

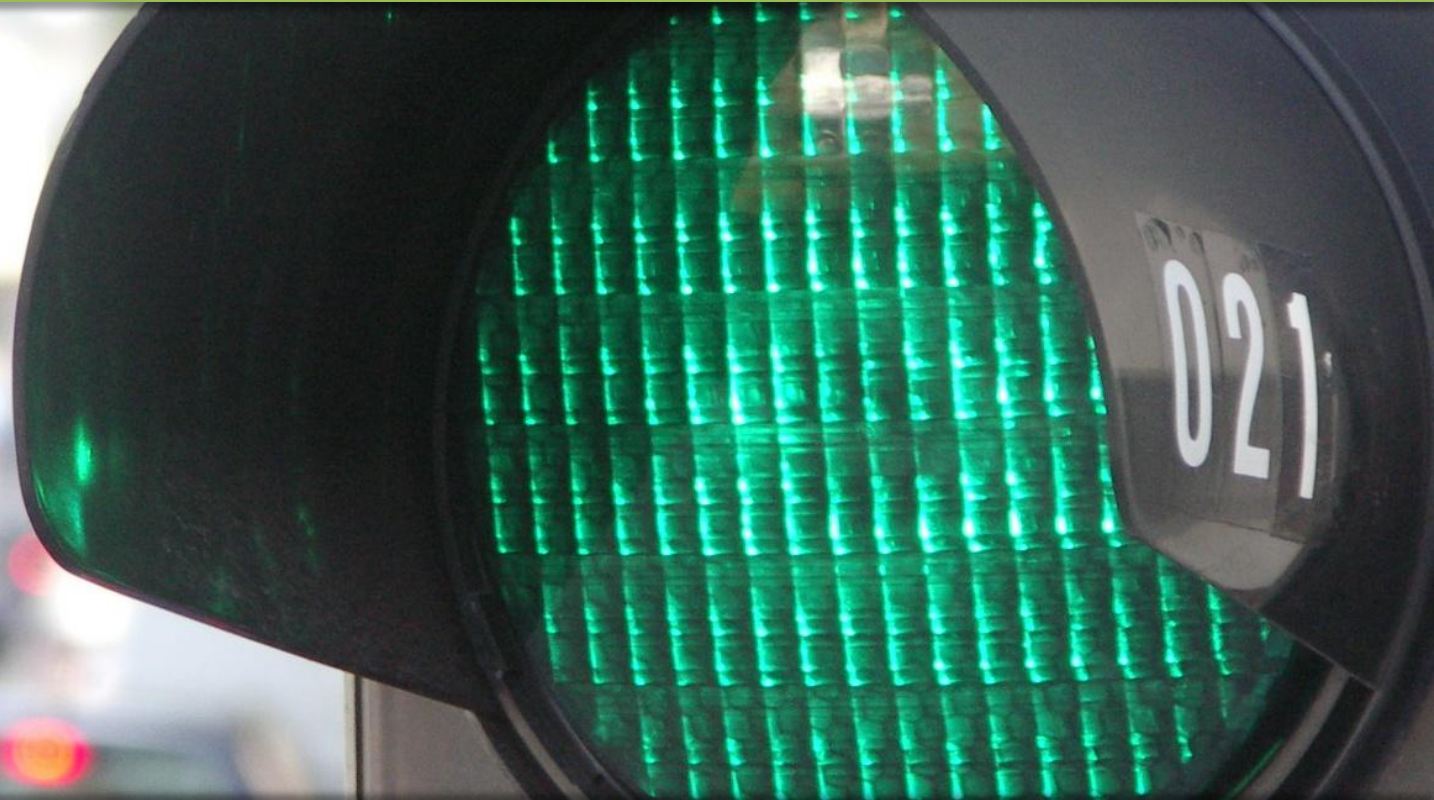
AGENDA

11.00 bis 12.00 Uhr: Ergebnispräsentation

- 11.00 Uhr Begrüßung
- 11.10 Uhr Vorstellung des Projekts KOLIBRI und wesentlicher Resultate
- 11.20 Uhr Optimierte Ampelsteuerung durch KOLIBRI: Sicht der Verwaltung
- 11.30 Uhr KOLIBRI-Ampelassistentz aus Sicht der Automobilindustrie
- 11.40 Uhr Fahrerinformation durch Smartphones - Vorstellung der KOLIBRI-Ampelassistentz
- 11.50 Uhr Fragerunde

12.00 bis 14.00 Uhr: Befahrung der Teststrecke (B13)

ABSCHLUSSPRÄSENTATION



19.06.2013, Garching-Hochbrück

Dr. Alexander Dinkel – TRANSVER GmbH

Projekt gefördert durch:



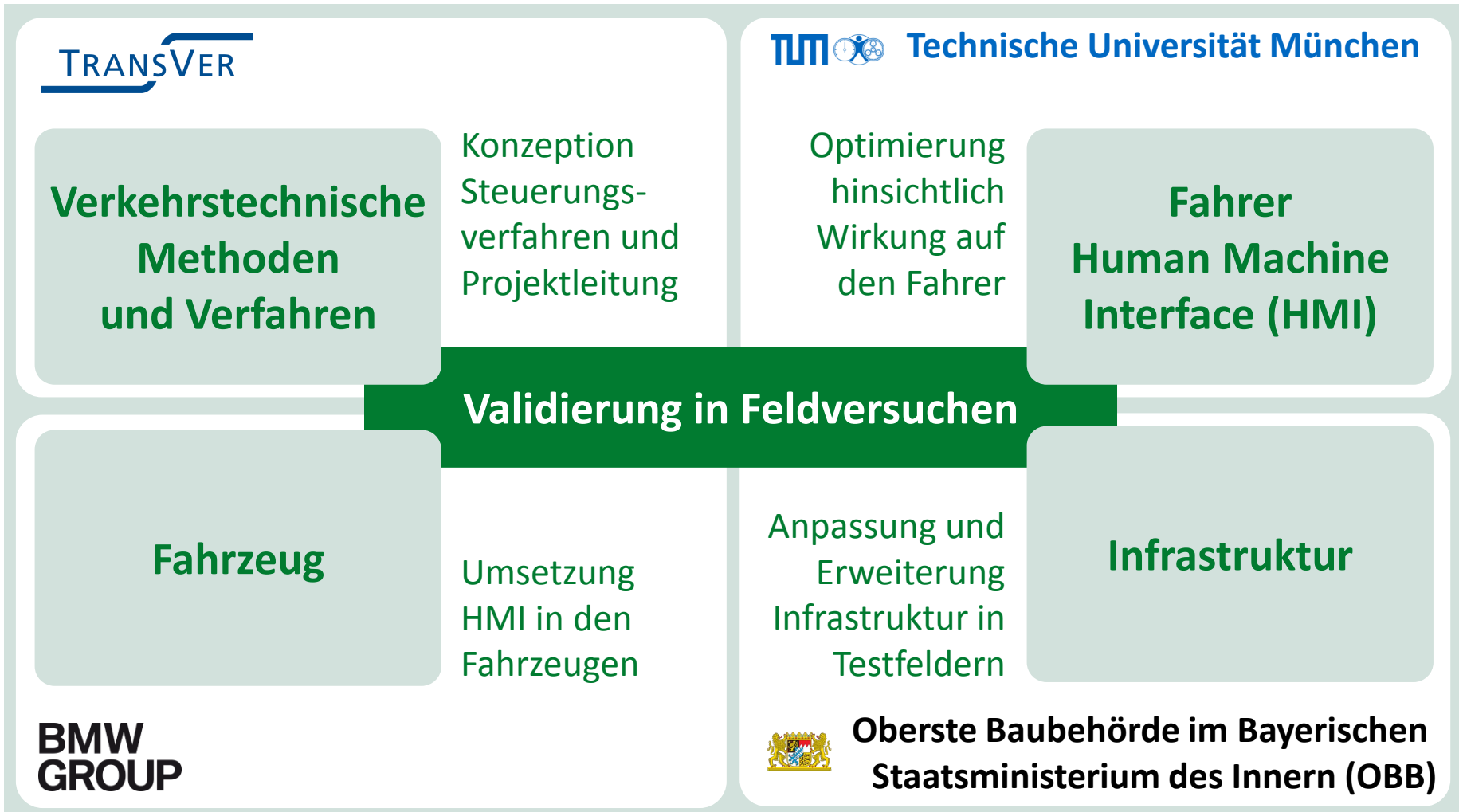
Bayerische
Forschungstiftung

KOLIBRI: Kooperative Lichtsignaloptimierung – Bayerisches Pilotprojekt

Laufzeit: 01.04.2011 – 30.06.2013

- Besondere Herausforderungen der Lichtsignalsteuerung auf Landstraßen:
 - Unterschiedliche, zum Teil sehr große Knotenpunktabstände
 - Verschiedene/hohe zulässige Höchstgeschwindigkeiten
- Analyse der Wirkungen verschiedener Steuerungsvarianten:
 - Festzeitgesteuerte und verkehrsabhängige Koordinierung
 - Kooperativer Steuerungsansatz
- Fahrerinformation über optimale Progressionsgeschwindigkeit

PARTNER UND ZUSTÄNDIGKEITEN



KOLIBRI-TESTFELDER

Testfeld München



Testfeld Regensburg

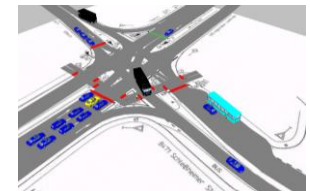


KOLIBRI-QUALITÄTSMANAGEMENT FÜR LSA

- **Qualitätsanalyse Verkehrssicherheit:**
Unfallhäufungsstellen aus Unfalldatenanalyse 2007-‘11
- **Beobachtung/Inspektion** in den Testfeldern:
Probleme im Verkehrsablauf an Knoten protokolliert
- **Befahrung** der Testfelder
 - Detaillierte Analyse der Streckenabschnitte
 - Kenngrößen zu Einzelknoten und Koordinierung
 - Identifizierung kritischer Lichtsignalanlagen (LSA)
- **Mikrosimulation**
Quantifizierung individueller und systemrelevanter Vor- und Nachteile verschiedener Steuerungsansätze



Merkmal und Bewertung	Bitte ankreuzen			
	Zufahrt A	B	E	D
Es werden jeweils die Verkehrssituation betrachtet, die sich einen oder mehreren Fahrstreifen über die Fahrbahn erstrecken (ausgenommen Überflurstraßen)				
Während der Programmierung werden in einem oder mehreren Verkehrssituationen (Befahrung, Simulation) alle unter Berücksichtigung möglicher Gefahren als Fahrzeug ab, so dass kein Fahrzeug verbleibt	häufig beobachtet			
Während der Programmierung werden in einem oder mehreren Verkehrssituationen (Befahrung, Simulation) alle unter Berücksichtigung möglicher Gefahren als Fahrzeug ab, so dass nur einzelne Fahrzeuge verbleiben	beobachtet			
Während der Programmierung werden in einem oder mehreren Verkehrssituationen (Befahrung, Simulation) alle unter Berücksichtigung möglicher Gefahren als Fahrzeug ab, so dass nur einzelne Fahrzeuge verbleiben	häufig beobachtet			
Während der Programmierung werden in einem oder mehreren Verkehrssituationen (Befahrung, Simulation) alle unter Berücksichtigung möglicher Gefahren als Fahrzeug ab, so dass nur einzelne Fahrzeuge verbleiben	beobachtet			
Während der Programmierung werden in einem oder mehreren Verkehrssituationen (Befahrung, Simulation) alle unter Berücksichtigung möglicher Gefahren als Fahrzeug ab, so dass nur einzelne Fahrzeuge verbleiben	häufig beobachtet			
Während der Programmierung werden in einem oder mehreren Verkehrssituationen (Befahrung, Simulation) alle unter Berücksichtigung möglicher Gefahren als Fahrzeug ab, so dass nur einzelne Fahrzeuge verbleiben	beobachtet			



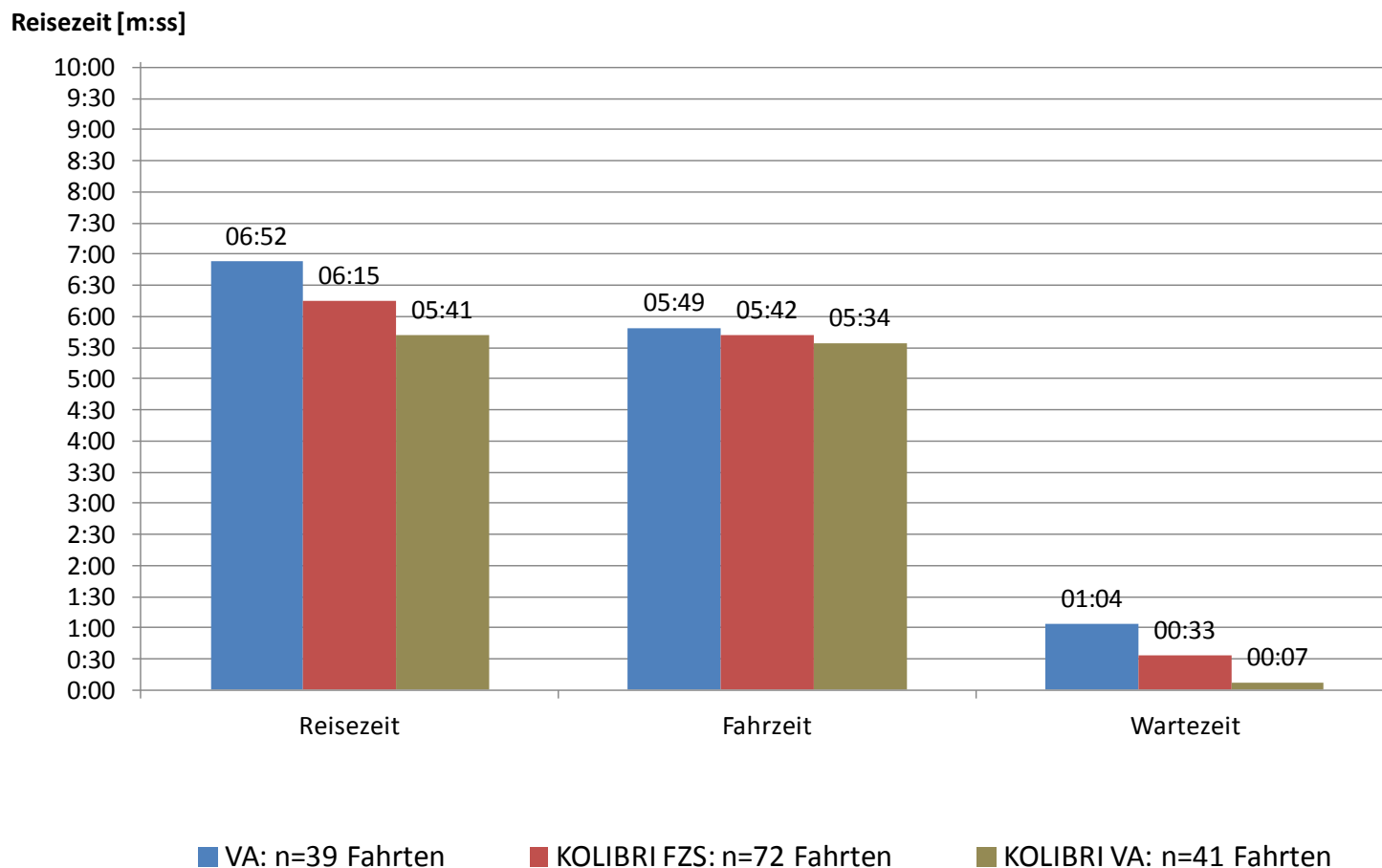
ZYKLISCHE QUALITÄTSPRÜFUNG UND -OPTIMIERUNG



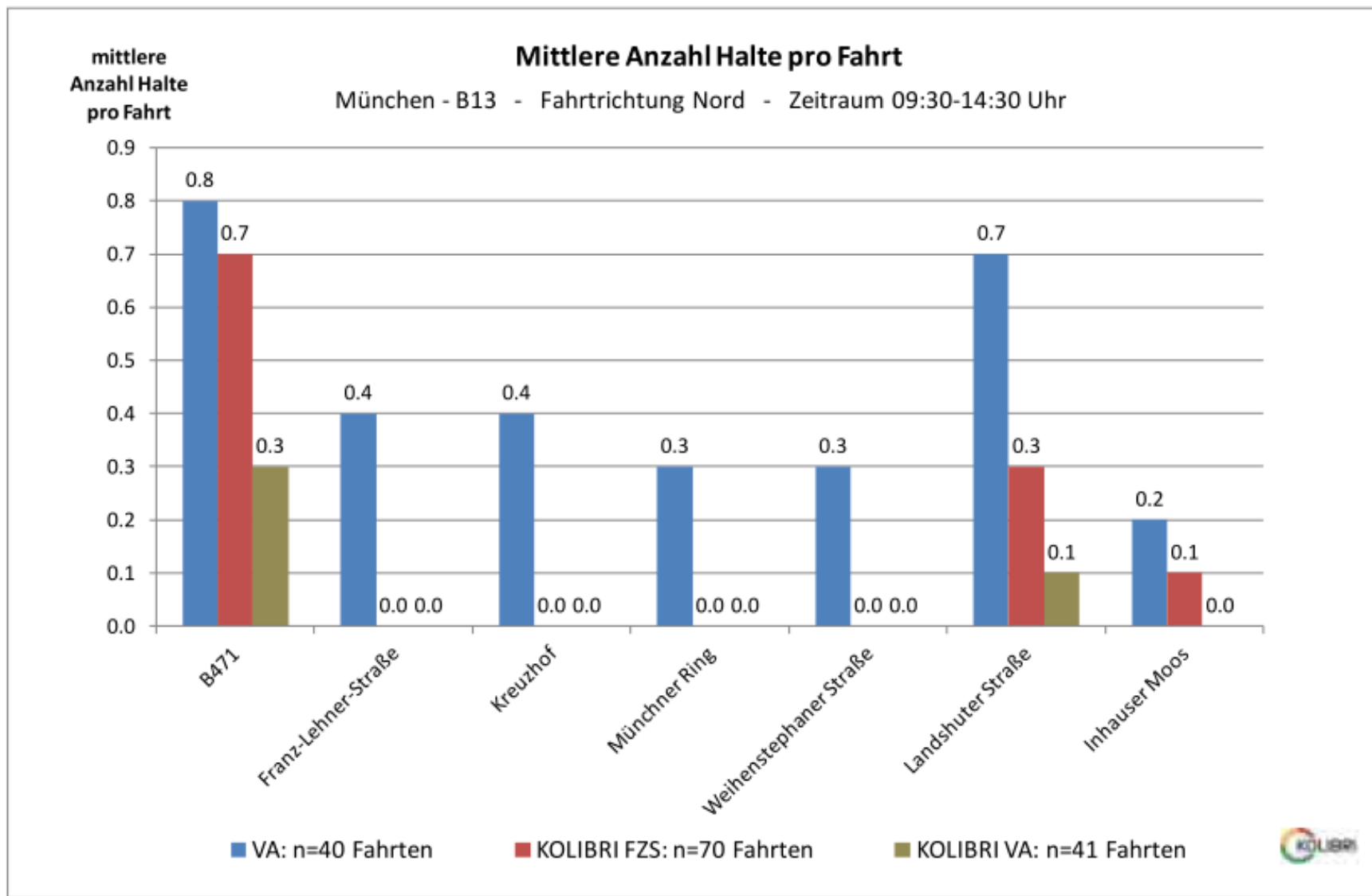
BEISPIEL: AUSWERTUNG DER BEFAHRUNG – FR SÜD

Reisezeiten

München - B13 - Fahrtrichtung Süd - Zeitraum 09:30-14:30 Uhr



BEISPIEL: AUSWERTUNG DER BEFAHRUNG – FR NORD



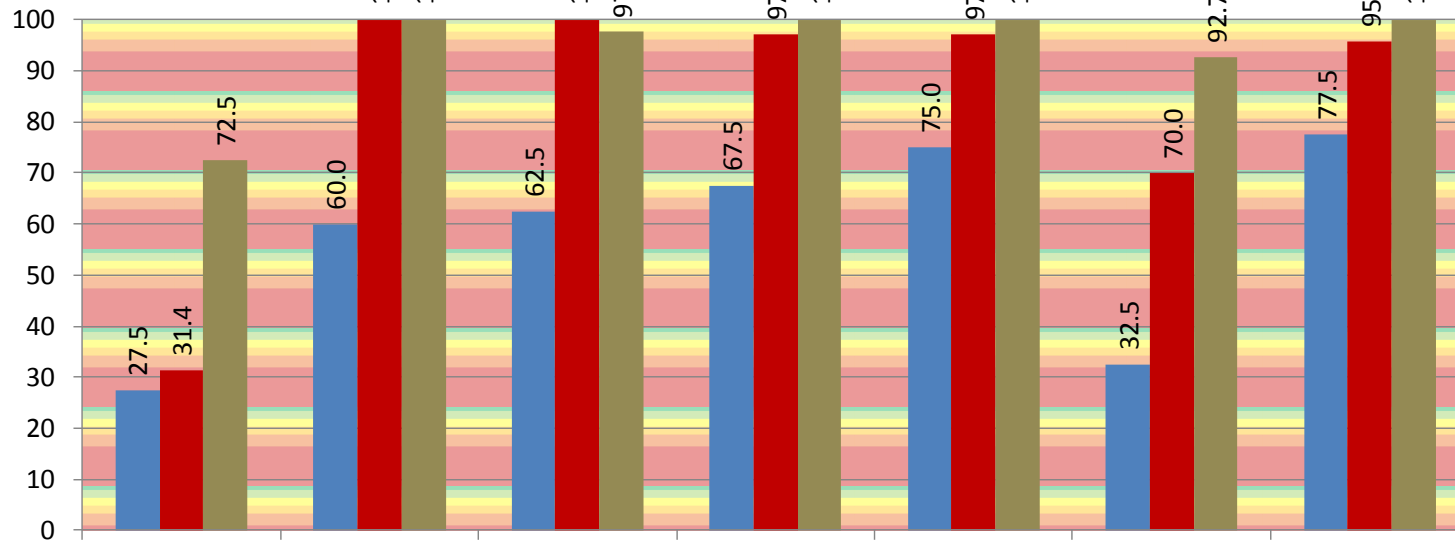
BEISPIEL: AUSWERTUNG DER BEFAHRUNG – FR NORD

Koordinierungsqualität

München - B13 - Fahrtrichtung Nord - Zeitraum 09:30-14:30 Uhr

Durchfahrten
ohne Halt [%]

QSV
gemäß HBS



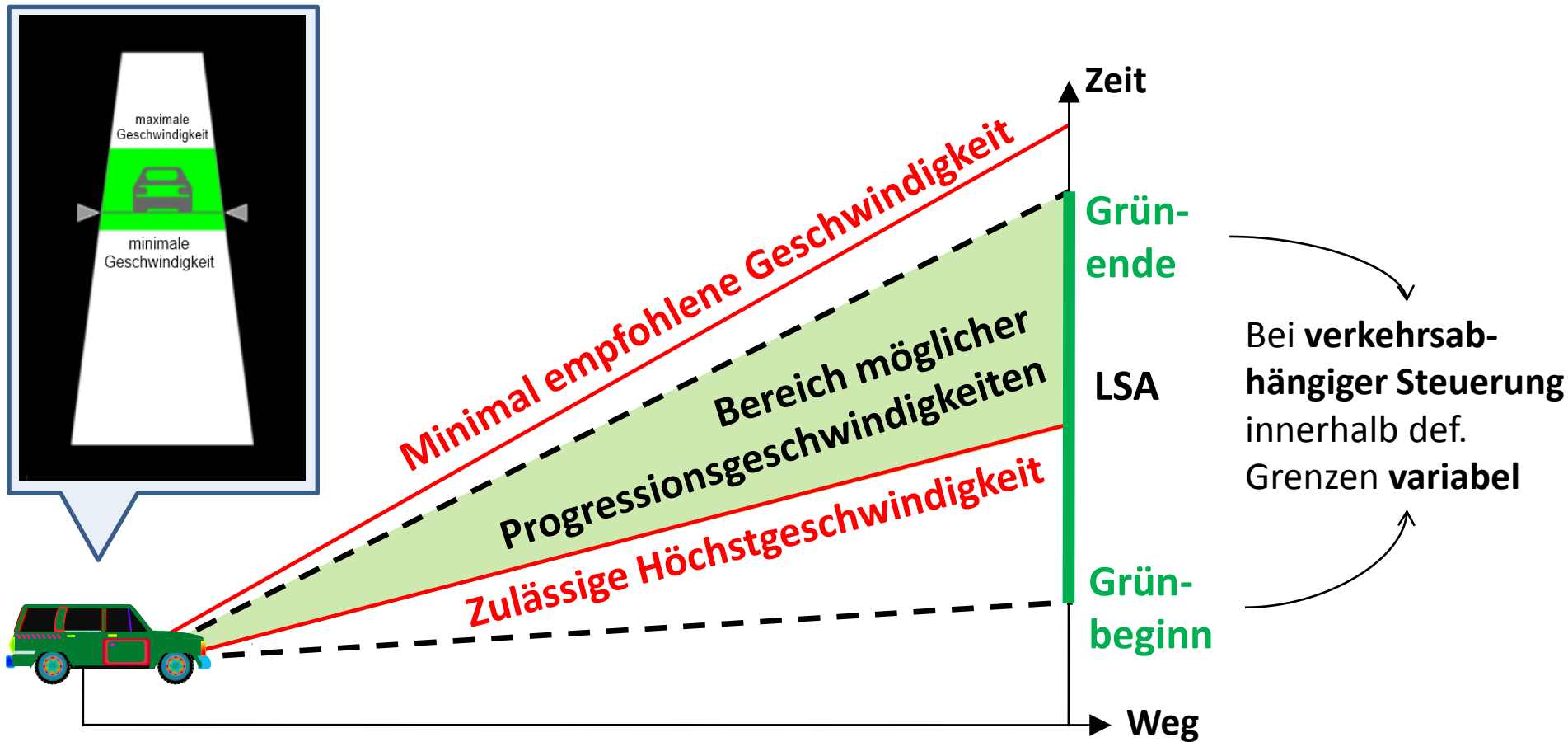
■ VA: n=40 Fahrten

■ KOLIBRI FZS: n=70 Fahrten

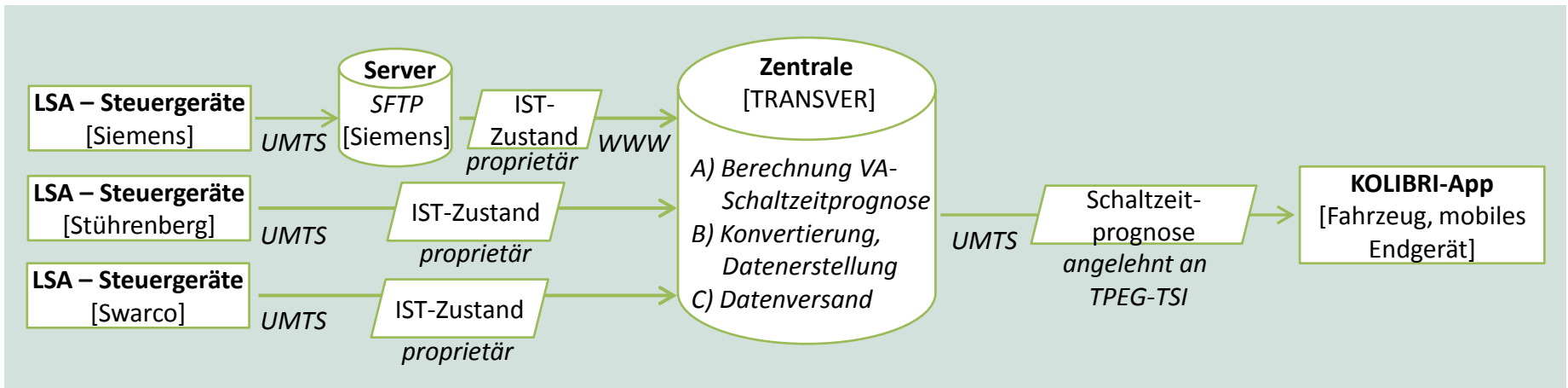
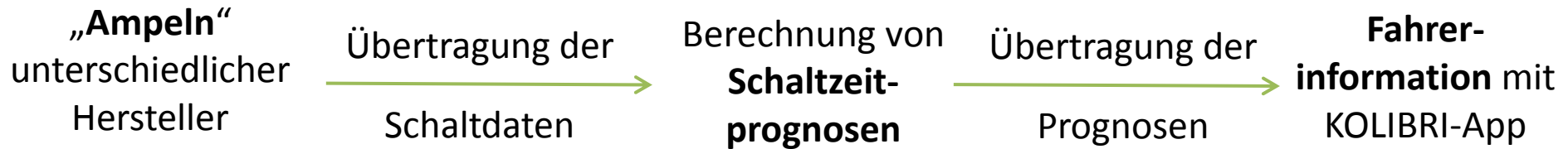
■ KOLIBRI VA: n=41 Fahrten



HERLEITUNG KOOPERATIVER ANSATZ



KOMMUNIKATIONS- & SYSTEMARCHITEKTUR



Fazit:

Erfolgreiche Einbindung von LSA unterschiedlicher Hersteller in einheitliche KOLIBRI-Systemarchitektur

FAZIT UND AUSBLICK ZU STEUERUNG UND PROGNOSE

- Optimierte Ampelsteuerung auf Landstraßen kann bis zu 20 % Reisezeitvorteil erbringen
- Anteil der Durchfahrten ohne Halt an den LSA i.d.R. deutlich erhöht, z.B. Kreuzhof von 59% (vorher) auf jeweils 100% (KOLIBRI Steuerung)
→ Koordinierungsqualität verbessert
- Etablierung Qualitätsmanagement
- Schaltbildprognose basierend auf verkehrsabhängiger Steuerung
- Monetarisierung der positiven Effekte folgt
- Berechnung von Emissionen und Kraftstoffverbrauch folgt
- Empfehlung: KOLIBRI-Steuerung auch nach Projektende betreiben



TRANSVER GmbH

Dr.-Ing. Alexander Dinkel

Maximilianstraße 45

80538 München

Tel +49 (0) 89 211 878 12

E-Mail dinkel@transver.de

Internet www.transver.de

KOLIBRI: Sicht der Straßenbauverwaltung

Anforderungen an die Straßenbauverwaltung

Staatliches Bauamt will die Möglichkeiten ausloten,
die unfallträchtige Kreuzung zu entschärfen.

Kreisverkehr oder Ampel?

Planungsentscheidungen
treffen

**Gunzenhausen: Ampel soll den Verkehr der
Staatsstraße 2230 regeln**

Verkehr regeln

Pödeldorf: Ampel macht die Staatsstraße sicherer

Verkehrssicherheit
erhöhen

**Illertissen: Einmündung der Staatsstraße in die
B300 soll sicherer werden**

Rote Ampel statt „grüne Welle“

Verkehrsfluss
optimieren, Anlagen
betreiben

Ziele der Straßenbauverwaltung bei IVS-Systemen:

Oberste Baubehörde
im Bayerischen Staatsministerium des Innern

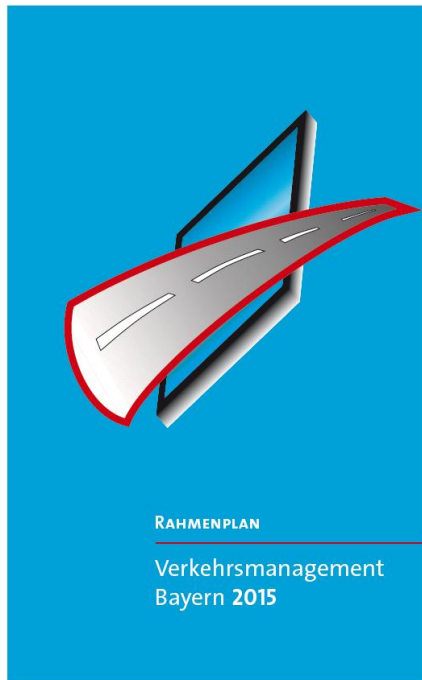


Konkret messbare Ziele:

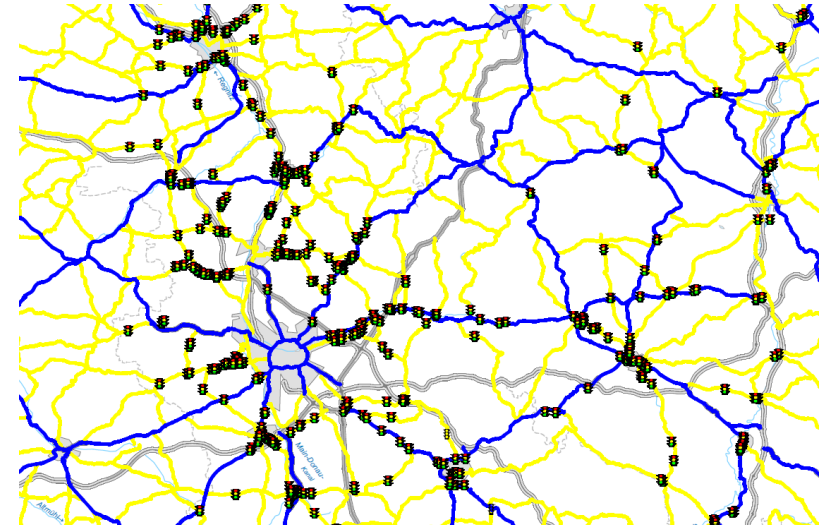
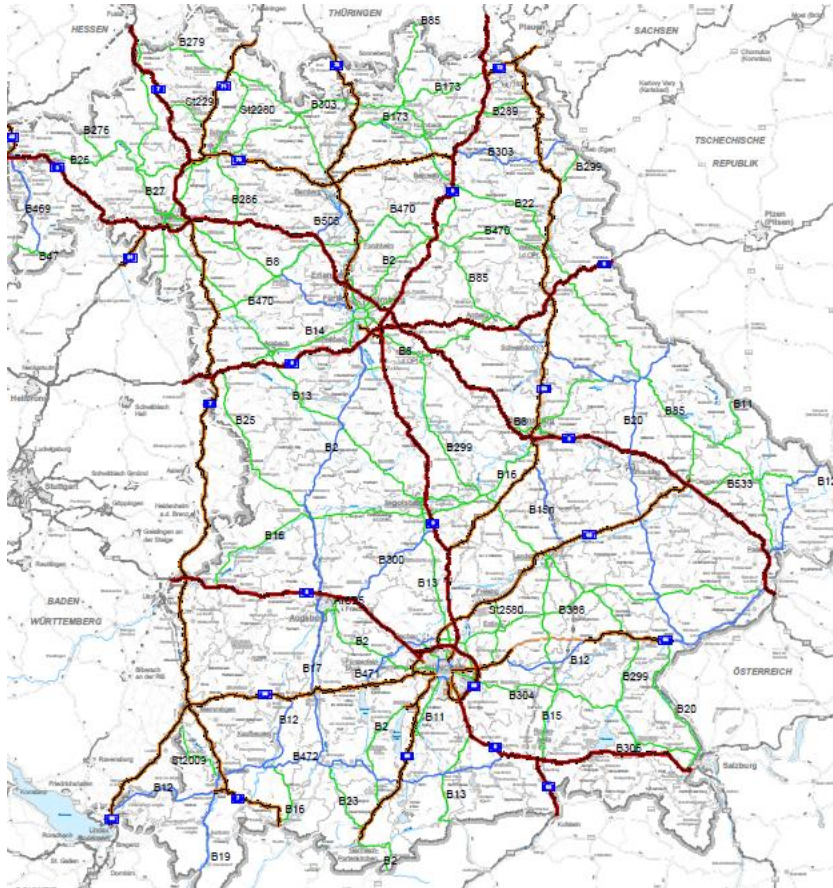
- Reduzierung der Kfz-Staustunden
- Erhöhung der durchschnittlichen Reisegeschwindigkeit
- Reduzierung der volkswirtschaftlichen Kosten in Folge von Staus und Behinderungen
- Reduktion vermeidbarer Kfz-Fahrten

Grundlagen

- IVS Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates 2010/40/EU



Umsetzung der Ziele bei Lichtsignalanlagen (LSA)



- Freistaat Bayern ist Eigentümer bzw. Betreiber von über 2.000 LSA
- Örtliche Lage der LSA in der Regel außerhalb geschlossener Ortschaften ($V > 50 \text{ km/h}$)

Ziele der Straßenbauverwaltung im Projekt KOLIBRI

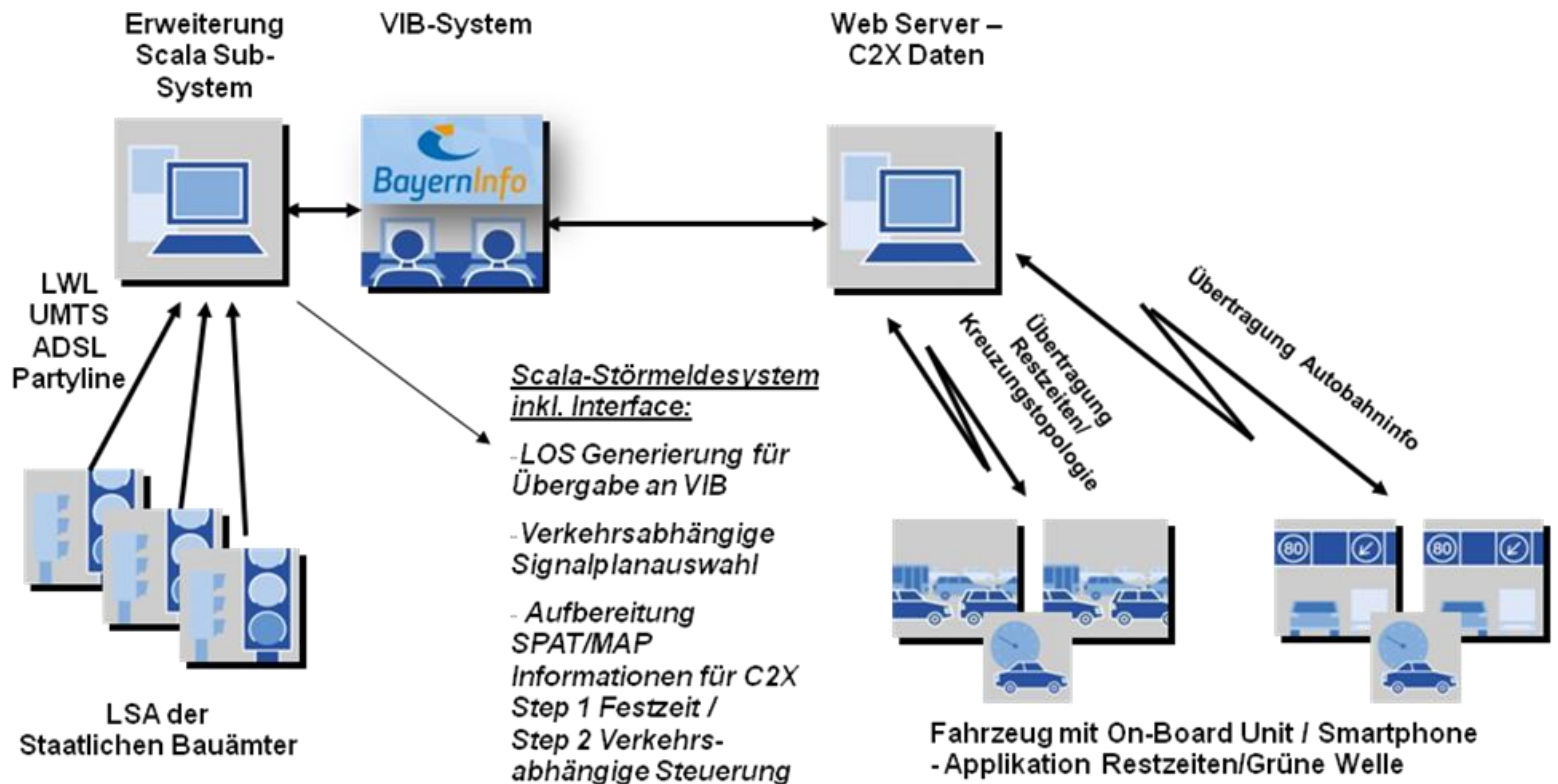
- Prüfung der LSA-Koordinierung bei Außerortsstraßen mittels unterschiedlicher Programmtypen (Festzeit / Verkehrsabhängig)
 - Beeindruckende Ergebnisse
- Modernisierung der LSA-Technik im Bereich der Teststrecken
 - Konkrete Aufwandsabschätzung für zukünftige Modernisierungsmaßnahmen
- Überwindung von Herstellergrenzen (Testfeld Regensburg)
 - Gelebtes Beispiel für den Nutzen von Standardisierungsmaßnahmen
- Nutzen der kooperativen Technik?

KOLIBRI: Sicht der Straßenbauverwaltung

Ausblick:

- Generierung von Erfahrungswerten für die Straße von Morgen

Die kooperative LSA bzw. die C2X Welt



KOLIBRI: Sicht der Straßenbauverwaltung

Bayerische Straßenbauverwaltung

Zentralstelle Verkehrsmanagement bei der Autobahndirektion Südbayern



BOR Dipl.-Ing. Andreas von Dobschütz

Dipl.-Ing. Frank Bölling

Postanschrift: Seidlstraße 7-11, 80335 München

Büroanschrift: Winzererstraße 43 Gebäude D, 80797 München

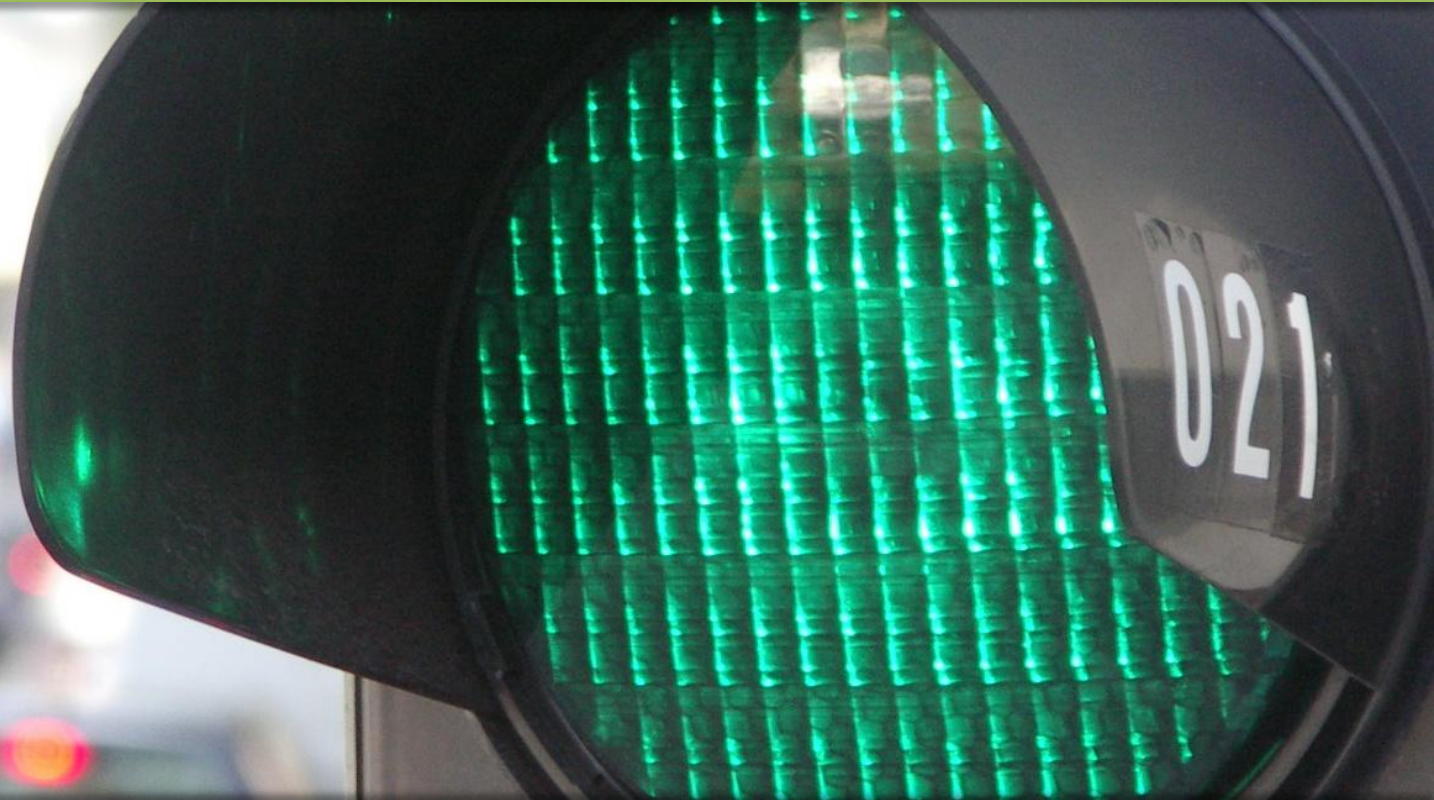
Tel.: +49(0) 89 / 54552-753

Fax: +49(0) 89 / 54552-766

Mobil: +49(0)174/ 1649 - 996

E-Mail: andreas.dobschuetz@abdsb.bayern.de

Ampelassistentz



TRANSVER

BMW
GROUP



19.06.2013, München

Regina Glas

Projekt gefördert durch:



Bayerische
Forschungsförderung

Bei der Fahrt durch lichtsignalisierte Straßen erhält der Fahrer eine Empfehlung für die Zufahrt auf die nächste Kreuzung

- Geschwindigkeitsempfehlung um bei Grün an der nächsten bzw. den nachfolgenden LSA anzukommen
- Verzögerungsempfehlung, da die Grünphase nicht erreicht werden kann
- ggf. Wartezeitinfo für Motor Start/Stopp

→ Effiziente und „entspannte“ Fahrweise wird ermöglicht

Kommunaler Nutzen

Bereitstellung von Schaltzeitinformationen in Fahrzeugen führt durch intelligente Fahrerassistenzsysteme zu:

CO₂-Reduzierung



Halte- und
Lärmreduzierung

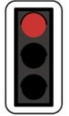


Verkehrsfluss-
Optimierung

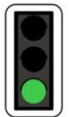


Fahrzeugfunktionen

Infrastrukturseitig:
Bereitstellung der
netzweiten LSA-
Schaltzeitprognose



Die LSA schaltet in 5
Sekunden auf Rot.



Die LSA schaltet in 10
Sekunden auf Grün.

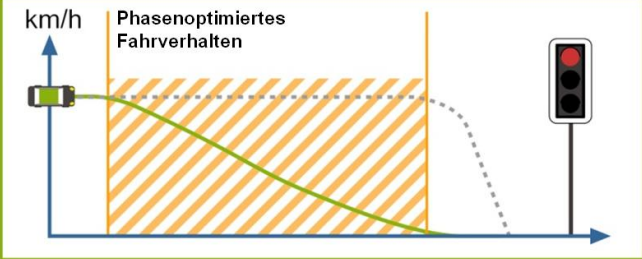
Informations-
verarbeitung

Fahrzeugfunktion &
Assistenzsysteme

Die Grünphase kann
nicht mehr erreicht
werden

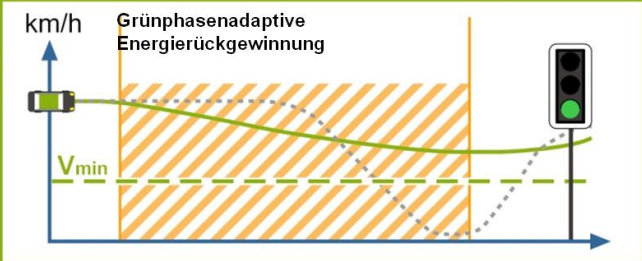
Die Grünphase kann
erreicht werden

Verzögerungsassistentz



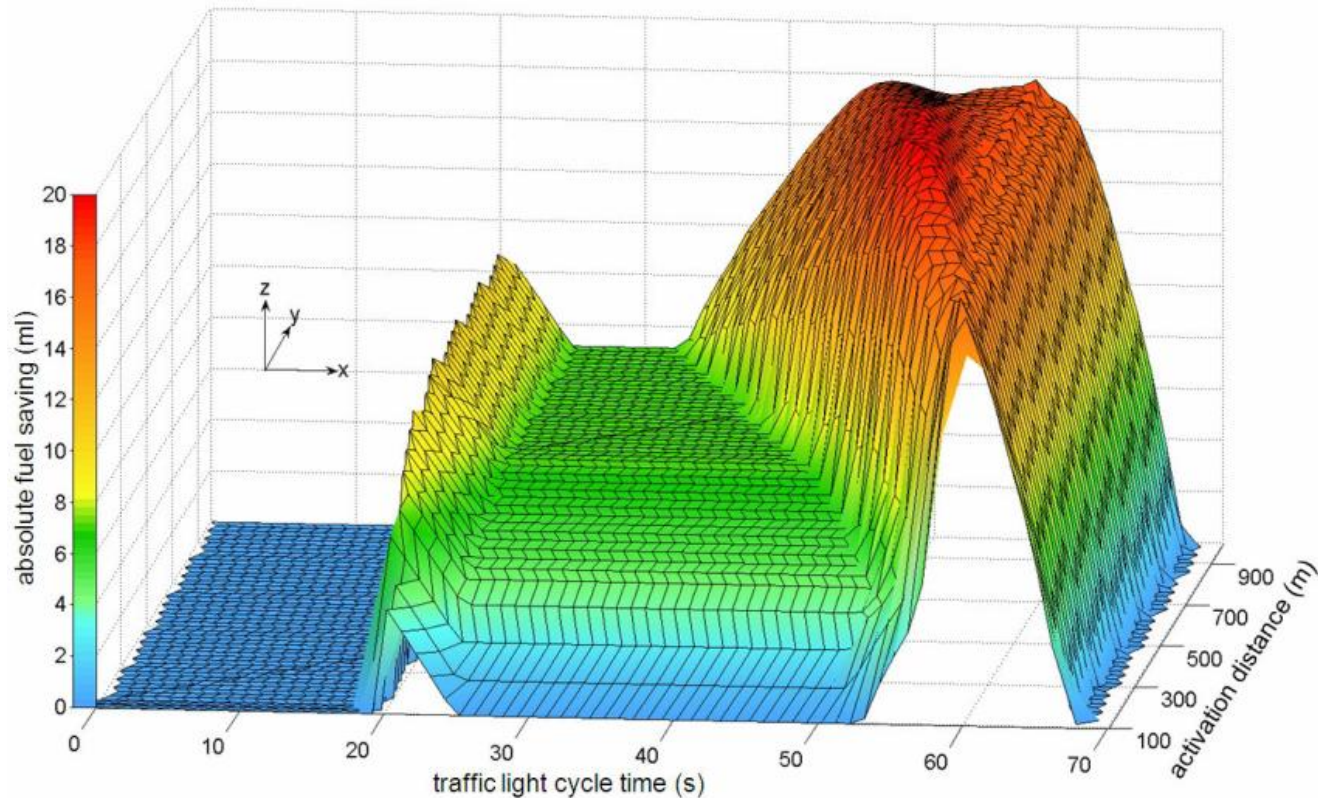
- Energierückuperation
- Heransegehn an die rote LSA

Grüne-Welle-Assistentz



- Geschwindigkeitsreduktion
- Hindurchsegehn - LSA wird grün

Einsparpotential



SOURCE: Raubitschek, C., Schütze, N., Kozlov, E. & Bäker, B. (2011). Predictive Driving Strategies under Urban conditions for Reducing Fuel Consumption based on Vehicle Environment Information. *2011 IEEE Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems*. Vienna, Austria.

Integration im Versuchsträger



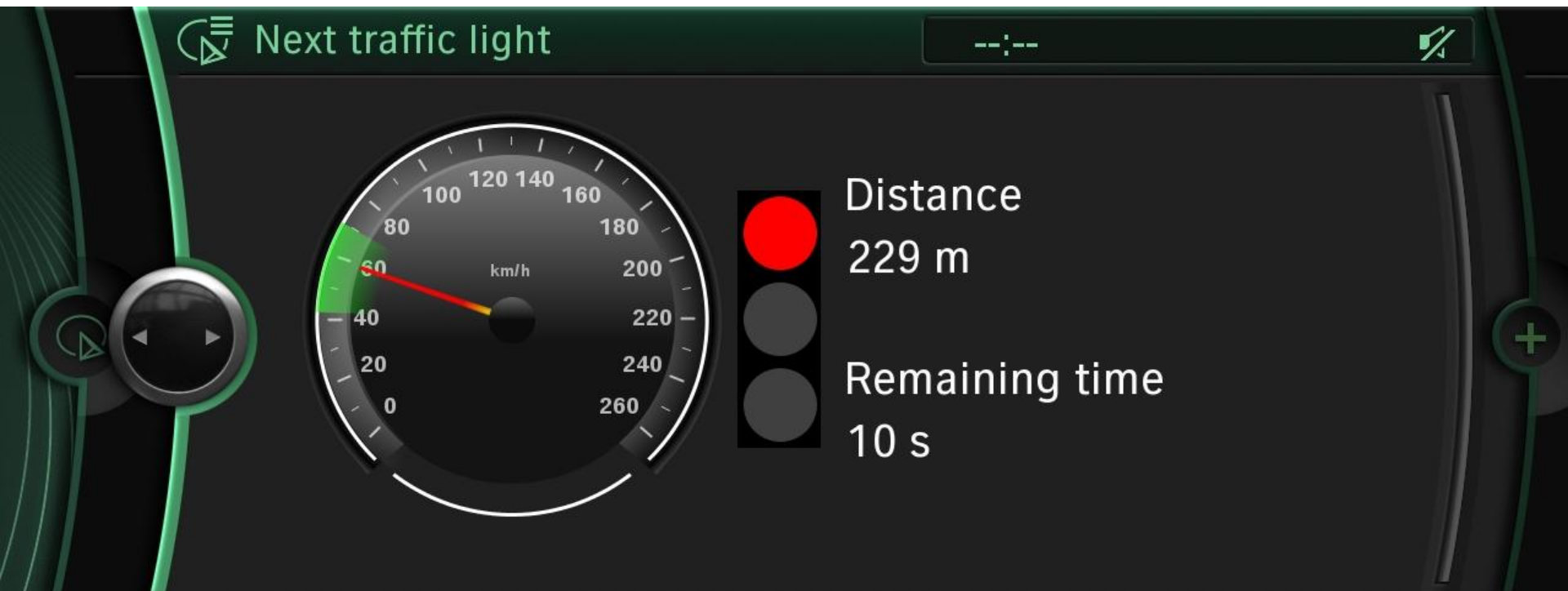
Entwicklungsanzeige „Grünband“

Integration im Versuchsträger



Entwicklungsanzeige „Prepare to stop“

Integration im Versuchsträger



Entwicklungsanzeige „Grünband“

Relevante Informationen

Position der Haltelinie

→ Entfernung zur eigenen Position

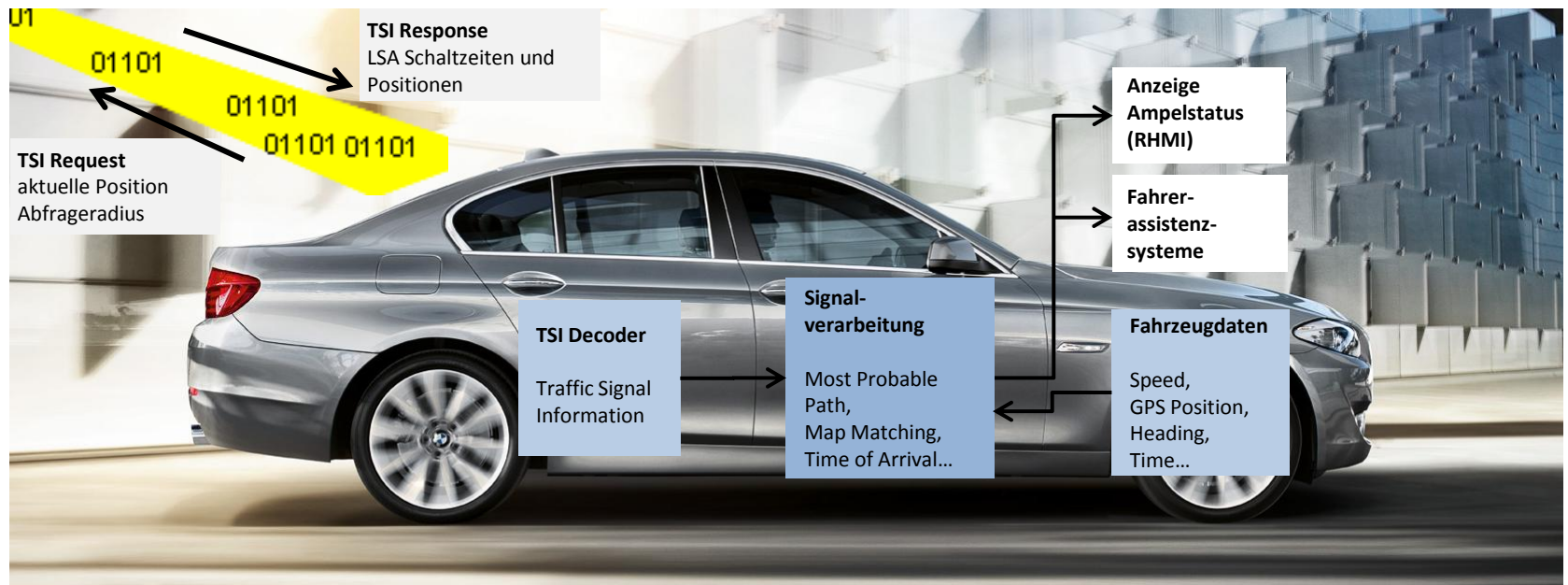
Für welche Fahrtrichtung gilt die Signalisierung?

→ Relevante Signalisierung abhängig von Routenwahl

Wann sind die nächsten Phasenwechsel

→ In welcher Phasensekunde wird die Ampel erreicht – wie muss ich meine Geschwindigkeit anpassen?

Umsetzung



Nutzen des Assistenzsystems

Vorteile durch Ampelassistentenfunktionen

- geringere Emissionen
- optimierter Verkehrsfluss
- erhöhter Fahrkomfort



Lehrstuhl für Ergonomie
Prof. Klaus Bengler

Michael Krause
(wissenschaftlicher Mitarbeiter)

Vorteile eines Smartphone-Ampelassistenten

- Weite Verbreitung von Smartphones
- Internetfähig (kostengünstiges Gesamtsystem)
- Einfaches Ausprobieren (kein Neuwagenkauf/Upgrade)
- Fahrzeug/Hersteller unabhängig
- Schnelle, flexible Softwareanpassungen möglich (Update)

Human Factors Process

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

Human Factors Process

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

- Wollen mögliche Nutzer einen Ampelassistenten?
- Aktueller Gebrauch von Smartphones mit Bezug zu Auto und Verkehr
- Verbreitung und Nutzung von Fahrzeughalterungen (Voraussetzung für sicheren Gebrauch).



Human Factors Process

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

- Verbreitung und Nutzung von Fahrzeughalterungen (Voraussetzung für sicheren Gebrauch).

82% besitzen keine Halterung.

**Weniger als 4% besitzen eine Halterung
und nutzen diese bei jeder Fahrt**



Human Factors Process - Survey

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

- Würden Sie einen Ampelassistenten nutzen?

Männer: 78% "Ja"

Frauen: 51% "Ja"



Human Factors Process

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

- Prüfung der generellen Machbarkeit und Akzeptanz
- Konzeption eines geeigneten Human Machine Interfaces (HMI)
- Erfassung von Blickdaten, Fahrerverhalten und Spritverbrauch



Human Factors Process

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

- **Blickabwendungszeiten sind vertretbar**
- **Bei zufallsbedingter Ampelschaltung im Simulator durchschnittlich 20% Spritersparnis durch Fahrerinformation**
- **Reduktion der Zeitanteile in denen über der erlaubten Geschwindigkeit gefahren wird, sowie Verminderung der Übertretungsgeschwindigkeit**



Human Factors Process

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

- Wie würden Nutzer das System konfigurieren?



Human Factors Process

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

- **Nutzermeinungen sind in die Systementwicklung eingeflossen**



Human Factors Process

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

- Vergleich von realer und simulierter Fahrt.



Human Factors Process

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

- Weitergehende Auswertung wird durchgeführt



Human Factors Process

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

- Abschätzung des kognitiven Zusatzaufwands durch den Ampelassistenten im Realverkehr mit einer Reaktionszeitaufgabe



Human Factors Process

Survey

Driving Simulator Experiment 1

Driving Simulator Experiment 2

Driving Simulator / Real Road Experiment 3

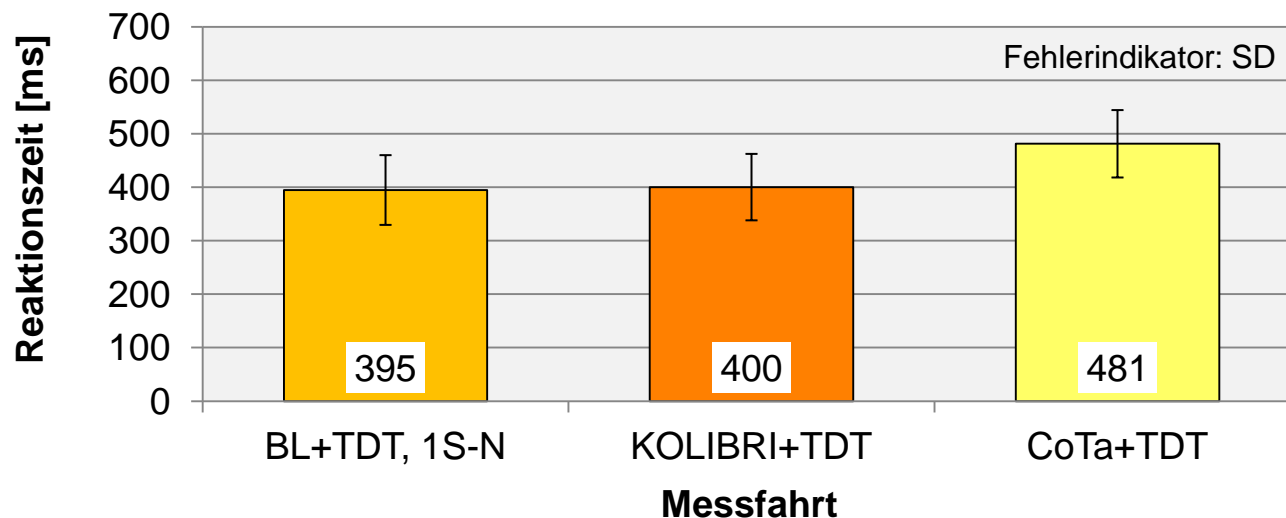
Real Road Experiment 4

Real Road Experiment 5

Real Road Experiment 6

Verena Knott, GfA 2013

Reaktionszeit



Subjektive Bewertung

- **AttrakDiff 2**

→ KOLIBRI-System ist tendenziell „begehrt“.

Mittlere Ausprägung der Dimensionen PQ und HQ

Hedonische Qualität HQ	zu selbst-orientiert	selbst-orientiert	begehrt
		neutral	handlungs-orientiert
	überflüssig		zu handlungs-orientiert
	Pragmatische Qualität PQ		



Verena Knott, GfA 2013

Human Factors Process

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

- Messung von Blickdaten im Realverkehr



Human Factors Process

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

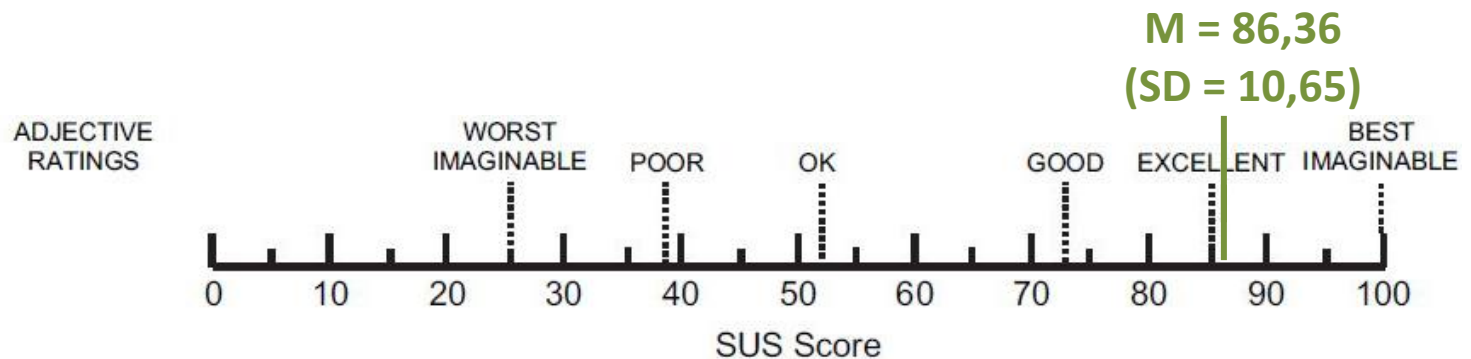
- Blickabwendung von der Straße (Tachometer und Handy)
 - Baseline: 0,23Hz 0,76s (85. Perzentil 1,04s)
 - KOLIBRI: 0,32Hz 0,81s (85. Perzentil 1,12s)
- Blicke zum Handy: Alle 6-8 Sekunden für 0.62s



Subjektive Bewertung

■ SUS (System Usability Scale)

→ Usability bei Festzeitsteuerung wird als „*exzellent*“ bewertet.



Bangor, A.; Kortum, P. & Miller, J. (2009). Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *JUS Journal of Usability Studies*, 2009 Volume 4 (Issue 3), 114-123.



Verena Knott, 2012

Human Factors Process

Survey

Driving
Simulator
Experiment
1

Driving
Simulator
Experiment
2

Driving
Simulator /
Real Road
Experiment
3

Real Road
Experiment
4

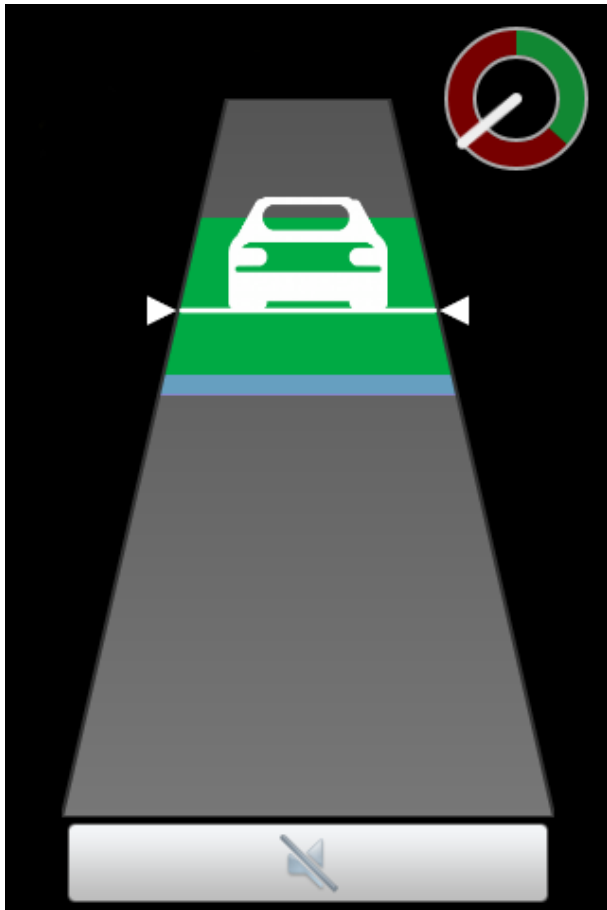
Real Road
Experiment
5

Real Road
Experiment
6

- Wie wird mit Ungenauigkeiten und Fehlern des Systems umgegangen
- Erfassung der Blickdaten, des letzten Projektstandes
- Fahrerverhalten



- Blickabwendungszeiten vertretbar
- Kein zusätzlicher mentaler Workload messbar
- Nutzbarkeit der Applikation bei Festzeitsteuerung wird als „exzellent“ bewertet.
Die Applikation ist tendenziell als „begehrt“ akzeptiert





- **Fragestellung für ein Folgeprojekt:**
 - Weitergehende Auswertung des Fahrerverhaltens
 - Feldversuch mit einer kontrollierten Nutzergruppe
 - Beobachtung der Langzeitnutzung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Michael Krause

Technische Universität München

Lehrstuhl für Ergonomie

Boltzmannstraße 15

D-85747 Garching

Tel +49 89 289-15404

Fax +49 89 289-15389

krause@tum.de

<http://www.ergonomie.tum.de>

DANKESCHÖN!

- An die in den Testfeldern beteiligten **Behörden** für die Möglichkeit, innovative Steuerungsansätze auf realen Strecken zu erproben und gemeinsam weiter zu entwickeln
- An die **Bayerische Forschungstiftung** für die Förderung des Projekts KOLIBRI

... und für **Ihre Aufmerksamkeit!**

Abschlussveranstaltung am 19.06.2013

FRAGERUNDE

[HTTP://WWW.KOLIBRI-PROJEKT.DE](http://www.kolibri-projekt.de)