

BRÜCKENMONITORING mit sensorbasierten Websystemen

Chancen und Risiken für die Praxis

ITC ENGINEERING | GESCHÄFTSLEITUNG
DR. PETER-MICHAEL MAYER

INTELLIGENTE BRÜCKE
DER WEG IN DIE PRAXIS | BAST WORKSHOP
NOVEMBER 2015





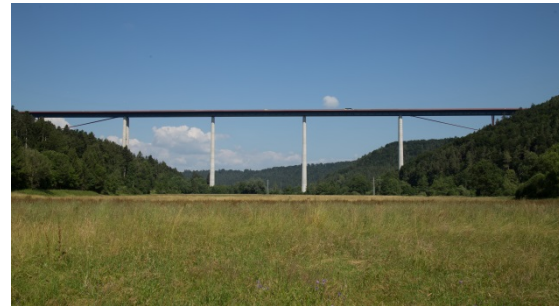
1 MOTIVATION



2 AUFGABENSTELLUNG



3 TECHNISCHES KONZEPT



4 UMSETZUNG

1 MOTIVATION

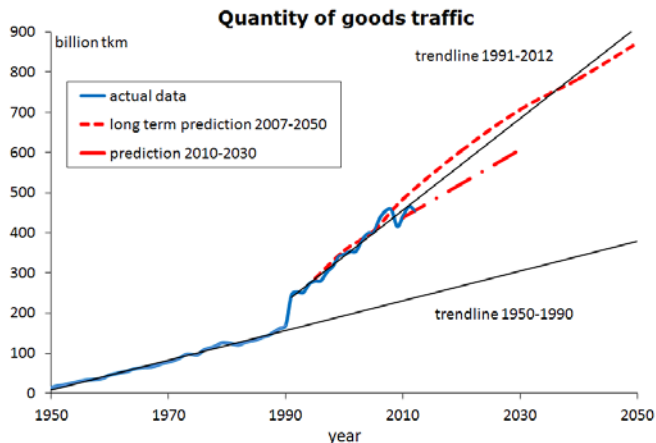


MOTIVATION

GRÜNDE

- Nutzungsdauer aktueller Brücken 40 bis 50 Jahre, Kontinuierliche Beobachtung und Prüfung
- Änderungen in den Lastmodellen werden in Brückenprüfung nicht erfasst → Tragfähigkeitsdefizite führen zu Risiken
- Präventives Monitoring an kritischen Brücken vermeidet Schäden und begrenzt Risiken
- Alterungsprozesse werden besser erkannt

VERKEHRSENTWICKLUNG



Source: Innovative Maintenance for Aging Bridges and Tunnels, FEHRL Infrastructure Research Meeting 2015, Dr.-Ing. Peter Haardt, bast

RISIKOBEHERRSCHUNG



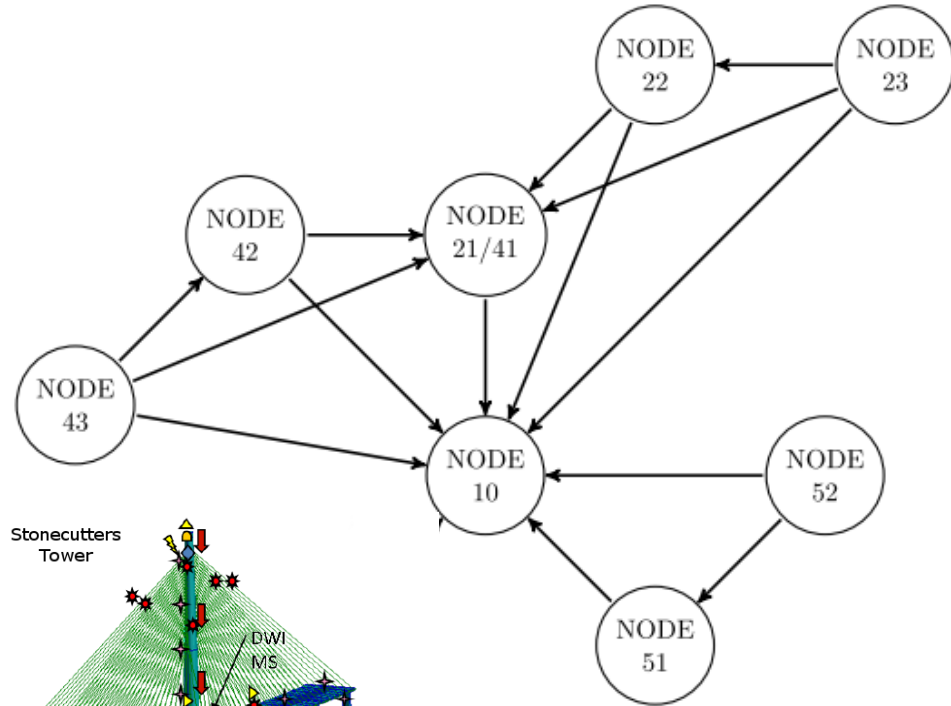
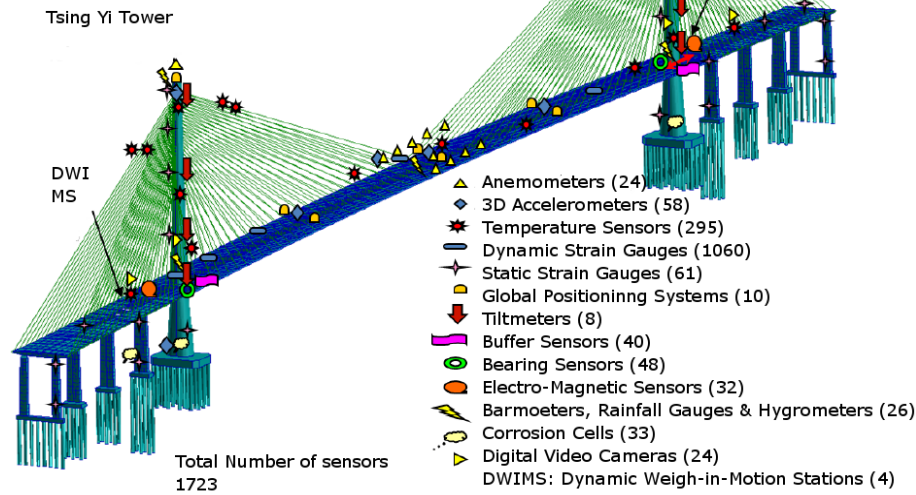
2

AUFGABENSTELLUNG



ANFORDERUNGEN

- Automatisierte Datenerfassung
- Interaktive Auswertung im System
- Anschluss von Drittsystemen zur Auswertung soll über Schnittstellen möglich sein
- Energieeffiziente und robuste Funksensornetzwerke für den Außeneinsatz
- Daten müssen immer und überall über das Internet zugänglich sein
- Langzeitstabile und präzise Sensorik



Quelle: Internet – Messtechnische Ausrüstung der Tsing Yi Bridge in Hongkong

AUFGABENSTELLUNG

FUNKSENSORNETZWERK | GNSS NETZ

- Entwicklung energieeffizienter Netzwerktopologien, die keine Synchronisation benötigen



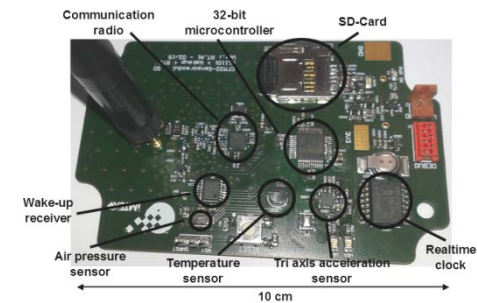
NEIGUNGSSENSOR

- Entwicklung eines neuartigen hochpräzisen und energieeffizienten Neigungssensor mittels MEMS Technologie



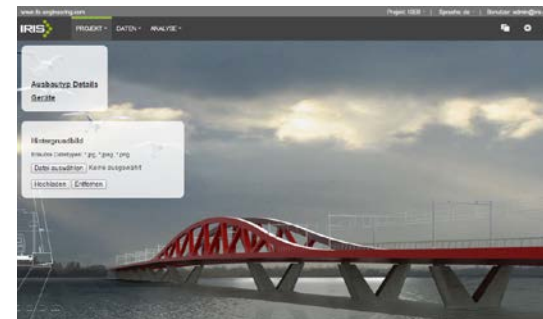
SENSORKNOTEN

- Entwicklung eines besonders leistungsfähigen und energiesparenden Funksensorknotens, der unterschiedliche Messgrößen erfassen kann.



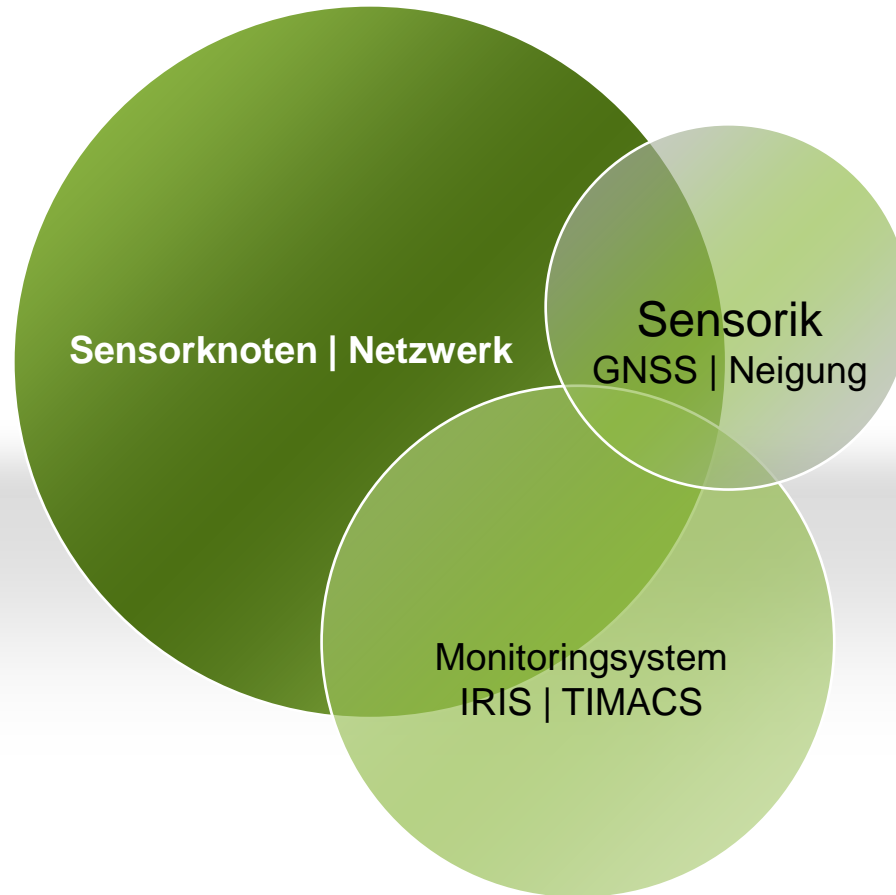
WEB-BASIERTES ÜBERWACHUNGSSYSTEM

- Entwicklung eines interaktiven web-basierten Monitoringsystems zur Datenvisualisierung



HANDLUNGSFELDER

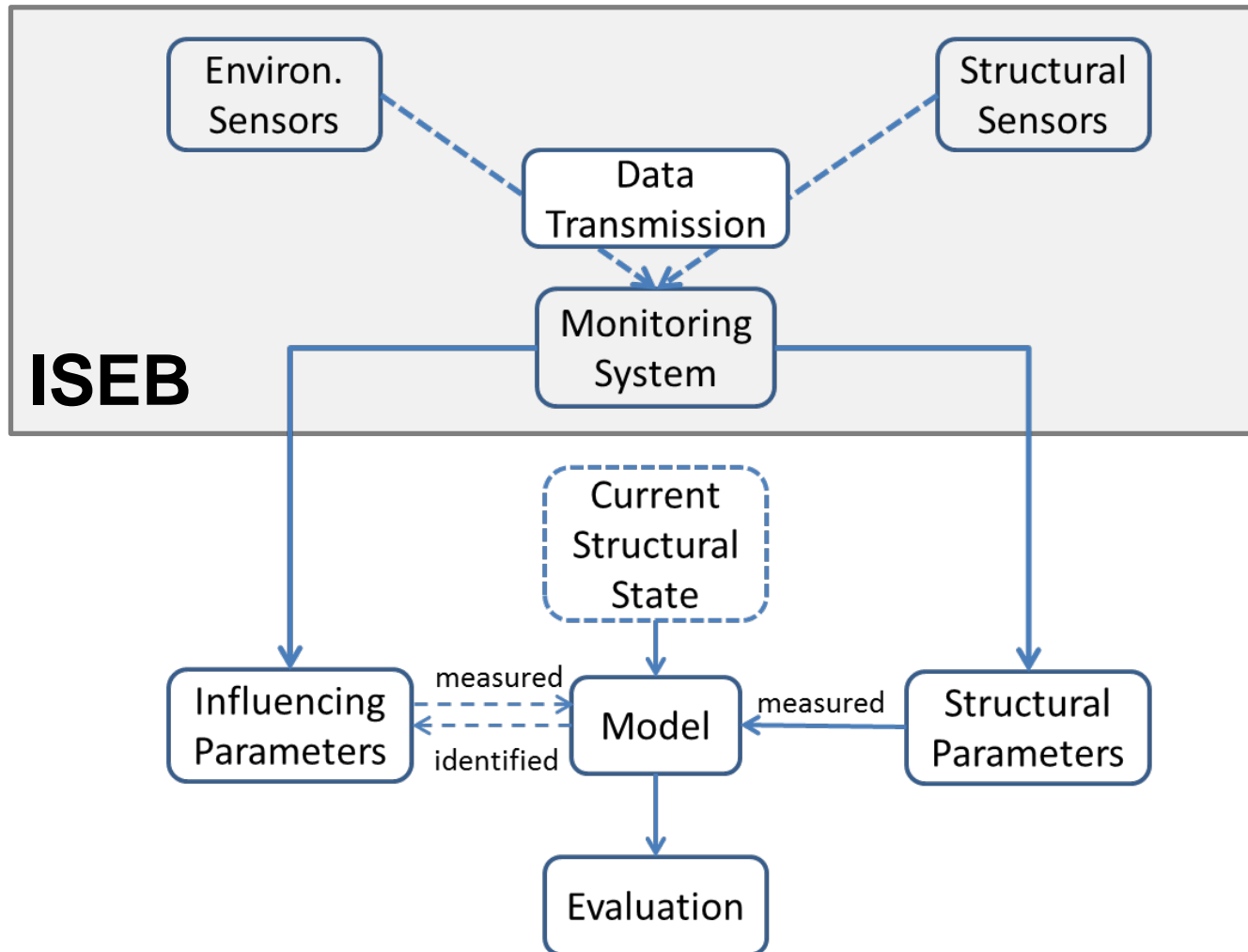
SCHRITTWEISE UMSETZUNG DER AUFGABENSCHWERPUNKTE



3 TECHNISCHES KONZEPT



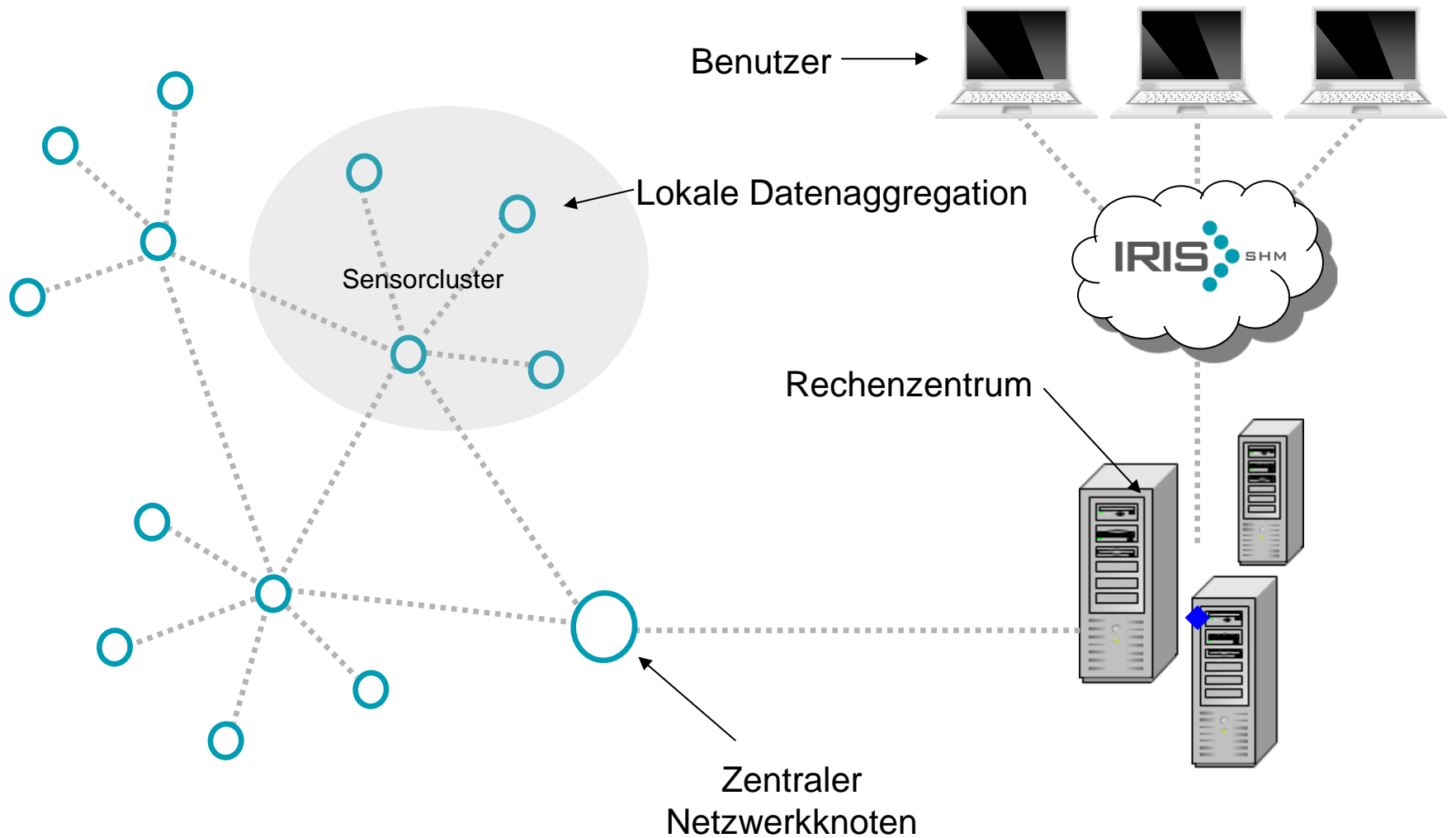
TECHNISCHES KONZEPT



Source: SCHNELLENBACH-HELD, MKARCZEWSKI, B., KÜHN, O.: Intelligente Brücke – Machbarkeitsstudie für ein System zur Informationsbereitstellung und ganzheitlichen Bewertung in Echtzeit für Brückenbauwerke, Brücken- und Ingenieurbau Heft B 105

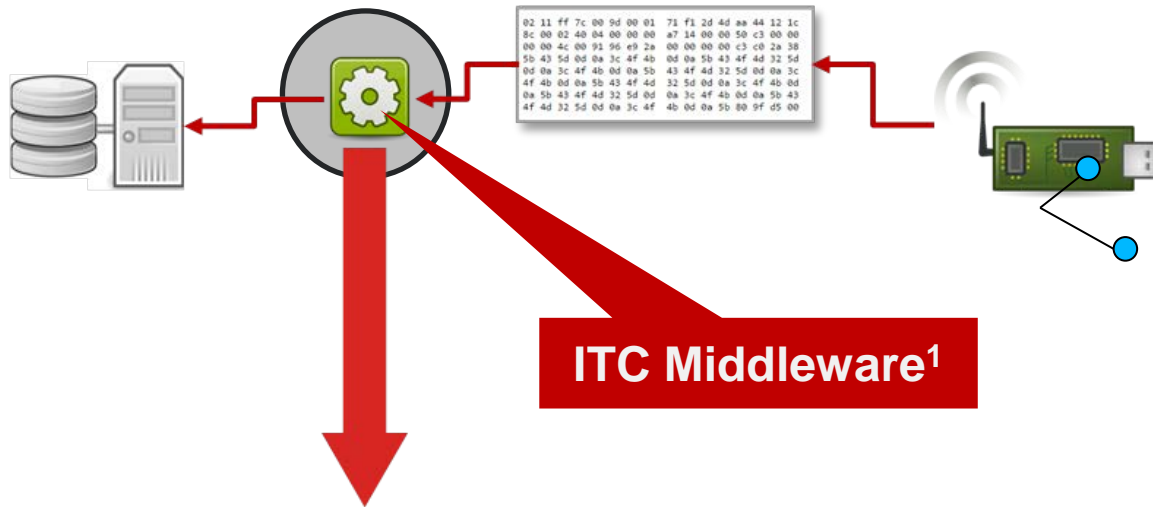
KONZEPTION SENSORNETZWERK

Intelligentes Sensornetzwerk



UMSETZUNG

MIDDLEWARE ZWISCHEN FUNKKNOTEN UND WEBSYSTEM



ITC Middleware¹

➤ VORTEILE

- direkte Schnittstelle zu IRIS
- Fernadministration

➤ FUNKTION

- Umwandlung binärer Sensordaten in verarbeitbare Daten für das Websystem
- Datenabsicherung durch Spring Security
- Einfacher Austausch von Meta- und Mappingdaten

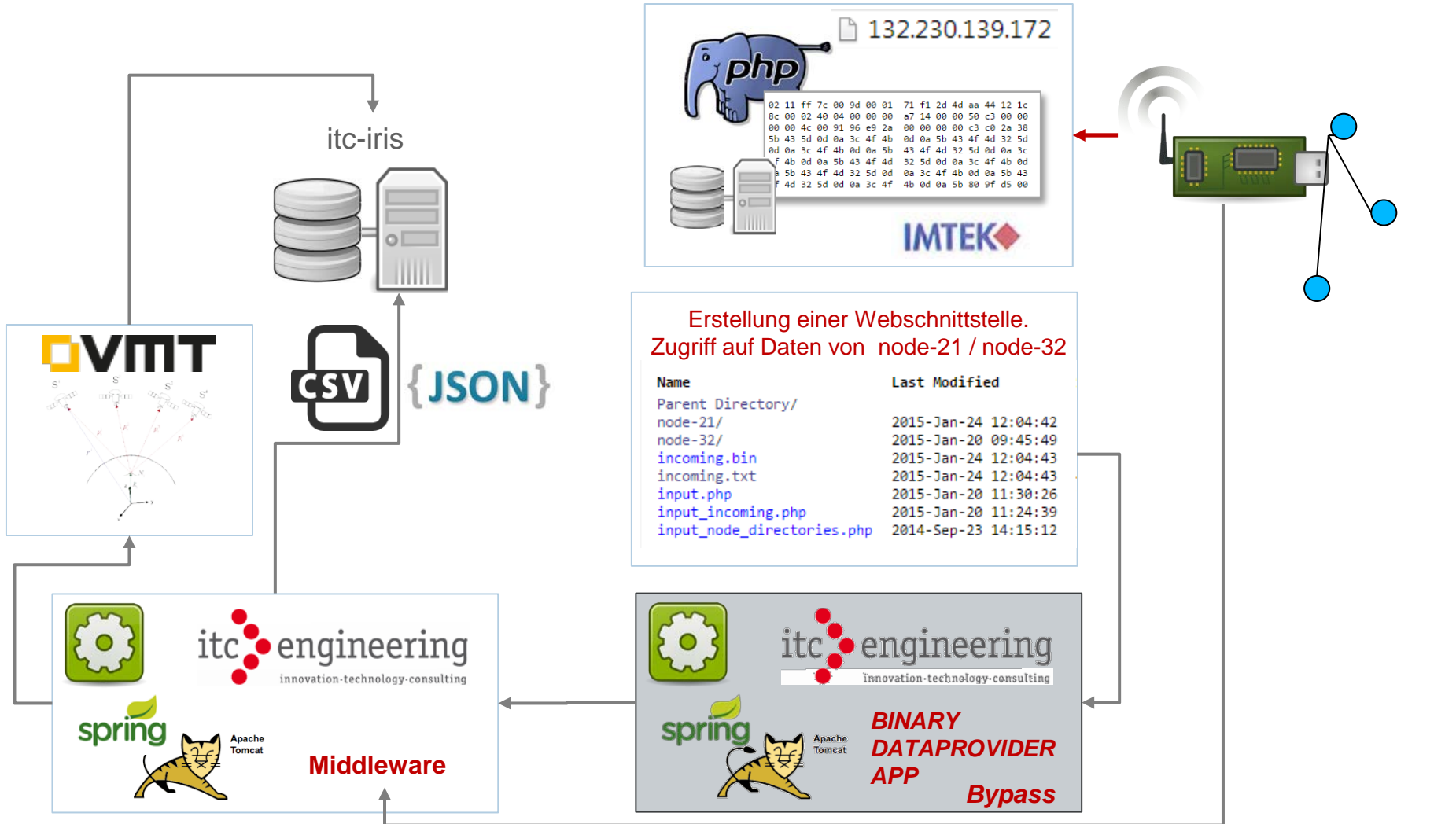


¹ITC Schnittstellensystem zur Umwandlung von Sensorinformationen in prozessierte Datensätze zur Speicherung

UMSETZUNG

MIDDLEWARE ZWISCHEN FUNKKNOTEN UND WEBSYSTEM

Schnittstelle zu IMTEK Funkprotokoll



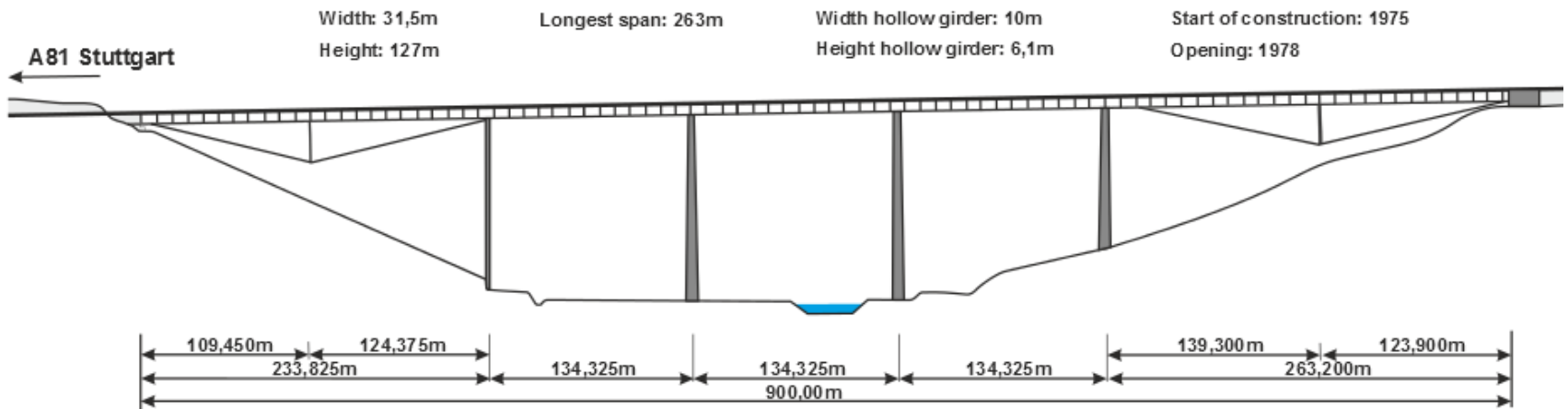
4

UMSETZUNG



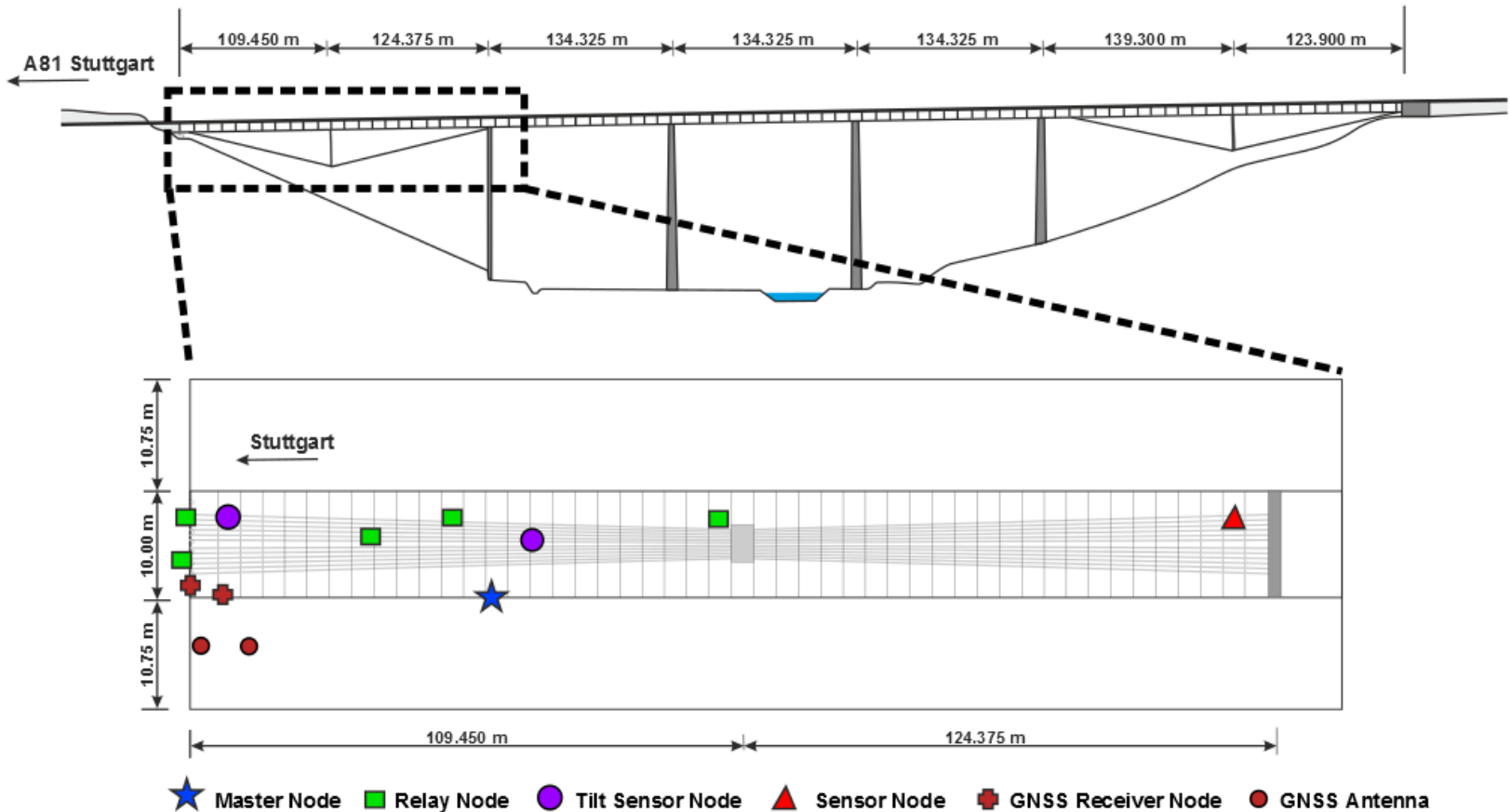
UMSETZUNG

NECKARTALBRÜCKE WEITINGEN



UMSETZUNG

AKTUELL INSTALLIERTES SENSORNETZWERK - NECKARTALBRÜCKE WEITINGEN

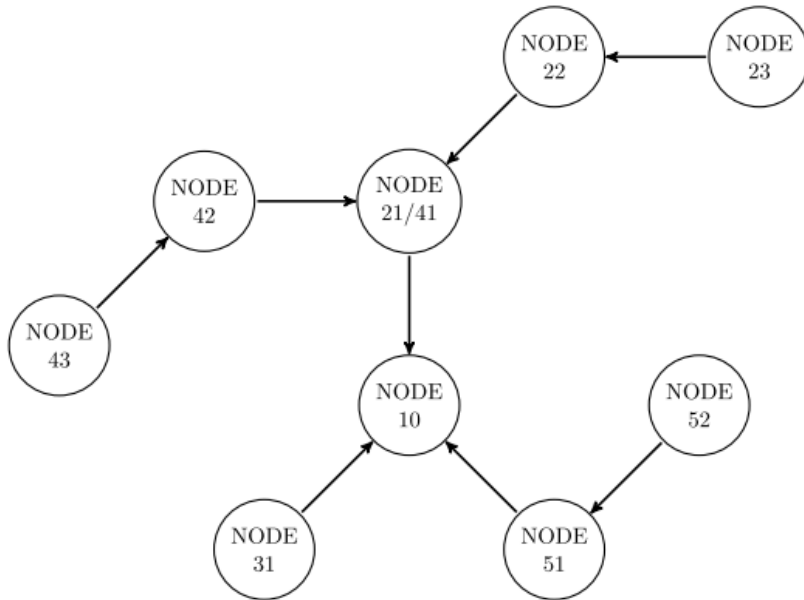


UMSETZUNG

STAND-BY VERSUS AKTIVE NETZWERK TOPOLOGIE

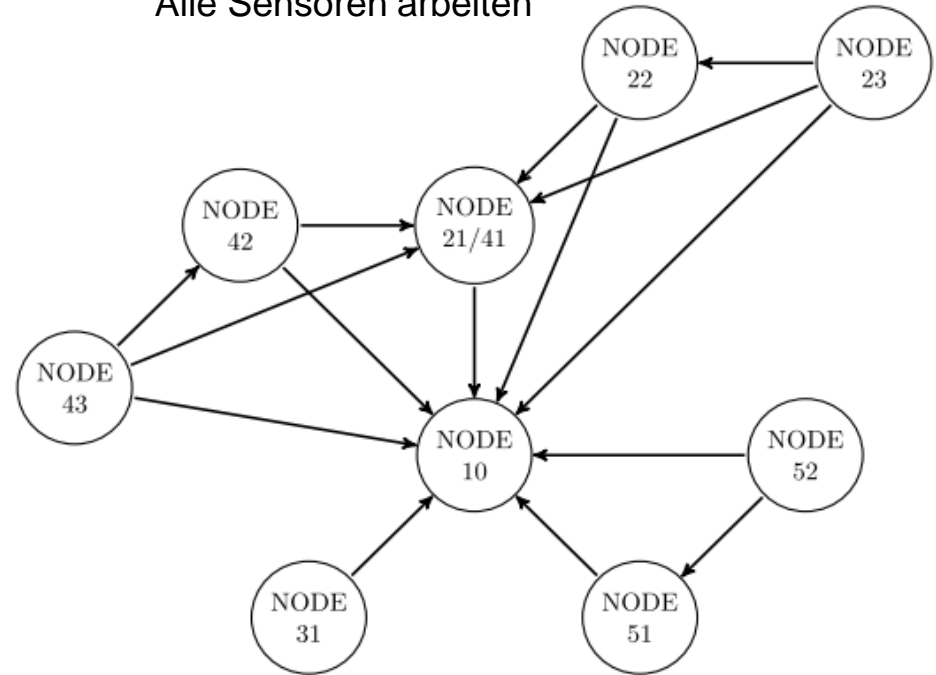
Passiv Modus

Alle Sensoren sind Stand-by



Aktiv Modus

Alle Sensoren arbeiten



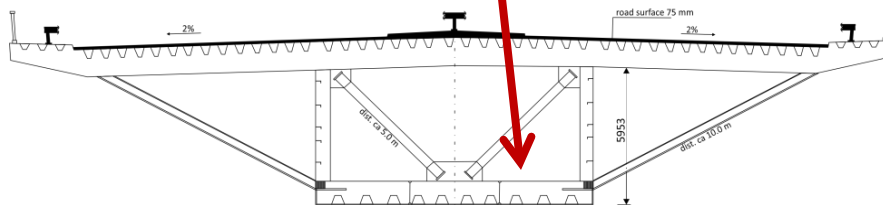
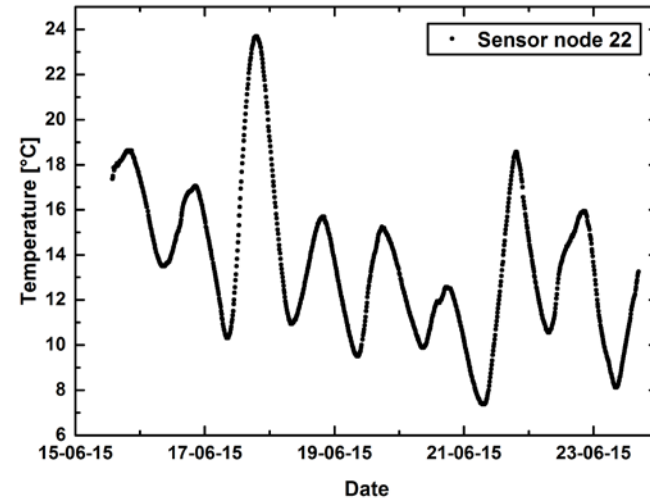
UMSETZUNG

EINBAU EINES RELAY KNOTENS AUF DER BRÜCKE

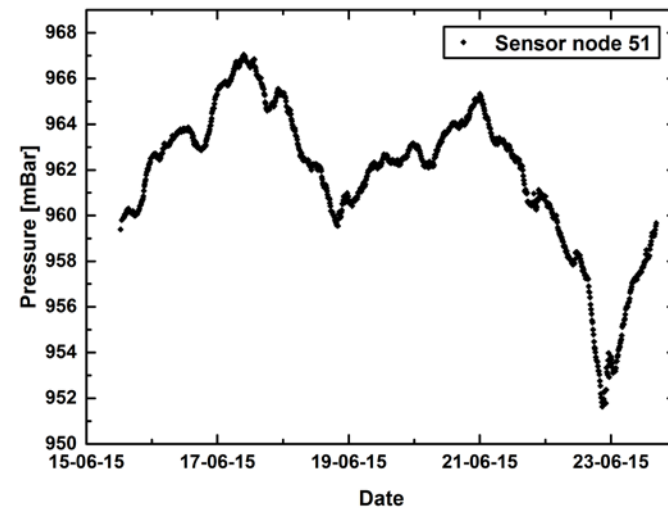


UMSETZUNG

SENSORDATEN ÜBER EINEN ZEITRAUM VON 10 TAGEN IM BRÜCKENHOHLKASTEN



Querschnitt durch den Brückenhohlkasten



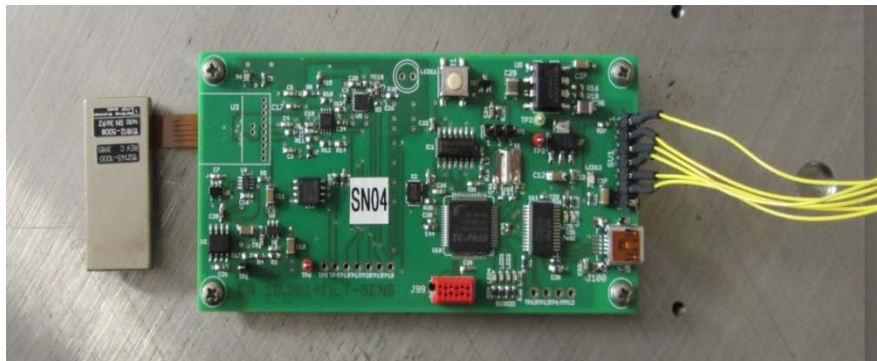
UMSETZUNG

NEUENTWICKELTER NGL NEIGUNGSSENSOR

TECHNISCHE DATEN DES NEIGUNGSSENSORS VON LITEF

- Anzahl Messachsen: 1
- Versorgungsspannung: 5V DC
- Stromaufnahme: ca. 50 mA
- Datenschnittstelle: SPI, USB, andere Schnittstellen ebenfalls möglich
- Abmessungen: (Prototyp für ISEB): ca. 140 x 240 x 45mm, in der Regel sind aber höher integrierte 3-Achs-Lösungen in den Abmessungen 50 x 50 x 13 mm verfügbar!

VERSCHALTUNGSDESIGN



AUSFÜHRUNG DES VERBAUTEN SENSORS



Für ISEB sehr modular und groß: Die Anwendung an der Brücke setzt keine echten Limits bzgl. Größe

UMSETZUNG

NEUENTWICKELTER NGL NEIGUNGSSENSOR

LEISTUNGSFÄHIGKEIT DES SENSORS

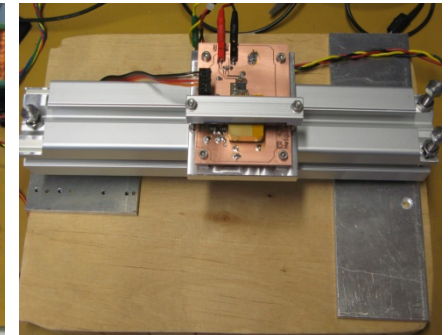
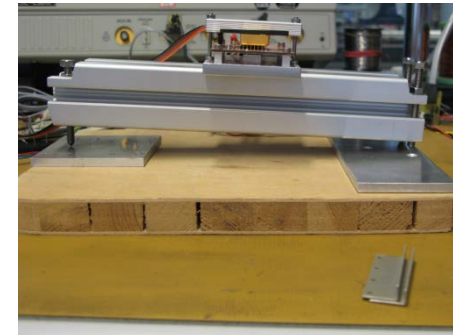
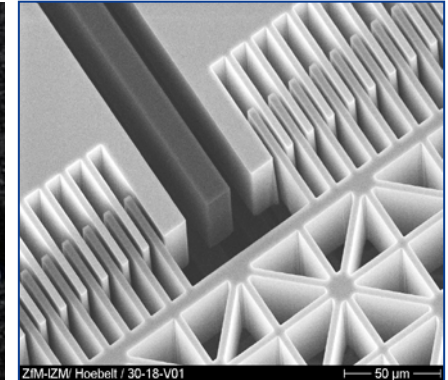
- Auflösung: $1 \mu\text{m}/\text{m} = 0.001 \text{ mm}/\text{m}$
- Messrauschen der ausgegeben Daten $< 20 (\mu\text{m}/\text{m})/\sqrt{\text{Hz}}$
- Genauigkeit besser als $3 \mu\text{m}/\text{m}$
- Vibrationsbeständig dank MEMS-Technologie, d.h. der Sensor ist sowohl in der Lage unter Vibration zu messen als auch Typische Handling Schocks zu überstehen

EIGENSCHAFTES DES SENSORS

- Datenausgabefrequenz konfigurierbar zwischen:
 - 100 Hz (auf Wunsch auch schneller) für hochgenaue Schwingungsmessungen
 - Integrationszeiten über mehrere Minuten für hochgenaue Neigungsmessungen

*Sensorspezifikation von LITEF

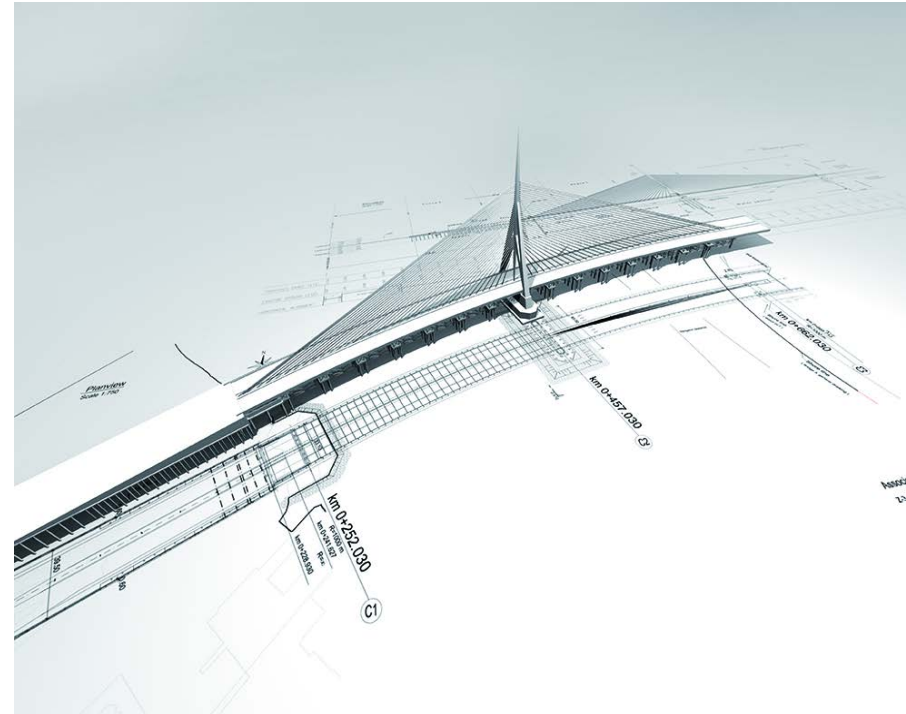
ENTWICKLUNG UND TEST DES SENSORS



UMSETZUNG

ANFORDERUNGEN AN DAS MONITORINGSYSTEM

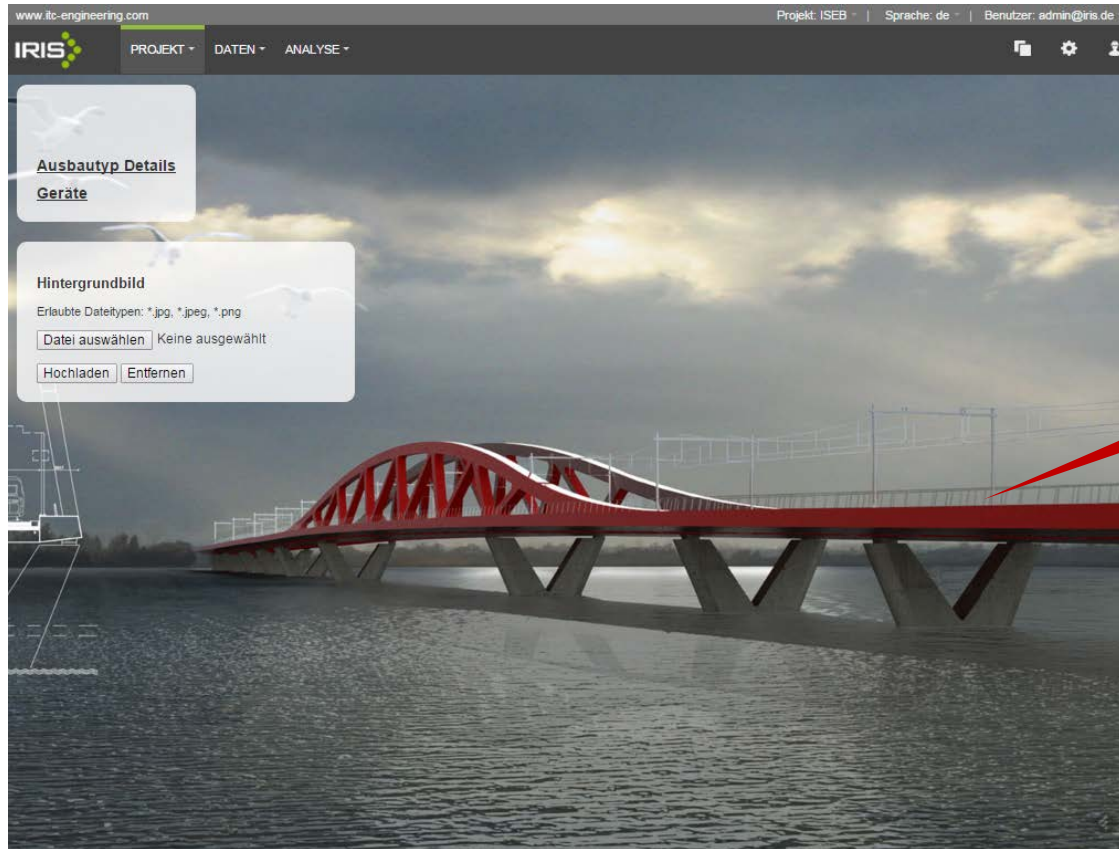
Priorität ¹	1	2	3
Benutzer- und Rechtemanagement		●	
Integration und Verwaltung großer Datenmengen mit hoher Performance	●		
Management einer Vielzahl von Brücken			●
GIS basierte Sensordatenvisualisierung	●		
Leistungsfähige Schnittstellen zu Drittanbietern Webservice			●
Warn- und Alarmfunktionen		●	
Flexibles Reporting der Messergebnisse		●	
Web-basiertes System mit großer Benutzeranzahl	●		
Einfache Sensordatenverwaltung	●		
Integriertes Bild- und Dokumentenmanagement			●



¹ Definiert die Notwendigkeit und Reihenfolge der Themen die bearbeitet werden müssen.

UMSETZUNG

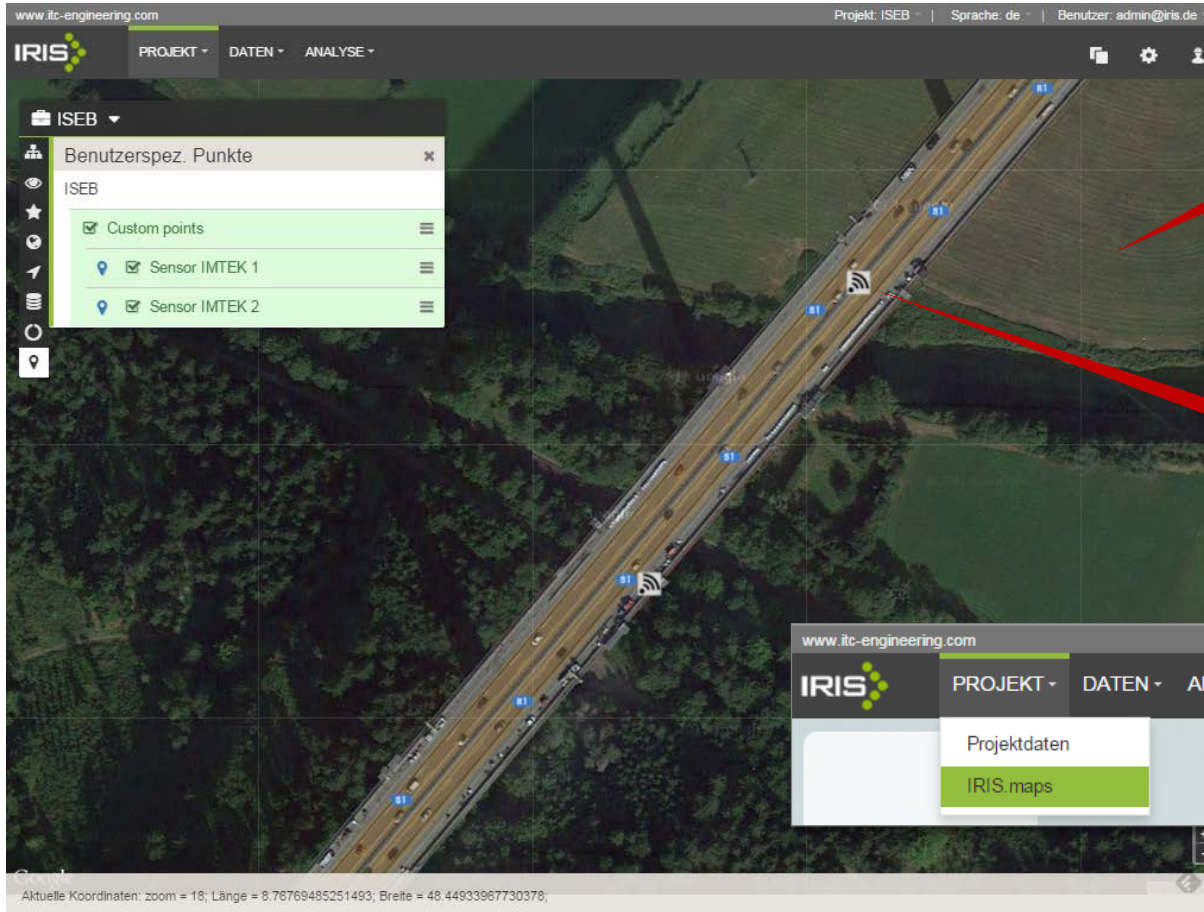
BRÜCKENMONITORING MIT DEM WEB-BASIERTEM IRIS SYSTEM



Start Page

UMSETZUNG

BRÜCKENMONITORING MIT DEM WEB-BASIERTEN IRIS SYSTEM



GMaps

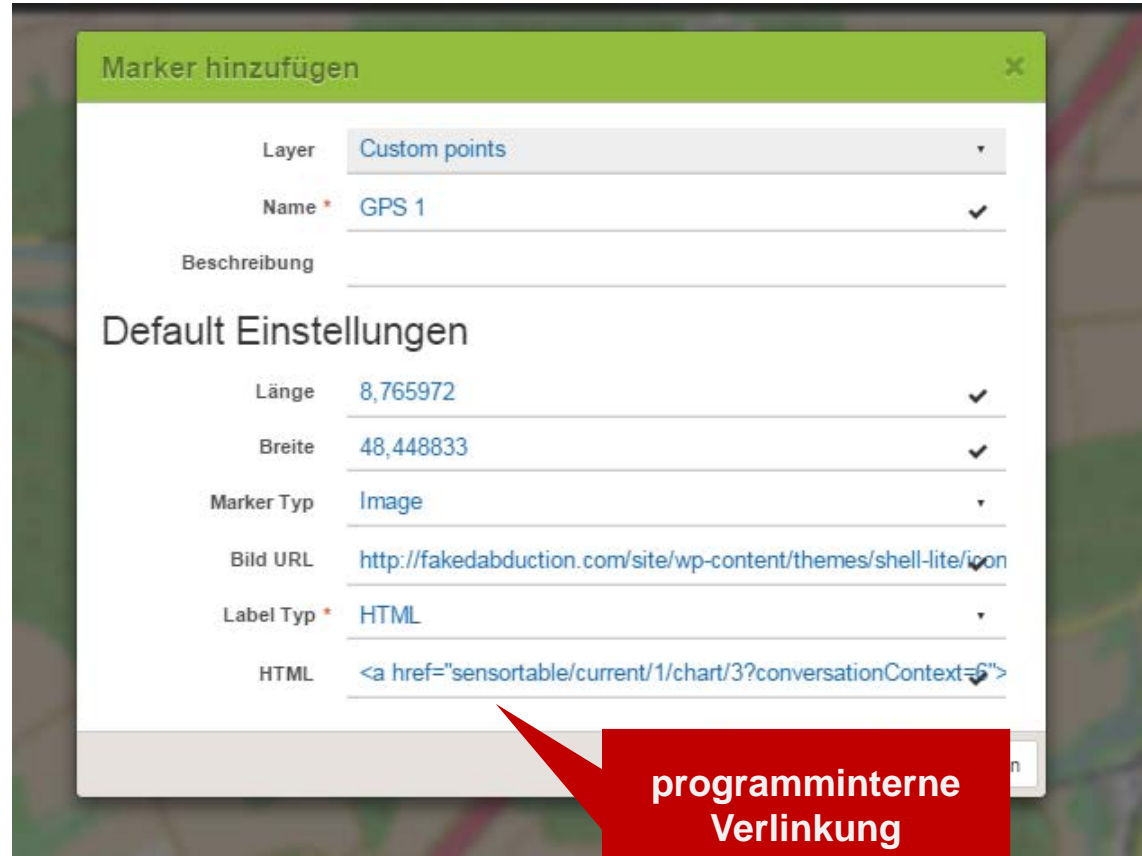
Sensoren

UMSETZUNG

BRÜCKENMONITORING MIT DEM WEB-BASIERTEN IRIS SYSTEM



Point of Interest
z.B. Sensor



programminterne
Verlinkung
zum CHART oder
SENSORBOARD

UMSETZUNG

BRÜCKENMONITORING MIT DEM WEB-BASIERTEN IRIS SYSTEM

www.itc-engineering.com Projekt: ISEB Sprache: de Benutzer: admin@iris.de

IRIS PROJEKT DATEN ANALYSE

← Speichern Aktualisieren Zurücksetzen Leeren

Standard Sensor hinzufügen Standard Sensorgruppe hinzufügen

Exportiere SVG Exportiere JSON

Indikatorsensor Indikatorsensor Indikatorsensor

Sensordaten Import

Konfiguration

Sensorboardkonfiguration

Allgemein

Brücke 1

Sensor auswählen

Projekt auswählen ISEB

Gerät auswählen SENSORNETZWERK

Sensor auswählen SENSOR_7

Datenserie auswählen value_at_offset_0_slope_2_ol

Ok Abbrechen

value_at_offset_0_slope_2_ol n/a [n/a]

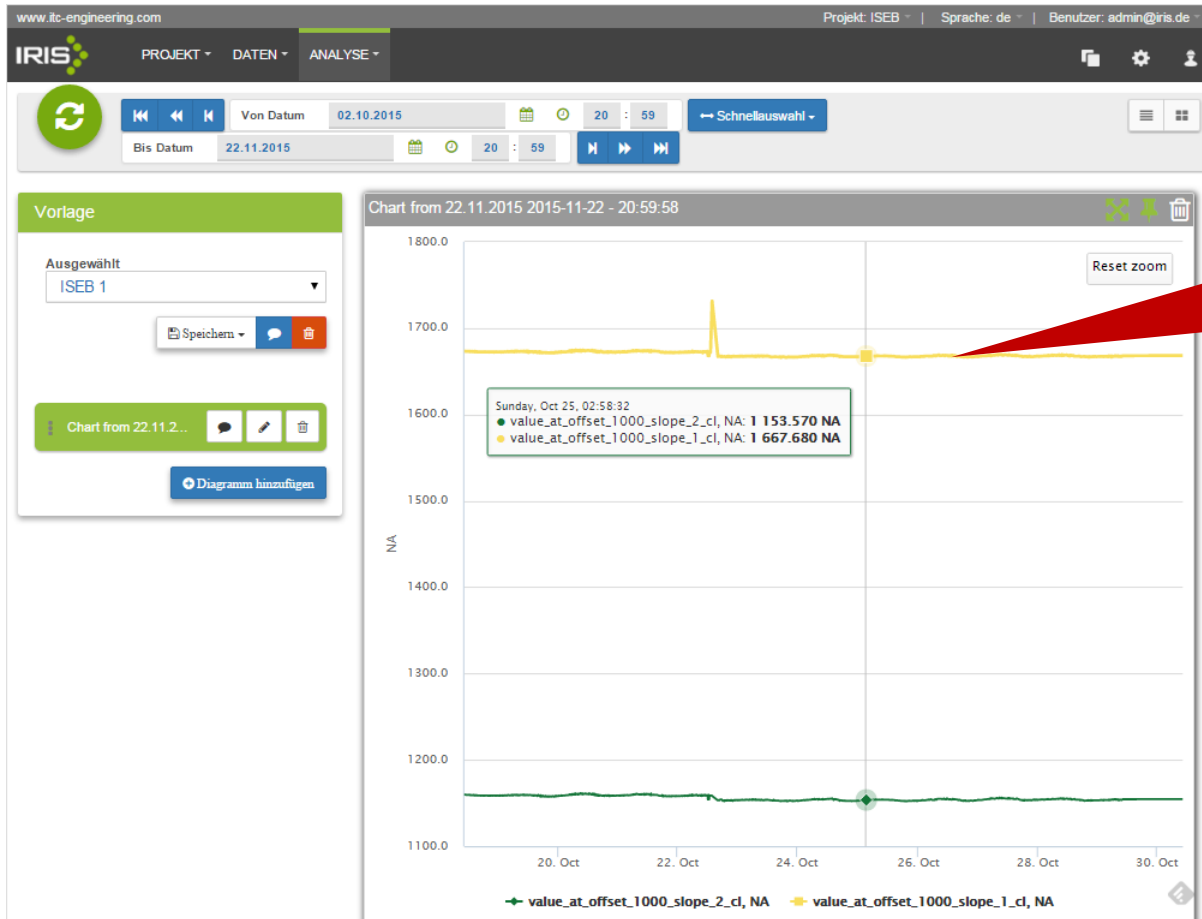
value_at_offset_1000_slope_2_ol n/a [n/a]

Sensorboard Designer oder Editor

Sensor Anzeige aktuelle Werte

UMSETZUNG

BRÜCKENMONITORING MIT DEM WEB-BASIERTEN IRIS SYSTEM



Interaktives Multi Chart
Modul für performante
Auswertung großer
Datenmengen

UMSETZUNG

SYSTEMINSTALLATION AUF DER NECKARTALBRÜCKE

FUNKSENSOR IM HOHLKASTEN



FUNKSENSOR MIT VERKABELUNG



GNSS ANTENNE AM BRÜCKENOBERBAU



EINRICHTUNG SENSORNETZWERK



TEST DES FUNKSENSORS



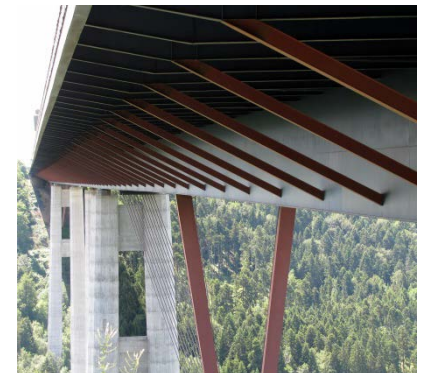
AUFBAU FUNKSENSOR



SENSORAUFBAU MIT NEIGUNGSSENSOR



BRÜCKENUNTERBAU



FAZIT

Entwicklung und Installation eines innovatives und energieeffizienten Funknetzwerkes sowie eines GNSS Netzes auf der Neckarbrücke Weitingen wurde abgeschlossen.

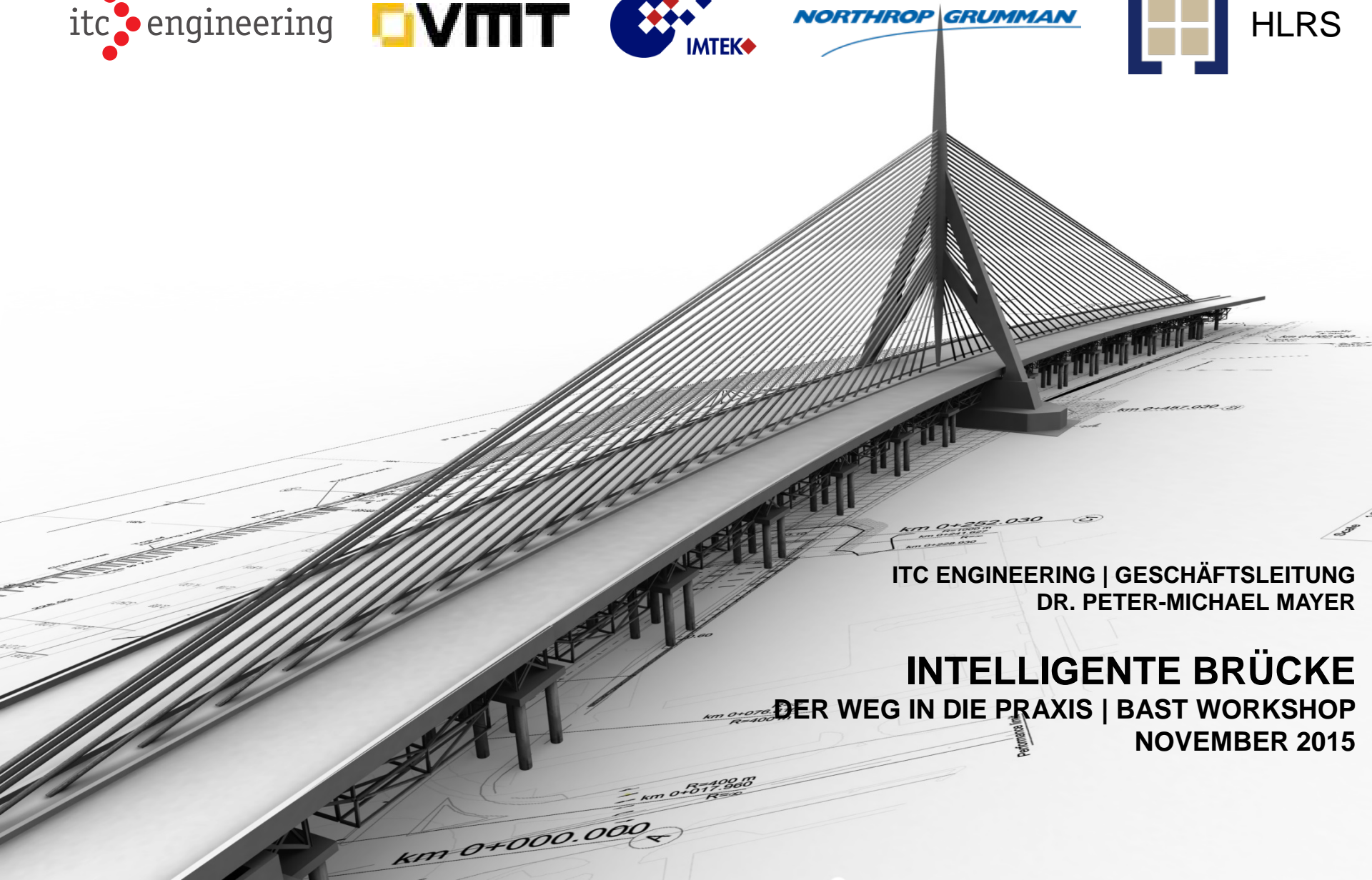
Entwicklung und Installation eines hochpräzisen und langzeitstabilen 1-achs Lagesensors wurde erfolgreich beendet. Ein Ausbau auf einen 3-achs Sensors ist möglich.

Installation eines Präzisionsmesssystem auf GPS Basis wurde abgeschlossen, Die Datenauswertung hat begonnen.

Ein leistungsfähiges web-basiertes Monitoringsystem wurde entwickelt und steht für die Langzeitüberwachung von Brücken als Pilotsystem zur Verfügung.



NORTHROP GRUMMAN



**ITC ENGINEERING | GESCHÄFTSLEITUNG
DR. PETER-MICHAEL MAYER**

**INTELLIGENTE BRÜCKE
DER WEG IN DIE PRAXIS | BAST WORKSHOP
NOVEMBER 2015**