datenbank-Software GmbH / Leichtbau-Zentrum Sachsen GmbH / Estino GmbH / Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme / Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH / SDS Schwingungs Diagnose Service GmbH.
[3] Bhat, D., Muench, S., Kaeso, M., Roellig, M., Tschoepe, C. and Haertling, T.: Prognostics and Health Monitoring: Case Study of a Light Rail Vehicle Power Converter Assembly, 25th European Microelectronics and Packaging Conference & Exhibition (EMPC), Grenoble, France, 2025, 1-8 https://doi.org/10.23919/EMPC63132.2025.11222406.
[4] Wendrock, F.: GPS-basierte Gleisstreckenzuordnung für die Verortung von Messwerten, Technische Universität Dresden, Diplomarbeit, 2022.
[5] Wendrock, F., Beitelschmidt, M.: On-board tracking of polygonal wear propagation on a measuring tram, Vehicle System Dynamics, 1-28, https://doi.org/10.1080/00423114.2026.2692717, 2026.
[6] Wendrock, F., Beitelschmidt, M.: Unrunder Radverschleiß – Simulation zur Polygonisierung an einer Messstraßenbahn, ETR - Eisenbahntechnische Rundschau, H. 4/2025, S. 43-47.

Summary

LRVTwin: A digital light rail twin – Results of the innovation project

The mFUND project LRVTwin focuses the development of a digital twin for the predictive maintenance of a stock tram fleet. This is achieved through research into and the application of the reference principle, based on a measuring tram and further stock vehicles serving as standard trams. The cloud-based approach demonstrates condition monitoring by implementing a full data chain from the vehicle to a dashboard.

Autoren PDF zur Einbindung auf der Website tu-desden.de / Social Media. Kontakt & Rechte: archiv@dvvmedia.com DVV Media 2026.