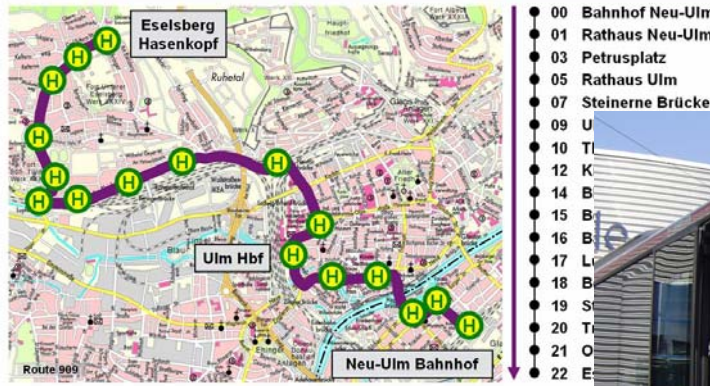
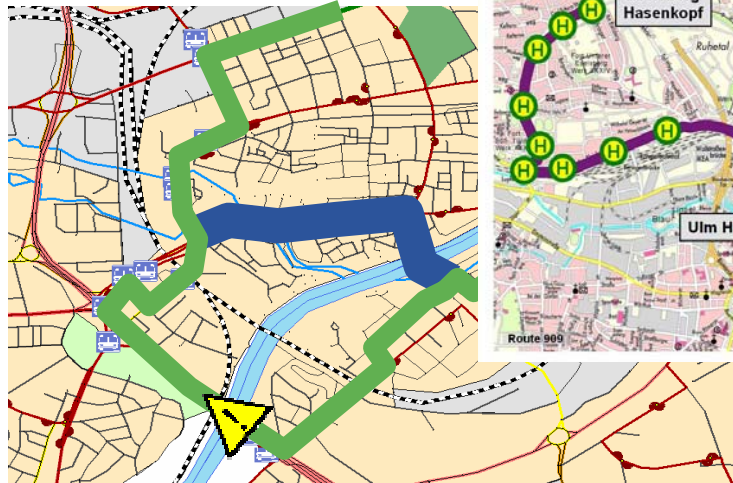


Linie 6 Neu-Ulm - Eselsberg



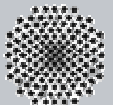
Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen
 Pfaffenwaldring 7
 70569 Stuttgart
 Telefon (0711) 685-6368
 Telefax (0711) 685-6666
 eMail: post@ievvwi.uni-stuttgart.de
 Homepage: <http://www.uni-stuttgart.de/iev>



Innovative Dienste der GeoRBL

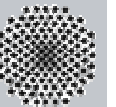
GeoLeitsysteme und Qualitätssicherung bei Fahrplanerstellung und Betrieb im ÖV

ETH Zürich, 30.03.06



Gliederung

1. Thematische Einleitung
 - ÖPNV-Betrieb
 - Störfallmanagement
2. Entwicklung der GeoRBL
3. Innovative Dienste der GeoRBL
 - Störfallmanagement
 - Lernendes System
 - Dynamische Fahrgastinformation
 - Flexi-Bus-Verkehre
4. Ausblick



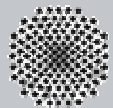
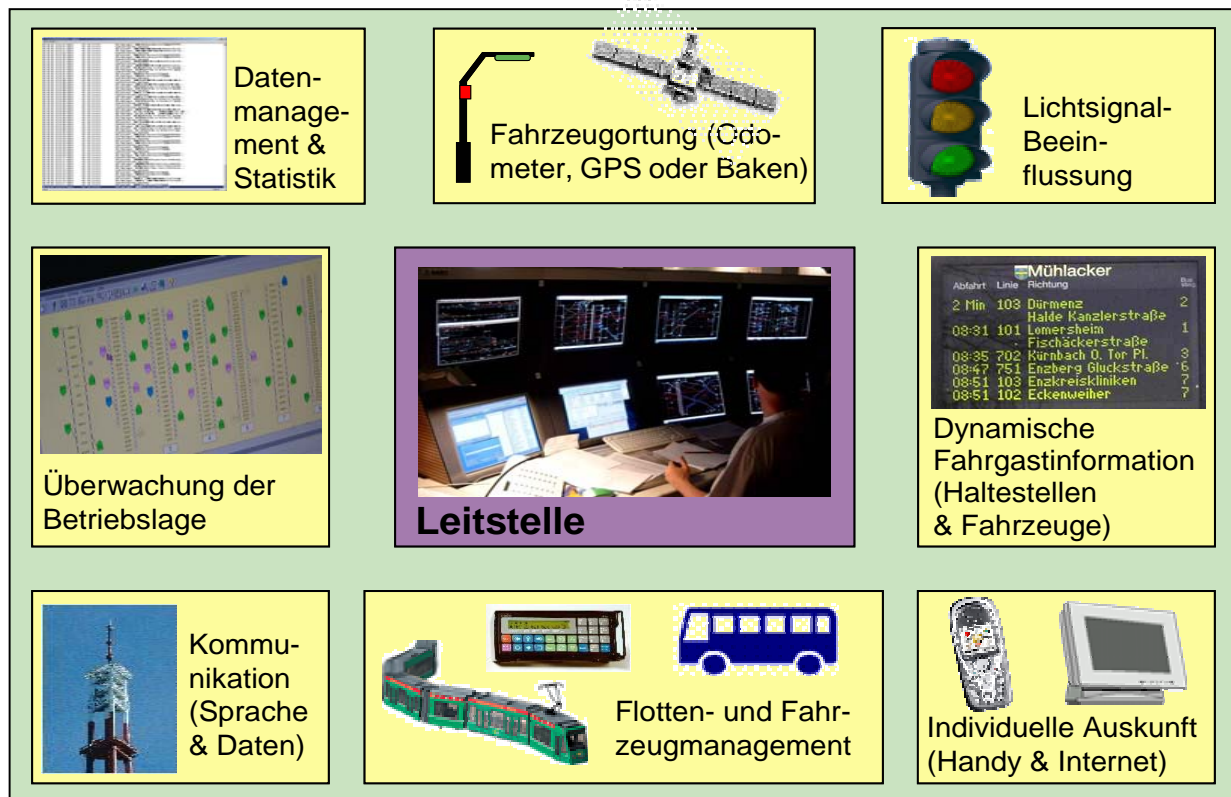
ÖPNV-Betrieb in Verkehrsunternehmen

Zielstellung: Pünktlicher und zuverlässiger Betrieb im ÖPNV

Bedingung: Kenntnis über die aktuelle Betriebslage

- Wo befinden sich die Fahrzeuge?
- Wo müssten sie laut Fahrplan sein?
- Gibt es Abweichungen (z. B. Verspätungen)?

Die Betriebslage wird in der Leitstelle des Verkehrsbetriebes gesteuert. Zur Unterstützung der Disponenten werden rechnergestützte Betriebsleitsysteme (RBL, seit neuesten ITCS) eingesetzt.

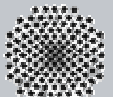
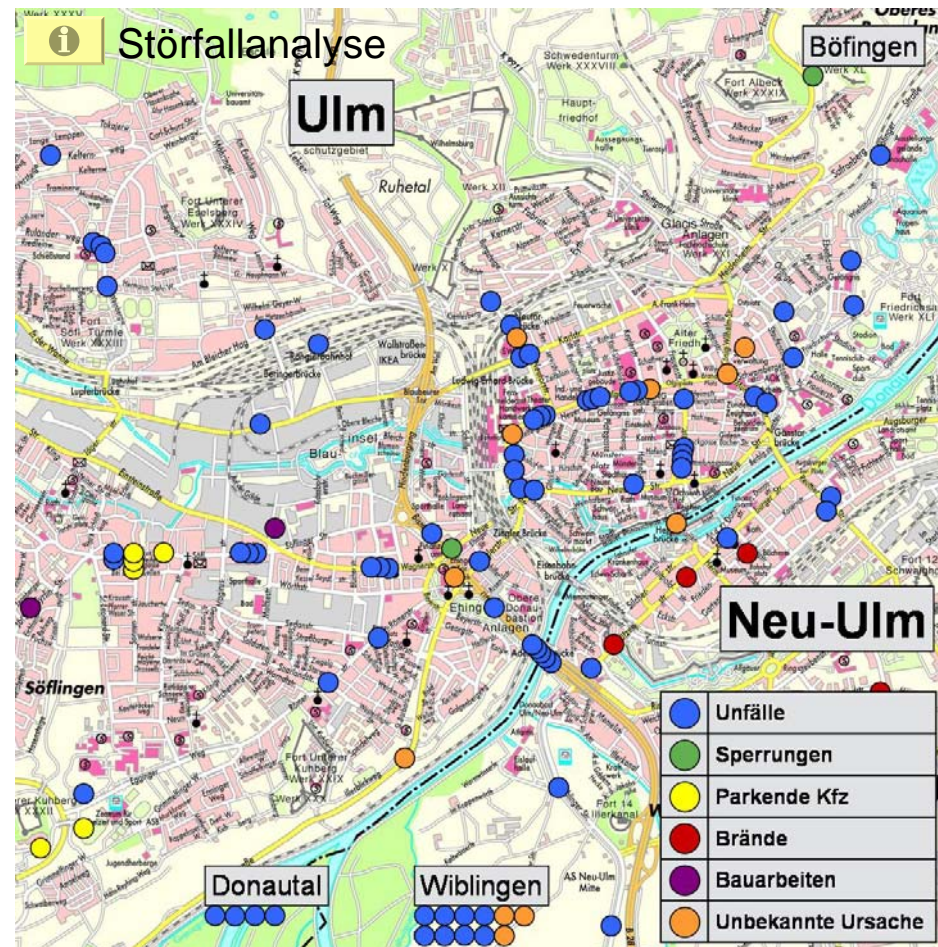


Störfallmanagement eines Verkehrsbetriebs

Im ÖPNV kommt es durch externe oder interne Faktoren (z.B. Unfall oder Fahrzeugdefekt) zu Störungen. Bei der möglichst schnellen Reaktion darauf stehen die Unterstützung des Fahrers am Störungsort (z. B. Polizei, Notarzt, oder Verkehrsmeister verständigen) sowie die Aufrechterhaltung der Betriebsqualität im Netz im Vordergrund.

Um die Folgen der Störung zu minimieren, kann der Disponent u. a. auf folgende Maßnahmen zurück greifen:

- Umleiten von Fahrzeugen
- Betriebliche Ersatzangebote
 - Umsteigelinien
 - Einsatzwagen
 - Schienenersatzverkehr
 - Kurz/Langwende



Entwicklung der GeoRBL

Um den Disponenten bei Störfallsituationen zu unterstützen und zu entlasten, wurde am IEV in den letzten Jahren im Rahmen des Projekts „Rudy“ zusammen mit mehreren Projektpartnern an der Realisierung eines EDV-gestützten routenflexiblen Störfallmanagements im ÖPNV gearbeitet.

Um nicht den realen Betrieb zu stören, wurde dafür eine eigenständige Forschungs-RBL-Zentrale mit integrierten geographischen Informationen programmiert:

- Kartenbasierte Ortung der Fahrzeuge (Genauigkeit $\pm 5\text{m}$)
- Verzicht auf ortsfeste (infrastrukturseitige) Ortungseinrichtungen
- Integriertes Navigations- und Fahrerleitsystem
- Ständige Kommunikation mit dem Bordrechner über GPRS

Die Integration der Geodaten bildet die Grundlage der neuen Dienste, welche die von uns **GeoRBL** genannte Forschungs-RBL enthält.

Die GeoRBL im Einsatz

RUDY-GeoRBL Center-Stoerfall

| Zeit | Stoerfall | FahrzeugID | KursID | Disposition |
|----------|-----------|------------|----------|--|
| 08:56:25 | 111 | 152 | 2331920 | Der Kurs wird zur Disposition übertragen. Vorgeschlagen werden die Umleitungsrouten 9 [-499], 2 [-719] und 4 [-832]. |
| 08:56:25 | 111 | 151 | 2331320 | Der Kurs hat den Stoerfall bereits assoziiert und wird wieder wie dem DispoStack netzwerk |
| 08:55:26 | 111 | 454 | 11831260 | Der Kurs |
| 08:55:25 | 111 | 210 | 2325250 | Der Kurs |
| 08:51:26 | 111 | 452 | 11832280 | Der Kurs |
| 08:49:26 | 111 | 484 | 17232160 | Der Kurs |
| 08:46:26 | 111 | 151 | 2331320 | Der Kurs |
| 08:46:26 | 111 | 149 | 2330720 | Der Kurs |
| 08:45:26 | 111 | 454 | 11831260 | Der Kurs |
| 08:45:25 | 111 | 152 | 2331920 | Der Kurs |
| 08:44:45 | | 453 | 12030600 | Das Fahrz |
| 08:44:14 | | 147 | 8130240 | Das Fahrz |
| 08:42:26 | 111 | 149 | 2330720 | Der Kurs |
| 08:42:26 | 111 | 490 | 17230360 | Der Kurs |
| 08:40:25 | 111 | 490 | 17230360 | Der Kurs |
| 08:40:24 | 111 | 455 | 11830360 | Der Kurs |
| 08:36:26 | 111 | 455 | 11830360 | Der Kurs |
| 08:36:25 | 111 | 156 | 2330120 | Der Kurs |
| 08:35:25 | 111 | 151 | 2331320 | Der Kurs |
| 08:34:25 | 111 | 454 | 11831260 | Der Kurs |
| 08:26:26 | 111 | 156 | 2330120 | Der Kurs |
| 08:26:26 | 111 | 148 | 2329520 | Der Kurs |
| 08:25:26 | 111 | 148 | 2329520 | Der Kurs |
| 08:25:26 | 111 | 451 | 11829460 | Der Kurs |
| 08:25:25 | 111 | 149 | 2330720 | Der Kurs |
| 08:22:25 | 111 | 451 | 11829460 | Der Kurs |
| 08:22:24 | 111 | 486 | 17229160 | Der Kurs |

RUDY-GeoRBL Center-Map

RUDY-GeoRBL Center-Setting

Starten und Beenden
 Startzeit: 15:02 [Start] [Stop]

GeoRBL-Funktionen
 Regulärer Fahrplan-Betrieb simulieren Stoerfallmanagement aktivieren

Kommunikations-Einstellungen
 Empfang von Telegrammen über MET aktivieren
 Telegramme für simulierten Betrieb über MET senden

Fahrzeug Liste

| FahrzeugNo | Name | TeilNo | Demo |
|------------|----------|----------------|------|
| 999 | Demo Bus | 00491701234569 | X |
| 1 | 1 | 00491701111111 | |
| 2 | 2 | 00491701111111 | |
| 3 | 3 | 00491701111111 | |
| 4 | 4 | 00491701111111 | |
| 5 | 5 | 00491701111111 | |
| 6 | 6 | 00491701111111 | |

Zurücksetzen Send Message Every [] Seconds SelfZReply

Simulierte Fahrzeugtelegramme für den RudyBus-Testbetrieb

Fahrzeug ID: 10

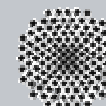
Anmeldung=>BestBus Quittung=>BestBus Ankunft=>BestBus Abfahrt=>BestBus
 Fahrplan=>RudyBus Antritt=>BestBus Kursende=>BestBus Abmeldung=>BestBus

Stoerfall-Datenmanagement

Stoerfall ID: [] Stoerfall Dispo Stack Disposition [Löschen]

UmleitungID: [] [Löschen]

Modularer GeoRBL-Aufbau

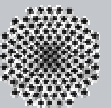
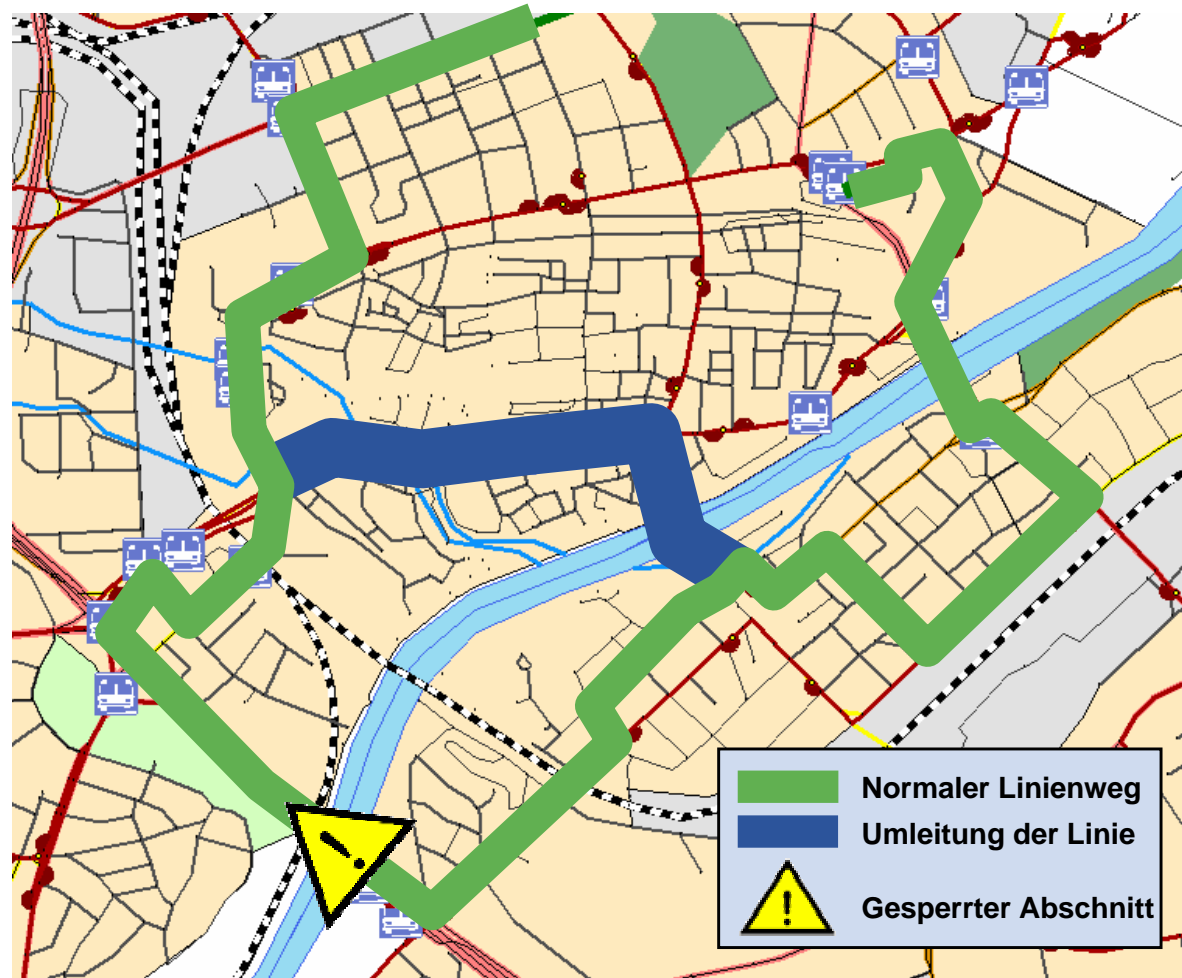


Störfallmanagement I

Bei einem Störfall ermittelt die GeoRBL selbstständig die betroffenen Fahrzeuge und teilt diese in der Reihenfolge der Dringlichkeit dem Disponenten in Form von Dispositionsaufträgen mit.







Mittels eines kartenbasierten Dispositionssystems kann der Disponent schnell eine neue Route für das Fahrzeuge durch einfaches "Klicken" auf der Karte erstellen. Diese Routen werden für eine spätere erneute Anwendung gespeichert und im Wiederholungsfall als Vorlage genutzt.

Umleitungsspeicherung



Lernendes System: Umleitungen

Die GeoRBL schlägt dem Disponenten vier geeignete Umleitungen für die betroffenen Busse vor. Die Güte dieser Umleitungen muss berechnet werden, um eine Auswahl und eine Reihenfolge zu ermitteln. Folgend Auswahlkriterien werden dabei kombiniert:

- **Länge:** Möglichst kurze Alternativroute 
- **Zeit:** Möglichst schnelle Alternativroute 
- **Häufigkeit:** Wie oft wurde die Alternativroute schon gewählt? 
- **Historie:** Wann wurde die Alternativroute zuletzt ausgewählt? 
- **Haltestellen:** Wie viele Haltepunkte werden nicht bedient? 
- **Verknüpfung:** Welche Haltepunkte werden zusätzlich erreicht? 

Die Güte-Bewertung erfolgt bei jeder Disposition neu, da sich die einzelnen Teilwerte ändern können.

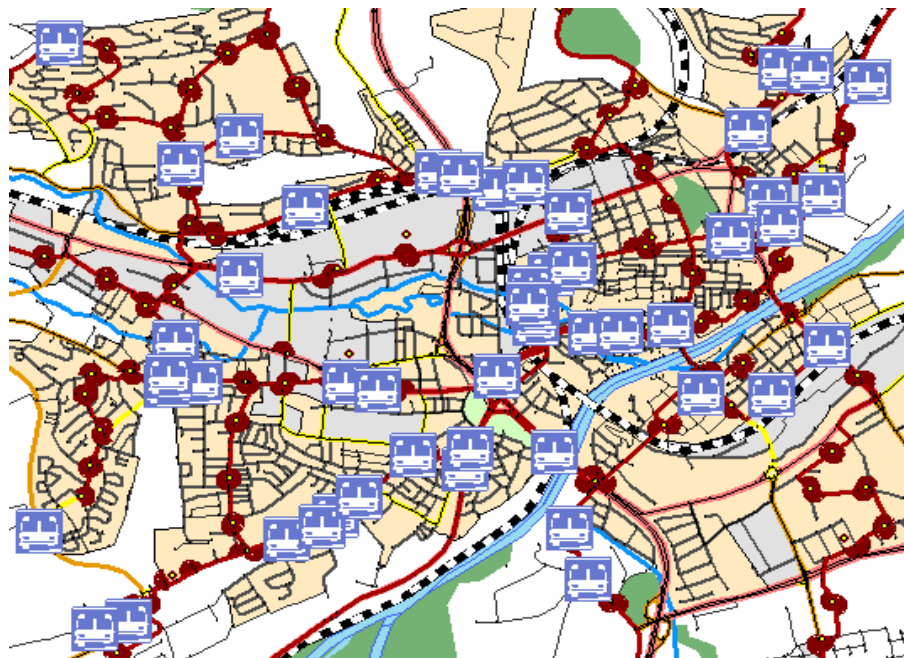
Akzeptanz 

Auswahlfunktion 

Gewichtungsübersicht 

Störfallmanagement II

Die geänderten Kurse werden automatisch an die Fahrzeuge übermittelt und den Fahrern auf dem Navigationssystem angezeigt. Die zeitraubende manuelle Fahrerinformation über Sprechfunk ist nicht mehr notwendig.



Die umgeleiteten Fahrzeuge bleiben durch die georeferenzierte Ortung auch auf sonst nicht befahrenen Umfahrrouten verfolgbar. Damit können diese jederzeit vom Disponenten überwacht werden.

Die GeoRBL protokolliert und archiviert selbständig alle Maßnahmen des Störfallmanagements, damit entfällt für den Disponenten die Notwendigkeit, einen separaten Störfallreport zu erstellen.


Dynamische Fahrgastinformation

Neben den betrieblich notwendigen Tätigkeiten steht bei einem Störfall auch die schnelle und möglichst umfassende Information der Fahrgäste im Vordergrund. Da der Disponent mit der betrieblichen Störfallbewältigung meist ausgelastet ist, bleibt kaum Zeit für manuelle Eingaben in externe DFI-Systeme.

Die GeoRBL erstellt selbstständig aus den Betriebsdaten die Telegramme zur DFI-Versorgung der Fahrzeuge - auch im Störfall.

Dynamische Fahrgastinformation

Linie 6 Neu-Ulm - Eselsberg



- 00 Bahnhof Neu-Ulm
- 01 Rathaus Neu-Ulm
- 03 Petrusplatz
- 05 Rathaus Ulm
- 07 Steinere Brücke
- 09 Ulm Hauptbahnhof
- 10 Theater
- 12 Kienlesberg
- 14 Bleicher Hag
- 15 Beringerbrücke
- 16 Bahnhof Söflingen
- 17 Lupferbrücke
- 18 Beim Türmle
- 19 Stachelbeerweg
- 20 Traminerweg
- 21 Oberberghof
- 22 Eselsb. Hasenkopf

RUDY SWU Verkehr IEV

Dynamische Fahrgastinformation

Linie 3 Wiblingen-Eselsberg



- 00 Kemptener Straße Linie 8, 9
- 01 Saugauer Straße
- 02 Tannenplatz Zentrum
- 03 Reutlinger Straße Linie 8
- 05 Erenlah
- 06 Fischerhauser Weg
- 07 Kapelle
- 08 Pranger Linie 8, 9
- 09 Ostermähdweg
- 10 Illerbrücke
- 11 Jakobsruhe
- 12 Atlantis
- 14 Donaabad Linie 7
- 17 Ehinger Tor Linie 1, 4, 7, 8, 9
- 20 Ulm Hauptbahnhof Linie 1, 5, 6, 7, 8
- 21 Theater Linie 1, 8, 14
- 23 Kienlesberg
- 25 Lehrer Tal Linie 5, 6, 14
- 27 Mutscherschule Linie 5
- 28 Fort Unterer Eselsberg
- 29 Eselsberg Hasenkopf Linie 6, 13, 14

RUDY SWU Verkehr IEV

Dynamische Fahrgastinformation

Linie 3 Wiblingen-Eselsberg



Sehr geehrte Fahrgäste,
auf dem Linienweg Ihres Busses ist eine Störung aufgetreten.

Bitte rechnen Sie mit Verzögerungen und evtl. Änderungen im Linienweg und im Fahrplan.

Sobald wir Genaues wissen, werden wir Sie so schnell wie möglich über Ihre weitere Fahrt sowie Ihre Anschlussmöglichkeiten informieren.

Wir bitten um Ihr Verständnis.

Die Betriebsleitung

RUDY SWU Verkehr IEV

Dynamische Fahrgastinformation

Linie 3 Wiblingen-Eselsberg



Auf dem Linienverlauf dieser Linie ist folgender Störfall aufgetreten:
Sperrung der Adenaerbrücke in nördlicher Richtung auf Grund eines Verkehrsunfalls.
Der Verlauf dieses Kurses wird daher ab der Haltestelle Donaabad wie folgt geändert:

Linienverlauf:

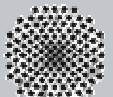
- Neu-Ulm Atlantis
- Neu-Ulm Donaabad
- Neu-Ulm Eckstraße
- Neu-Ulm Schützenstraße
- Neu-Ulm Gartenstraße
- Neu-Ulm Bahnhof
- Neu-Ulm Rathaus
- Neu-Ulm Petrusplatz
- Ulm Rathaus
- Ulm Steinere Brücke
- Ulm Hauptbahnhof
- Ulm Theater

Nicht bedient wird die Haltestelle Ehinger Tor

Bitte an der Haltestelle Steinere Brücke in die Linien 7 bzw. 8 zur Haltestelle Ehinger Tor umsteigen

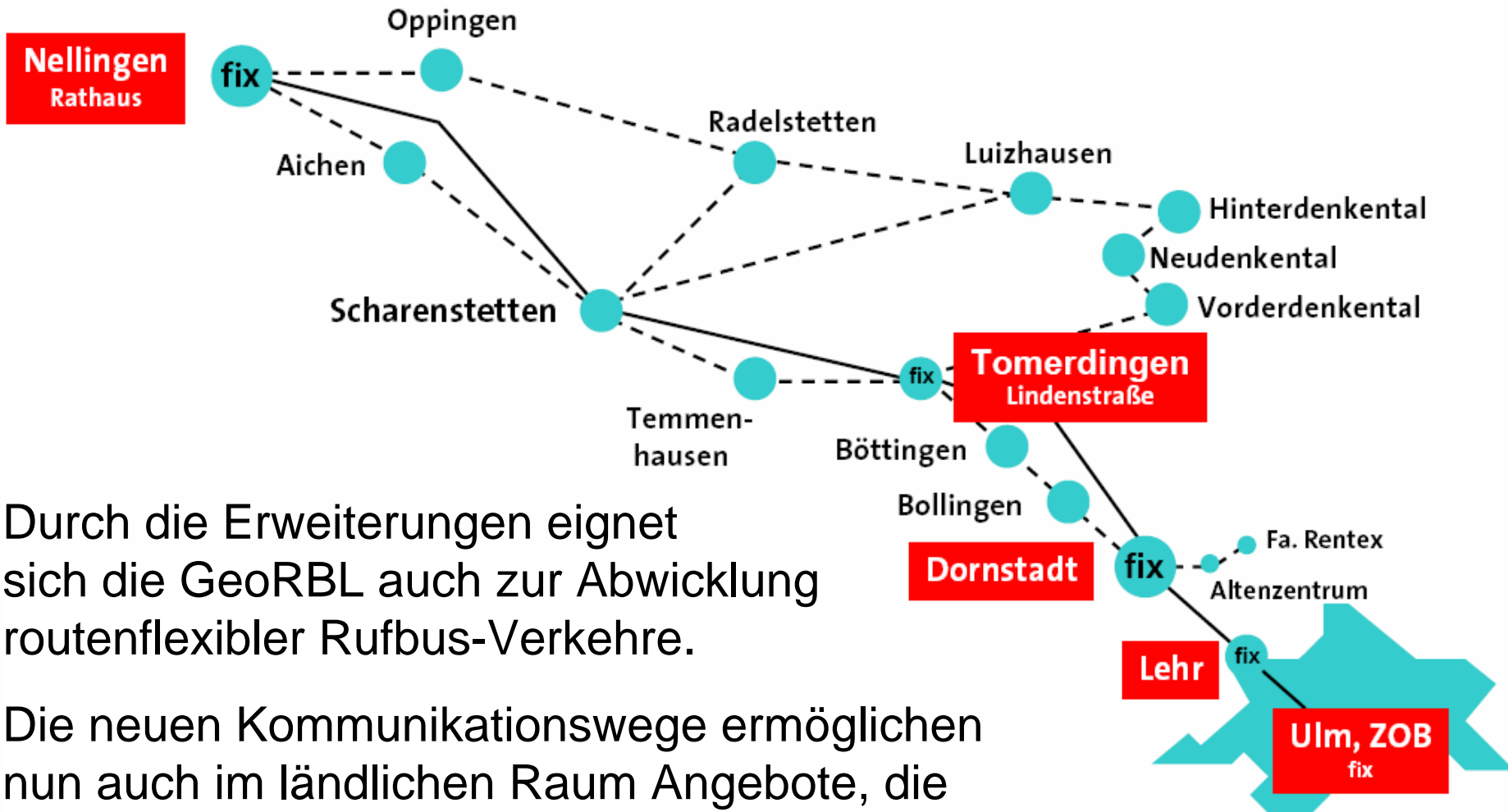
Alle weiteren Haltestellen werden im Linienverlauf angefahren.

RUDY SWU Verkehr IEV



Universität Stuttgart

Flexi-Bus-Verkehre



Durch die Erweiterungen eignet sich die GeoRBL auch zur Abwicklung routenflexibler Rufbus-Verkehre.

Die neuen Kommunikationswege ermöglichen nun auch im ländlichen Raum Angebote, die bisher städtischen Bereichen vorbehalten waren.

Von März bis Dezember 2005 steuerte die GeoRBL die RudyBus-Linien 45 und 49, abgebildet ist die Linie 49 von Ulm nach Nellingen.

Eignung für den ländlichen Raum




Einige Funktionen der GeoRBL eignen sich insbesondere für einen Einsatz im ländlichen Raum:

- Unabhängigkeit vom Betriebsfunk durch Datenübertragung statt Sprachübertragung - im Projekt mit GPRS, aber auch andere Funktechniken können eingesetzt werden
- Ortung und Nachverfolgung der Fahrzeuge in der Leitzentrale erfolgt unabhängig von Ortungsbaken als ortsfeste Infrastruktur
- Nutzung eines Navigationssystems im Fahrzeug ermöglicht große Einsatzradien auch für ortsfremde Fahrer und flexibilisiert die Dienste
- Flexible Bedienformen sind auch in dünn besiedelten Gebieten ohne zusätzlichen Personaleinsatz in der Leitzentrale realisierbar
- LSA-Priorisierung kann ohne Baken und zusätzliche Einbauten im Fahrzeug realisiert werden

Eine Vervollständigung des Systems bis zur Marktreife war nicht Gegenstand des Forschungen des IEV, da die GeoRBL ausdrücklich nur die Teilaspekte des Störfallmanagements abdeckt und die deutlich umfangreicheren weiteren Funktionen einer RBL nicht enthält.

Die gezeigten neuen Dienste haben aber bereits das große Interesse von Verkehrsbetrieben und professionellen RBL-Anbietern geweckt. Nach erfolgreichen Gesprächen werden die neuen Funktionen voraussichtlich in ca. zwei Jahren am Markt erhältlich sein.

Darüber hinaus stellen die Projektergebnisse eine Basis für weitere neue Funktionalitäten dar:

- Realisierung einer "stillen" Leitzentrale
- Erfassung der Kosten eines Störfalles 
- Schulung von Disponenten 
- Disposition von Großveranstaltungen 
- Verknüpfung von ÖPNV- und IV-Störfallmanagement