



Messung des Fahr- und Blickverhaltens von Kraftfahrern

ISE Kolloquium
Straßen- und Verkehrsdatenerfassung
20. Januar 2009, Karlsruhe

Dirk Ebersbach

Fahrverhalten ?

- Geschwindigkeit
- Beschleunigungen (quer, längs)
- Spurverhalten
- Blickverhalten
- Bedienhandlungen (Pedalbetätigung etc.)
- Psychologische Kenngrößen (Belastung, Beanspruchung)

Methoden

- Probandenfahrten
 - Definiertes Kollektiv
 - Gute Datenlage
 - Größe der Stichprobe
- Verfolgungsfahrten / Nachfolgefahrten
 - Große Stichprobe
 - Unbeeinflusste Messung
- Stationäre Messungen
 - Sehr große Stichprobe
 - Geringe räumliche Ausdehnung



Fahrverhalten ?

	Geschwindigkeit	Beschleunigungen	Spurverhalten	Blickverhalten	Bedienhandlungen	Physio- Kennwerte	
Verfolgungsfahrten	✓	(✓)	-	-	-	-	Räumliche Ausdehnung. Große Stichprobe
Probandenfahrten	✓	✓	(✓)	✓	✓	✓	Kein unbeeinflusstes Fahren, hoher Aufwand geringe Stichprobe
Stationäre Messungen	✓	(✓)	✓	-	-	-	Große Stichprobe, begrenzte räumliche Ausdehnung



Messsystem der TU Dresden

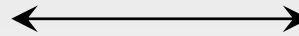
- Probandenfahren / Verfolgungsfahrten
- Stationäre Messungen
 - 3 Radarmessgeräte
 - 2 Laserscanner SICK

Verfolgungsfahrten / Nachfolgefahrten

Definition freifahrendes Fahrzeug:

$ZL_{nach} \geq 4 \text{ s}$

$ZL_{vor} \geq 7 \text{ s}$

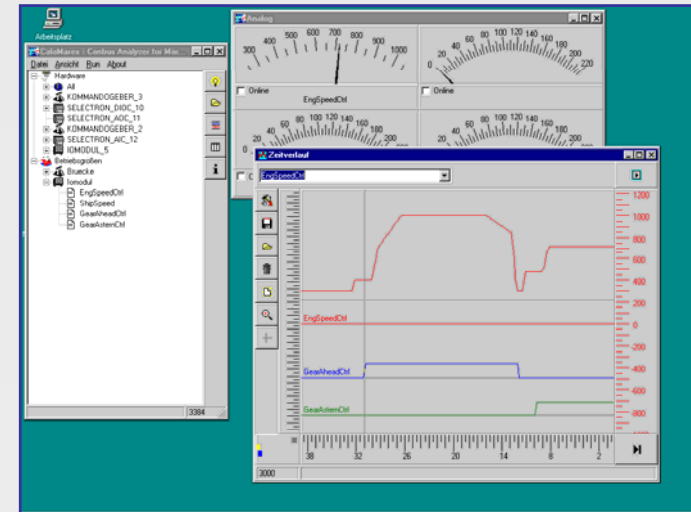


Verfolgungsfahrten / Nachfolgefahrten



Fahrzeug CAN – BUS / Radarsensor

- internes Fahrzeug-Datenbus-system
- Motordaten (Drehzahl, Tempera-turen, Gang...)
- Fahrzeugdaten (Geschwindigkeit, Beschleunigungen...)
- Bediendaten (Blinker, Bremse...)
- Radarsensor (Anzahl Objekte, Abstand, Relativgeschwindigkeit)



Verfolgungsfahrten / Nachfolgefahrten

Fahrzeug technische Spezifikation:

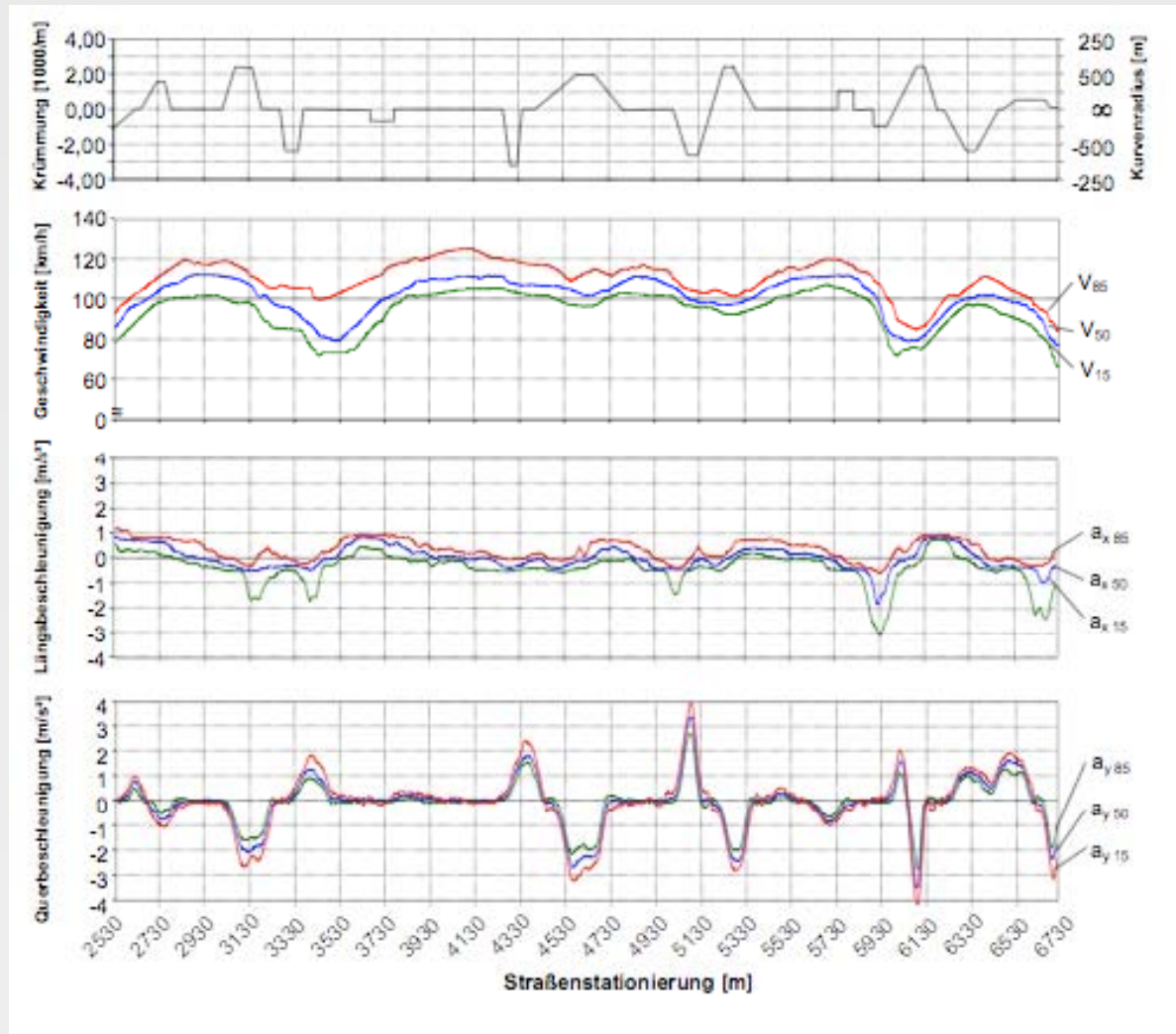
- Positionierungssystem (GPS, Wegstreckensensor)
- Beschleunigungssensor
- Radarsensor Messung Abstand und Relativgeschwindigkeit vom vorausfahrenden Fahrzeug

Verfolgungsfahrten / Nachfolgefahrten





Verfolgungsfahrten / Nachfolgefahrten





Fahrverhalten ?

	Geschwindigkeit	Beschleunigungen	Spurverhalten	Blickverhalten	Bedienhandlungen	Physio- Kennwerte	
Verfolgungsfahrten	✓	(✓)	-	-	-	-	Räumliche Ausdehnung. Große Stichprobe
Probandenfahrten	✓	✓	(✓)	✓	✓	✓	Kein unbeeinflusstes Fahren, hoher Aufwand geringe Stichprobe
Stationäre Messungen	✓	(✓)	✓	-	-	-	Große Stichprobe, begrenzte räumliche Ausdehnung

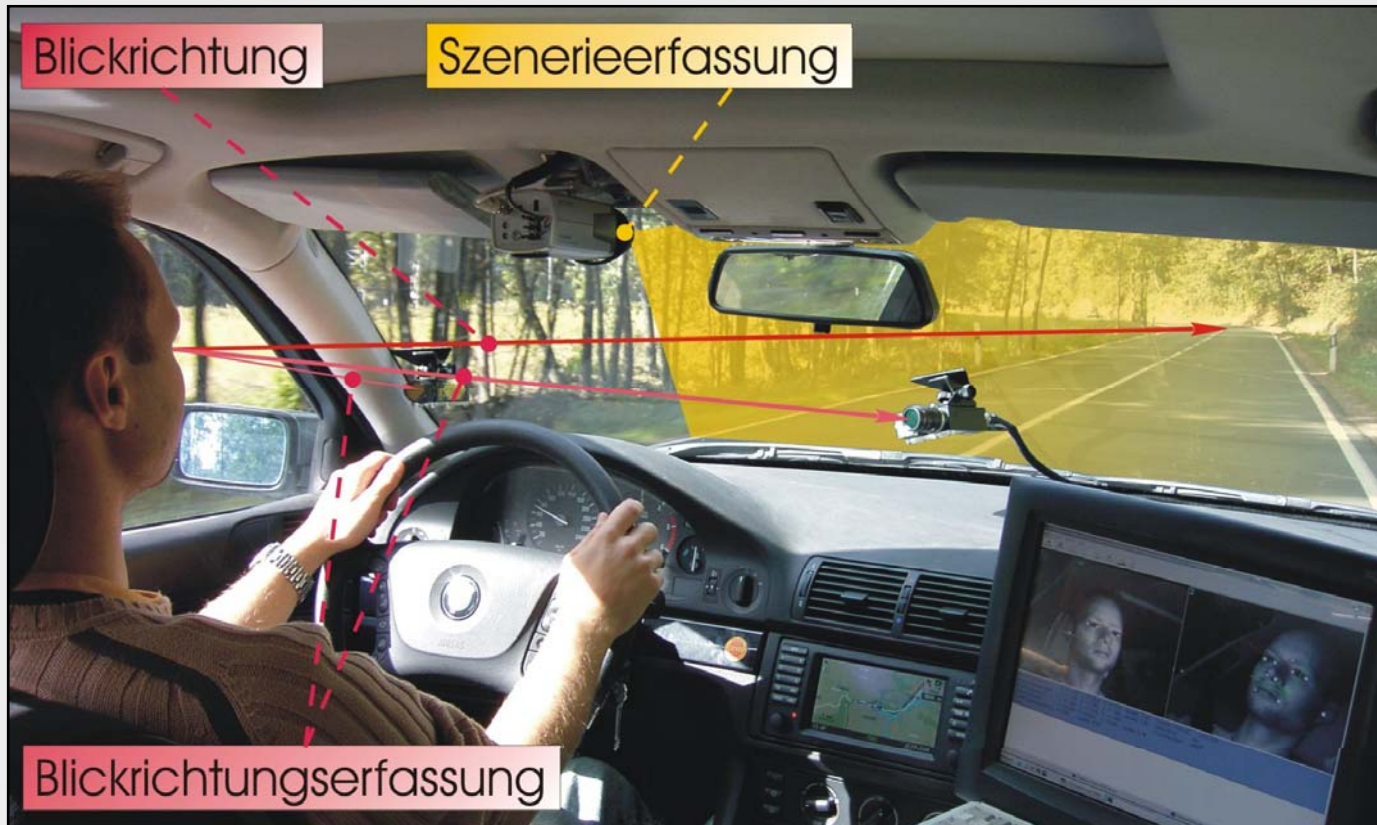
Fahrverhalten ?

- Geschwindigkeit (Fahrzeug CAN)
- Beschleunigungen (quer, längs) (Sensor)
- Spurverhalten (zusätzliche Kamera)
- Blickverhalten (Smart Eye)
- Bedienhandlungen (Fahrzeug CAN)
- Psychologische Kenngrößen
(Nebenaufgabe, Sensoren)

Probandenfahrten

- Geschwindigkeit (Fahrzeug CAN)
- Beschleunigungen (quer, längs) (Sensor)
- Spurverhalten (zusätzliche Kamera)
- **Blickverhalten (Smart Eye)**
- Bedienhandlungen (Fahrzeug CAN)
- **Psychologische Kenngrößen
(Nebenaufgabe, Sensoren)**

Messung des Blickverhaltens



berührungslose Blickverhaltensuntersuchung

Blickverhaltensuntersuchung



Blickvektor als Logfile:

- basierend auf der Kopfposition relativ zum Straßenraum
- Aufzeichnung mit 30 Hz
- über GPS-Timestamp mit Daten des Fahrverhaltens und Straßengeometrie überlagerbar
- ermöglicht automatische Auswertung

Blickverhaltensuntersuchung

Aufzeichnung:

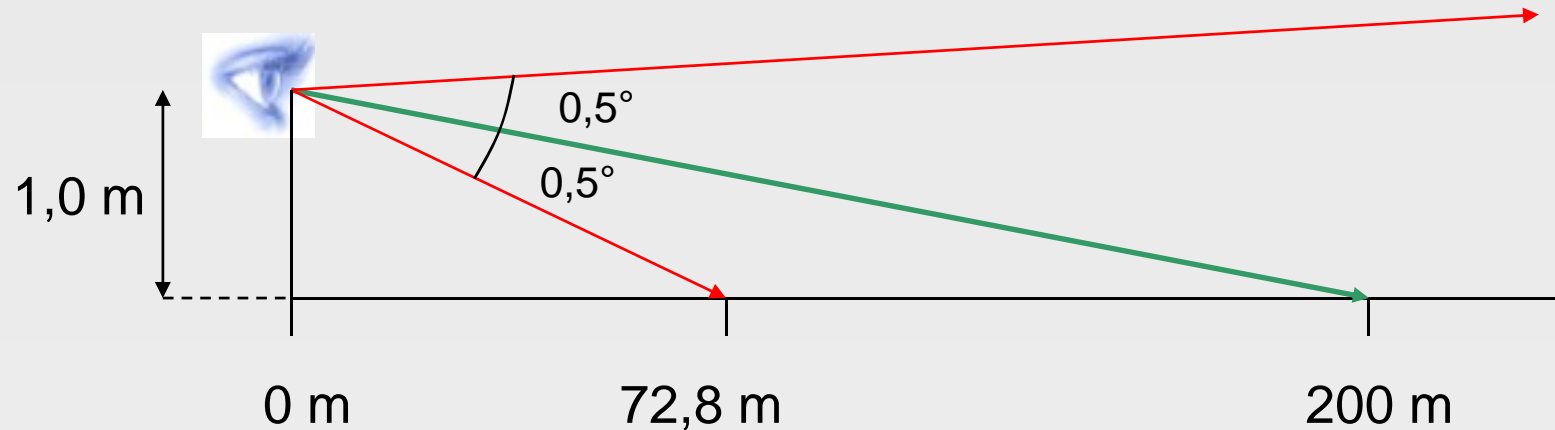
- Kopfposition
- Kopfrotation
- Blickrichtung
- Qualitätsmaße

Auswertung:

- Streuungs- und Konzentrationsmaße
- Anzahl von Fixationen
- Fixationsdauer
- Fixationsdichte
- Blickfeldbestimmung

	HeadPositionY	HeadPositionZ	HeadPo	HeadRotationX	HeadRotationY	HeadRotationZ	HeadREyePositionX	EyePositionY	EyePositionZ	GazeDirectionX	GazeDirectionY	GazeDirectionZ	GazeDirect	
1														
2	1,251529	1,117345	1	1,327121	1,049456	1,054572	1	1,21036	1,234549	1,150196	0,997166	-0,011915	-0,074284	0,91
3	1,250859	1,118072	1	1,328254	1,057271	1,054334	1	1,210664	1,234234	1,150536	0,99623	-0,002033	-0,086722	0,98
4	1,250624	1,117976	1	1,329305	1,056266	1,053968	1	1,21103	1,2339	1,150421	0,996627	-0,010395	-0,081409	0,99
5	1,250121	1,118146	1	1,328748	1,06125	1,049219	1	1,211482	1,233549	1,150347	0,9953	-0,010192	-0,096306	0,99
6	1,249701	1,117766	1	1,328244	1,064374	1,053428	1	1,21216	1,23342	1,149922	0,995029	-0,029219	-0,095198	0,98
7	1,248838	1,118717	1	1,334828	1,080683	1,0532	1	1,213205	1,233158	1,149835	0,993073	-0,021838	-0,115454	0,99
8	1,249309	1,117962	1	1,33592	1,071562	1,055675	1	1,214014	1,233184	1,149442	0,997403	-0,021301	-0,068797	0,99
9	1,248683	1,116881	1	1,325545	1,073881	1,068244	1	1,214856	1,23338	1,148991	0,997905	-0,01982	-0,061581	0,94
10	1,249951	1,11743	1	1,339386	1,077241	1,048164	1	1,216521	1,233797	1,14838	0,996557	-0,016863	-0,081177	0,97
11	1,248942	1,116438	1	1,326318	1,09212	1,066383	1	1,217735	1,234508	1,147711	0,997114	-0,016793	-0,074039	0,94
12	1,249252	1,116621	1	1,331777	1,102977	1,063909	1	1,220185	1,235123	1,147108	0,995604	-0,026447	-0,089854	0,98
13	1,249695	1,115795	1	1,332097	1,102781	1,064286	1	1,221867	1,235555	1,146279	0,995956	-0,026345	-0,085888	0,98
14	1,249518	1,115797	1	1,340233	1,116159	1,06432	1	1,22411	1,23579	1,14528	0,99574	-0,017345	-0,090559	0,99
15	1,248845	1,114748	1	1,334649	1,126984	1,073195	1	1,226205	1,236118	1,14419	0,995395	-0,009858	-0,095352	0,99
16	1,248298	1,114088	1	1,33228	1,144608	1,072318	1	1,228242	1,236552	1,142868	0,994029	-0,013557	-0,108267	0,99
17	1,249078	1,112493	1	1,33243	1,140623	1,070203	1	1,230091	1,237059	1,141408	0,99637	-0,010724	-0,084453	0,99

Blickbewegungsmessung – Möglichkeiten und Grenzen



Genauigkeitsbestimmung

- Versuche bei stehendem Fahrzeug
 - Reduzierung der Fehlerquellen auf System und Person
- Versuche während der Fahrt
 - Realbedingungen, wechselnde Lichtverhältnisse

Datenerhebung

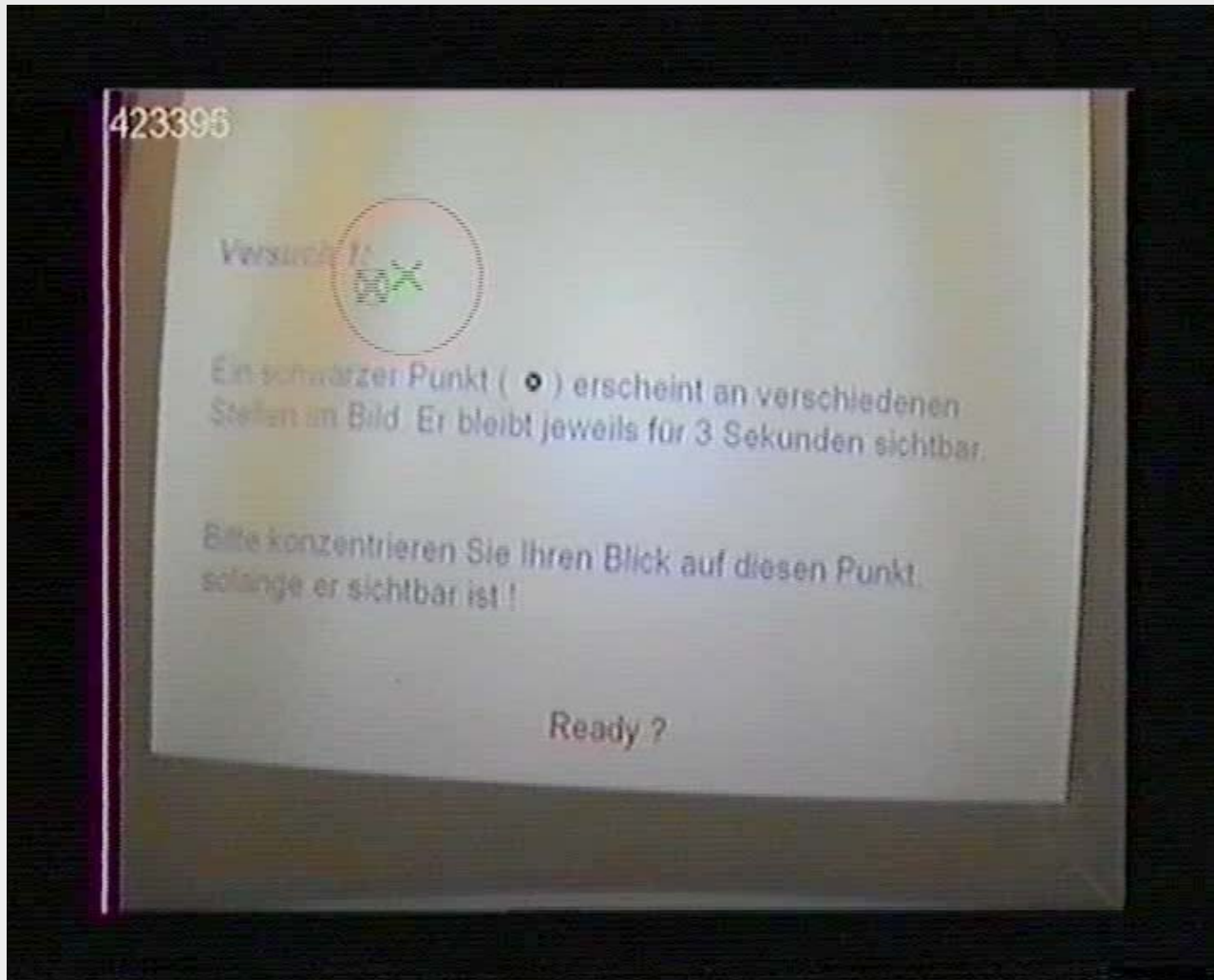
- Kopfprofilerstellung
 - Markierung von „feature points“
 - Probandeneignung abschätzbar

- Kalibrierung der Szeneriekamera
 - visuelle Genauigkeitskontrolle





Genauigkeit Blickbewegungsmessung



Genauigkeit Blickbewegungsmessung



Zeitliche Blickbewegungsmaße

- mittlere Fixationsdauer
 - Erwartung: größere Werte bei höherer Beanspruchung
- Mittel der Fixationsdauern > 166 ms / 400 ms
 - beschreibt nur „verarbeitete“ Informationen
- Fixations-Saccaden-Verhältnis
 - zeigt tiefe Verarbeitung oder geringe Suchaktivität an
- Prozent Blickanteil im Hauptaufmerksamkeitsbereich (PRC)
 - blickzielabhängig
 - unterscheidet zwischen Blickrichtung Fluchtpunkt und Umgebung



Räumliche Blickbewegungsmaße

- Standardabweichung Blickwinkel
 - Erwartung: Abnahme bei geringer Sichtweite
- Spatial Density Index
 - Aufteilung des Blickfelds in Quadrate (3° Seitenlänge)
 - geringe Werte zeigen zielgerichtete Suche an
- Scanfadlänge
 - mittlerer Abstand zwischen Fixationsorten



Blickverhaltensuntersuchung



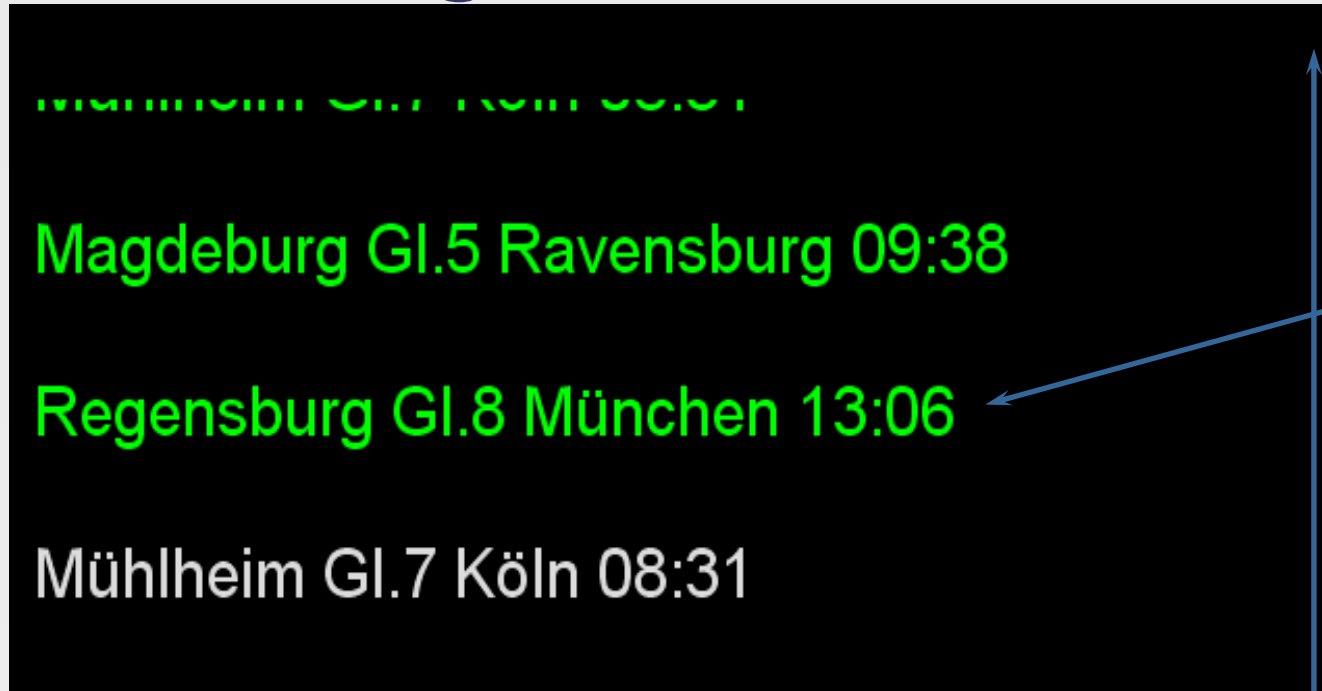
Szenerievideo:

- Aufzeichnung mit 25 Hz
- eingespielter Blickpunkt
- Blickfeld der letzten n Punkte
- detaillierte Objekterkennung anhand von Einzelbildern
- Zuordnung von Fixationen zu Straßenraumelementen
- Kontrollfunktion während der Versuche

Blickverhaltensmessung auf einer Landstraße



Nebenaufgabe



Zielreiz (zu
entdeckendes
Städtenamenpaar)

Laufrichtung

Instruktion: „Zügig fahren, aber im Rahmen der StVo; sicher Fahren ist wichtiger als Nebenaufgabe“

Nebenaufgabe: Städtenamenpaar im Lauftext suchen



Fahrverhalten ?

	Geschwindigkeit	Beschleunigungen	Spurverhalten	Blickverhalten	Bedienhandlungen	Physio- Kennwerte	
Verfolgungsfahrten	✓	(✓)	-	-	-	-	Räumliche Ausdehnung. Große Stichprobe
Probandenfahrten	✓	✓	(✓)	✓	✓	✓	Kein unbeeinflusstes Fahren, hoher Aufwand geringe Stichprobe
Stationäre Messungen	✓	(✓)	✓	-	-	-	Große Stichprobe, begrenzte räumliche Ausdehnung



Stationäre Messungen

- Lichtschranken
- Induktionsschleifen
- Video
- Laserscanning
- Kombination

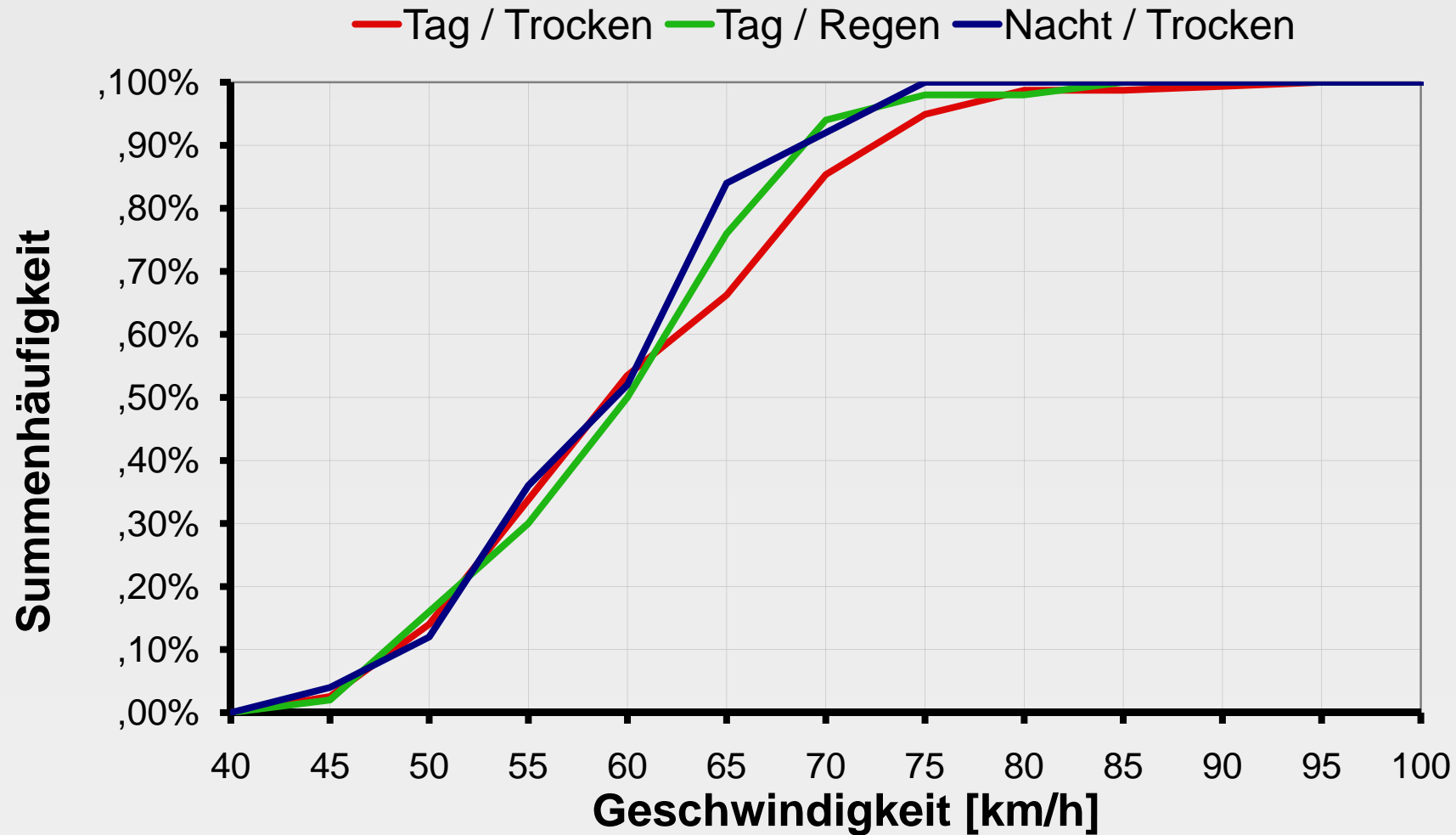


Fahrverhalten ?

	Geschwindigkeit	Beschleunigungen	Spurverhalten	Blickverhalten	Bedienhandlungen	Physio- Kennwerte	
Lichtschranken	✓	-	-	-	-	-	Preiswert, schnell, Fahrzeugarten?
Induktionsschleifen	✓	-	-	-	-	-	Robust, erkennt Fahrzeugarten
Video	✓	-	(✓)	-	-	-	Witterung, hoher Auswerteaufwand
Laserscanning	(✓)	-	✓	-	-	-	Hoher Aufwand



Stationäre Messungen



Stationäre Messungen

Video und Lichtschranke



Stationäre Messungen

Video und Lichtschranke



Stationäre Messungen

Laserscanning



Querschnittsmessungen – Aufbau

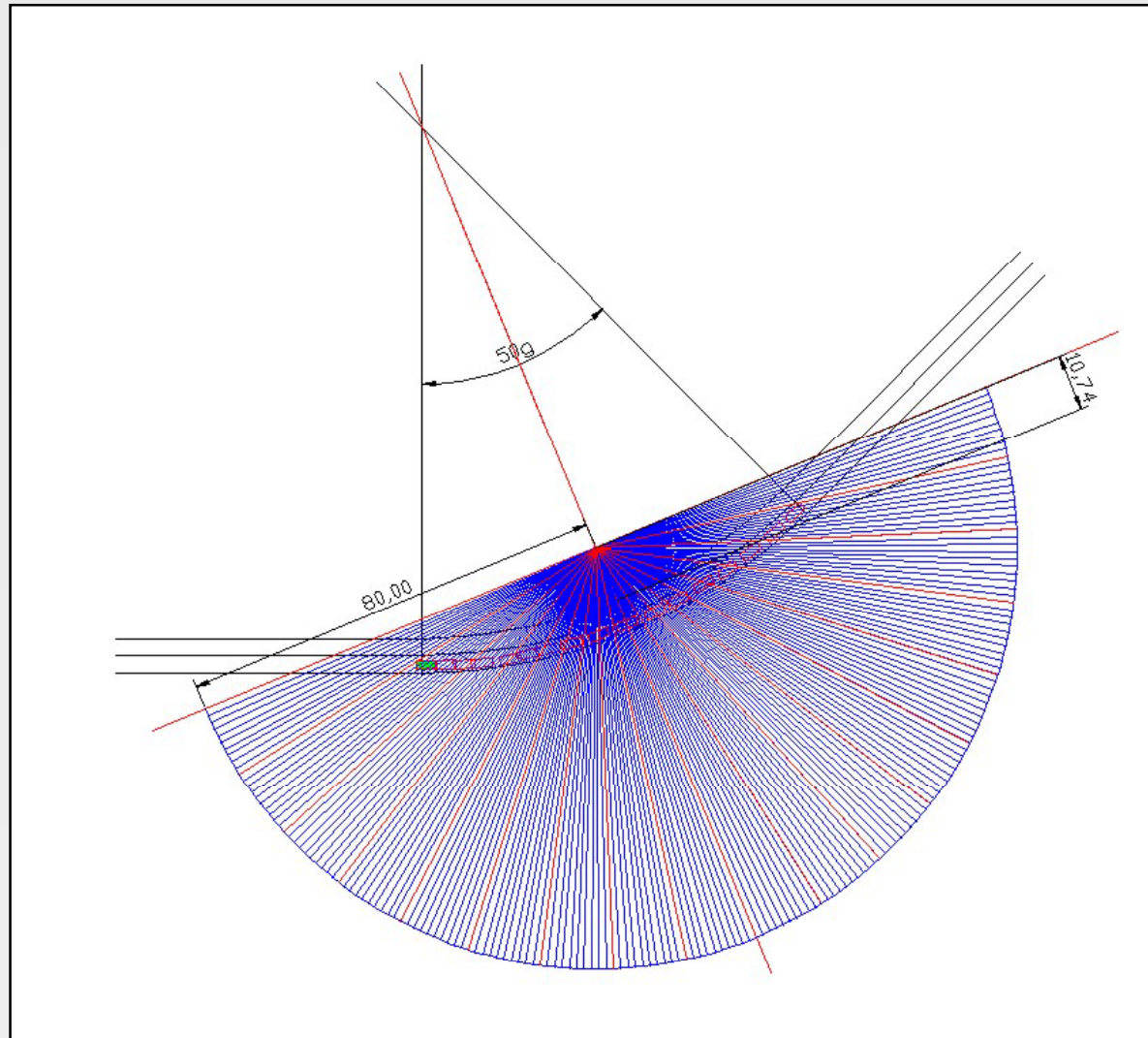


Waldkurve

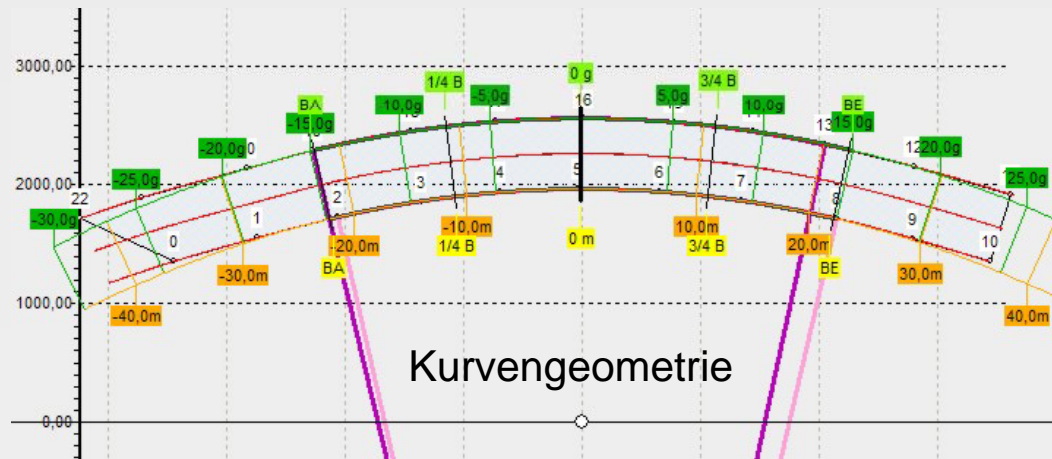
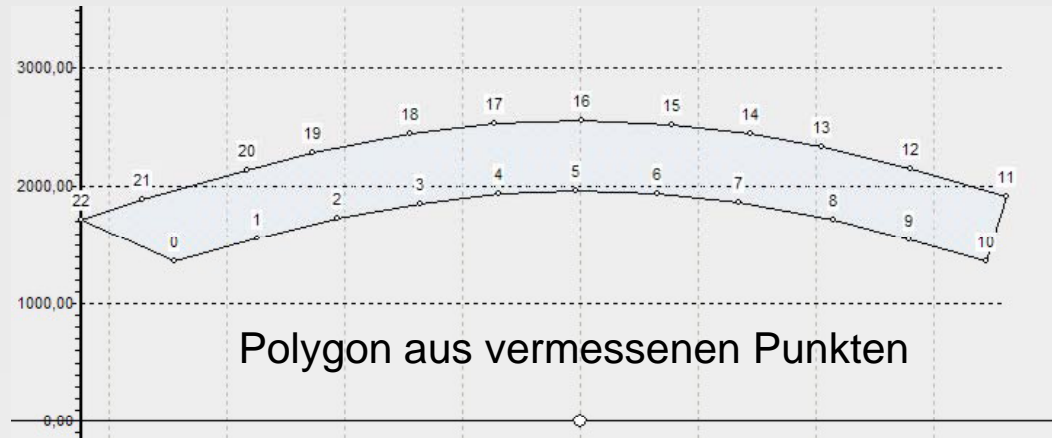


freies Umfeld / einseitige Bepflanzung

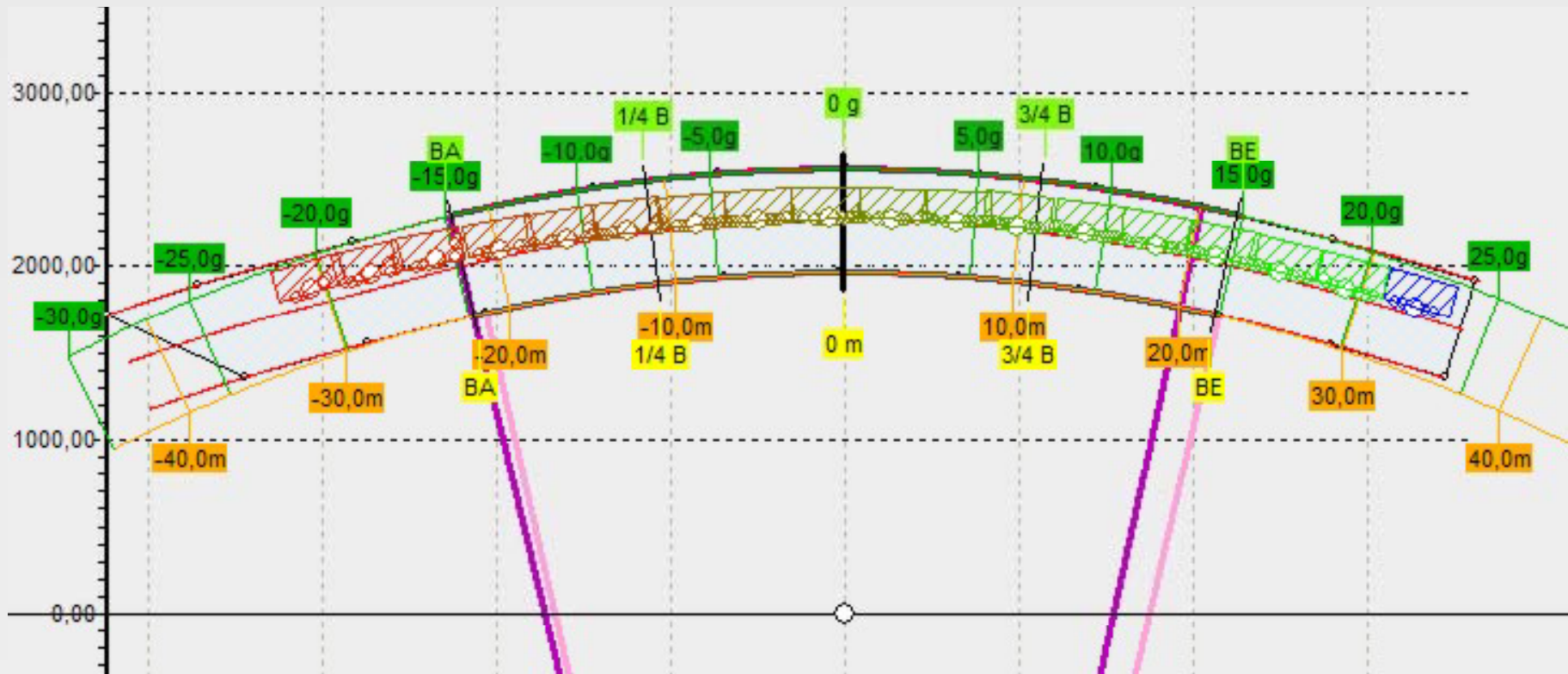
Stationäre Messungen



Stationäre Messungen



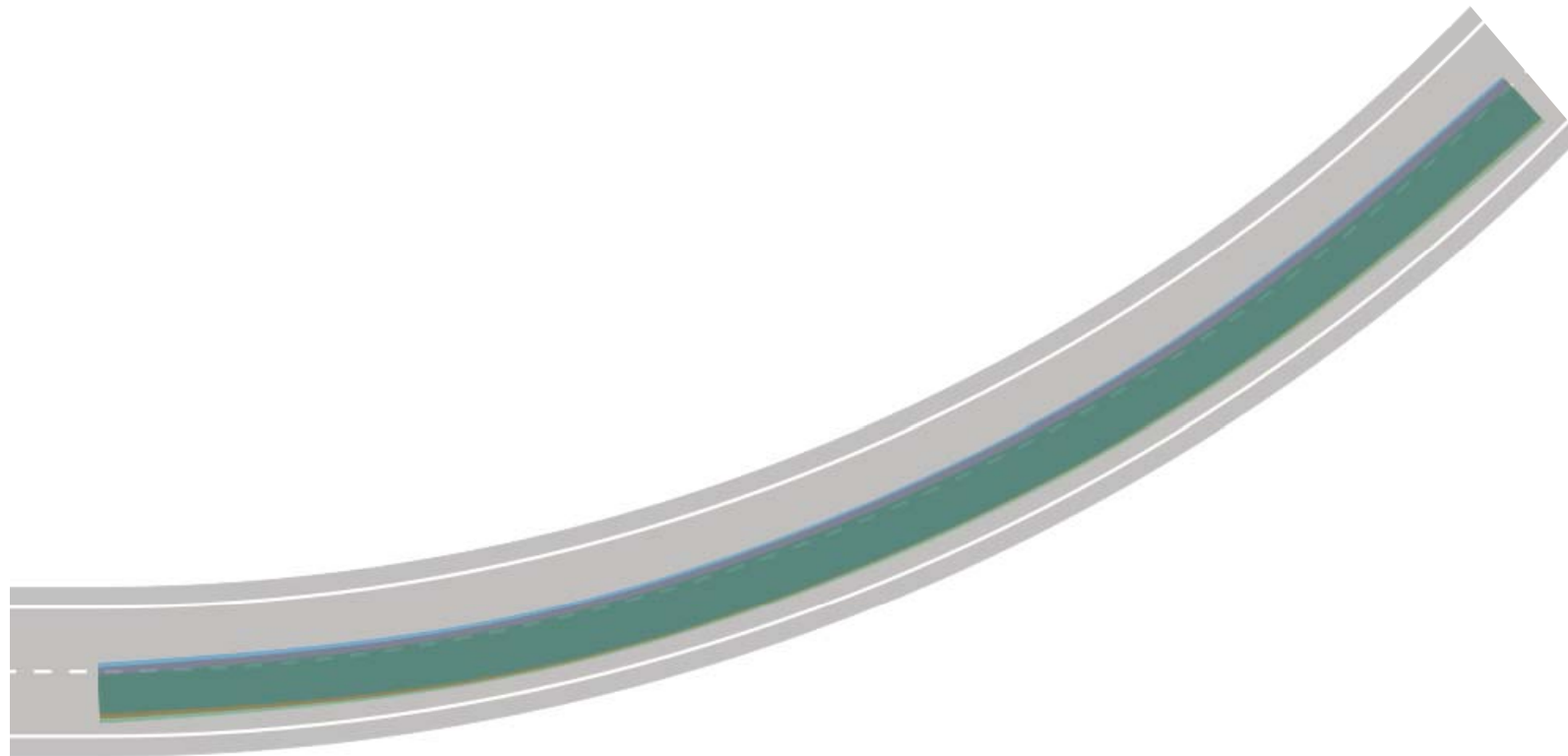
Querschnittsmessungen - Fahrzeugerkennung



Spurverhalten in einer Linkskurve



Spurverhalten – Mittelwerte, Streubreiten





Messung des Fahr- und Blickverhaltens von Kraftfahrern

ISE Kolloquium
Straßen- und Verkehrsdatenerfassung
20. Januar 2009, Karlsruhe

Dirk Ebersbach