



Bild: Andreas Eicher

Brücken: das „Nervensystem unserer Zivilisation“

# Brücken auf dem Prüfstand

Über 39 000 Brücken alleine im Netz der Bundesfernstraßen gilt es regelmäßig zu überwachen und auf mögliche Schäden zu prüfen. Eine Schlüsselrolle bei Brücken auf dem Prüfstand nehmen dabei neue Verfahren ein – so mithilfe der künstlichen Intelligenz (KI) und digitalen Zwillingen samt Sensoren. Ein Blick auf den Brückenzustand und die Forschung.

Autor: Andreas Eicher

**B**rücken sind wichtige Bindeglieder unserer Verkehrsadern. Der Südwestrundfunk (SWR) spricht gar vom „Nervensystem unserer Zivilisation“ mit Blick auf unser „Straßen- und Brücken-

netz“ und nennt sie „vielleicht die wichtigste architektonische Errungenschaft“ [1]. Wie dem auch sei, ohne sie ist ein ungehinderter Personen- und Warentransport vielfach nicht oder nur eingeschränkt

möglich. Das ZDF schreibt im Rahmen einer Dokumentation mit dem Titel: „Hightech-Wunder der Geschichte: Brücken“ – „Ob als Transportweg, zur Verteidigung oder zur Erschließung des Landes:

Mit Brücken haben frühe Zivilisationen das Unmögliche möglich gemacht, um Flüsse zu überqueren und Pfeiler zu errichten“ [2].

## Die Brücke als Erfolgsgeschichte und die Schäden

Eine der ältesten Brücken ist die Trierer Römerbrücke. Die Brücke ist zwar nicht mehr in ihrem ursprünglichen Zustand erhalten, aber zumindest Brückenpfeiler aus Basalt „datieren zurück auf die Mitte des 2. Jahrhunderts“, wie die „Trier Tourismus und Marketing“ schreibt. Und weiter: „Aber ihre Erfolgsgeschichte ist dennoch beispiellos: Bis zum heutigen Tag ist die Römerbrücke einer der zentralen Knotenpunkte der Stadt. Tausende Autos, Radfahrer und Fußgänger überqueren hier Tag für Tag den Fluss – so wie Millionen Menschen in den letzten 1900 Jahren“ [3]. Keine Selbstverständlichkeit mit Blick auf den Zustand vieler Brücken im Lande. Das Statistische Bundesamt (Destatis) geht davon aus, dass jede zehnte Brücke in einem schlechten Zustand ist, mit teils gravierenden Mängeln [4]. Der SWR nennt die Zahl von 16 000 Brücken in Deutschland, die sanierungsbedürftig sind und spricht von der „Zeitbombe Brücken“ [1].

Dass diese Bauwerke in unseren Tagen vielleicht wichtiger denn je sind, verdeutlicht der seit Jahrzehnten wachsende Straßenverkehr. Mit ihm nehmen die Herausforderungen zu. Denn viele Brücken wurden zu einer Zeit gebaut, als es weniger Verkehr gab. Sprich im „Zeitraum von 1965 bis 1985“ [5]. Die Folge sind Schäden durch die starke Beanspruchung. Der SWR spricht in diesem Zusammenhang: von geplanten „Spannbeton- und Stahlbetonbrücken, die bei uns größtenteils in den 60er-80er-Jahren gebaut wurden, für rund 80 Jahre, durch die Mehrbelastung halten sie jetzt aber nur noch 60 Jahre“ [1]. Hinzu kommen „Alterungsprozesse, Extremwetter wie Hitze oder Starkregen“ die laut Destatis zu maroden Straßen führen [4]. Brücken sind davon nicht ausgenommen. Um diese frühzeitig zu erkennen und zu überwachen, können digitale Lösungen unterstützen.

## Künstliche Intelligenz und der Sensoreinsatz

Um Brücken länger zu nutzen, ist vor allem deren vorausschauende Überwachung

Nach Angaben des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) befinden sich alleine im Netz der Bundesfernstraßen „aktuell etwa 39 500 Brücken, die je nach Bauart und Brückenquerschnitt in Teilbauwerke untergliedert werden“. Das Verkehrsministerium spricht von „insgesamt etwa 51 360 Brücken-Teilbauwerken mit einer Gesamtfläche von über 30 Millionen Quadratmeter“, die es zu betreuen gilt. „Die Gesamtlänge beträgt über 2 100 Kilometer, was etwa der Strecke von Flensburg bis Neapel entspricht“ [5].

entscheidend, um mögliche Schäden frühzeitig zu erkennen. Nach Ansicht der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) könnte das „die Lebensdauer von Brücken verlängern und gleichzeitig ihre Sicherheit gewährleisten“. Folgt man den BAM-Informationen, so wird das aktuell in einem Projekt „an der Nibelungenbrücke in Worms durchgeführt“. Unter dem Programmtitel „SPP 100+“ „forschen die Wissenschaftler zusammen mit mehreren deutschen Universitäten an einer neuen Art der Zustandsbeurteilung“. Dabei fließen die Daten aller SPP-Projekte in einen digitalen Zwilling der Nibelungenbrücke ein, was Echtzeitauswertungen und Prognosen zu Schäden und den notwendigen Ertüchtigungen der Brücke ermöglicht. Für die BAM-Verantwortlichen steht der Programmtitel „SPP 100+“ „für das angestrebte Lebensalter von Brücken“. Konkret bringen die Forscher „einer künstlichen Intelligenz bei, Fahrzeuge anhand der von ihnen erzeugten Schwingungen zu erkennen“. Mit diesem Verfahren soll „erstmalig die Belastung einer Brücke durch Verkehr erfassbar gemacht und perspektivisch die Vorhersage von Schäden möglich“ sein [6].

In einem weiteren Projekt beschäftigt sich die Fachhochschule Kärnten mit dem Sensoreinsatz, um das Innere einer Brücke besser kontrollieren zu können. Hierzu schreibt der Standard: „Im vierjährigen Forschungsprojekt ‚Future Sensor Techniques for in-situ Structural Health Monitoring of Concrete Structures‘ (i-MON) soll die Idee umgesetzt werden, Sensoren ins Innere von Beton einzugießen und so direkte Messungen zu ermöglichen“. Und weiter heißt es: „Parameter wie Temperatur, Zug und Dehnung könnten dann per Funk von außen mit einem Lesegerät erfasst und dokumentiert werden“. Für die Tageszeitung Standard handelt es sich bei den eingesetzten Sensoren „um akustische

Oberflächenwellen-Sensoren“. Hintergrund ist auch, die Langlebigkeit der Sensoren sicherzustellen, mit deren Hilfe das „Reflexionsverhalten der Oberflächenwellen auf charakteristische Weise“ messbar wird – also im jeweiligen Echo [7].

Dank solcher Forschungen und neuester digitaler Lösungen aus dem KI-, Digital-Twin- und Sensorumfeld lassen sich im optimalen Fall Schäden zukünftig besser und vor allem frühzeitig erkennen und geeignete Maßnahmen zu deren Erhalt einleiten. Für die „Carolabrücke“ in Dresden oder die Autobahnbrücke „Polcevera Viadukt“ im italienischen Genua kommen solche Entwicklungen zu spät. Aber nicht für die Erfolgsgeschichte von Brücken in Gänze.

### Quellen:

- [1] [www.swr.de/wissen/zeitbombe-bruecken-102.html](http://www.swr.de/wissen/zeitbombe-bruecken-102.html)
- [2] [www.zdf.de/dokumentation/zdfinfodoku/hightech-wunder-der-geschichte-bruecken-100.html](http://www.zdf.de/dokumentation/zdfinfodoku/hightech-wunder-der-geschichte-bruecken-100.html)
- [3] [www.trier-info.de/sehenswuerdigkeiten/roemerbruecke](http://www.trier-info.de/sehenswuerdigkeiten/roemerbruecke)
- [4] [www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/07/PD21\\_N048\\_61.html](http://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/07/PD21_N048_61.html)
- [5] [bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/bruecken-zahlen-daten-fakten.html](http://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/bruecken-zahlen-daten-fakten.html)
- [6] [www.bam.de/Content/DE/Pressemitteilungen/2024/Infrastruktur/2024-09-11-spp-br%C3%BCcken-100-jahre-alt-werden-lassen.html](http://www.bam.de/Content/DE/Pressemitteilungen/2024/Infrastruktur/2024-09-11-spp-br%C3%BCcken-100-jahre-alt-werden-lassen.html)
- [7] [www.derstandard.de/story/2000132195140/wie-man-ins-innere-von-bruecken-sieht](http://www.derstandard.de/story/2000132195140/wie-man-ins-innere-von-bruecken-sieht)