

Die Dresdner Messstraßenbahn

**Ein Erprobungsträger für Messtechnik,
Langzeitbeobachtung und Ausbildung**



Prof. Dr.-Ing. Michael Beitelschmidt
Dipl.-Ing. Matthias Harter
Dipl.-Ing. Gero Zechel
Dipl.-Ing. Gunther Dürirschmidt

Agenda

1. Einleitung

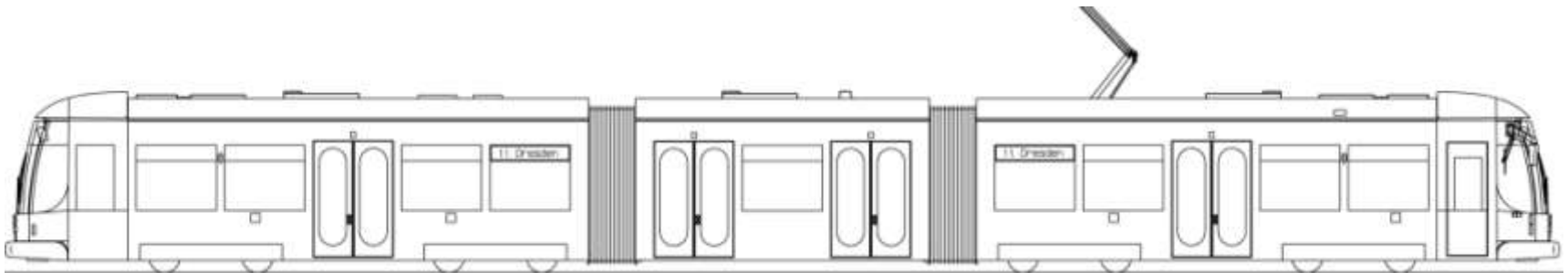
2. Messtechnik

3. Datenerfassung

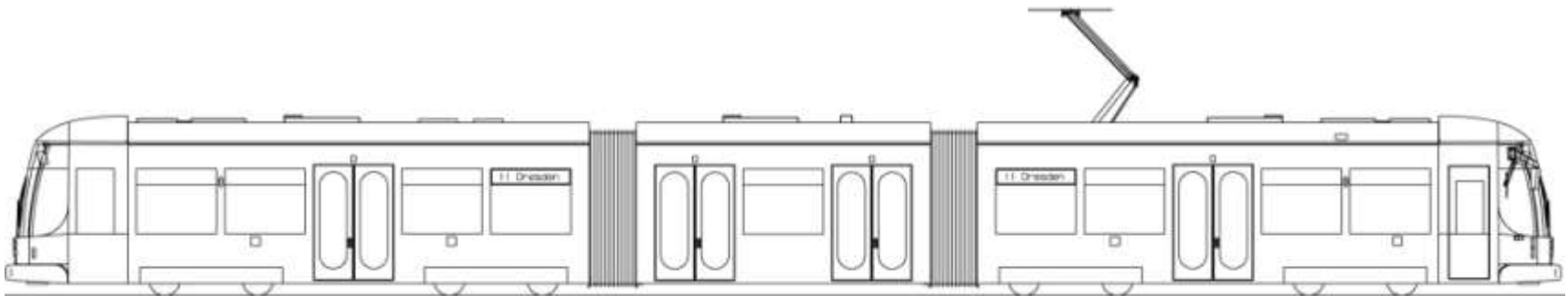
4. Datenauswertung

5. Ausblick

- Rollender Praktikumsplatz für die Ausbildung von Studenten:
 - Schienenfahrzeugtechnik
 - Messtechnik
 - Schienenfahrzeug-Mess- und Diagnosetechnik
- Test von Messtechnik / Messprinzipien
- Automatisierte Langzeitbeobachtung von Fahrzeug und Gleis
- Gezielte Messungen zur Validierung von Simulationen



- Zehn Projektpartner aus Wirtschaft und Wissenschaft
- Beteiligungsprojekt – kein Geldfluss zwischen den Projektpartnern
- Vereinbarte Projektdauer: mindestens 5 Jahre
- Messtechnikausrüstung der Straßenbahn ab Werk
- Einsatz im regulären Fahrgastbetrieb im Netz Dresden
- Serienfahrzeug Bombardier NGTD8DD







Juli 2007:

Projektbeginn

Mai 2008:

Abschluss der Planungsphase

Juni 2008:

Fertigungsbeginn

März 2009:

Feierlicher Roll-out



Agenda

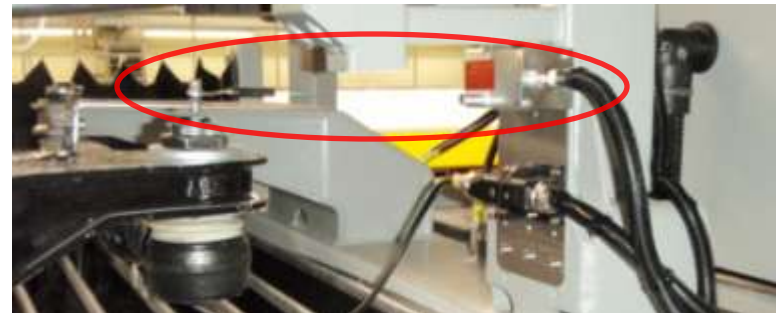
1. Einleitung
2. Messtechnik
3. Datenerfassung
4. Datenauswertung
5. Ausblick

- Wege / Auslenkungen
 - Strukturdynamik (unterer Frequenzbereich)
- Beschleunigungen
 - Fahrzeugdynamik, Strukturdynamik (mittlerer Frequenzbereich)
 - Körperschall
- Dehnungen
 - Strukturspannungen im Wagenkasten, Gelenkkräfte
- Elektrische Größen
 - Fahrdraht, Antriebstechnik, Abwärme
- Umgebung
 - Fahrzeugverortung, Umgebungstemperatur
 - Luftschall

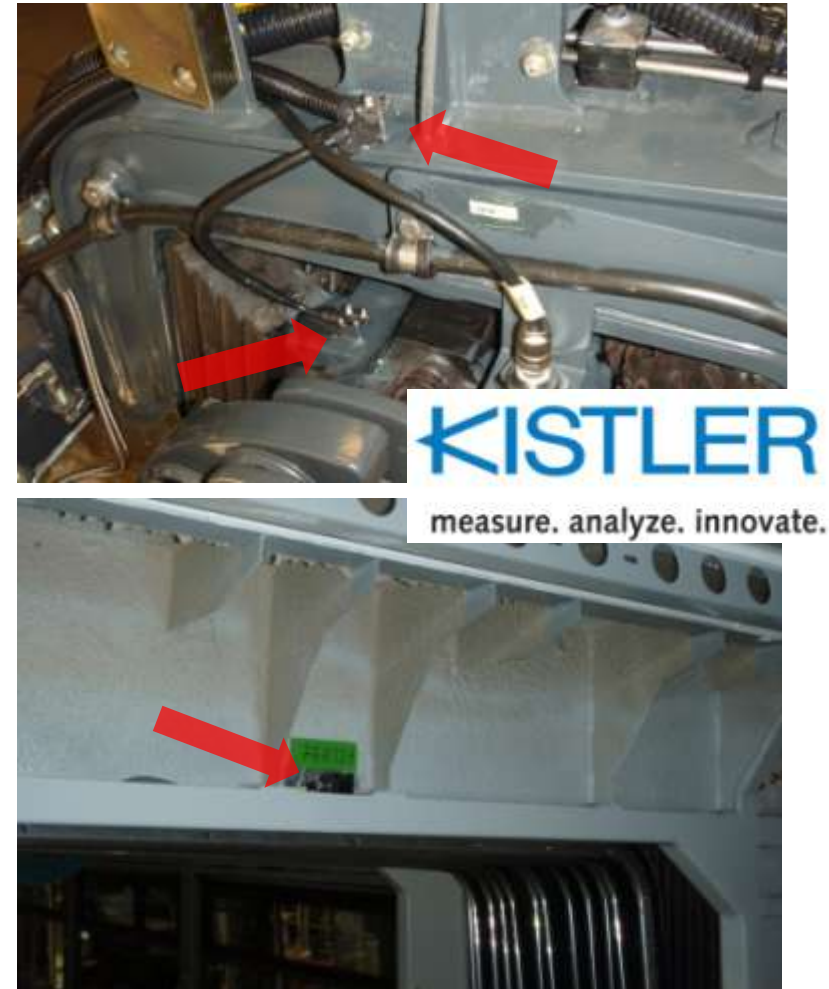
- Berührungslose Messung am führenden Drehgestell
 - Induktiv (Primärfederweg)
 - Ultraschall (Sekundärf./ Ausdrehweg)



- Seilzugmessung auf dem Dach, Gelenk 1
 - Nickweg zwischen erstem und zweitem Wagenteil



- Messung am ersten Drehgestell
 - Triaxiale piezoelektrische Beschleunigungssensoren
 - 3x auf Radsatzlager, Drehgestellrahmen und HARTING Steckverbinder
 - Hochfrequente Messung bis 25 kHz möglich
- Messung am Wagenkasten
 - Triaxiale kapazitive Beschleunigungssensoren
 - 6x verteilt am 1. Wagenteil
 - 1x am 2. Wagenteil (Sänfte)
 - Niederfrequente und statische Beschleunigungen messbar



- Messung am Wagenkasten
 - Dehnmessstreifen
 - 19 Positionen verteilt am gesamten Fahrzeug, insbesondere in den Gelenkbereichen, Fenstersäulen und Querträgern
 - Jeweils mit passivem Dehnmessstreifen zur Temperaturkompensation
 - Verschaltung zur Halbbrücke in HARTING Steckverbindern am Messort
- Messung am ersten Gelenk
 - Dehnungsmessung an Querlenker (Kalibriert zur Ermittlung der Querkraft)



- Fahrzeugverortung
 - GPS/GPRS-Modem über serielle Schnittstelle
 - Kombinierte GPS/GSM-Antenne
 - Position: höchster Punkt Fahrzeugdach
- Messung der Umgebungstemperatur
 - Pt100-Sensor
 - als Referenztemperatur
 - Messung geschützt unterflur

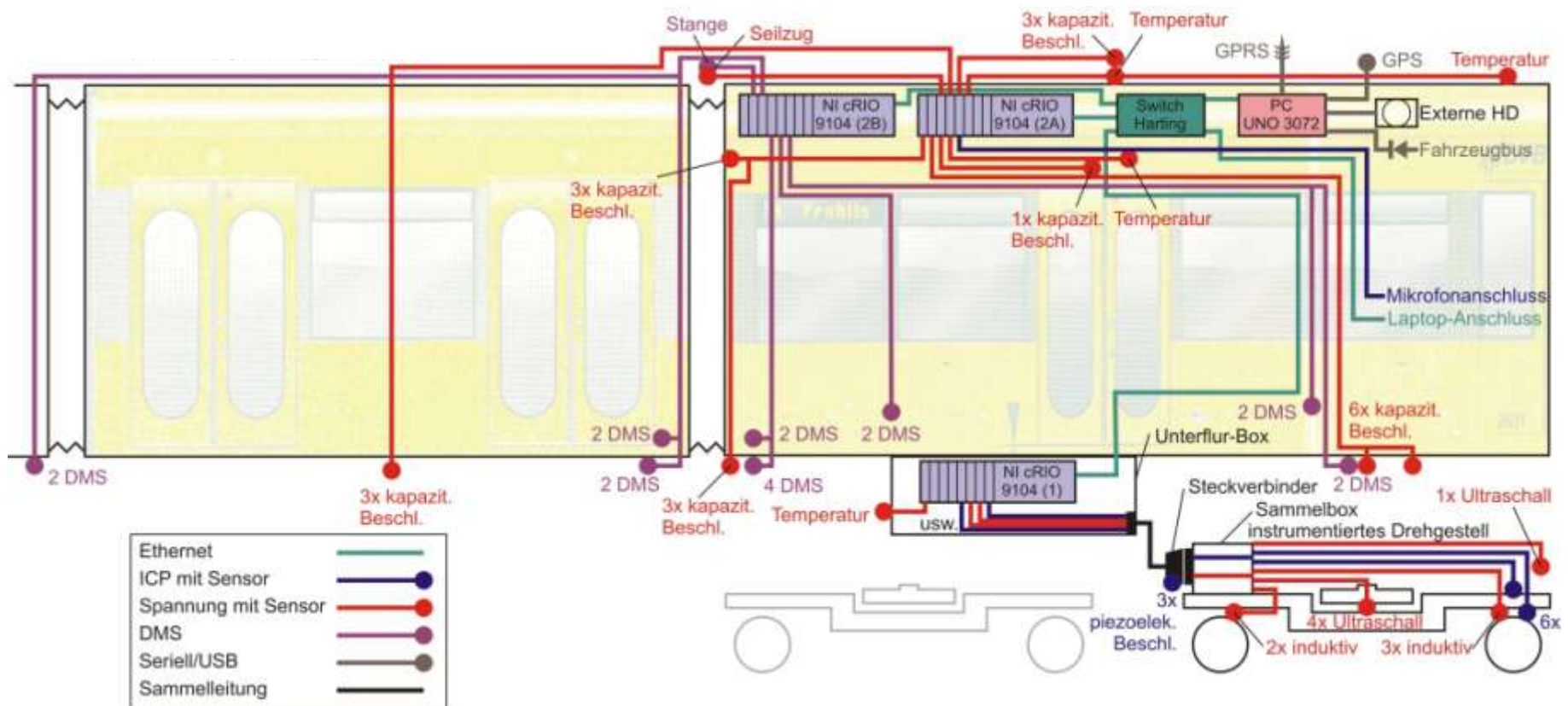


- Direkte Schnittstelle zum Fahrzeugbus
 - Lesezugriff auf den Fahrzeugbus
 - Erfassung von:
 - Antriebsmomenten, Spannungen, Strömen und Leistungen
 - Fahrgeschwindigkeit und Radsatzdrehzahlen
 - Logischen Signalen
- Messung der Temperatur in elektrischen Betriebsräumen
 - Pt100-Sensor
 - 3 Positionen (Traktionsumrichter, Fahrerklimagerät, Türantrieb)

MVB
Multifunction Vehicle Bus



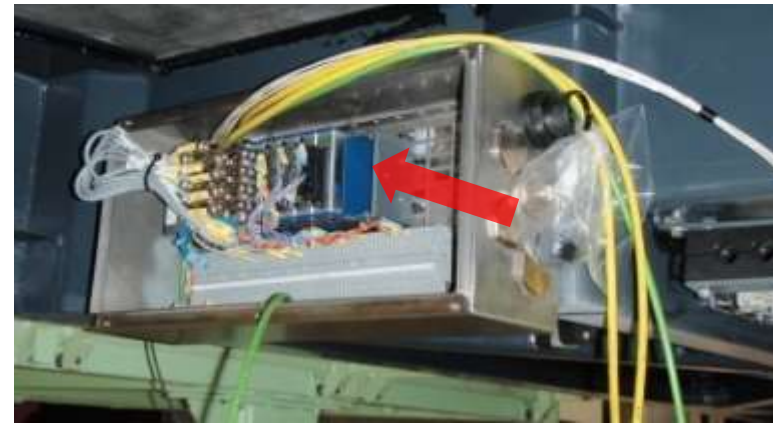
- 64 Sensorsignale
- 50 Signale aus dem Fahrzeugbus



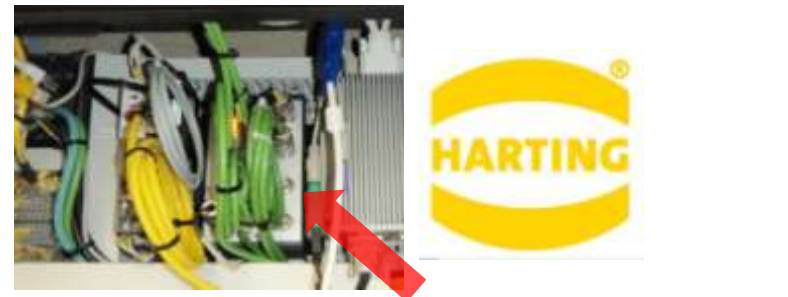
Agenda

1. Einleitung
2. Messtechnik
3. Datenerfassung
4. Datenauswertung
5. Ausblick

- Modulare Datenerfassungssysteme *compactRIO*
 - 2 Systeme in Dachvoute
 - 1 System in Unterflurbox hinter Drehgestell
 - Chassis mit Controller und auf Sensorik abgestimmten Modulen
 - Unabhängige Datenerfassung auf allen drei Systemen
 - Synchronisierung untereinander über Digitalein-/ausgänge
 - Datenerfassung mit verschiedenen Abtastraten (200 Hz – 25 kHz)
 - Minutenweises Zusammenfassen der Messdaten in Binärdateien



- 1,5 GHz Industrie-PC
 - Position: Voute Fahrgastraum
 - Zeichnet MVB- und GPS-Daten auf
 - Sammelt Messdateien von cRIO
 - Sendet Statusmeldungen und komprimierte Daten über GSM
- Externe 500 GB Festplatte
 - Archivierung (6GB Rohdaten/Tag)
 - Bei regulärer Wartung wechselbar
- Industrie-Ethernetswitch
 - Vernetzt 3 cRIO, Mess-PC und Ethernetanschluss im Fahrerraum



Vier Betriebsmodi sind vorgesehen:

1. Preview
 - Verifizierung und Live-Datensichtung
2. Automatische Messung
 - Datenerfassung im regulären Fahrgastbetrieb
 - Automatischer Start bei Aufrüsten der Straßenbahn
 - Automatisches Abschalten 15 Min nach Abrüsten der Bahn
3. Hochfrequenzmodus
 - Erfassung hochfrequenter Beschleunigungen und des Schalldrucks im Fahrgastraum
4. Präsentationsmodus
 - Live-Datenvisualisierung auf mehreren Laptops

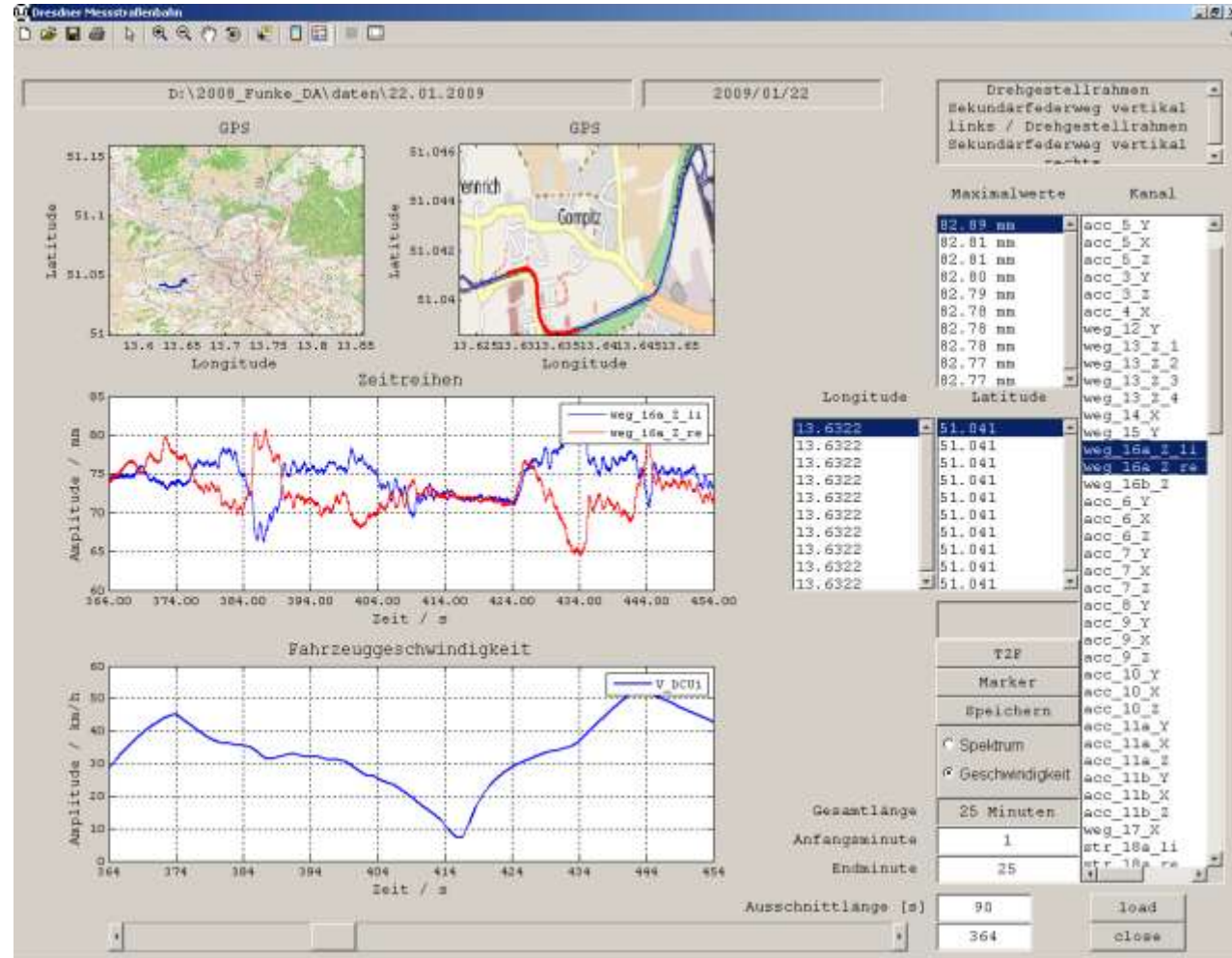


Agenda

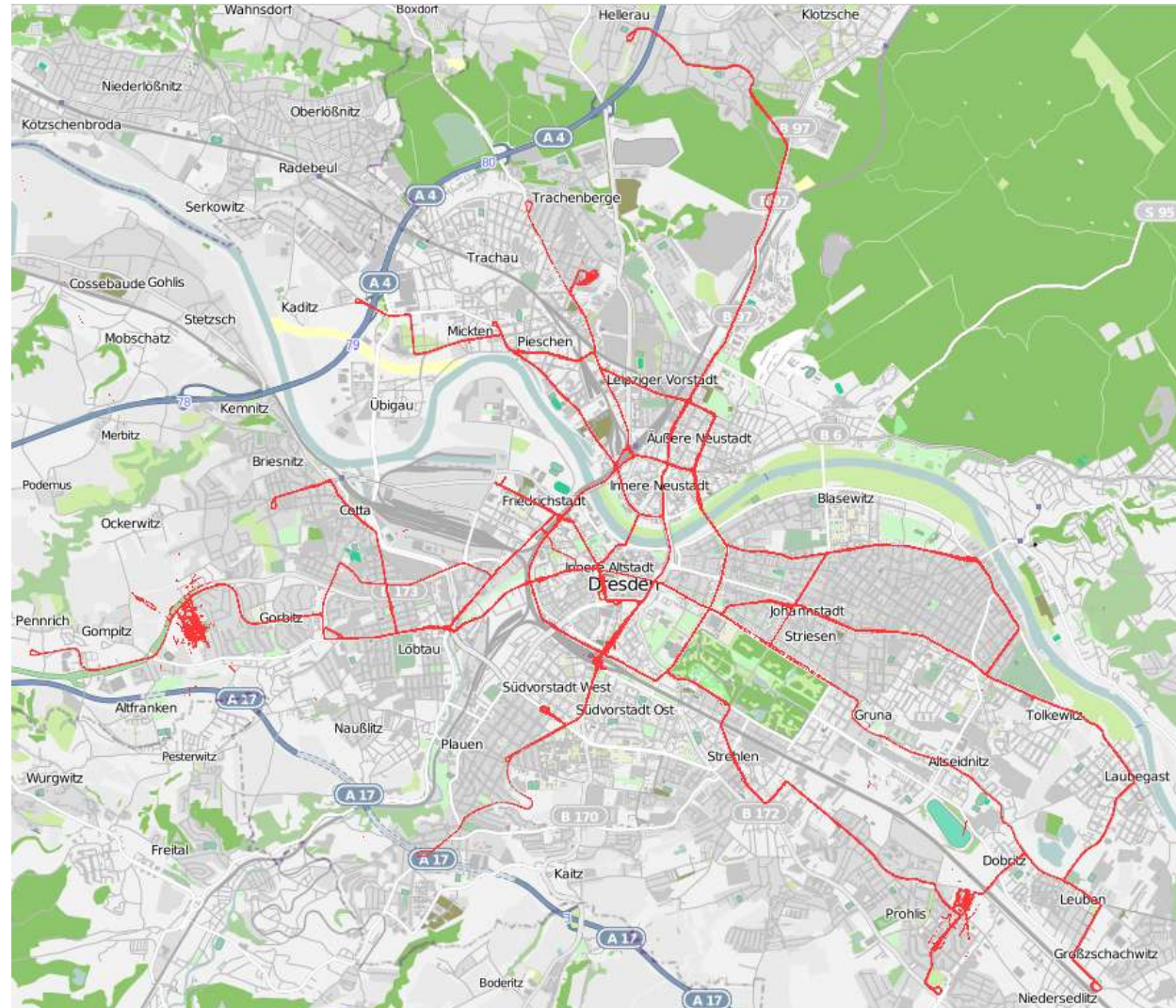
1. Einleitung
2. Messtechnik
3. Datenerfassung
- 4. Datenauswertung**
5. Ausblick



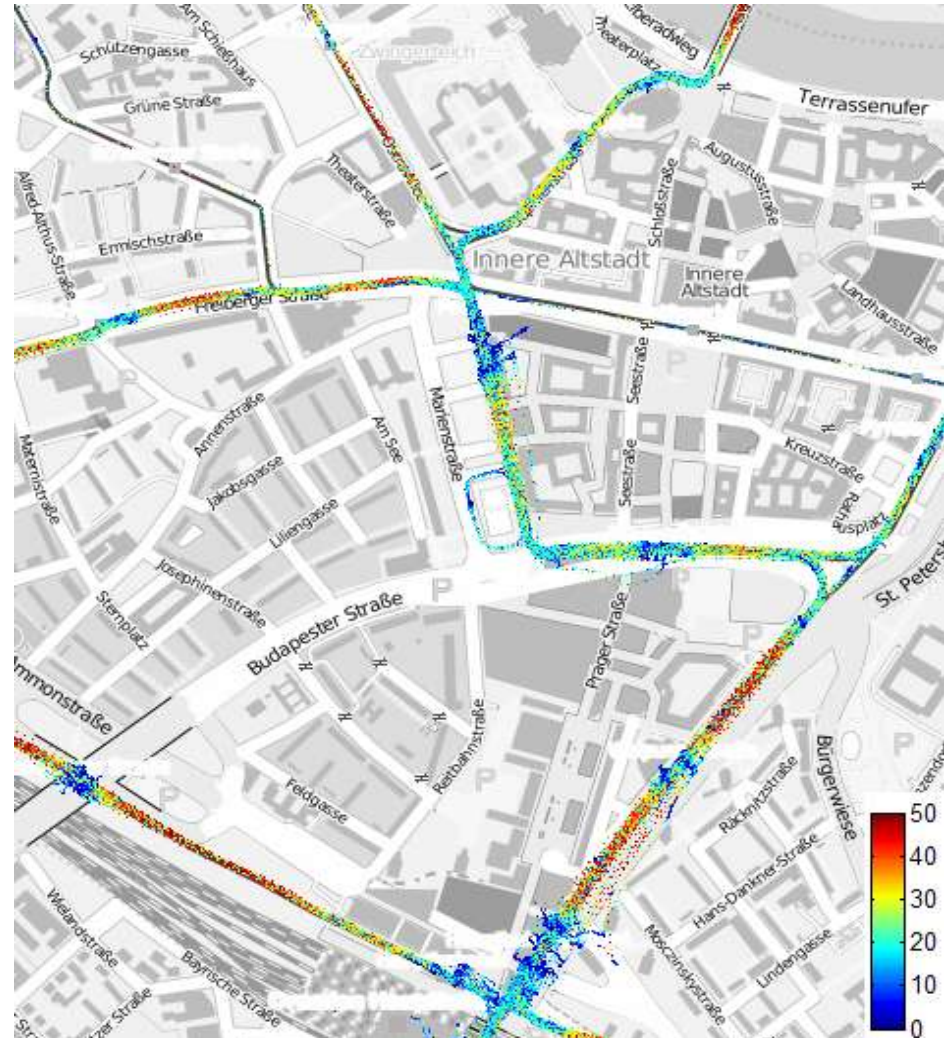
- Programm zur schnellen Datensichtung
 - Entstanden im Rahmen einer Diplomarbeit
 - Übersicht über archivierte Rohdatensätze
 - Finden von Extremwerten
 - Anzeige von Zeitverläufen und Signalspektren



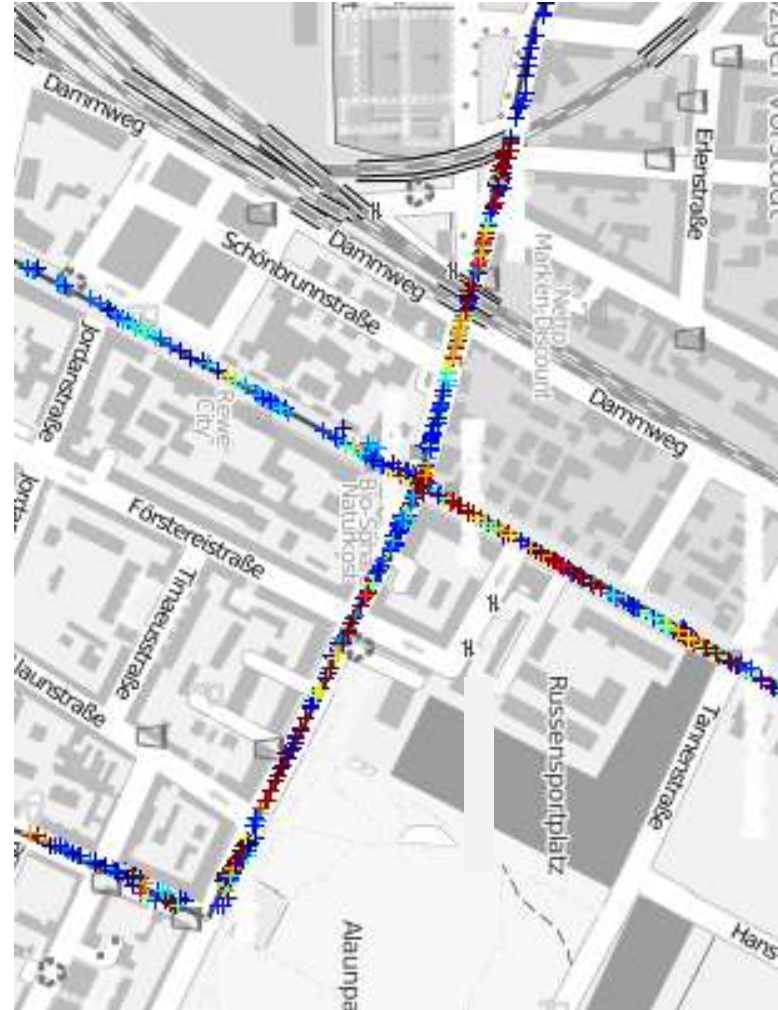
- Entwicklung von Algorithmen zur statistischen Auswertung der Langzeitmessung
 - Stapelverarbeitung aller Messdateien mit konkretem Untersuchungsziel
 - *Abbildung:* Orte aller Messwerte über ca. 100 Betriebstage (ca. 5 Mio Punkte)



- Die Ortszuordnung anderer Messwerte ist möglich
- *Abbildung:* Farbcodierte Darstellung der Fahrgeschwindigkeit am Ort ihres Auftretens (Ausschnitt, ca. 0,5 Mio Punkte)



- Dabei können auch höherfrequente Signale zeitlich zusammengefasst dargestellt werden
- *Abbildung:* Farbcodierte Darstellung des RMS-Werts der Radsatzbeschleunigung am Ort ihres Auftretens
- Hilfreich zur Abschätzung der Gleisqualität



Agenda

1. Einleitung
2. Messtechnik
3. Datenerfassung
4. Datenauswertung
5. Ausblick

- Gezielte Auswertungsprojekte an der TU Dresden und bei den Partnerunternehmen haben begonnen
- Das Studentenpraktikum kann weiter ausgebaut, weitere Studien- und Diplomarbeiten im Rahmen der Messstraßenbahn durchgeführt werden

