

mPACT-Netzwerktreffen

Digitale Zwillinge



Dokumentation

12. Juni 2026

09:30 – 17:30 Uhr

Zentrum für das Engineering Smarter Produkt-Service-Systeme (ZESS)

Hans-Dobbertin-Straße 8

44803 Bochum

Inhalt

Überblick	3
Auftakt: Politischer und fachlicher Rahmen	3
Keynotes: Von Datenintegration bis zur praktischen Anwendung.....	4
Digitale Zwillinge der bebauten Umwelt.....	4
Urbane Digitale Zwillinge in der kommunalen Praxis	5
Modulare Digitale Zwillinge für Brücken und Tunnel	5
Fachsessions: Vier Perspektiven auf Digitale Zwillinge.....	6
Session 1.A: Bestandsaufnahme und Datenmanagement	6
Session 1.B: Modellierungsansätze und Technologien	8
Session 2.A: Monitoring und Analyse	9
Session 2.B: Entscheidungsfindung und Umsetzung	11
Podiumsdiskussion: Vom Forschungsprojekt in die Anwendung.....	12
Zentrale Ergebnisse der Veranstaltung	13
Fazit.....	14

Überblick

Am 12. Juni 2026 fand an der Ruhr-Universität Bochum das Netzwerktreffen „Digitale Zwillinge für Infrastrukturbauwerke“ statt. Die Veranstaltung wurde vom mFUND-Projekt DIDYMOS initiiert und gemeinsam mit der mFUND-Begleitforschung „mPACT“ durchgeführt.

Im Rahmen des mFUND finden regelmäßig Netzwerkveranstaltungen statt, die geförderte Projekte, Forschungseinrichtungen, Kommunen, Verwaltungen, Infrastrukturbetreiber und Unternehmen zusammenbringen. Ziel dieser Formate ist es, aktuelle Projektergebnisse sichtbar zu machen, Erfahrungen auszutauschen und gemeinsam über Bedarfe, Herausforderungen und Umsetzungsperspektiven datenbasierter Mobilitätsinnovationen zu diskutieren.

Im Mittelpunkt der Veranstaltung in Bochum stand die Frage, wie Digitale Zwillinge im Bereich von Infrastrukturbauwerken — etwa Brücken, Tunneln, Straßen, Kanälen oder weiteren Bestandsbauwerken — sinnvoll eingesetzt werden können. Diskutiert wurde, welche Daten dafür benötigt werden, wie Bestandsinformationen aufbereitet werden können, welche Modellierungs- und Monitoringansätze geeignet sind und wie digitale Modelle künftig zu besseren Entscheidungen in Planung, Erhaltung, Betrieb und Sanierung beitragen können.

Einen besonderen Rahmen bot das ZESS der Ruhr-Universität Bochum. Das Gebäude wird als Innovationshub genutzt und schuf mit seinem großen

Veranstaltungsraum, dem Innovationslabor und der angrenzenden Produktionshalle eine offene, technologieorientierte Atmosphäre.

Auftakt: Politischer und fachlicher Rahmen

Zum Auftakt der Veranstaltung unterstrich der Parlamentarische Staatssekretär Christian Hirte aus dem Bundesministerium für Verkehr die Bedeutung Digitaler Zwillinge für eine leistungsfähige, sichere und nachhaltige Verkehrsinfrastruktur. Digitale Zwillinge können dabei helfen, den Zustand von Bauwerken besser zu erfassen, Erhaltungsmaßnahmen zielgerichteter zu priorisieren und Ressourcen effizienter einzusetzen. Zugleich wurde deutlich gemacht, dass Digitalisierung kein Selbstzweck sein darf.

Nicht jedes Bauwerk benötigt einen hochaufgelösten Digitalen Zwilling und nicht jede Technologie ist für jeden Anwendungsfall sinnvoll. Entscheidend ist, wo digitale Ansätze tatsächlich zu besseren, schnelleren oder wirtschaftlicheren Entscheidungen beitragen können.

Diese Perspektive zog sich als roter Faden durch die gesamte Veranstaltung: Digitale Zwillinge wurden nicht nur als technologische Innovation diskutiert, sondern als Instrument zur Unterstützung konkreter Aufgaben in der Praxis.



Abbildung 1: Videogrußwort des Parlamentarischen Staatssekretärs Christian Hirte (BMV).

Keynotes: Von der Datenintegration bis zur praktischen Anwendung

Die einleitenden Keynotes beleuchteten das Thema aus wissenschaftlicher, kommunaler und infrastruktureller Perspektive.

Digitale Zwillinge der bebauten Umwelt

Prof. Dr.-Ing. Jörg Blankenbach von der RWTH Aachen, Lehrstuhl für Bauinformatik und Geoinformationssysteme, stellte in seiner Keynote „Digitale Zwillinge der bebauten Umwelt: Bestandserfassung, Modellierung und räumlich-semantiche Datenintegration“ Erkenntnisse aus dem Schwerpunktprogramm 100+ und die Grundlagen für Digitale Zwillinge der bebauten Umwelt vor. Im Mittelpunkt stand die Frage, wie

reale Bauwerke und Infrastrukturen so digital abgebildet werden können, dass sie nicht nur geometrisch sichtbar, sondern auch fachlich interpretierbar werden.

Dabei wurde deutlich, dass Digitale Zwillinge auf der Verknüpfung von Daten, Modellen und Werkzeugen beruhen. Eine wichtige Grundlage bilden geometrisch-semantiche As-is-Modelle. Diese bilden den tatsächlichen Ist-Zustand eines Bauwerks ab und verbinden geometrische Informationen, semantiche Objektbeschreibungen und eindeutige räumliche Bezüge. Moderne Erfassungsverfahren wie Fotos, Punktwolken und 3D-Scans liefern hierfür wichtige Grundlagen.

Gleichzeitig zeigte die Keynote, dass die automatisierte Ableitung solcher Modelle weiterhin anspruchsvoll ist. Der Weg vom Scan zum digitalen Modell umfasst mehrere Schritte, darunter Segmentierung, Klassifizierung, Objektbildung und Modellierung. Verfahren des maschinellen Lernens können diese Prozesse unterstützen, werfen aber auch Fragen nach Genauigkeit, Unsicherheit, Nachvollziehbarkeit und Skalierbarkeit auf. Damit wurde bereits zu Beginn deutlich: Die technische Erfassung ist nur ein Teil der Aufgabe. Entscheidend ist, Daten so zu strukturieren und anzureichern, dass sie in unterschiedlichen Anwendungen nutzbar werden.



Abbildung 2: Keynote von Prof. Dr.-Ing. Jörg Blanckebach (RWTH).

Urbane Digitale Zwillinge in der kommunalen Praxis

Dr. Christine Pohl von der Stadt Wuppertal gab in ihrer Keynote „Menschen, Daten, Disziplinen – Erfolgsfaktoren für Urbane Digitale Zwillinge in der Praxis“ Einblicke in den Urbanen Digitalen Zwilling der Stadt Wuppertal. Sie stellte Digitale Zwillinge als dynamische Systeme dar, die Monitoring, Simulation, Entscheidungsunterstützung und Beteiligung ermöglichen können. Am Beispiel Wuppertals wurde deutlich, dass ein Digitaler Zwilling weit über ein 3D-Stadtmodell hinausgeht. Er kann verschiedene Datenquellen verknüpfen, Entwicklungen sichtbar machen und „Was-wäre-wenn“-Szenarien unterstützen.

Ein zentrales Motiv ihrer Keynote war das Zusammenspiel von Menschen,

Daten und Disziplinen. Erfolgreiche Digitale Zwillinge entstehen nicht allein durch Technik. Sie benötigen klare organisatorische Strukturen, interdisziplinäre Zusammenarbeit, einheitliche Datenqualität und konkrete Anwendungsfälle. Vorgestellt wurden unter anderem Anwendungen aus den Bereichen Echtzeitsensorik und Hochwasserwarnung, Vegetationsmonitoring und Hitzekartierung sowie multitemporale Analysen.

Besonders hervorgehoben wurde, dass Digitale Zwillinge in der Verwaltung nur dann Wirkung entfalten, wenn sie an realen Bedarfen ausgerichtet sind und die späteren Nutzerinnen und Nutzer frühzeitig eingebunden werden. Kommunikation, Schulungen, Workshops und der kontinuierliche Austausch innerhalb der Verwaltung sind dafür ebenso wichtig wie technische Komponenten.



Abbildung 3: Keynote von Dr. Christine Pohl (Stadt Wuppertal).

Modulare Digitale Zwillinge für Brücken und Tunnel

Prof. Dr.-Ing. Markus König von der Ruhr-Universität Bochum stellte in seiner Keynote „Modulare digitale Zwillinge für den nachhaltigen Betrieb von Brückenbauwerken“ den Ansatz modu-

larer Digitaler Zwillinge für den nachhaltigen Betrieb von Infrastrukturen vor. Im Fokus stand das Projekt DIDYMOS, das sich mit Digitalen Zwillingen für Infrastrukturbauwerke, insbesondere Brücken und Tunnel, beschäftigt.

Die Keynote machte deutlich, dass Digitale Zwillinge im Infrastrukturmanagement vor allem dann hilfreich sind, wenn sie relevante Informationen bedarfsgerecht zusammenführen. Nicht möglichst viele Daten sind entscheidend, sondern die richtigen Daten im passenden Detaillierungsgrad. Dieser Gedanke wurde als „Weniger-ist-mehr“-Prinzip beschrieben.

Ein modularer Aufbau kann dazu beitragen, unterschiedliche Teilmodelle und Datenquellen flexibel zu kombinieren. So können je nach Anwendungsfall Geometriedaten, Materialinformationen, Prüfberichte, Sensordaten, Schadensinformationen oder Nachhaltigkeitsdaten eingebunden werden. Beispiele zeigten, wie KI-basierte Auswertungen konventioneller Unterlagen, Laserscans, bildbasierte Schadenerkennung und ontologiebasierte Datenverknüpfungen zu einem effizienteren Erhaltungsmanagement beitragen können. Auch das Konzept von Datenräumen wurde als Möglichkeit angesprochen, unterschiedliche Systeme und Akteure besser miteinander zu verbinden.



Abbildung 4: Keynote von Prof. Dr.-Ing. Markus König (RUB).

Fachsessions: Vier Perspektiven auf Digitale Zwillinge

Im Anschluss an die Keynotes fanden vier thematische Fachsessions in zwei parallelen Blöcken statt. Die ersten beiden Sessions wurden vor der Mittagspause durchgeführt, die zweiten beiden nach der Mittagspause und vor der Podiumsdiskussion.

In jeder Session wurden mehrere Forschungs- und Entwicklungsprojekte vorgestellt. Anschließend diskutierten die Teilnehmenden die zentralen Fragen des jeweiligen Themenfelds.

Session 1.A: Bestandsaufnahme und Datenmanagement

Leitfrage: Welche Daten sind notwendig, verfügbar und wie beeinflussen sie die Entscheidungsgrundlage?

In der Session wurden unterschiedliche Perspektiven auf die Datengrundlagen im Bestand vorgestellt. Dr. Marius Nono Tamo (BAST, Projekt DIDYMOS) gab mit dem Vortrag „Digitaler Zwilling im Tunnelbetrieb: Status quo, Randbedingungen & Potenziale“ einen Einblick in Anforderungen und Möglichkeiten Digitaler Zwillinge im Tunnelkontext. Dr. Christian Lindner von der Stadt Essen (Projekt Twin4Road) stellte mit „Twin4Road – Straßenzustandsbewertung auf Basis von Mobile-Mapping-Technologien“ einen Ansatz zur digitalen Erfassung und Bewertung von Straßenzuständen vor. Christian Lambracht von der Stadt Mönchengladbach (Projekt ImBrAs) berichtete unter dem Titel „Digitalisierung im Infrastrukturbau – Erste Schritte eines Bauherrn“ aus der Perspektive eines kommunalen Bauherrn. Peter Gölzhäuser von der RWTH Aachen (Projekt KaSyTwin) präsentierte mit „Datenstrategie in der Kanalinfrastruktur: Scan-to-BIM und Legacy-to-BIM Ansätze in KaSyTwin“ Ansätze zur Nutzung vorhandener und neu erfasster Daten in der Kanalinfrastruktur.

Die anschließende Diskussion zeigte deutlich: Das zentrale Problem ist häufig nicht, dass keine Daten vorhanden sind. Vielmehr liegen viele Informationen bereits vor, sind aber heterogen, unvollständig, nicht standardisiert oder schwer zugänglich. Genannt wurden beispielsweise nicht standardisierte Prüfberichte, handschriftliche Notizen, alte Pläne, uneinheitliche Dokumentationsformen und fehlende Verknüpfungen zwischen Bauwerksdaten, Prüfberichten und Messdaten.

Ein wesentliches Ergebnis war daher, dass vorhandene Daten besser nutzbar gemacht werden müssen. Dafür braucht es strukturierte Datenhaltung, geeignete Schnittstellen und langfristig auch Datenräume oder vergleichbare Umgebungen, in denen Informationen sicher bereitgestellt und geteilt werden können. Zugleich wurde betont, dass die Praxisrealität bei Bauwerksprüfungen berücksichtigt werden muss. Digitale Lösungen sollten bestehende Arbeitsprozesse unterstützen und nicht zusätzlich erschweren.

Ein weiterer wichtiger Punkt war der Umgang mit Daten zu kritischer Infrastruktur. Bei einer breiteren Datenbereitstellung müssen Zugriffsbeschränkungen, Datenschutz, IT-Sicherheit und rechtliche Fragen von Anfang an mitgedacht werden. Offene Datenräume können sinnvoll sein, müssen aber mit geeigneten Sicherheits- und Berechtigungskonzepten verbunden werden.

Eine kurze Befragung der Teilnehmenden bestätigte diese Diskussionsergebnisse. Besonders häufig wurden uneinheitliche Datenformate, fehlende oder veraltete Bestandsunterlagen, nicht digital verfügbare Pläne, fehlende Standards und unklare Zuständigkeiten für die Datenpflege genannt. Damit unterstrich die Befragung den zentralen Befund der Session: Für Digitale Zwillinge ist weniger die reine Datenerhebung entscheidend als vielmehr die systematische Nutzbarmachung, Strukturierung und Qualitätssicherung vorhandener Informationen.



Abbildung 5: Dr. Marius Nono Tamo (BASt) moderiert Session 1.A.

Session 1.B: Modellierungsansätze und Technologien

Leitfrage: Welche Modellierungsansätze und Technologien sind geeignet, und wie beeinflussen sie die Kosten-Nutzen-Bilanz?

Die Session „Modellierungsansätze und Technologien“ beschäftigte sich mit der Frage, welche Modellierungsansätze für Digitale Zwillinge geeignet sind und wie sie die Kosten-Nutzen-Bilanz beeinflussen. Prof. Dr.-Ing. Jakob Beetz von der RWTH Aachen führte mit einem Bericht zum SPP100+ Projekt in die Session ein. Dr. Ralf Becker von der RWTH Aachen (Projekt FloMuSS) stellte mit „FloMuSS – Flottengestütztes Multi-Sensorsystem zur kontinuierlichen Erfassung räumlich und zeitlich hochaufgelöster Daten des Straßenraums“ einen Ansatz zur kontinuierlichen Erfassung des Straßenraums vor. Urs Riedlinger vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik (Projekt ImBrAs) präsentierte mit „Vom Scan zum Zwilling: Gaussian Splatting für XR-taugliche Digitale Zwillinge im ImBrAs-Projekt“ neue Visualisierungs- und Modellierungsansätze. Tim Noack

von der Technischen Universität Dresden (Projekt BIM2Build) sprach über „BIM2Build – Effiziente BIM-Prozesse vor dem Anlagenmanagement“. Anne Göbels von der RWTH Aachen (SPP 100+) stellte unter dem Titel „Heterogene Bauwerksdaten räumlich erschließen – Von SIB-Bauwerke zum digitalen Zwilling“ Möglichkeiten zur räumlichen Erschließung vorhandener Bauwerksdaten vor. Patrick Herbers von der Ruhr-Universität Bochum präsentierte mit „BRIX – Bildbasierte Schadenskartierung für Brückenbauwerke“ einen Ansatz zur bildbasierten Erkennung und Kartierung von Schäden.

Die Diskussion machte deutlich, dass es nicht den einen richtigen Modellierungsansatz gibt. Entscheidend ist der Anwendungsfall. Vor jeder Modellierung sollte geklärt werden, wofür das Modell später genutzt werden soll: Geht es um Dokumentation, Visualisierung, Zustandsbewertung, Simulation, Informationssuche, Planung von Maßnahmen oder Entscheidungsunterstützung?

Ein zentrales Diskussionsergebnis war, dass digitale Modelle nicht als Selbstzweck entstehen sollten. Ein sehr detailliertes Modell kann in manchen Fällen hilfreich sein, in anderen Fällen aber unnötig aufwendig. Für bestimmte Anwendungen kann eine einfache digitale Bauwerksakte, eine 2D- oder GIS-basierte Darstellung oder ein niederschwelliger Erfassungsansatz ausreichen. Für andere Anwendungen sind

3D-Modelle, simulationsfähige Fachmodelle oder mit Sensordaten verknüpfte Modelle erforderlich.

Wichtig sind daher klare Zielbilder, früh definierte Anforderungen und ein angemessenes Verhältnis von Aufwand und Nutzen. Gleichzeitig wurde die Bedeutung von Strukturierung und Standardisierung hervorgehoben. Modelle und Daten müssen so aufgebaut sein, dass Informationen auffindbar, verknüpfbar und langfristig nutzbar bleiben.



Abbildung 6: Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Session 1.B.

Auch die Befragung ordnete sich klar in diese Diskussion ein. Die Teilnehmenden sahen digitale Modelle vor allem dort als hilfreich an, wo sie Zustandsbewertung, Instandhaltungsplanung, Visualisierung, Dokumentation und Wisenserhalt unterstützen. Gleichzeitig

wurden hoher Modellierungsaufwand, fehlende Standards, fehlende Datenbasis, unklare Zielsetzungen und die Integration in bestehende Prozesse als zentrale Hürden benannt. Die Befragung bestätigte damit die Kernbotschaft der Session: Modellierung muss vom Nutzen her gedacht werden.



Abbildung 7: Prof. Dr.-Ing. Jakob Beetz moderiert Session 1.B.

Session 2.A: Monitoring und Analyse

Leitfrage: Welche Sensorik und Datenintegration sind notwendig, und wie beeinflussen sie die Entscheidungsfindung?

Die Session „Monitoring und Analyse“ stellte die Frage, welche Sensorik und Datenintegration notwendig sind und wie sie die Entscheidungsfindung beeinflussen können. Dr. Kira Zschesche vom Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik (Projekt TreeVitaScan) eröffnete die Session mit dem Vortrag „Mobile Mapping für den Digitalen Zwilling“. Nils Bischoff von der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (Projekt ARC-D2) stellte die „Automatisierte Erfassung und Zustandsbewertung von Verkehrszeichen mittels Fahrzeugkameras“ vor. Hendrik Benz von

der RWTH Aachen (Projekt RoboTUNN) präsentierte mit „Vom Tunnel zum Digitalen Zwilling: VLA und Robotik für prädiktive Instandhaltung“ Ansätze für den Tunnelbereich. Zuzan Azad von der Ruhr-Universität Bochum (Projekt DIDYMOS) sprach über die „Datengrundlage für den Aufbau eines digitalen Zwillings für Bestandstunnel mit Fokus auf zwei Anwendungsfälle“. Emad Aldoghry von der RWTH Aachen (Projekt RissWächter) stellte mit „Straßenerfassung für die robotische Instandhaltung: Ein Real-to-Sim-Ansatz im Projekt RissWächter“ einen Ansatz zur Verknüpfung realer Erfassung und simulierter Anwendung vor.

In der Diskussion wurde herausgestellt, dass technologisch bereits sehr viel möglich ist. Daten können heute mit verschiedenen Sensoren erhoben, integriert und visualisiert werden. Mobile Mapping, Kamerasysteme, Robotik, Laserscans und weitere Sensorik eröffnen neue Möglichkeiten, Zustände kontinuierlicher und detaillierter zu erfassen.

Gleichzeitig wurde deutlich, dass die eigentliche Herausforderung häufig nicht in der Datenerfassung liegt, sondern in der Bewertung und Interpretation. Validierung, Evaluation und fachliche Zustandsbeurteilung können bislang nicht vollständig automatisiert erfolgen. Die Expertise von Fachleuten bleibt zentral, insbesondere wenn es darum geht, aus Daten belastbare Aussagen abzuleiten oder Ursachen von Schäden zu verstehen.

Hinzu kommt, dass Daten für Bewertung und Validierung oft nicht flächendeckend verfügbar sind. Datensilos, lückenhafte Informationen, unklare Datenqualität und fehlende Bewertungsmaßstäbe erschweren die Nutzung. Als sinnvoller nächster Schritt wurde daher die Entwicklung eines Kriterienkatalogs zur Zustandsbewertung diskutiert, der gemeinsam von Forschung und Praxis erarbeitet werden sollte.

Die Befragung griff diesen Befund auf. Kontinuierliches Monitoring wurde vor allem bei kritischen Bauwerken, Bauwerken mit hoher Verkehrsbedeutung, bekannten Schäden, unklarer Datelage oder hohem Sperrkostenrisiko als sinnvoll angesehen. Als größte Herausforderungen wurden die Interpretation von Messdaten, die Integration in bestehende Systeme, Kosten, Robustheit, Datenqualität und fehlende Bewertungslogiken genannt. Damit bestätigte die Befragung: Der Mehrwert von Monitoring entsteht nicht allein durch zusätzliche Daten, sondern durch deren fachlich belastbare Einordnung.



Abbildung 8: Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Session 2.A.

Session 2.B: Entscheidungsfindung und Umsetzung

Leitfrage: Wie können die Ergebnisse des Digitalen Zwillings oder alternativer Ansätze für fundierte Entscheidungen genutzt werden?

Die Session „Entscheidungsfindung und Umsetzung“ widmete sich der Frage, wie Ergebnisse Digitaler Zwillinge oder alternativer digitaler Ansätze für fundierte Entscheidungen genutzt werden können. Dr. Bastian Wacker von der Autobahn GmbH des Bundes eröffnete die Session mit dem Vortrag „Bauwerksmonitoring bei der Autobahn GmbH: Skalierbar, digital, zukunftssicher“. Rohan Krishna Balaji von der RWTH Aachen (Projekt RUDI) stellte ein „Robot-assisted drain inspection system for geometrical data“ vor. Philipp Leibner von der RWTH Aachen (Projekt Smart.TRAM) präsentierte mit „Smart.TRAM – Überwachung von Eisenbahninfrastruktur mittels Smartphones und Digitalen Zwillingen“ einen Ansatz zur Nutzung mobiler Endgeräte für Infrastrukturmonitoring. Paul-Christian Schuler von Schüßler-Plan digital (Projekt openSIM) stellte mit „Eine Brücke für die Brücke – der digitale Zwilling in Forschung und Praxis“ den Transfer zwischen Forschung und praktischer Anwendung in den Mittelpunkt.

In der Diskussion wurde deutlich, dass digitale Ergebnisse nur dann in Entscheidungen einfließen können, wenn sie für die Anwenderinnen und Anwender verständlich, zugänglich und anschlussfähig sind. Einfache Web- oder API-Zugänge wurden als wichtige Voraussetzung genannt, um Daten und

Analyseergebnisse niedrigschwellig in bestehende Prozesse zu integrieren.

Ebenso wichtig sind nachvollziehbare Metadaten: Woher stammen die Daten? Wie wurden sie erhoben? Wie aktuell sind sie? Welche Qualität haben sie? Ohne diese Informationen können digitale Ergebnisse nur schwer bewertet und verantwortungsvoll genutzt werden.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Klärung von Verantwortlichkeiten. Digitale Systeme können Entscheidungen unterstützen, ersetzen aber nicht die Verantwortung der handelnden Personen und Organisationen. Außerdem wurde deutlich, dass die Einführung digitaler Werkzeuge immer auch Change-Management erfordert. Neue Technologien müssen organisatorisch eingebettet, erklärt und in bestehende Abläufe integriert werden.

Die Befragung bestätigte diese Umsetzungsorientierung. Digitale Werkzeuge sollen aus Sicht der Teilnehmenden vor allem bei Entscheidungen zu Instandsetzung oder Ersatzneubau, Risikobewertungen, Prüf- und Wartungsintervallen sowie Nachhaltigkeits- und Ressourcenfragen unterstützen. Besonders gefragt waren praxisnahe Hilfen wie Best Practices, standardisierte Datenanforderungen, Entscheidungsbäume, Leitfäden zur Sensorikauswahl, Kosten-Nutzen-Checklisten und Musterprozesse. Damit wurde deutlich: Für den Transfer in die Praxis braucht es nicht nur Technologie, sondern auch Orientierung, Prozesse und Verantwortlichkeiten.

Podiumsdiskussion: Vom Forschungsprojekt in die Anwendung

Die abschließende Podiumsdiskussion wurde von Prof. Markus König von der Ruhr-Universität Bochum moderiert. Auf dem Podium diskutierten Dr. Marius Nono Tamo von der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen, Prof. Dr.-Ing. Jakob Beetz von der RWTH Aachen, Dr. Kira Zschesche vom Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik, Dr. Bastian Wacker von der Autobahn GmbH des Bundes und Dr. Christine Pohl von der Stadt Wuppertal.

Da die Moderatorinnen und Moderatoren der Fachsessions zugleich Teilnehmende der Podiumsdiskussion waren, konnten die Eindrücke aus den Sessions direkt in die übergreifende Diskussion eingebracht werden.

Ein zentrales Thema war die Frage, warum die Umsetzung Digitaler Zwillinge trotz großer technologischer Fortschritte weiterhin anspruchsvoll bleibt. Genannt wurden rechtliche Fragen, Datenschutz, Datensicherheit, der Schutz kritischer Infrastruktur und die eingeschränkte Verfügbarkeit geeigneter Daten. Besonders bei Infrastrukturdaten ist eine vollständig offene Bereitstellung nicht immer möglich. Stattdessen braucht es geregelte Prozesse zur Datenweitergabe, klare Zuständigkeiten und Vertrauen zwischen den beteiligten Akteuren.

Aus kommunaler Perspektive wurde deutlich, dass großes Interesse an gemeinsamem Datenaustausch besteht.

Gleichzeitig erschweren unterschiedliche Zuständigkeiten und Kommunikationswege zwischen Bund, Ländern und Kommunen die Umsetzung. Neben technischen Lösungen wurden daher auch Vertrauensbildung, kulturelle Offenheit und gute Prozesse als wichtige Voraussetzungen genannt.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Frage, für welche Anwendungsfälle Digitale Zwillinge tatsächlich benötigt werden. Es wurde angeregt, Anwendungsfälle systematischer zu erfassen und in Katalogen oder Entscheidungshilfen zu strukturieren. So könnte besser sichtbar werden, wo Digitale Zwillinge echten Mehrwert bieten und wo einfachere Lösungen ausreichen.

Die Diskussion machte außerdem deutlich, dass viele Erfassungs- und Analyseverfahren eigene Metadaten, Kategorien und Beschreibungslogiken mitbringen. Diese Informationen sinnvoll zusammenzuführen, bleibt eine große Herausforderung. Standardisierung kann hier helfen. Schwieriger wird es jedoch, wenn aus Daten nicht nur ein Zustand erkannt, sondern auch eine fachliche Ursache abgeleitet werden soll. Einen Riss zu erkennen ist etwas anderes, als belastbar zu beurteilen, warum dieser Riss entstanden ist und welche Konsequenzen daraus folgen. Dafür wird weiterhin Expertenwissen benötigt.

Entsprechend wurde die Sicherung und Nutzbarmachung von Erfahrungswissen als wichtige Zukunftsaufgabe benannt. Viele erfahrene Fachleute werden in den kommenden Jahren in den

Ruhestand gehen. Ihr Wissen muss daher stärker dokumentiert, strukturiert und in digitale Systeme überführt werden. Wissensmodelle, Kooperationen zwischen Forschung und Praxis sowie Personen und Strukturen, die Kommunikation und Wissenstransfer verstetigen, wurden als wichtige Bausteine genannt.

Auch das Thema Sensorik wurde nochmals aufgegriffen. Dabei wurde betont, dass Sensorik nicht pauschal eingesetzt werden sollte, sondern anwendungsbezogen. Im Neubau kann es sinnvoll sein, Monitoring frühzeitig mitzudenken und langlebige Sensorik direkt zu integrieren. Im Bestand ist dagegen häufig ein selektiver Einsatz sinnvoller. Entscheidend ist jeweils, welche Fragestellung beantwortet werden soll.

In der Abschlussrunde wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass Fortschritte in Deutschland häufig durch Bürokratie, komplexe Abstimmungsprozesse und einen ausgeprägten Perfektionismus gebremst werden. Demgegenüber wurden kleinere Pilotanwendungen, pragmatische Lösungen, internationale Inspiration und ein stärkeres „Learning by doing“ als wichtige Erfolgsfaktoren hervorgehoben.



Abbildung 9: Publikumsfrage bei der Podiumsdiskussion.

Zentrale Ergebnisse der Veranstaltung

Über alle Programmpunkte hinweg zeigte sich ein klares Gesamtbild: Digitale Zwillinge bieten großes Potenzial für das Infrastrukturmanagement, ihr Erfolg hängt jedoch stark von der praktischen Umsetzung ab.

Die wichtigsten Ergebnisse waren:

- **Daten sind der zentrale Ausgangspunkt.** Viele Informationen liegen bereits vor, sind aber oft heterogen, unvollständig, nicht standardisiert oder schwer zugänglich.
- **Anwendungsfälle müssen im Mittelpunkt stehen.** Digitale Zwillinge sollten nicht pauschal aufgebaut werden, sondern dort, wo sie konkrete Aufgaben unterstützen.

- **Nicht immer ist ein vollständiger Digitaler Zwilling erforderlich.** Für manche Anwendungen reichen digitale Bauwerksakten, Dashboards, punktuelles Monitoring oder regelbasierte Bewertungsmodelle aus.
- **Fachwissen bleibt unverzichtbar.** Automatisierte Erfassung und Visualisierung sind weit entwickelt, doch Bewertung, Validierung und Ursachenanalyse benötigen weiterhin Expertinnen und Experten.
- **Standardisierung und Schnittstellen sind entscheidend.** Ohne gemeinsame Datenstrukturen, Metadaten und Austauschformate bleiben viele Lösungen Insellösungen.
- **Sicherheit und Recht müssen mitgedacht werden.** Besonders bei kritischer Infrastruktur braucht es klare Regeln für Zugriff, Weitergabe und Nutzung von Daten.
- **Organisation ist ebenso wichtig wie Technik.** Digitale Zwillinge müssen in bestehende Prozesse eingebettet werden und benötigen Verantwortlichkeiten, Pflege, Akzeptanz und Change-Management.
- **Forschung und Praxis müssen eng zusammenarbeiten.** Viele Fragen lassen sich nur lösen, wenn methodische Entwicklungen und praktische Anforderungen gemeinsam betrachtet werden.

Fazit

Das Netzwerktreffen in Bochum zeigte, dass Digitale Zwillinge für Infrastrukturbauwerke ein wichtiges Zukunftsthema sind. Sie können dazu beitragen, den Zustand von Bauwerken besser zu verstehen, Instandhaltungsmaßnahmen gezielter zu planen, Ressourcen effizienter einzusetzen und Entscheidungen nachvollziehbarer zu machen.

Gleichzeitig wurde deutlich, dass der Weg in die breite Anwendung kein rein technischer ist. Entscheidend sind gute Daten, klare Anwendungsfälle, geeignete Standards, sichere Datenzugänge, organisatorische Verankerung und die Einbindung von Fachwissen. Digitale Zwillinge sind damit nicht nur digitale Modelle, sondern Teil eines umfassenden Transformationsprozesses im Infrastrukturmanagement.

Die Veranstaltung hat hierfür wichtige Impulse geliefert und den Austausch zwischen Forschung, kommunaler Praxis, Infrastrukturbetreibern und weiteren Anwendern gestärkt. Sie zeigte zugleich, dass der nächste Schritt vor allem darin besteht, vorhandene Ansätze praxisnah weiterzuentwickeln, Erfahrungen zu teilen und gemeinsam tragfähige Lösungen für konkrete Anwendungsfälle zu erarbeiten.