



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK



coalesenses

roch · services · gmbh



*iBAST:
Sensornetze zur
Brückenüberwachung*

30. November 2015

- Projektpartner
- Ziele
- Bauwerk
- Architektur
- Hardware
 - Gateway
 - Sensorknoten
- Software
 - Sensornetz
 - Backend
 - Benutzungsschnittstelle
- Außendarstellung

- Großteil der Brücken aus den 60er und 70er-Jahren
- meist aus Beton
- fortwährendem Alterungs- und Schädigungsprozess ausgesetzt
- nach 40 Jahren (heute) besteht erhöhtes Schädigungspotenzial
- kontinuierliche Überwachung und Instandhaltung
- erhebliche Kosten

- System einfach und kostengünstig individuell an eine Brücke anpassen
- Schadensverursacher identifizieren und Schäden erkennen, wenn eine Reparatur noch nicht kostspielig ist
- Manuelle Inspektionen nicht ersetzen, sondern ergänzen
- Fernziel: Flächendeckende Dauerüberwachung von Brücken mittels Sensornetzen
- Baukastensystem, aus dem die passende Konfiguration je nach Brücke zusammengesetzt werden kann



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK



- Aufgabenbereiche
 - SW-Entwicklung Backend
 - Ereignisbasierte Messwerverfassung und Datenreduktion
 - Benutzungsschnittstelle

coalesenses



- Aufgabenbereiche
 - Hardware-Entwicklung
 - Gateway
 - Sensoren
 - Installation
 - Wartung

roch·services·gmbh



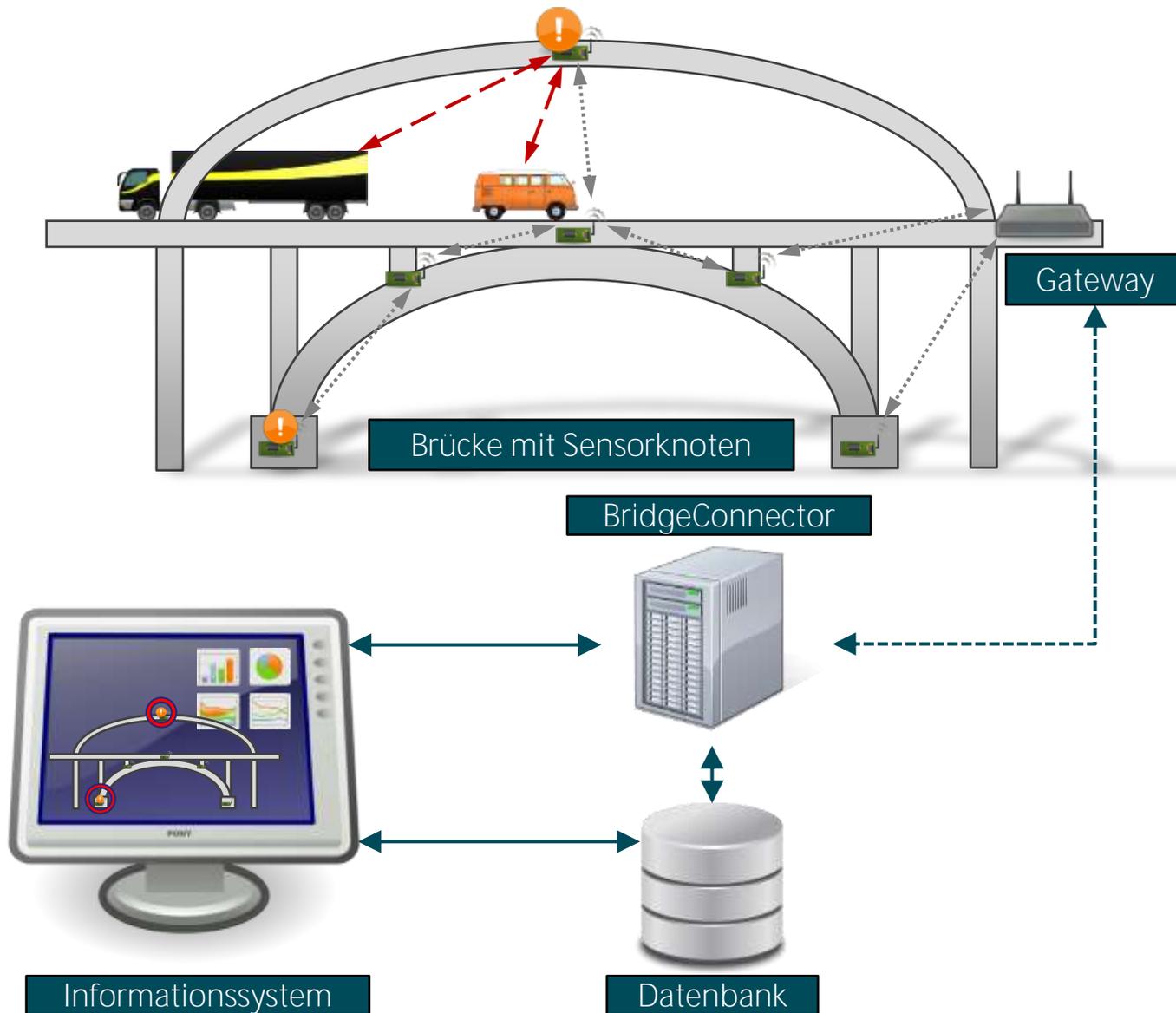
- Aufgabenbereiche
 - Schnittstelle zwischen Brücke und EDV
 - Auswahl eines geeigneten Bauwerkes / Studium der Brücke
 - Arbeitssicherheit vor Ort an der Brücke
 - Sensordatenanalyse
 - Dateninterpretation

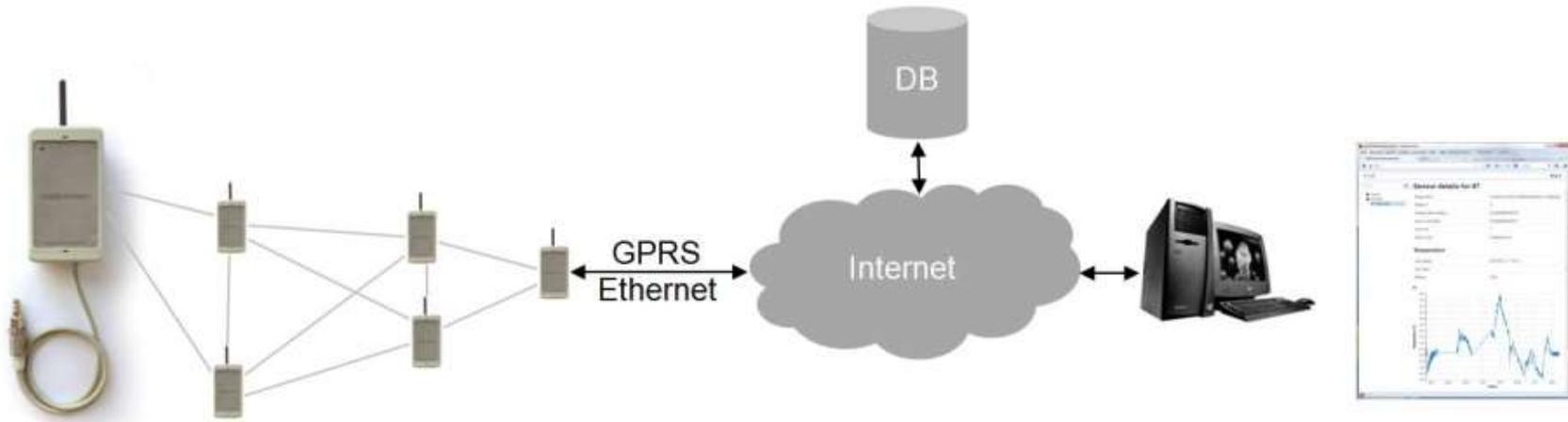
- Standort: Bad Segeberg
- Baujahr: 1967
- Bauart: Spannbeton-Hohlkasten-Brücke
- Straßen unten: B 206
- Straße oben: B 432



- Fahrbahnplatte: Längsrisse mit Aussinterungen
 - Längsträger: Horizontalrisse mit Aussinterungen
 - Querträger: Längs- und Schrägrisse
 - Bodenplatte: Querrisse
-
- Risse haben Rissbreiten im Mittel von ca. 0,3 mm
 - Z. T. haben sich sanierte Risse wieder geöffnet

Architektur



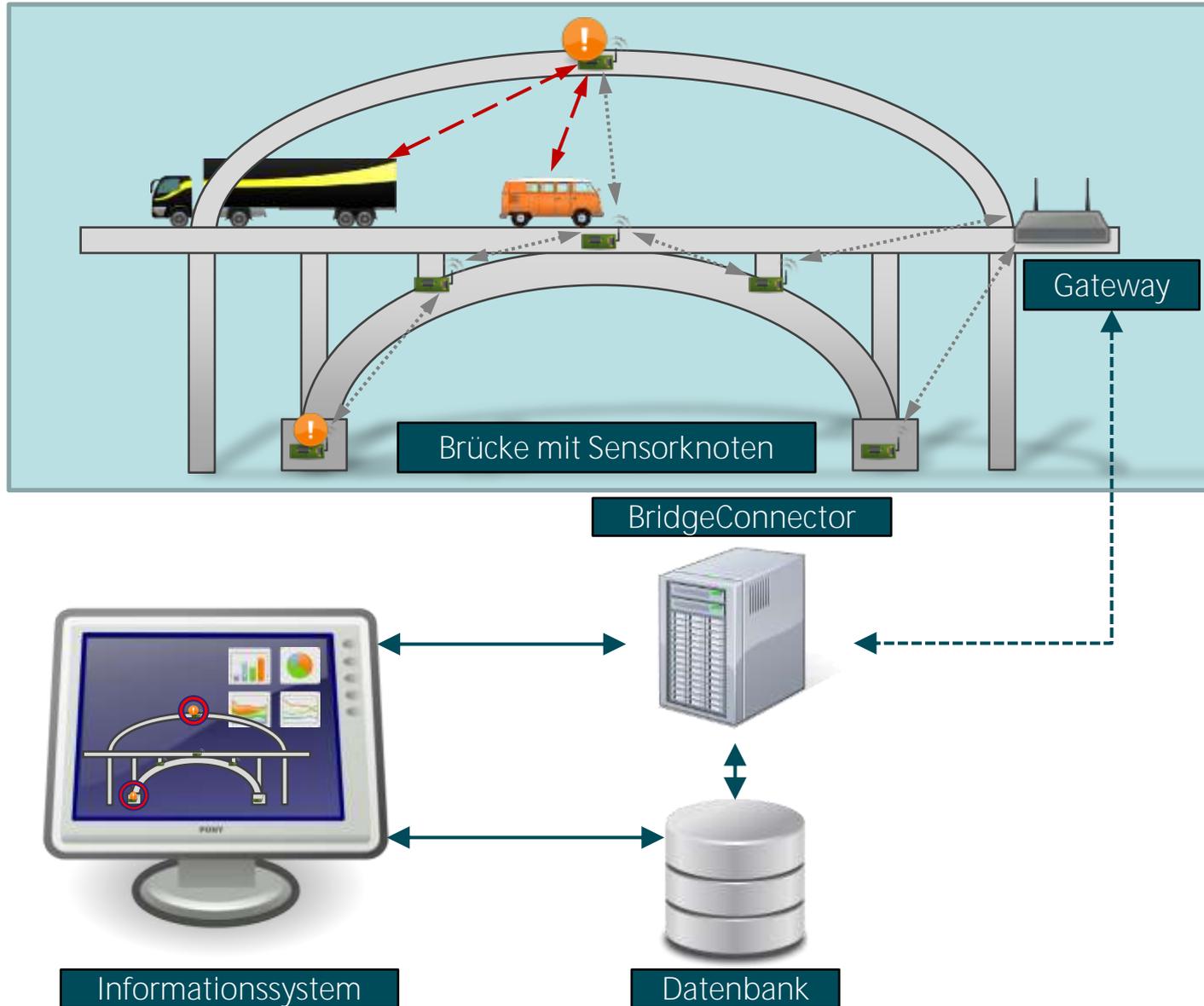


Funkvernetztes Messsystem

Gateway

Datenbankserver mit Web-basierten Zugriff

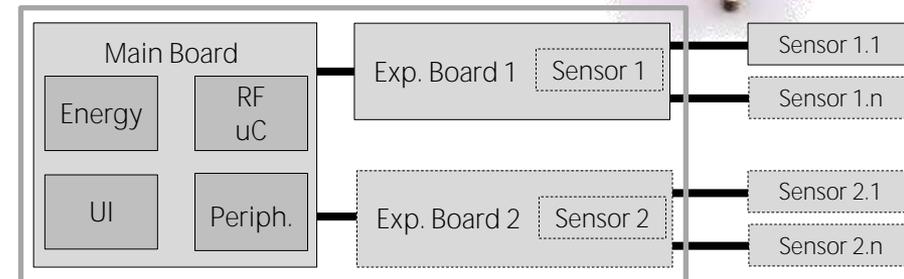
Architektur



- Erweiterung der bestehenden Hardwareplattform basierend auf iSense Softwareplattform
- Innovative Integration bestehender Sensorelemente
 - hohe Präzision der Messungen
 - extrem geringer Stromverbrauch bei niedriger Betriebsspannung
- Energieversorgung
 - Lange Autonomie, solare Energiegewinnung erproben
- Sensorknoten
 - Extrem stromsparend
 - Robust und zuverlässig
 - Zuverlässige Kommunikation

HW – Gerätekonzept

- Ein Gerät für möglichst vielfältige Sensoren
 - Modularer Aufbau
 - Hauptplatine
 - RF-Kommunikation und Prozessor
 - Flashspeicher und microSD Karte
 - Hochpräzise Echtzeituhr
 - Erweiterbarkeit und Flexibilität durch Erweiterungsboards
 - Interne und/oder externe Sensoren
- Möglichkeiten der Energieversorgung
 - 2x 1.5V Zelle (AA ~2Ah bis zu D ~18Ah)
 - 1x oder 2x 3.6V Lithium Primärbatterie (bis zu ~36Ah)
 - Solarpanel mit externem 12 V Akku
 - Solarpanel mit internem 3.6V Akku
 - DC Spannung
 - 5V, 12V, ..., 24V
- Benutzerschnittstelle
 - 3-Farben LED
 - Optionales Display mit Dreh-/Drücksteller



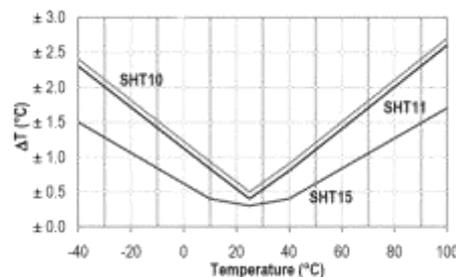
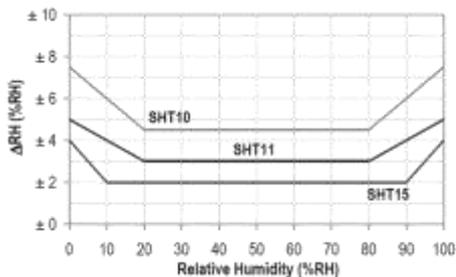
HW – Gateway

- 30W Solarpanel
- Laderegler
- GPRS Modem
- Gateway



HW – Wettersensor

- Windsensor
 - Windgeschwindigkeit: 0..180 km/h
 - Windrichtung: 1..360 ° mit $\sim \pm 15^\circ$ Genauigkeit
- Regensensor
 - Auflösung: 0,2mm Regen
- Luftdruck
 - Auflösung 0,1 mbar
- Temperatur
 - Auflösung 0,1°C
- Luftfeuchtigkeit
 - Auflösung 0,1%

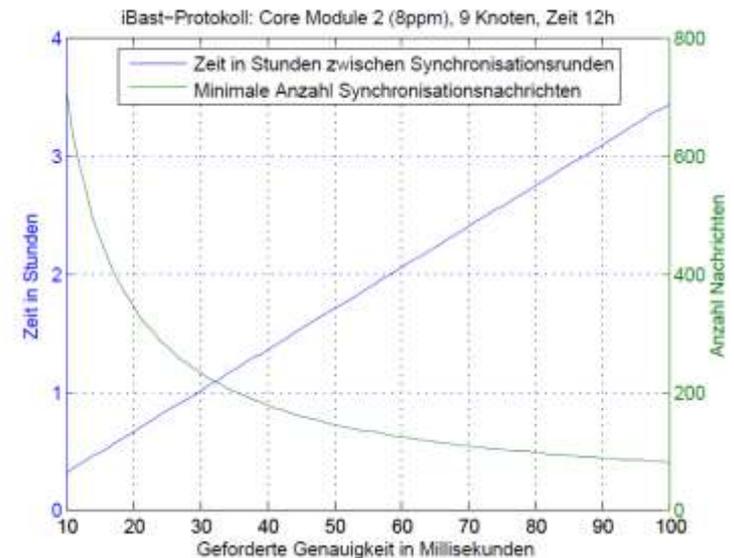


HW – Rissüberwachung

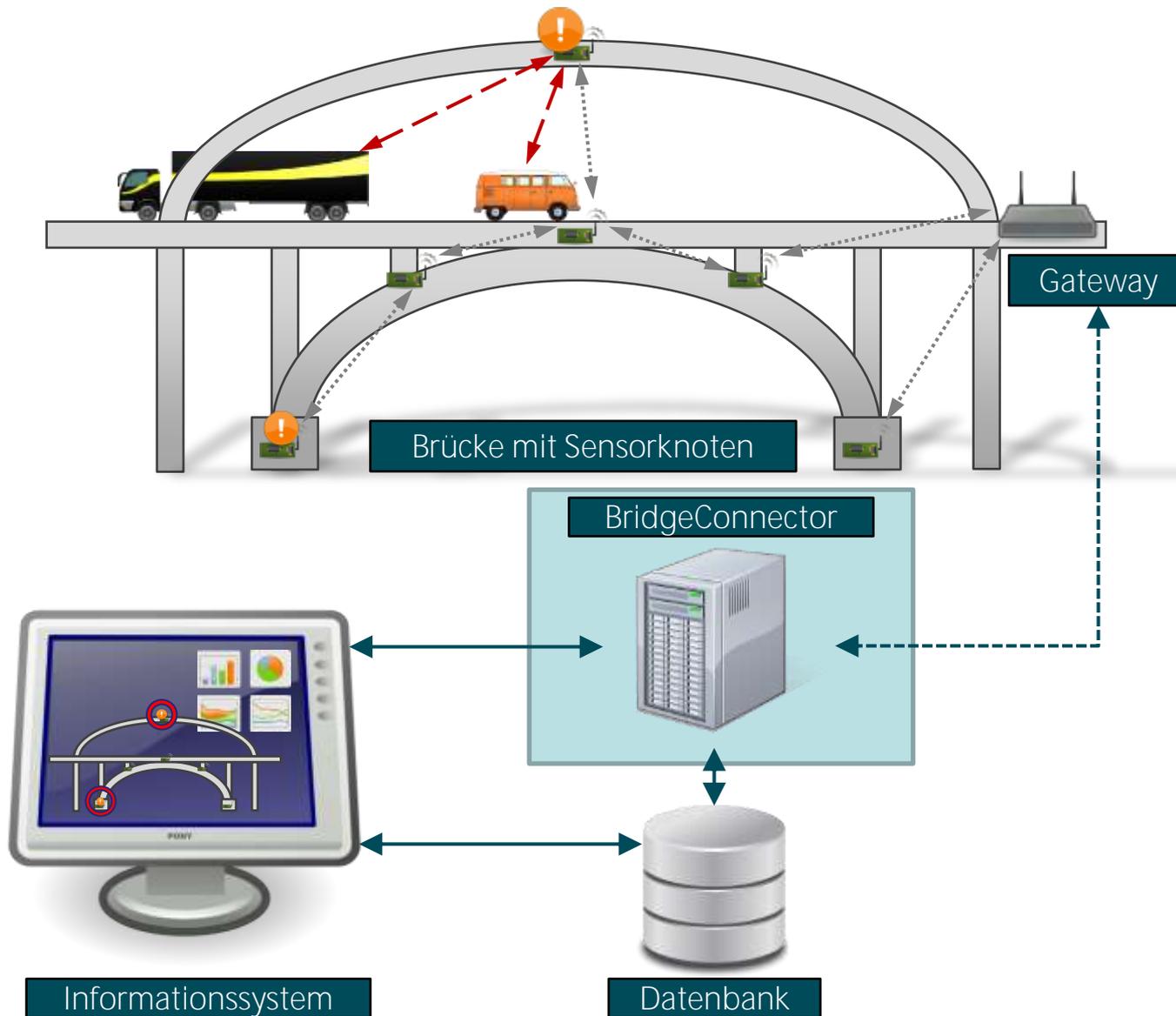
- SamCell DMS
 - Sensitivität: $2,048\text{mV}/(\mu\text{m}/\text{m})$
 - Halbbrücke mit $17\text{k}\Omega$
 - $120\mu\text{A}$
 - IP65
- Weggeber max. 50mm
 - Auflösung: $0,01\text{ mm}$
 - Temp.-Drift $< 1,5\text{ ppm}/^\circ\text{C}$
 - Linearität $\pm 0,05\%$
 - $5\text{k}\Omega$
 - $409\mu\text{A}$
 - IP 65/67



- Datensammeln im drahtlosen Sensornetz
- Weiterleitung der Daten zum Gateway
 - Low power listening radio (~2.5% duty cycle)
 - Tree Routing
 - Genauigkeitsgetriebene Zeitsynchronisation
- GPRS-Verbindung zum BridgeConnector

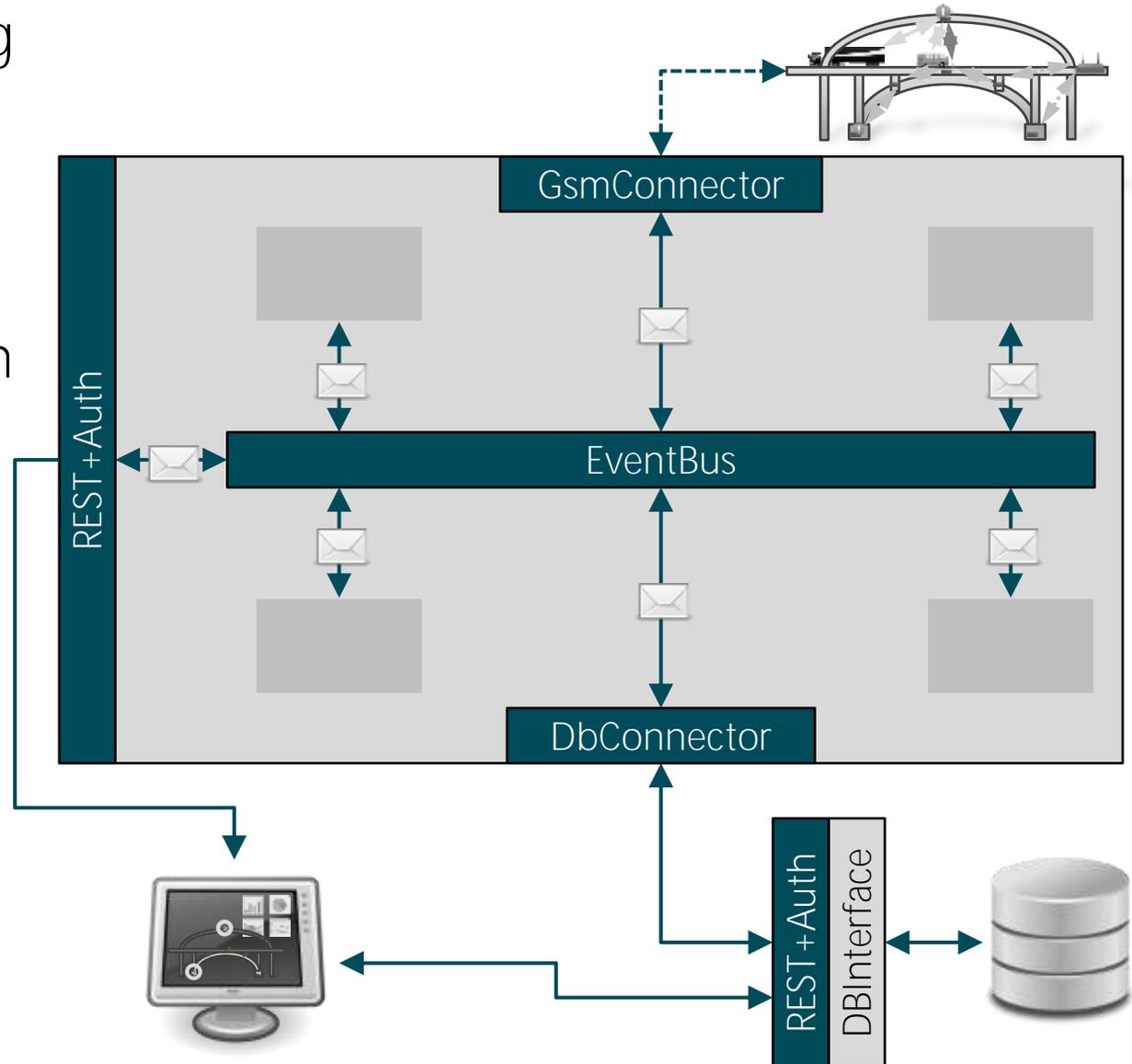


Architektur



SW – BridgeConnector

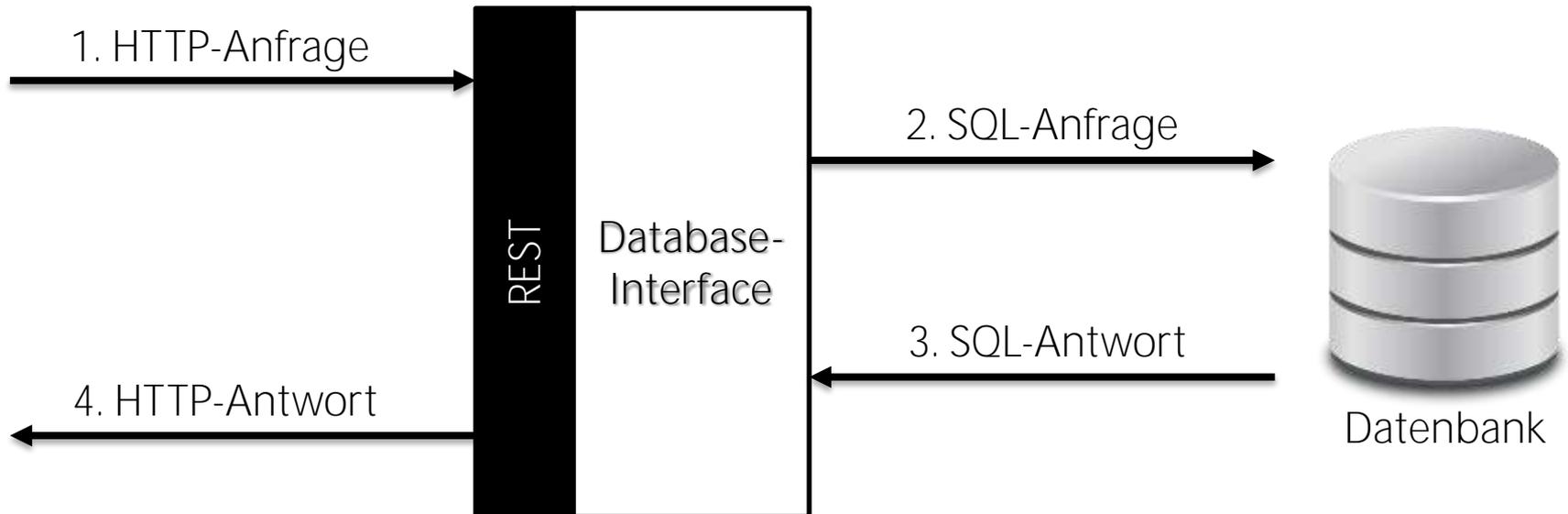
- Protokollübersetzung
- Ver-/Entschlüsselung
- Authentifizierung
- Flexibilität und Erweiterbarkeit durch lose Kopplung



- MySQL Datenbank
 - Speichert alle anwendungsspezifischen Daten
 - Brücken
 - Benutzer
 - Rechte
 - Sensorwerte
 - Medien
 - ...

SW – Database Interface

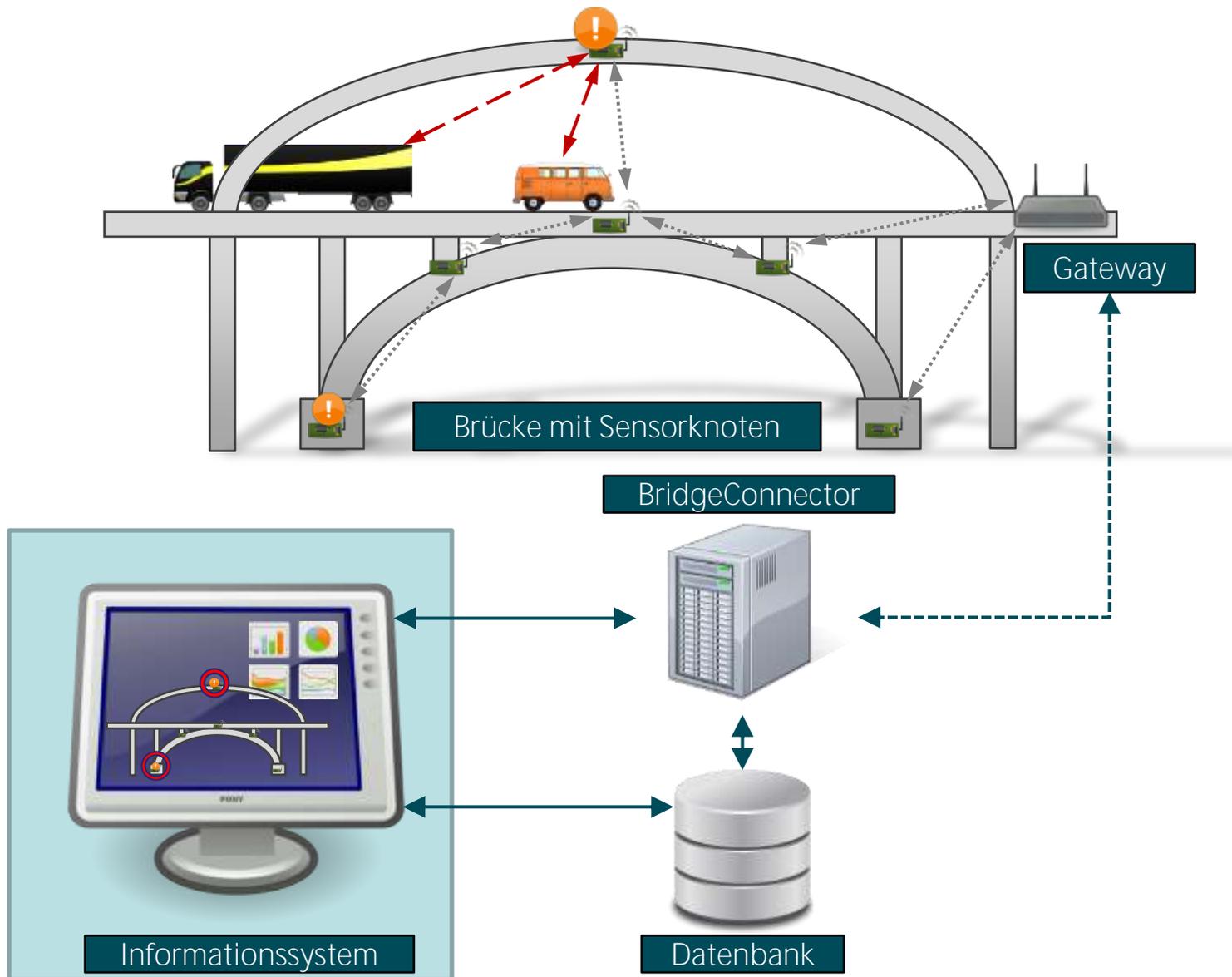
- Schnittstelle zwischen HTTP (Client) und SQL (Datenbank)



HTTP	SQL
GET	SELECT
POST	INSERT
PUT	UPDATE
DELETE	DELETE

- Verschlüsselung auf Transportebene mittels HTTPS (RFC 2818)
- Authentifizierung mittels HTTP Authentication (RFC 2617)
 - u.a. LDAP (RFC 4511)
- Flexibilität und Erweiterbarkeit durch lose Kopplung
 - Datenbank kann einfach ausgetauscht werden
 - Kann von beliebigen HTTP-Clients verwendet werden

Architektur



- Moderne Browser als plattformunabhängige Benutzerschnittstelle
 - HTML5 APIs: HTML + CSS + JavaScript
 - File API
 - Formulare
 - XMLHttpRequest (AJAX)
 - Modulbasiert und damit einfach erweiterbar
 - Responsive Design
 - Verschiedene Geräteklassen
 - Verschiedene Auflösungen
 - Verschiedene Browser
 - Internationalisierung (i18n)



- Prof. Dr. Stefan Fischer
Universität zu Lübeck
Institut für Telematik
Ratzeburger Allee 160
23562 Lübeck

Tel.: 0451 500 5380

Email: fischer@itm.uni-luebeck.de

WWW: <http://www.itm.uni-luebeck.de>