

Echtzeit-Fahrerbeanspruchungsschätzung

Walter Piechulla¹, Christoph Mayser², Helmar Gehrke³, Winfried König³



¹Institut für Experimentelle Psychologie, Universität Regensburg
²BMW Group - Forschung, Vorentwicklung, Konzepte - Mensch Maschine Interaktion
³Robert Bosch GmbH, FV/SLN Forschung und Vorentwicklung



<http://www.santosweb.de>

EINLEITUNG

Zur Anpassung der Mensch-Maschine-Schnittstelle von PKW an situationspezifische Anforderungen wurde ein System entwickelt, das verschiedene Verkehrssituationen erkennt und hinsichtlich der zu erwartenden Beanspruchungswirkung auf den Fahrer beurteilt. Als Beispiel für eine Anpassung der Benutzerschnittstelle dient die Unterdrückung eingehender Telefonanrufe in Situationen, für die eine hohe Fahrerbeanspruchung zu erwarten ist. Diese Idee wurde

Anfang der 90er Jahre im Projekt *Generic Intelligent Driver Support* (Michon, 1993) erstmals erwähnt. Wir stellen ein funktionsfähiges System vor, das wir im realen Straßenverkehr erprobt haben. Die Beanspruchungsschätzung beruht dabei einerseits auf einer Situationsklassifikation, die in einer geografischen Datenbank (sogenannte feindigitale Karte FDK) gespeichert ist. Andererseits werden dynamische Ereignisse des Verkehrs-

geschehens wie die Annäherung an ein vorausfahrendes Fahrzeug oder starke Verzögerungen als Prädiktoren erhöhter Fahrerbeanspruchung verwendet. Außerdem wird versucht, Umweltbedingungen wie Regen, Reibwert (Griffigkeit der Fahrbahnoberfläche) und den Unterschied zwischen Tag- und Nachtfahrt zu berücksichtigen. Es zeigt sich, dass eine sinnvolle Fahrerbeanspruchungsschätzung möglich ist.

VORGEHEN

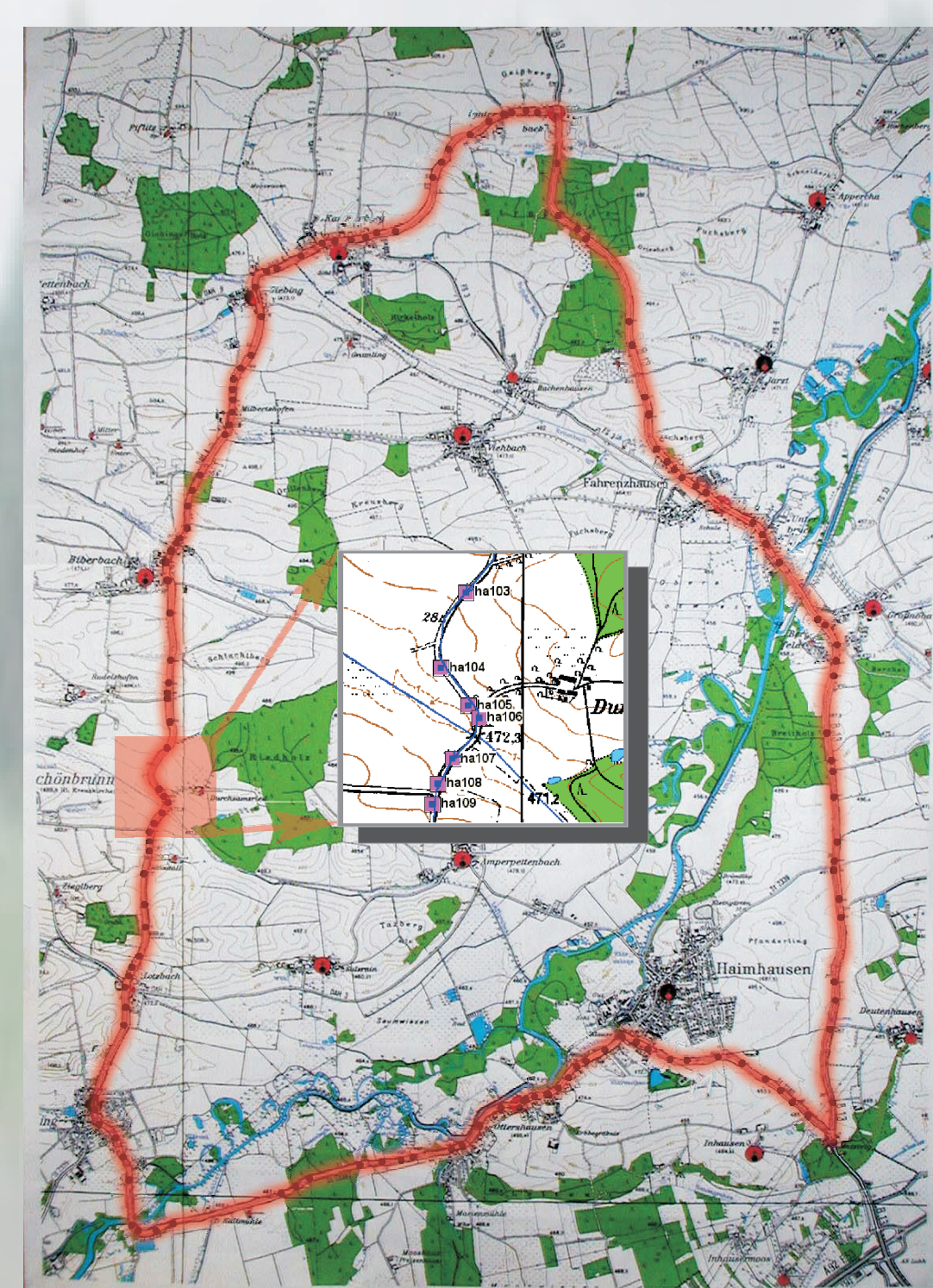


Abbildung 1: Versuchsstrecke

Eine 27 km lange Teststrecke (Abbildung 1) wurde zunächst gefilmt, dann anhand der Videoaufzeichnung nach der Taxonomie für Verkehrssituationen von Fastenmeier (1995) klassifiziert. Die Übergänge zwischen den 186 resultierenden Situationen wurden dann vor Ort mit differenziellem GPS (DGPS) vermessen und die Situationsübergänge in die FDK-Datenbank eingetragen.

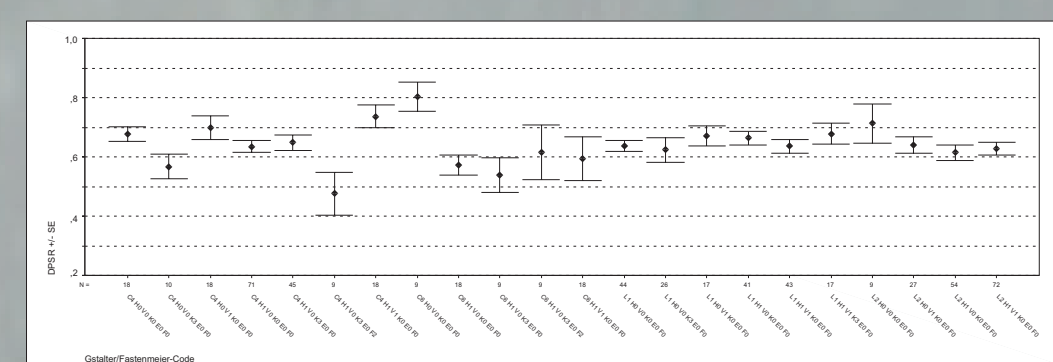


Abbildung 2: Situationspezifische Beanspruchung

Zur Schätzung der relativen Beanspruchungswirkung der 22 vorkommenden Situationsklassen wurden Beanspruchungsversuche im Sekundäraufgabenparadigma verwendet: In neun Realfahrten mussten die Probanden eine visuelle Suchaufgabe in einem Laufzeit-Display bearbeiten. Als Maß für die visuelle Restverarbeitungskapazität der Fahrer wurde die Anzahl der Blickzuwendungen zur Sekundäraufgabe pro Sekunde verwendet (Abbildung 2). Das Maß differenziert gut (ANOVA, $p \leq .006$) zwischen leicht zu bewältigenden Situationen, in denen die Fahrer relativ viele Blicke auf die Sekundäraufgabe richten und schwierigeren Situationen, in denen die Fahrer den Blick seltener vom Verkehrsgeschehen abwenden. Die Beanspruchungsindizes (1 - mittlere Blickzuwendungshäufigkeit) für die 22 Situationsklassen werden aus diesem Maß abgeleitet.

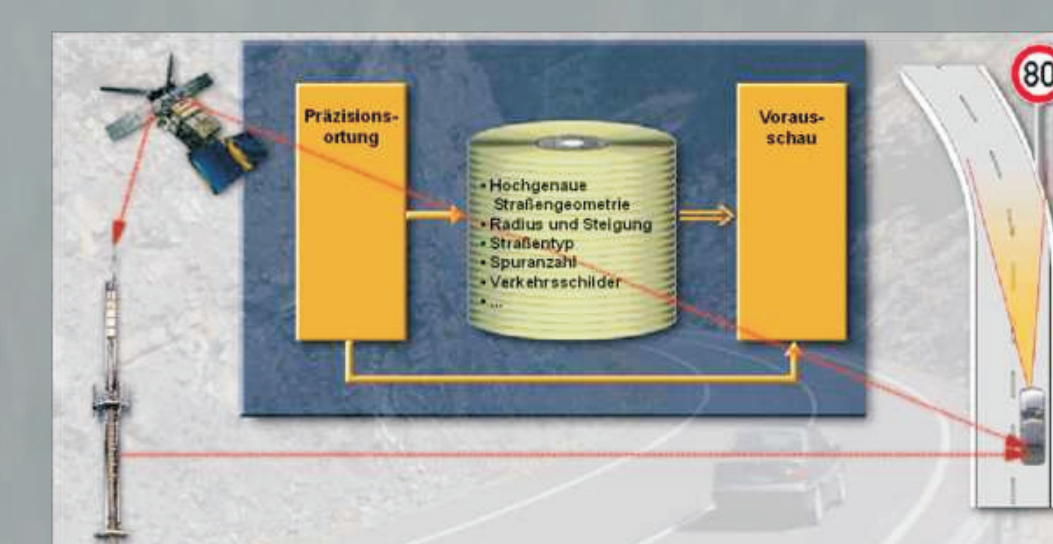


Abbildung 3: "Fahrschlauch"-Vorauschau

Das Demonstrator-Fahrzeug, in dem der Beanspruchungsschätzer realisiert wurde, bestimmt ständig per DGPS-Präzisionsortung seinen Standort und errechnet den vorausliegenden Streckenabschnitt (sogenannte "Fahrschlauch-Prognose"). Abbildung 3 veranschaulicht das Prinzip. Die Beanspruchungsindizes der Situationen werden dabei gewichtet und zu einem Beanspruchungsschätzwert verrechnet (Abbildung 6 oben).

IMPLEMENTIERUNG EINES BELASTUNGSADAPTIVEN KOMMUNIKATIONSSYSTEMS

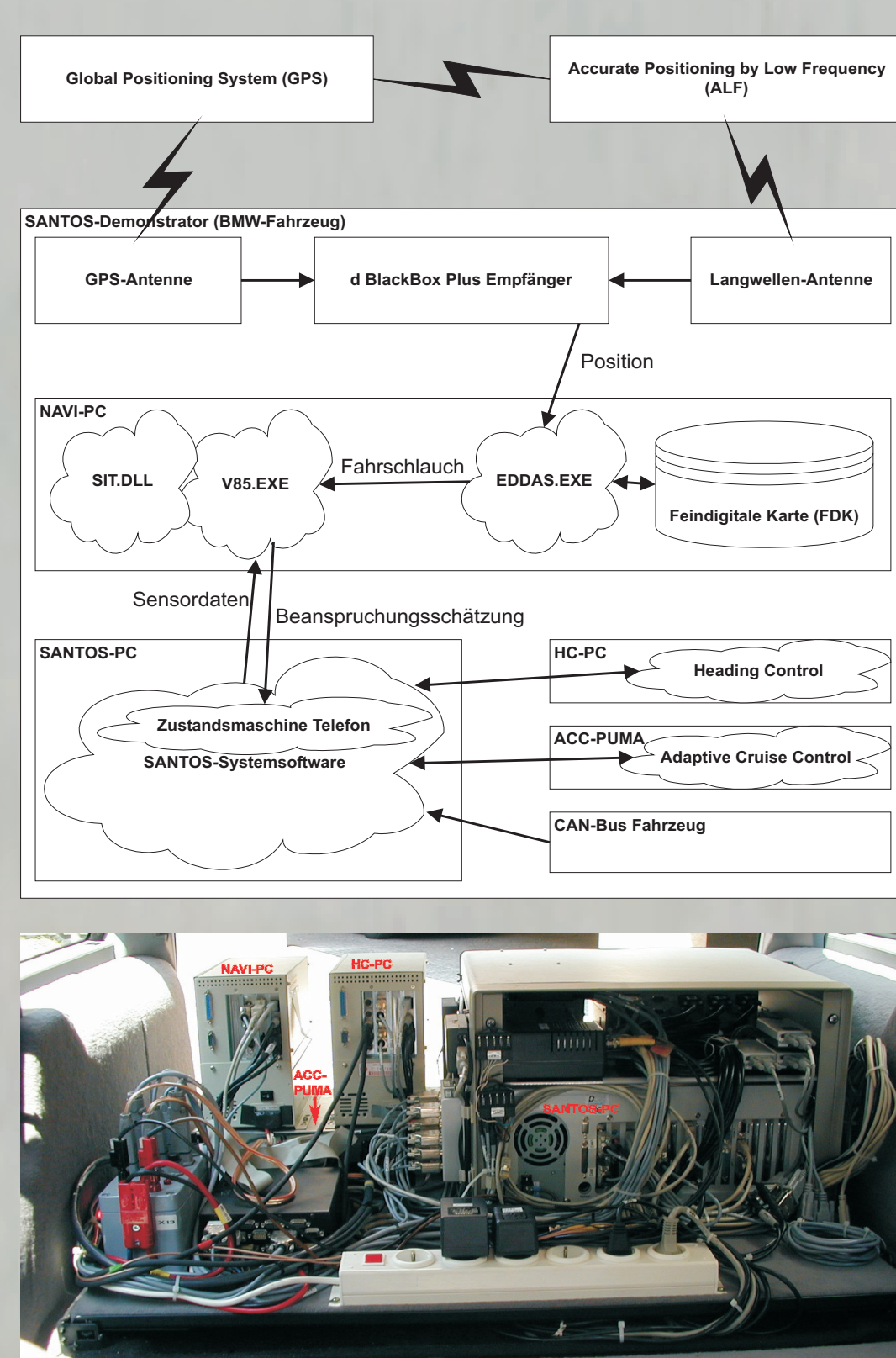


Abbildung 4: Das System

Abbildung 4 oben zeigt den Informationsfluss im System, unten ist ein Foto der Hardware angefügt. Die d-Blackbox Plus ist der differenzielle GPS-Empfänger, der die Positionsbestimmung liefert. EDDAS (Enhanced Databases for Driver Assistance Systems) ist der Maptracker, der den Fahrschlauch berechnet. Der Beanspruchungsschätzer ist in der Laufzeitbibliothek SIT.DLL gekapselt, die beim Start des Prozesses V85.EXE dynamisch gelinkt wird. Die Prozesse des SANTOS-Systems sind auf vier Rechner verteilt, sie kommunizieren via Multicast TCP/IP. Die Beanspruchungsschätzung verwendet außer Fahr-

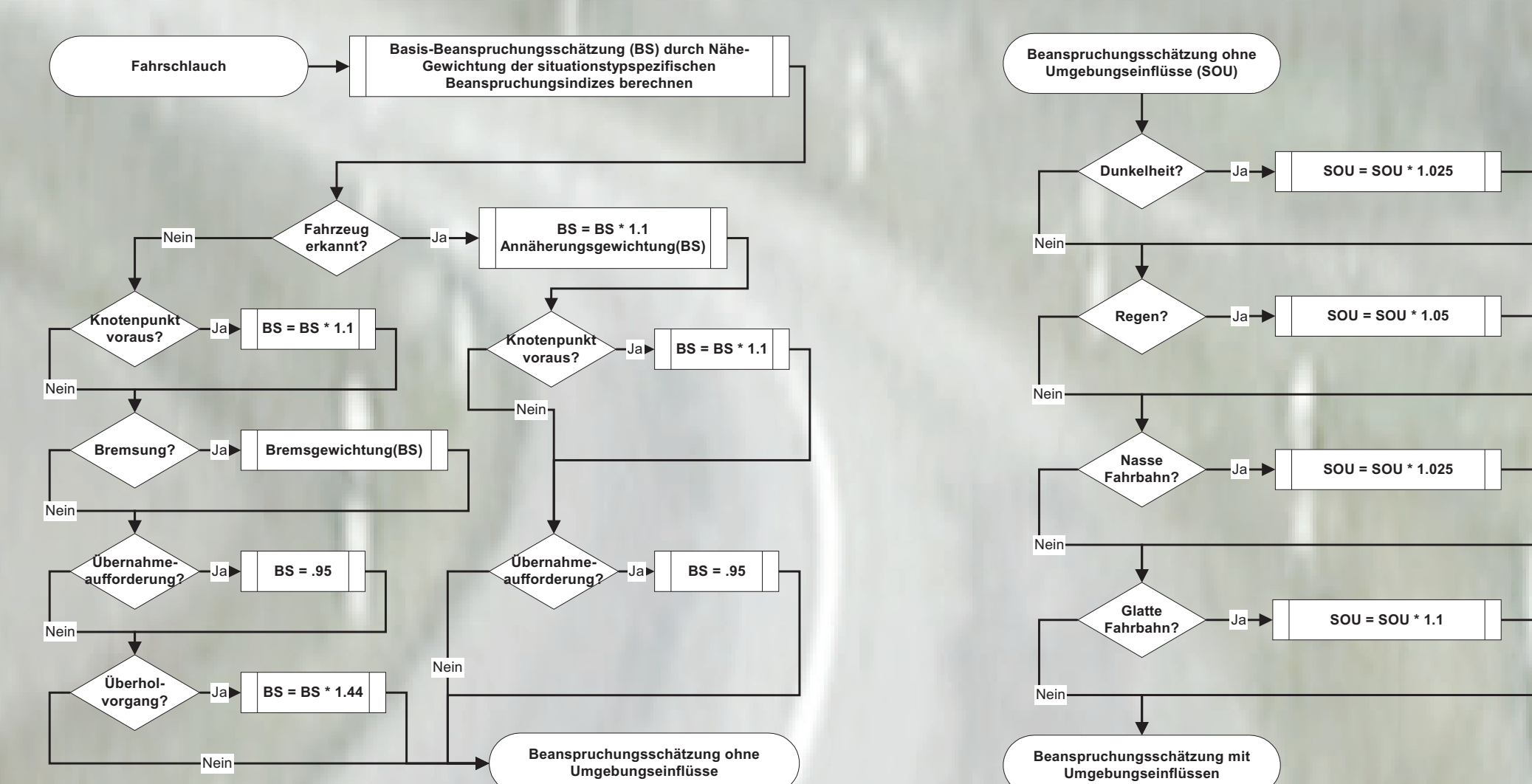


Abbildung 5: Nachgewichtung der Beanspruchungsschätzung

schlauchdaten auch Daten des Adaptive Cruise Control (ACC / ein Abstandsregel-Assistenzsystem), sowie Daten von Fahrzeugbussen zur Nachgewichtung des Schätzwertes (Abbildung 5). Der mit "Schätz-Ergebnis" beschriftete rote Balken in Abbildung 6 oben zeigt den Verlauf der Beanspruchungsschätzung in einer Befahrung der in Abbildung 1 dargestellten Versuchsstrecke. Beim Überschreiten des rot eingezeichneten Schwellwertes "S" werden

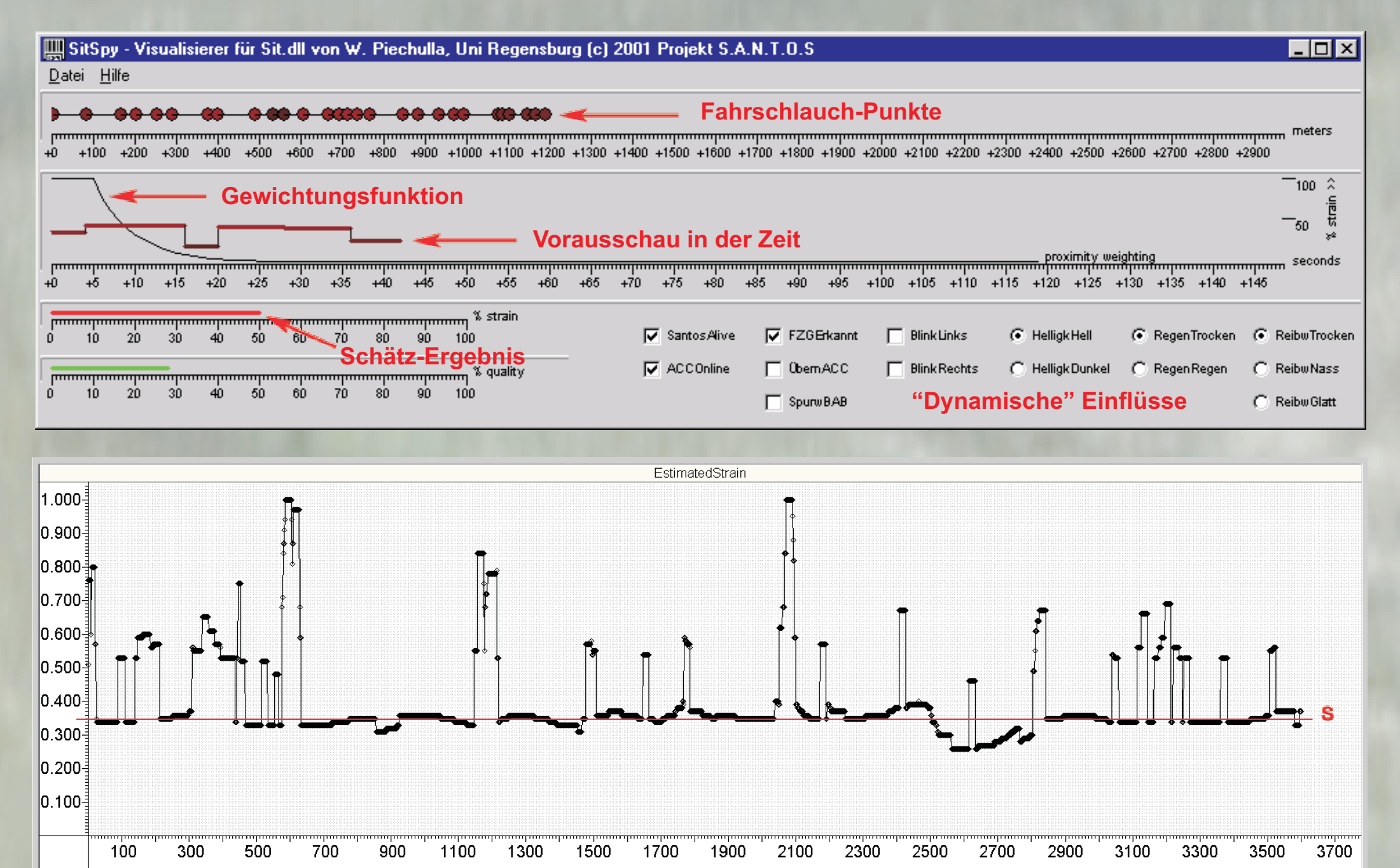


Abbildung 6: Beobachtung der Beanspruchungsschätzung (oben) und Schätzprofil einer Fahrt (unten)

eingehende Telefonanrufe nicht mehr an den Fahrer signalisiert (Telefonklingeln), sondern in die Mailbox (Anrufbeantworter) umgeleitet.

EVALUATION



Abbildung 7: Fahrer beim Evaluationsversuch

Am Evaluationsversuch nahmen zwölf Versuchspersonen teil, sechs davon waren fahrfreie, sechs Führerscheinneulinge. Jede Versuchsperson fuhr die Versuchsstrecke drei mal: Einmal ohne Fahrerassistenzsysteme, einmal mit ACC und Heading Control (HC / ein Spurhalte-Assistenzsystem) und einmal mit ACC, HC und dem Beanspruchungsschätzer, der Telefon-

anrufe abblockt, wenn die Beanspruchungsschätzung hohe Werte annimmt. In jeder Fahrt wurde der Fahrer genau zehn mal angerufen und nach der Lösung einer einfachen Kopfrechenaufgabe gefragt (zweistellige Zufallszahl + 12 = ?). Damit wurde ein Telefongespräch mittleren Schwierigkeitsgrades simuliert. Unter der Bedingung mit aktiviertem Beanspruchungsschätzer waren bis zu 64 Anrufversuche notwendig, da bis zu 54 Anrufe vom System abgewiesen wurden. Die Videosequenzen dieser 30 x 12 Gesprächssituationen wurden später von 20 anderen Versuchspersonen im Blindversuch auf einer sechsstufigen Ratingskala danach eingeordnet, wie stark ihrem Eindruck nach die zusätzliche Beanspruchung durch das Telefongespräch war. Das selektive Abblocken von Telefonanrufen führt für die

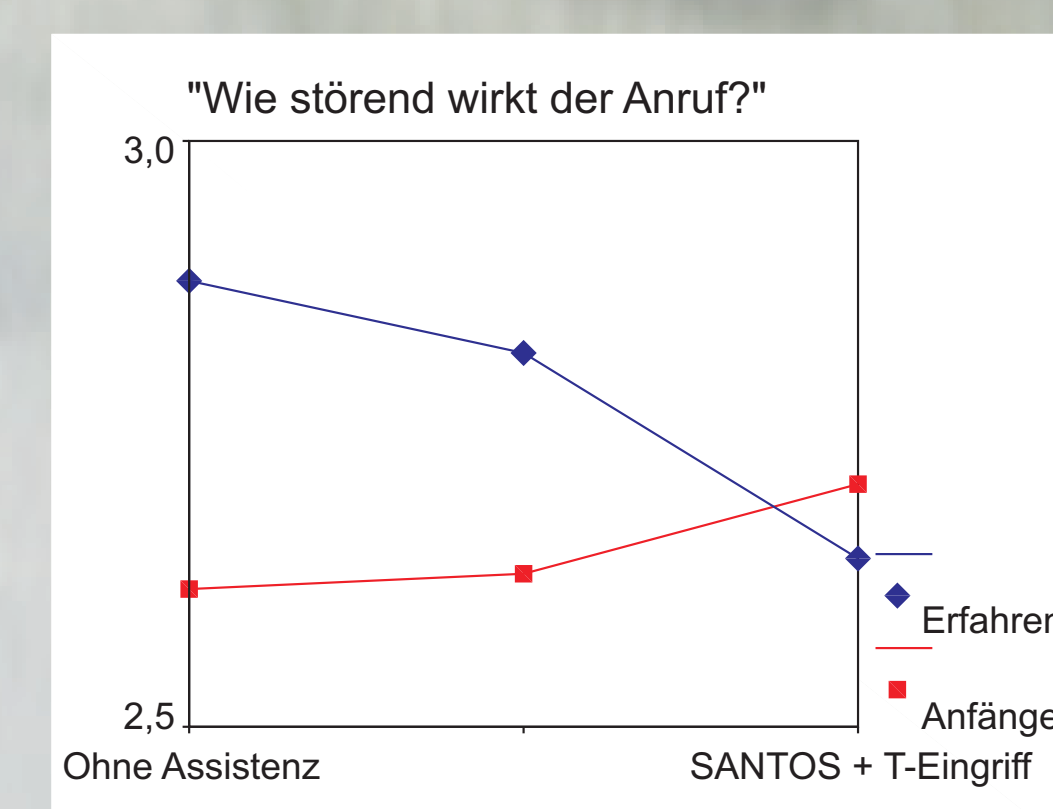


Abbildung 8: Fremdbewertung Telefonate

erfahrenen Fahrer zu einer Beanspruchungsreduktion (Wilcoxon Signed-Rank Test, $p \leq .0005$). Dies kann nur auf das Verlagern der Telefongespräche in gering beanspruchende Situationen zurückgeführt werden. Für die Fahranfänger ist kein Unterschied zwischen den Bedingungen nachweisbar.

SCHLUSSFOLGERUNG

Eine experimentelle feindigitale Karte und DGPS-Präzisionsortung ermöglichen es, Fahrzeuge mit einer Art "Bewußtsein" der Verkehrsumgebung auszustatten. Das System ist zwar noch auf ein kleines Testgebiet beschränkt, steht aber mit der Einführung genauerer digitaler Karten in nicht allzu ferner Zukunft möglicherweise flächendeckend zur Verfügung. Messdaten intelligenter Sensoren wie der Abstand zum vorausfahrenden

Fahrzeug, aber auch relativ einfach zu bestimmende Größen wie die Längsbeschleunigung können wertvolle Hinweise auf die situationscharakteristische mentale Beanspruchung des Fahrers liefern. Weiterentwicklungen des vorgestellten Systems könnten in Zukunft Fahraufgabe und Kommunikation komfortabler und sicherer machen.

LITERATUR

Fastenmeier, W. (Hrsg.) (1995). *Autofahrer und Verkehrssituation. Neue Wege zur Bewertung von Sicherheit und Zuverlässigkeit moderner Straßenverkehrssysteme*. Köln: Verlag TÜV Rheinland.
Michon, J. A. (Hrsg.) (1993). *Generic intelligent driver support. A comprehensive report on GIDS*. London: Taylor & Francis.