



Digitaler Zwilling der Nibelungenbrücke im Zuge der B 47

Chancen der digitalen Instandhaltung

MR Prof. Dr.-Ing. Gero Marzahn · Leiter des Referats StB 24 Ingenieurbauwerke – BMDV

Berlin, 24. Januar 2024

Die Nibelungenbrücke als Entwicklungs- und Testfeld für Digitale Zwillinge

Die Nibelungenbrücke



Quelle: MKP GmbH

Die Nibelungenbrücke

BAUZEIT 1951 - 1953

FREIVORBAU-SPANNBETONBRÜCKE

VORLANDBRÜCKEN AUS MAUERWERK
UND STAMPFBETON

B47 FAHRTRICHTUNG WORMS

Die Nibelungenbrücke

WAHRZEICHEN
DER INGENIEUR-
BAUKUNST SEIT
2022

Quelle: Prof. Knittel

Rechnerische Defizite

HISTORISCHE NORMEN

UNZUREICHENDE BIEGE- UND
QUERKRAFTTRAGFÄHIGKEIT

KEINE LASTBEDINGTEN SCHÄDEN

NUR VERSTÄRKUNG BIEGETRAGFÄHIGKEIT
MÖGLICH

BEGRENZUNG DER RESTNUTZUNGSDAUER



Quelle: LBM Worms

Defizite in der Dauerhaftigkeit

ERKUNDUNGS-BOHRUNGEN



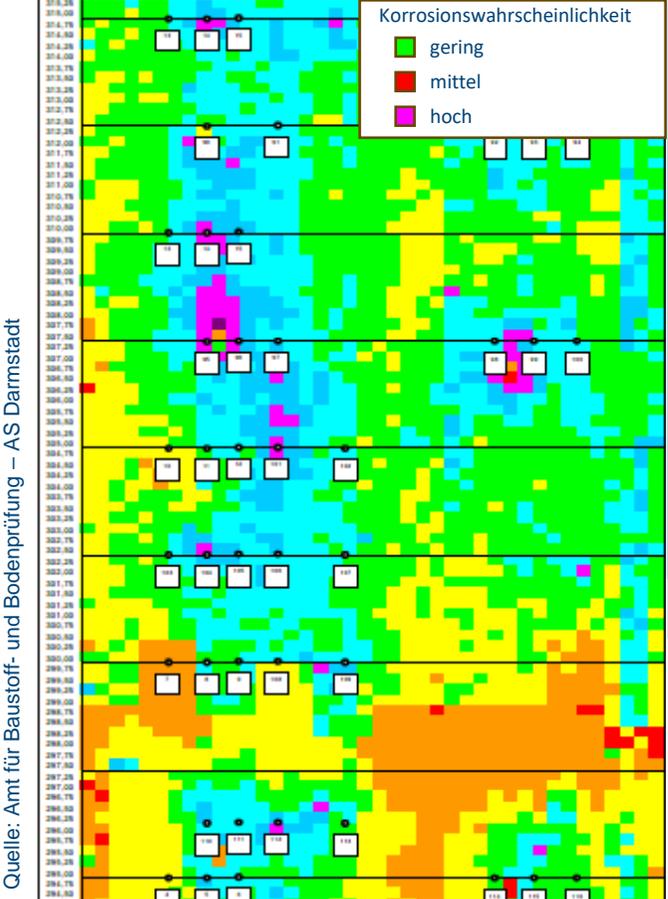
Quelle: T. Zichner in Beton- und Stahlbetonbau 9/2015

KORROSION AM SPANNSTAHL



Quelle: H. Heunisch und Heunisch Planungsgesellschaft mbH & Co.KG

POTENTIALFELD-MESSUNGEN



Quelle: Amt für Baustoff- und Bodenprüfung – AS Darmstadt

ERNEUERUNG ABDICHTUNG UND OBERFLÄCHENSCHUTZSYSTEME NACH NORM



Prüfbericht 2021 E

nach DIN 1076

Bauwerksname **NIBELUNGENBR. WORMS (B 47)**
 Teilbauwerksname **Strombrücke**
 Kreis **KFR. STADT WORMS**
 Ort **67547 Worms**
 Bauwerksrichtung **Worms - Hessen**
 Bauwerksart **Plattenbalkenbrücke, Trägerrostbrücke**
 Tragfähigkeit **60 nach DIN 1072**
 Baujahr Überbau **1953** Baujahr Unterbau **1953**

Traglastindex **IV**



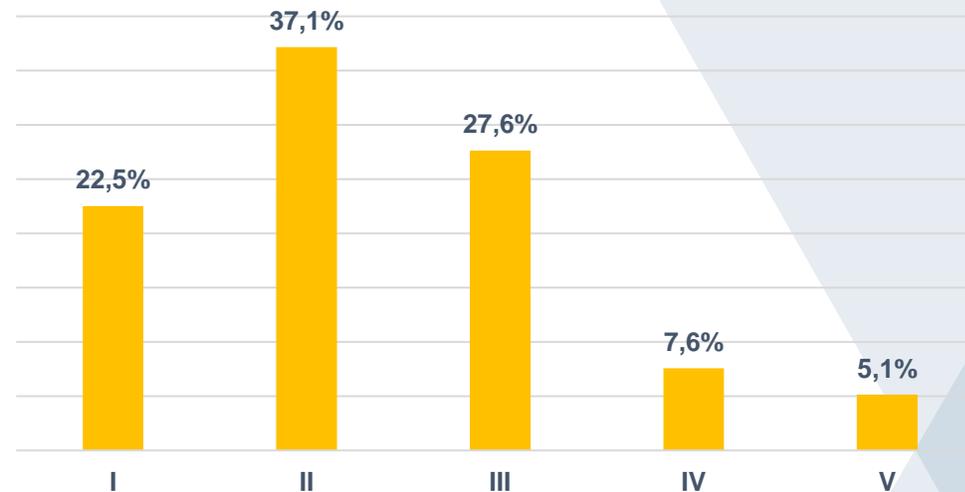
Prüfrichtung **von Worms nach Bensheim(Hessen)**
 Prüfer **Blomeier/Hergenröther**
 Prüfung vom **01.09.2021** bis **06.09.2021**

Zustandsnote: **2,0**

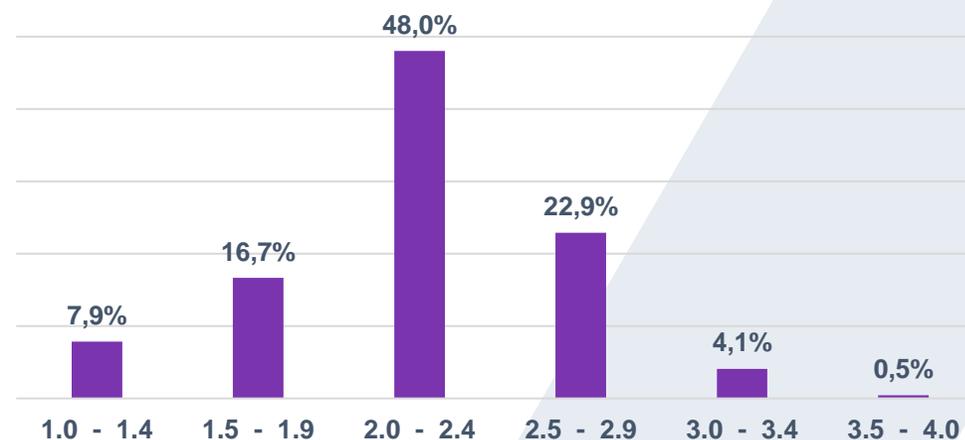
Straßen im Bauwerksbereich

Straße	Von Abschn.-nullpunkt	Nach Abschn.-nullpunkt	Netzkn.-abschnitt	Station Anfang	Station Mitte	Station Ende	Betriebs-KM Mitte	Lage	Baulast	Am	AM/SM	UI	OD
B 47	6316034	6316018		--	4	--	0,000	oben	Bund	41	03		F

BRÜCKEN DER BUNDESFERNSTRAßEN TRAGLASTINDEX NACH ANTEIL DER TEILBAUWERKE



BRÜCKEN DER BUNDESFERNSTRAßEN ZUSTANDSNOTEN NACH ANTEIL DER TEILBAUWERKE



Grundlagen für die digitale Erhaltung

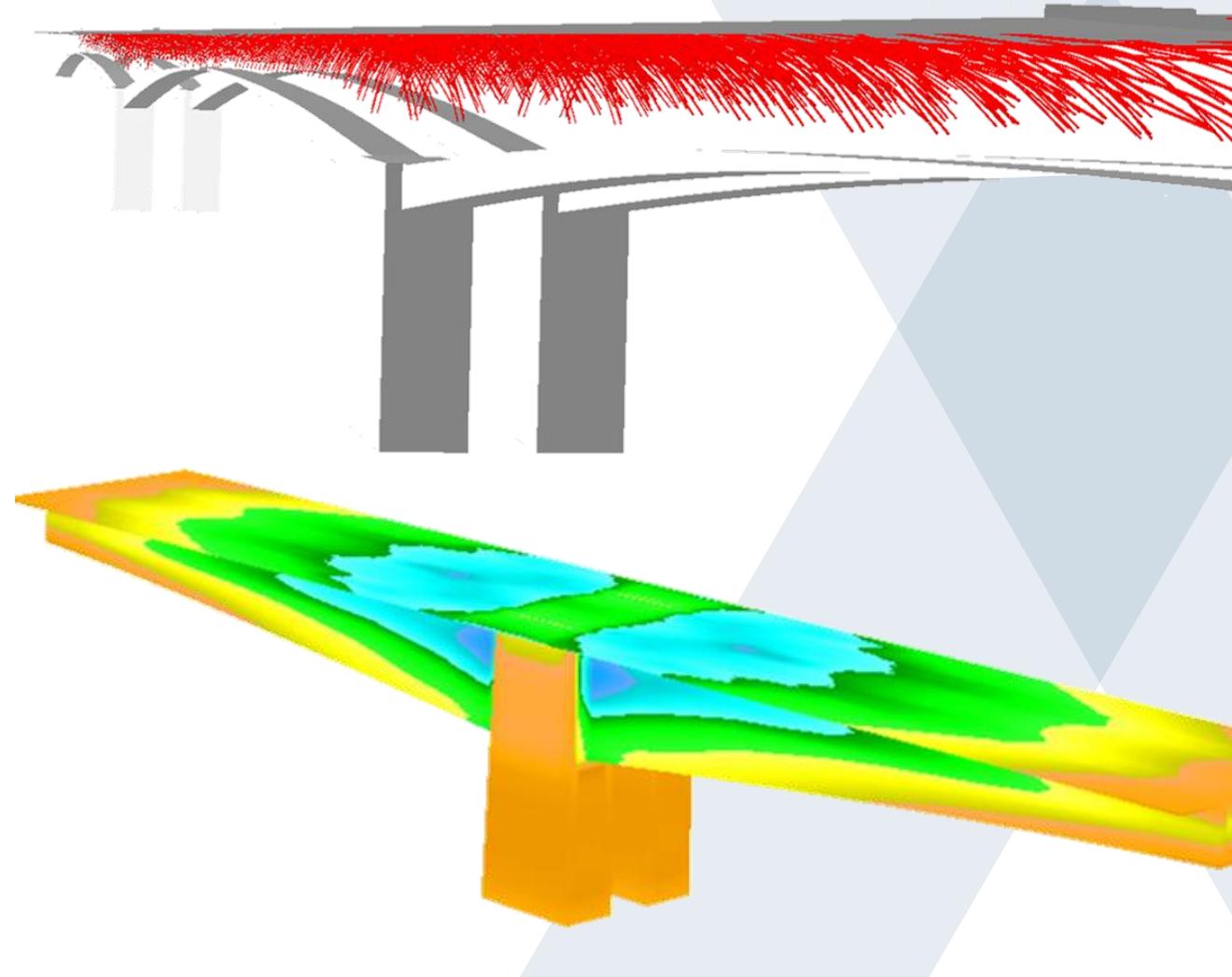
Nachrechnung nach Stufe 4 der Nachrechnungsrichtlinie

NORMATIVE NACHWEISFÜHRUNG

NICHTLINEARES
FINITE-ELEMENTE-MODELL

HOHER DETAILIERUNGSGRAD IN DER
MODELLABLEITUNG

VERIFIZIERTE BESTANDSDATEN ALS
DATENGRUNDLAGE



DIGITALE MODELLE

- Analyse der Bestandsdaten
- Methoden zur erweiterten digitalen Bestandserfassung
- Automatisierte Ableitung eines belastbaren BIM-Modells

DIGITALE VERKNÜPFUNG

- Innovative Konzepte für Structural Health Monitoring
- Effiziente Datenanalyse: Smart Data statt Big Data
- Entwicklung einer IoT-Plattform unter Nutzung fest installierter oder mobiler Sensoren

ZUSTANDS-INDIKATOR

- Applikation von Messtechnik
- Nutzergerechte Visualisierung des IST-Zustandes
- Lebenszyklusanalyse / Prognosemodelle

gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft

DFG



19
Forschungseinrichtungen

Structural-Health-Monitoring im Pilotbereich



Ziel: Die Nutzbarkeit von Brücken durch intelligente Digitalisierung verlängern

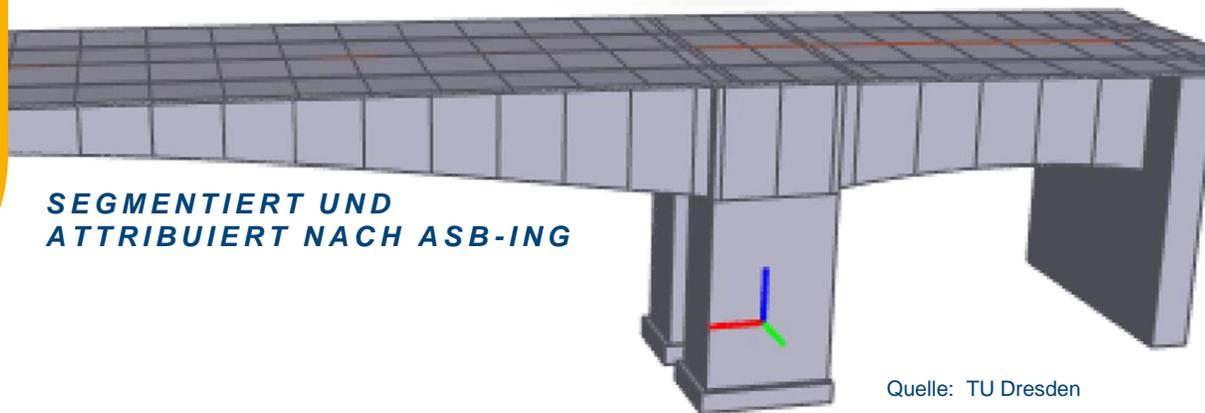
BIM: 3D Geometrie- und Informationsgrundlage

PUNKT-
WOLKE



Quelle:
Dr. Hesse und Partner Ingenieure

BIM-
MODELL

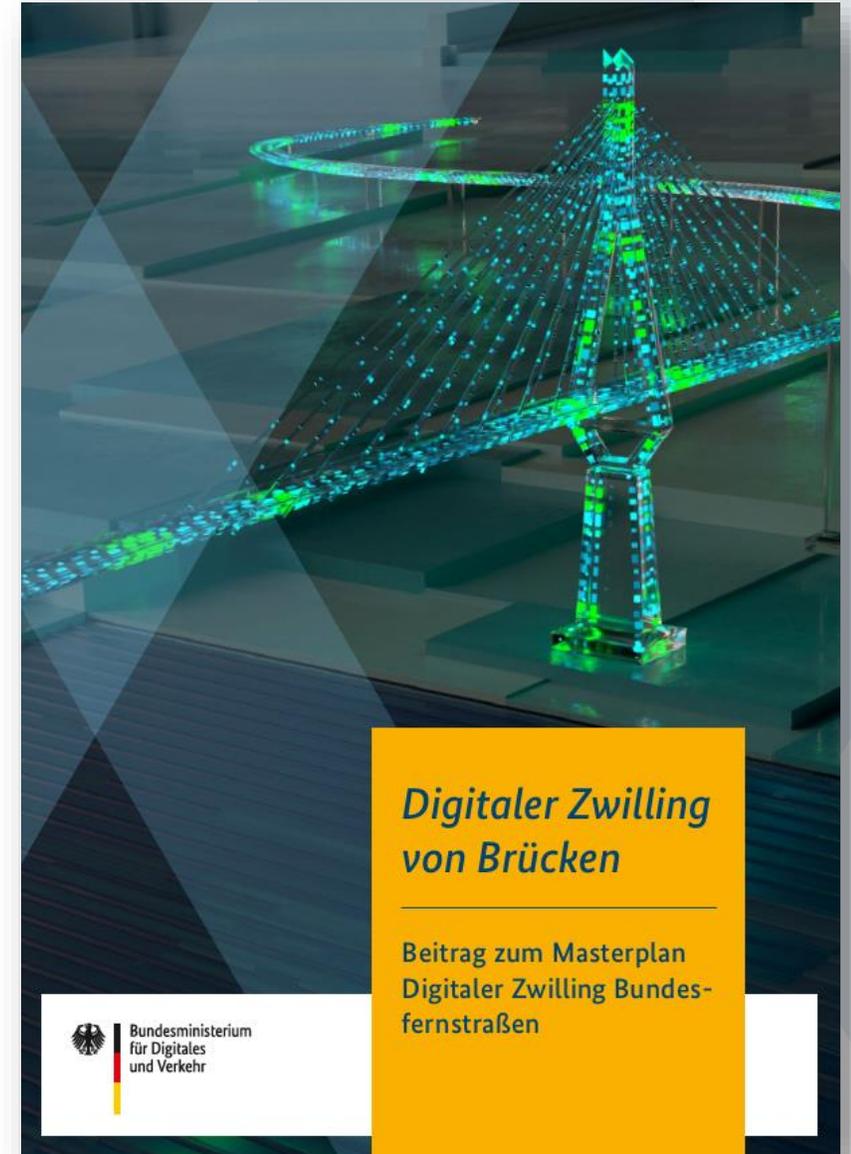
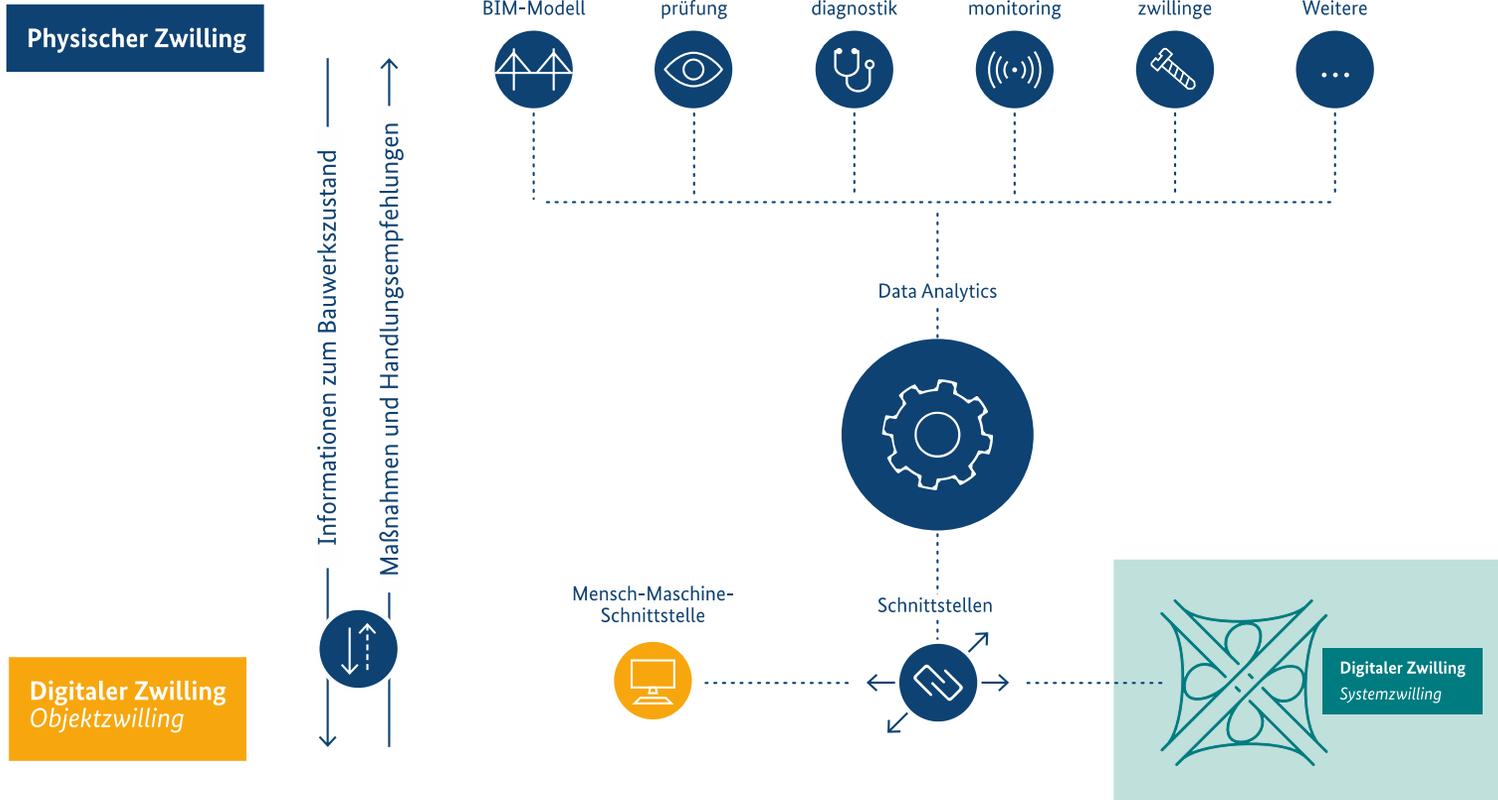


Quelle: TU Dresden

Masterplan BIM Bundesfernstraßen

Digitalisierung des Planens, Bauens, Erhaltens und Betriebens im Bundesfernstraßenbau mit der Methode Building Information Modeling (BIM)

Digitaler Zwilling: interaktives, digitales 3D-Objekt – virtuell und immersiv



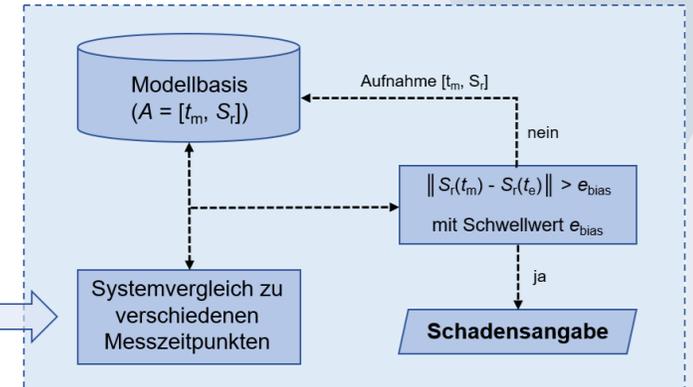
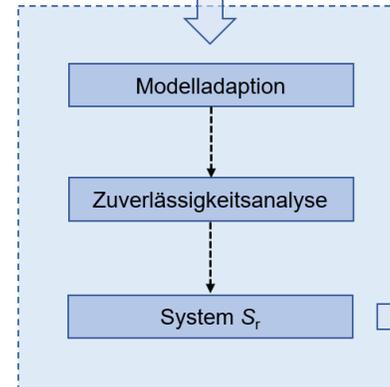
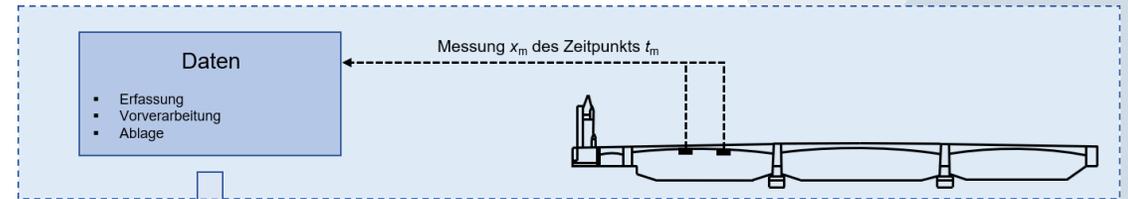
Die Nibelungenbrücke als Demonstrator



DIGITALER ZWILLING – SCHLÜSSEL FÜR DATEN, ANALYSE, VISUALISIERUNG, SIMULATION UND IMMERSION



Automatisierte Datenakquisition



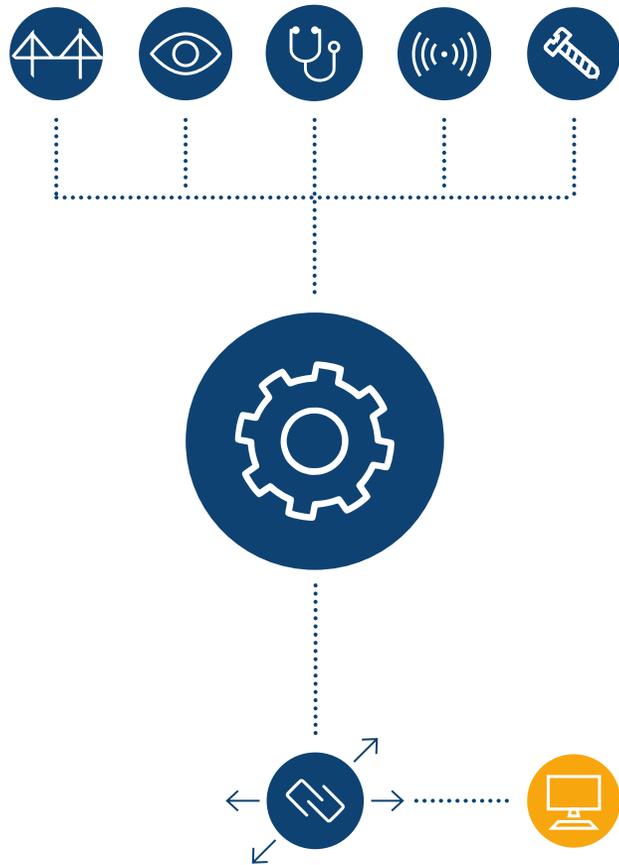
Quelle: SPP 100+; Universität Duisburg-Essen

Bauteilinformationen im Pilotbereich

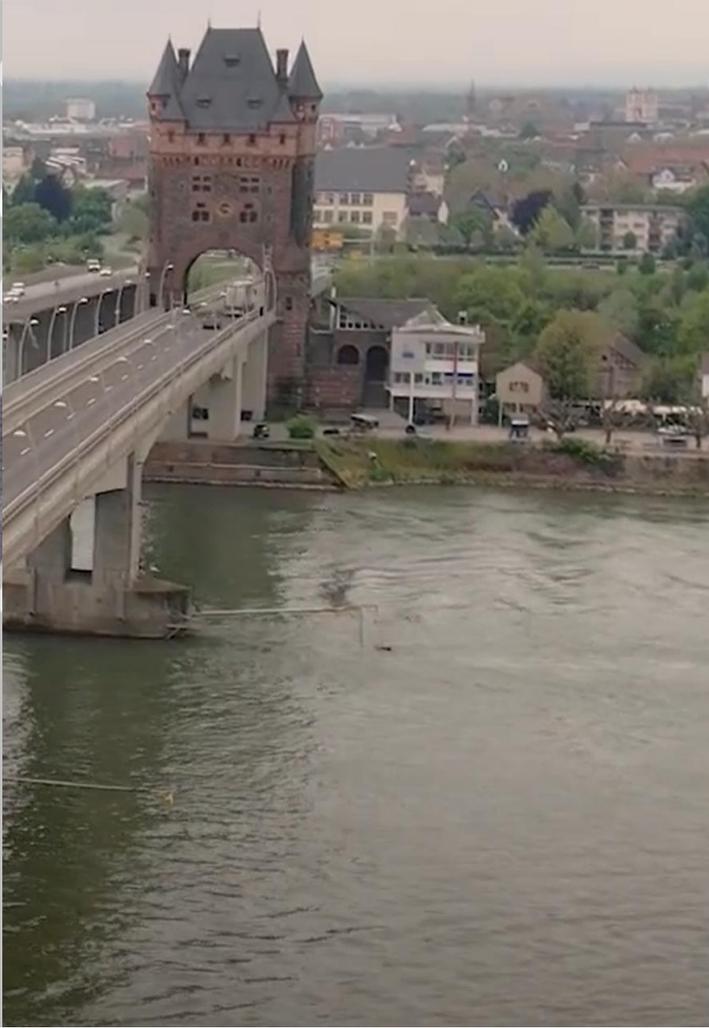
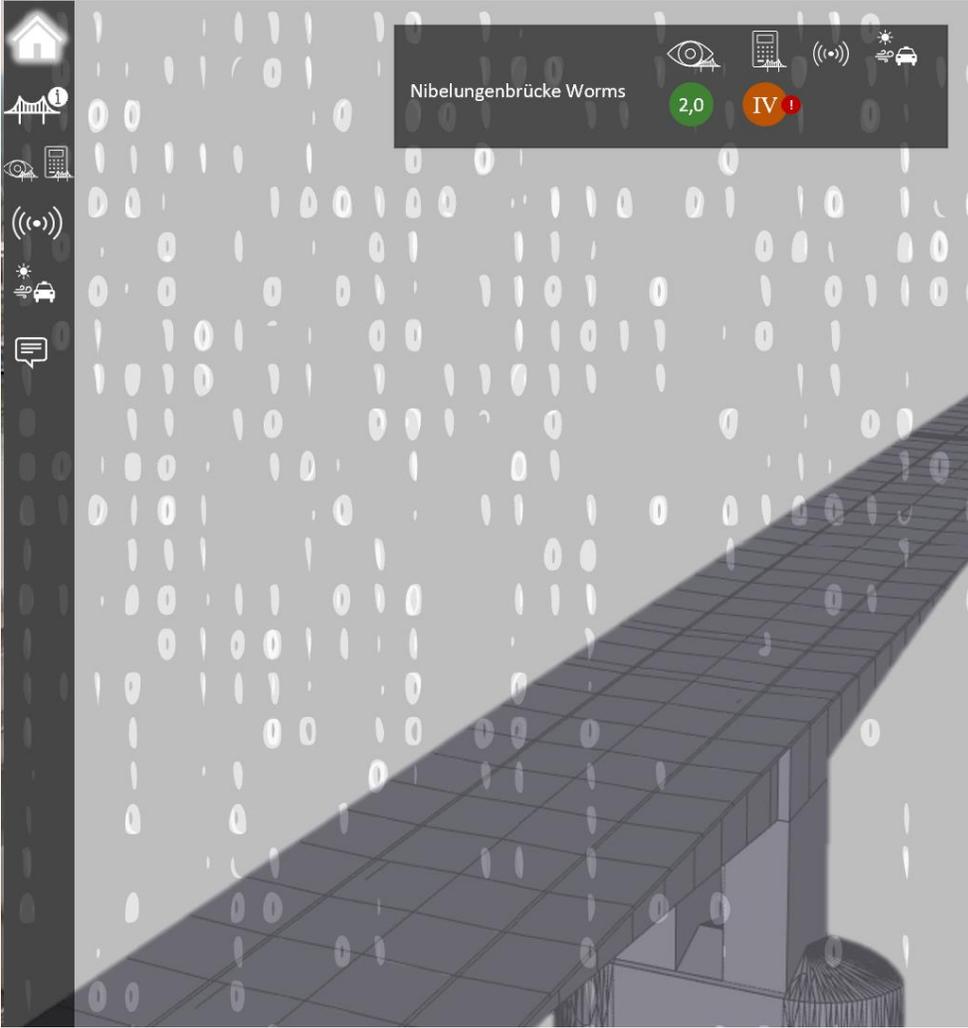
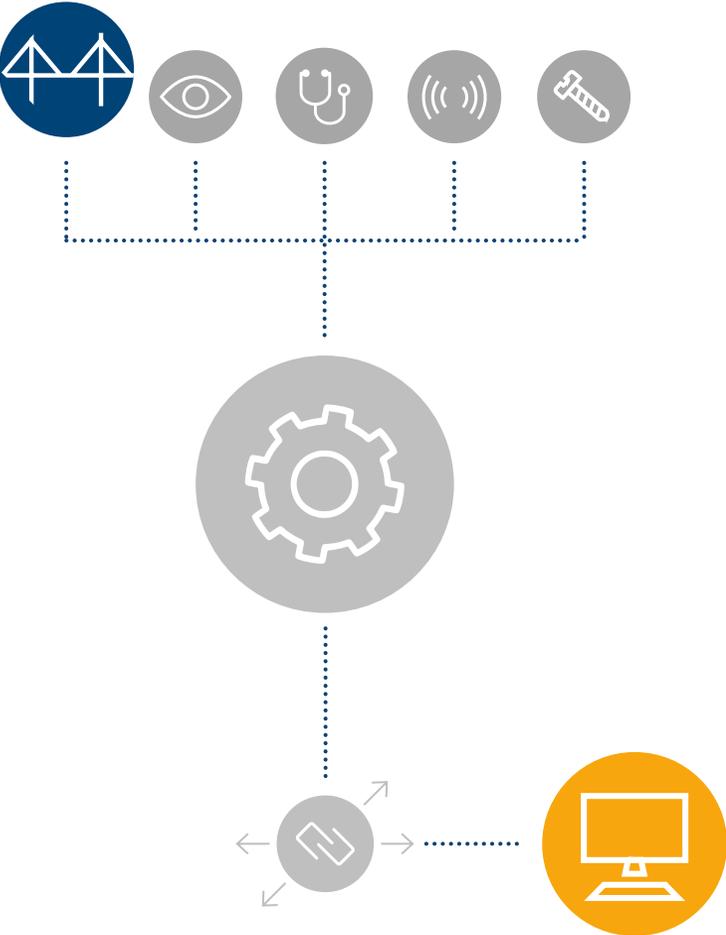
Informationen zu Mängeln und Schäden im Pilotbereich

Entwicklung und Einsatz des Digitalen Zwillings zugunsten einer Verlängerung der Nutzungsdauer (Lebensdauererweiterung der Brücke)

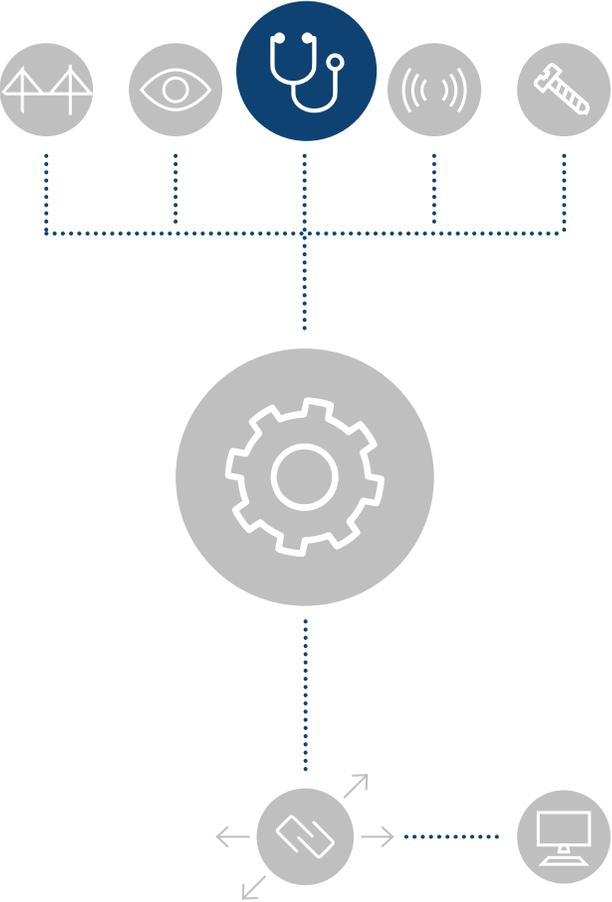
Verbindung von Digitalem Zwilling und realer Infrastruktur



Räumliche Erweiterung des BIM-Modells



Diagnostische Untersuchungen

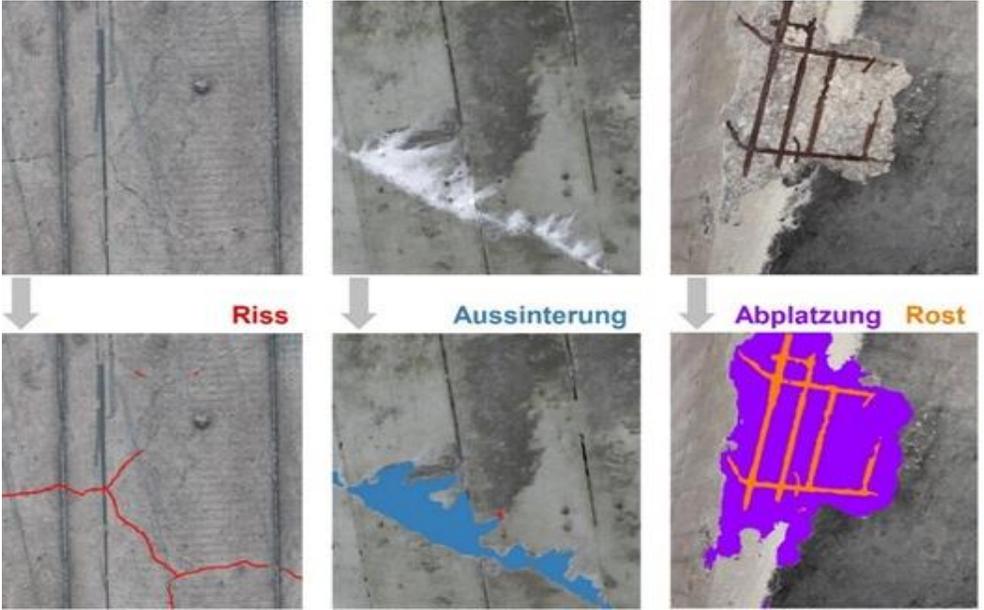


**BILDBASIERTE
SCHADENSERFASSUNG**

RISSDOKUMENTATION

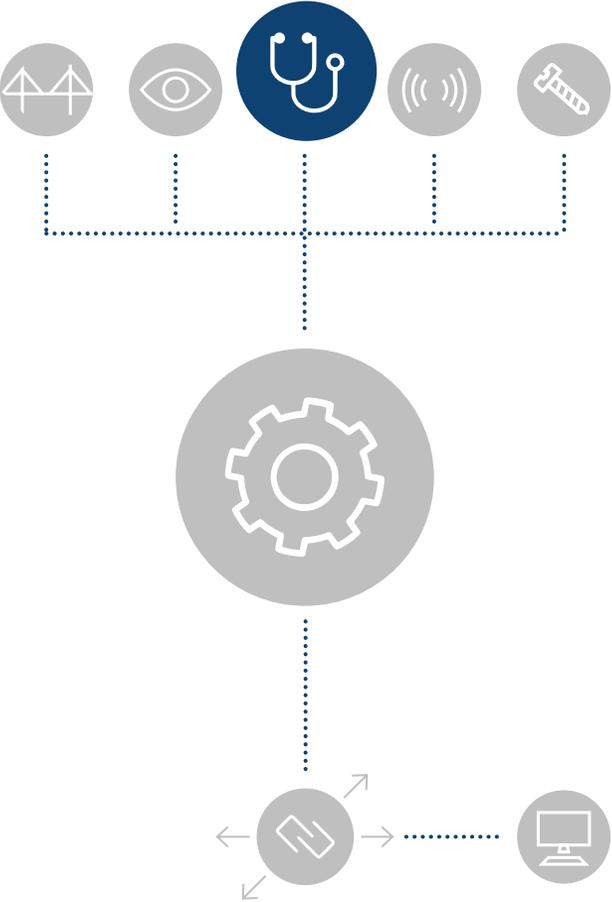
KI-AUSWERTUNG

**OBJEKTIVER
BAUWERKSZUSTAND**



Quelle: (oben) lizenzfrei, (unten) INFRALYTICA GmbH

Diagnostische Untersuchungen



ZUSTAND DER SPANNGLIEDER

BETONDRUCKFESTIGKEIT

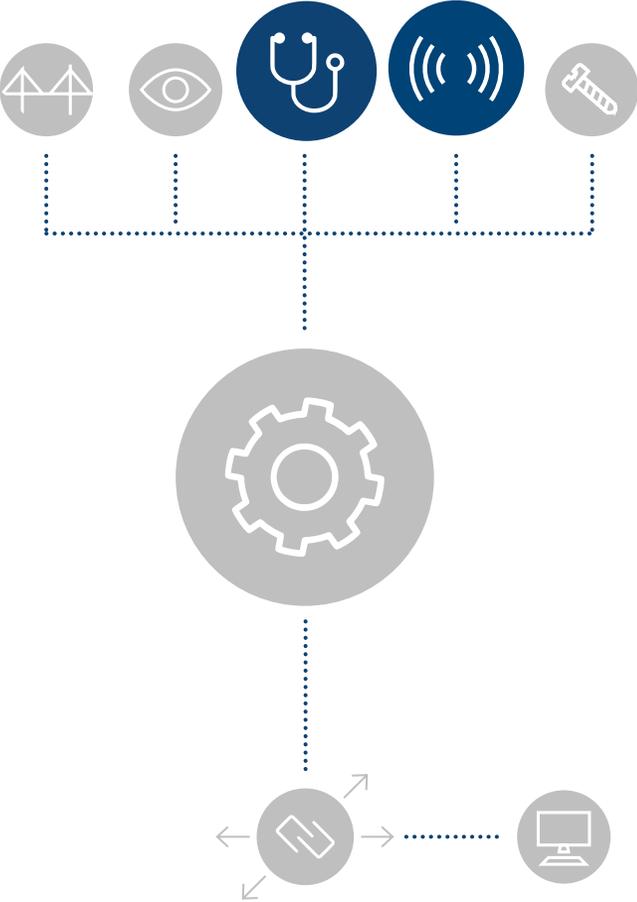
BETONGEFÜGE

VORSPANNKRAFT



Quelle: MKP GmbH

Diagnostische Untersuchungen



**BELASTUNGSFAHRTEN
ZUR MODELLVALIDIERUNG**

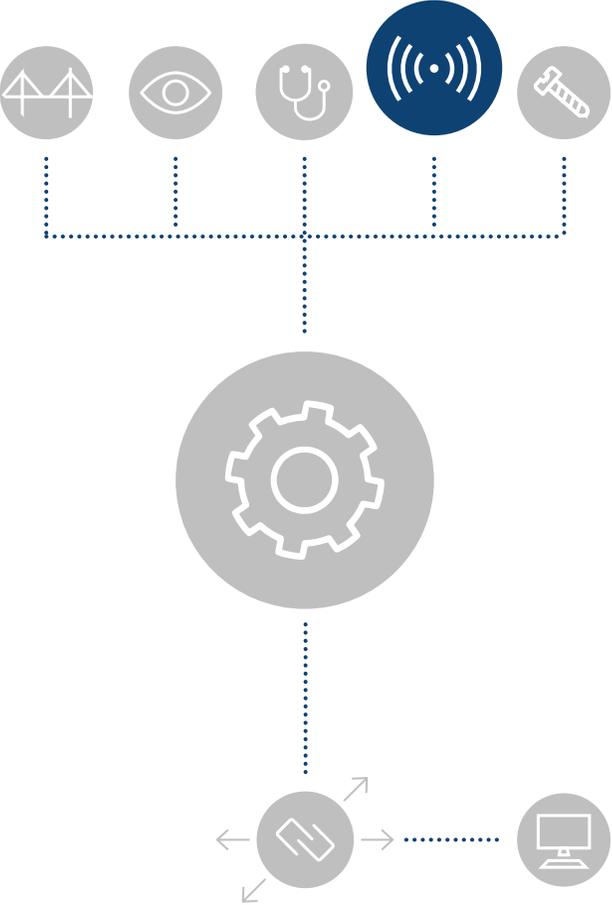
DYNAMISCHE ANREGUNG

KURZZEITMONITORING

**TATSÄCHLICHE
BAUWERKSREAKTIONEN**



Bauwerksmonitoring 24/7



FASEROPTISCHE
SENSOREN

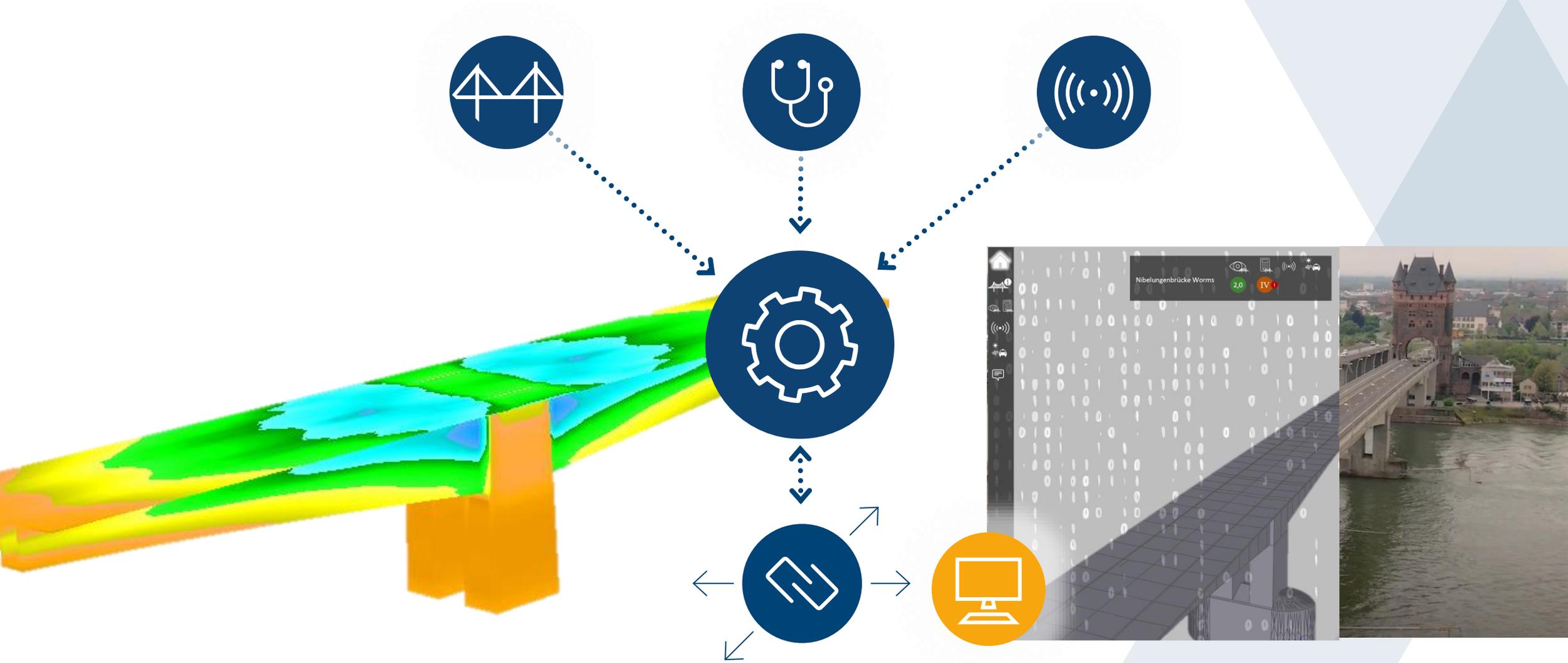
RISSEKENNUNG

DEHNUNGSÄNDERUNGEN

ZUSTANDSÄNDERUNGEN



Fokus: Zustandsbewertung in Echtzeit



Fazit

Fazit

LEBENSDAUERVERLÄNGERUNG IST
MÖGLICH UND PLANMÄßIG ERREICHBAR

BAUWERKSSPEZIFISCHE BEURTEILUNG IST
ERFORDERLICH

REALITÄTSNAHE BEWERTUNG DES
ZUSTANDES IST ERFORDERLICH

DIE DIGITALE ERHALTUNG FÖRDERT
WIRTSCHAFTLICHKEIT UND NACHHALTIGKEIT



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit