

## Endbericht

---

### Umweltwirkungen von Verkehrsinformations- und -leitsystemen im Straßenverkehr

Im Auftrag des Umwelt-  
bundesamtes, Berlin  
(F+E-Vorhaben 294 96 024)

Arbeitsgemeinschaft  
Prognos/Benz Consult/  
TÜV Automotive/IBV

Ansprechpartner:  
Klaus Kämpf, Prognos AG  
Dr. Thomas Benz, Benz Consult

# **Umweltwirkungen von Verkehrsinformations- und -leitsystemen im Straßenverkehr**

Untersuchung im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin

(F+E-Vorhaben 294 96 024)

Juli 1999

**Prognos AG, Basel**

Klaus Kämpf  
Joachim Schulz  
Dr. Christoph Walther

**Benz Consult GmbH, Karlsruhe**

Dr. Thomas Benz

**TÜV Automotive GmbH, Herzogenrath**

Heinz Steven

**IBV W. Hüsler AG, Zürich**

Willi Hüsler

## Inhalt des Untersuchungsberichts (Langfassung)

Kurzfassung	1
Executive Summary	10
1. Einleitung	18
2. Vorgehen	23
2.1 Überblick	23
2.2 Einzelsystembetrachtung	27
2.3 Szenarienbetrachtung	32
2.4 Die Untersuchungsräume	35
2.4.1 Untersuchungsraum Innerorts	35
2.4.2 Untersuchungsraum Außerorts	38
2.5 Prognose der verkehrlichen Rahmenbedingungen 2010	40
2.5.1 Untersuchungsnetz Innerorts	40
2.5.2 Untersuchungsnetz Außerorts	42
2.6 Reaktionen der Verkehrsteilnehmer	44
2.6.1 Einzelsystembetrachtung	45
2.6.2 Szenarienbetrachtung	49
2.7 Mikrosimulation des Verkehrsablaufs	52
2.8 Berechnung der verkehrlichen Wirkungen	59
2.8.1 Ermittlung der neuen Verkehrsmengen im Untersuchungsnetz	59
2.8.2 Mikrosimulation	63
2.9 Berechnung der Umweltwirkungen	71
2.9.1 Luftemissionen und Energieverbrauch	72
2.9.2 Lärm	77

3.	Ergebnisse	80
3.1	Einzelsystembetrachtung	81
3.1.1	Untersuchungsraum Innerorts	81
3.1.2	Untersuchungsraum Außerorts	95
3.2	Szenarienbetrachtung	110
3.2.1	Untersuchungsraum Innerorts	110
3.2.2	Untersuchungsraum Außerorts	117
4.	Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse	124
	Glossar	139
	Literatur	144
	Anhang	
A.1	Charakterisierung der untersuchten Systeme (Systemkennblätter)	
A.2	Verkehrliche Rahmenbedingungen 2010	
A.3	Verkehrliche Wirkungen Innerorts	
A.4	Verkehrliche Wirkungen Außerorts	
A.5	Emissionsbilanzen Innerorts	
A.6	Emissionsbilanzen Außerorts	

## Kurzfassung

### Übersicht

(1) Datenverarbeitungs- und Telekommunikationstechnologien, zusammengefaßt unter dem Begriff "Telematik", erleben eine stürmische Entwicklung und durchdringen das tägliche Leben in atemberaubender Geschwindigkeit. Davon ist auch der Verkehrssektor nicht ausgenommen. Die **Ziele des Telematikeinsatzes im Verkehr** sind u.a.

- Bereitstellung von aktuellen Informationen zur Verkehrslage
- Organisation von Betriebsabläufen bei Verkehrs- und Fuhrunternehmen
- Erhöhung der Sicherheit
- Optimierung von Routen
- Verknüpfung verschiedener Verkehrsträger
- Bessere Nutzung der Verkehrsinfrastruktur
- Bereitstellung von Informationen über das Verkehrsangebot.

Der Einsatz moderner Verkehrsinformations- und -leitsysteme wird von vielen Seiten als eine der wichtigsten Möglichkeiten zur Sicherung der Mobilitätsbedürfnisse gesehen. In einigen Bereichen, z.B. dem Luftverkehr, ist Telematik längst etabliert und unentbehrlich.

(2) Auch wenn dies zumeist nicht das primäre Ziel des Telematikeinsatzes im Verkehr ist, so wird doch stets auch auf die umweltentlastenden Effekte hingewiesen. Insbesondere gilt Telematik als der "Königsweg" zur Realisierung von **Umweltentlastungen ohne Einschränkung der Mobilität**. Diese positiven Beiträge sollen erreicht werden durch

- Rationelle Transportabwicklung
- Harmonisierung der Verkehrsabläufe
- Steigerung der Attraktivität weniger umweltbelastender Verkehrsmittel
- Verursachergerechte Anlastung von Kosten.

Im Straßenverkehr können im Hinblick auf die Umweltbelastungen auch **unerwünschte Wirkungen** eintreten. Beispielsweise kann eine Verflüssigung des Straßenverkehrs zur verstärkten Nutzung des motorisierten Individualverkehrs führen, Stauumfahrung kann längere Fahrstrecken bedeuten etc. Daraus resultierende Änderungen der Verkehrsmengen und -abläufe könnten anderweitige Entlastungen kompensieren. Der Nettoeffekt ist nicht ohne weiteres zu übersehen.

(3) Bislang gibt es hinsichtlich der mit dem Einsatz von Telematiksystemen im Straßenverkehr verbundenen Umweltwirkungen nur wenige quantitative und überwiegend auf spezielle Einzelfälle bezogene Erkenntnisse aus verschiedenen Pilotversuchen. Diese wurden zumeist als zusätzliches und nachrangiges Element im Rahmen von insgesamt auf technische Aspekte orientierten Untersuchungen und isoliert vom Kontext des gesamten Verkehrsgeschehens ermittelt. Der Einfluß des betrachteten Systems auf die Verkehrsnachfrage und die Verkehrsmittelwahl wurde in der Regel nicht berücksichtigt. Ein Vergleich der Ergebnisse zu den verschiedenen Systemen ist aufgrund uneinheitlicher Vorgehensweisen nur beschränkt möglich. Die bislang vorliegenden Ansätze reichen daher für eine Einschätzung und Bewertung der Umweltwirkungen von Telematikanwendungen im Straßenverkehr nicht aus.

Vor diesem Hintergrund hat das Umweltbundesamt die Prognos AG mit der Durchführung einer **umfassenden Untersuchung über die "Umweltwirkungen von Verkehrsinformations- und -leitsystemen im Straßenverkehr"** beauftragt. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden die Benz Consult GmbH, das Ingenieurbüro für Verkehrsplanung W. Hüsler AG und die TÜV Automotive GmbH (vormals FIGE GmbH) in die Untersuchung eingebunden.

(4) Das **Ziel der Untersuchung** ist die Erarbeitung einer wissenschaftlich begründeten Bewertung der Umweltauswirkungen des Einsatzes eines Spektrums verschiedener Telematikanwendungen im Straßenverkehr (Personen- und Güterverkehr) im Zusammenspiel mit dem Schienen-, Fußgänger- und Radverkehr, nach einheitlichen Maßstäben und unter klar definierten Randbedingungen. Die Untersuchung soll die Frage beantworten, in welchem Ausmaß die verschiedenen Systeme mit umweltseitigen Vor- und Nachteilen verbunden sind und welche Systeme aus Umweltgründen insgesamt vorteilhaft sind. Eine zusammenfassende Bewertung von "Telematik im Verkehr insgesamt" ist aufgrund der Vielzahl der Techniken weder sinnvoll noch möglich.

(5) Aus der Fülle der verfügbaren, der in Entwicklung befindlichen und der denkbaren Telematikanwendungen im Verkehr war eine geeignete Auswahl zu treffen. Schwerpunktmäßig soll der Telematikeinsatz im Straßenverkehr betrachtet werden. Systeme, die ausschließlich auf den Schienen- und den Luftverkehr wirken, sind nicht Gegenstand der Untersuchung. In diesen Bereichen sind Telematikanwendungen schon seit längerem flächendeckend im Einsatz, sie sind zur technischen Abwicklung und aus Sicherheitsgründen mittlerweile unverzichtbar. Dem verkehrsträgerübergreifenden Aspekt wird durch Betrachtung von Systemen, die sich auf die Verteilung des Verkehrs auf die verschiedenen Verkehrsträger auswirken, Rechnung getragen. Vor diesem Hintergrund wurde die Analyse folgender Systemgruppen und Einzelsysteme vereinbart:

### Systeme zur kollektiven Verkehrsbeeinflussung

Streckenbeeinflussung auf der Autobahn

Dynamische Steuerung von Lichtsignalanlagen mit/ohne Vorrangschaltung für die Straßenbahn

Automatische Gebührenerhebung (auf der Autobahn/flächendeckend, mit einer Zonengebühr für die Innenstadt)

Automatische Zufahrtsbeschränkungen

### Systeme zur individuellen Verkehrsbeeinflussung

Dynamische Zielführung in verschiedenen Realisierungen

Automatische Einhaltung von Tempolimits

### Informations- und Kommunikationssysteme

Dynamische Park&Ride-Information

Dynamische Verkehrs- und Reiseinformation

Lkw-Flottenmanagement

City-Logistik.

(6) In der Praxis bestehen verschiedene Telematikanwendungen im Verkehr nebeneinander und werden zumindest teilweise parallel genutzt. Die dadurch denkbaren Wechselwirkungen sind ebenfalls Gegenstand der Untersuchung. Zusätzlich zu den einzelnen Systemen werden zwei Szenarien betrachtet, um das Zusammenspiel der verschiedenen Systeme zu beleuchten. Während das **Szenario E** ("Effizienzsteigerung") eine ohne besondere Maßnahmen mögliche Entwicklung unterstellt, wird mit dem **Szenario U** ("Umwelentlastung") ein weitergehender Einsatz von Telematik mit den Ziel forcierter Reduktion der vom Verkehr ausgehenden Umweltbelastungen untersucht. Mit diesem Ansatz sollen Möglichkeiten und Grenzen der Reduktion von Umweltbelastung des Straßenverkehrs durch gezielte Nutzung der Telematik evaluiert werden.

### Abgrenzungen

(7) Berücksichtigt werden die Verkehrsnachfrage, die Verteilung auf die verschiedenen Verkehrsmittel, die Ziel- und die Routenwahl sowie die Fahrdynamik im Straßenverkehr. Damit sind alle zu erwartenden verkehrlichen Wirkungen erfaßt. Beispielsweise bestimmt die Fahrdynamik den Ablauf des Straßenverkehrs und beinhaltet Effekte wie die Vermeidung von Staus und die Kapazitätserhöhung der Straßen.

(8) Betrachtet werden zwei exemplarisch ausgewählte Untersuchungsräume: Für den innerörtlichen Verkehr wurde ein Ausschnitt aus dem Straßennetz von **Köln-Deutz** gewählt. Der überörtliche Verkehr wird anhand eines Teils des Autobahnnetzes im **Rhein/Main-Gebiet** untersucht. In beiden Fällen wird zur ganzheitlichen Betrachtung auch das jeweilige nachrangige Straßennetz und der Schienenverkehr in die Bilanzierung einbezogen. Für den innerörtlichen Verkehr werden ferner Fußgänger und Radfahrer berücksichtigt.

(9) Berechnet wurden die Emissionen der wichtigsten toxischen **Luftschadstoffe** (Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid, Stickoxide und Partikel) und des klimawirksamen **Kohlendioxids**. Der Verbrauch nicht-erneuerbarer Rohstoffe wird in Gestalt des mit dem Betrieb der Verkehrsmittel einhergehenden **Energiebedarfs** erfaßt. Ferner wurden für den innerörtlichen Bereich die **Lärmwirkungen** auf die Straßenanwohner ermittelt.

(10) Hinsichtlich der Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs sind in den nächsten Jahren bedeutsame Reduktionen durch Fortschritte bei der Abgasreinigungstechnik und zunehmende Durchdringung der Fahrzeugflotte mit modernen Abgasreinigungssystemen zu erwarten. Daher wird die relative Bedeutung der Problembereiche Klimaschutz, Ressourcenschonung und Lärmbelästigung gegenüber den "klassischen" Luftschadstoffen zukünftig steigen. Dem wird durch die Wahl des **Stichjahres 2010** und die gewählten Bewertungsmethoden angemessen Rechnung getragen. Die Bewertung der Einzelsysteme und der Szenarien erfolgt gegenüber einem fiktiven "Nullfall", der in den projizierten Verkehrsmengen und -abläufen des Stichjahres 2010 ohne Telematikeinsatz besteht.

Die Berechnung der Emissionen berücksichtigt die bis zum Jahr 2010 absehbaren Entwicklungen – einschließlich der entsprechenden gesetzlichen Vorgaben (EURO IV). Die Berechnungen erfolgen nach der vom Umweltbundesamt vorgegebenen Methode unter Benutzung der neuesten verfügbaren Emissionsfaktoren.

## Ergebnisse

(11) Bei der Bewertung der Umweltwirkungen ist zwischen den Problembereichen

- Ressourcenverbrauch (Indikator: Primärenergieverbrauch),
- Klimarelevanz (CO<sub>2</sub>),
- Toxische Stoffe (CO, HC, Benzol, NO<sub>x</sub>, Partikel) sowie
- Lärm (Lärmpunkte, Schallpegel)

zu unterscheiden.

Insgesamt lassen sich die unter den in dieser Untersuchung angenommenen Rahmenbedingungen resultierenden Umweltwirkungen der betrachteten Telematiksysteme folgendermaßen zusammenfassen:

System	Global (CO <sub>2</sub> )	Lokal	
		Luft- belastung	Lärm
1.1 Streckenbeeinflussung auf der Autobahn	+	*	*
1.2 Dynamische Steuerung von Lichtsignalanlagen mit ÖV-Priorisierung	0	0	0
1.3 Automatische Gebührenerhebung (flächendeckend)	++	++	0/+
1.4 Automatische Zufahrtbeschränkungen	0	+	0/+
2.1.1 Dynamische Zielführung – Individuell optimierende Realisierung	0	0/-	0
2.1.2 Dynamische Zielführung – Systemoptimierende Realisierung	-	-	0
2.2 Automatische Einhaltung von Tempolimits	+	*	*
3.1 Dynamische Park&Ride-Information	0	0/+	0
3.2 Dynamische Verkehrs- und Reiseinformation (pre trip)	+	+	0
3.3 Lkw-Flottenmanagement	+	*	*
3.4 City-Logistik	0	0/+	0
Szenario E	+	+	0
Szenario U	++	++	0/+

Legende: ++ deutlich positiv  
 + positiv  
 0 neutral  
 - negativ  
 \* nicht untersucht

prognos 1999

(12) Es ist festzustellen, daß Telematiksysteme im Straßenverkehr **Beiträge zur Umweltentlastung leisten können**. Jedoch sind in einzelnen Fällen durchaus auch aus Umweltsicht negative Wirkungen des Telematikeinsatzes zu verzeichnen. Die mit Abstand **deutlichsten Umweltentlastungen** gehen von der Erhebung von **Straßenbenutzungsgebühren** aus, die (in der hier betrachteten Ausgestaltung) einen vergleichsweise starken Eingriff in das Verkehrsgeschehen bedeutet. Eine umfassende Erhebung von solchen Gebühren ist sinnvoll nur unter Einsatz von Telematik möglich.

(13) Eine positive Bilanz bezüglich Energieverbrauch und Abgasen ergibt sich insbesondere durch eine **"echte" Reduktion der Fahrleistungen**, z.B. aufgrund von optimierter Rückfrachtdisposition im Güterverkehr, Verknüpfung von Aktivitäten mit Bildung von Wegeketten, Verzicht auf "unnötige" Fahrten. Im Nahbereich sind Zufußgehen und Radfahren bekanntlich die umweltfreundlichsten Möglichkeiten zur Fortbewegung.

Auch die verstärkte Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel trägt deutlich zur Umweltentlastung bei, zumal kleinere Fahrgastzuwächse aufgrund bestehender Kapazitätsreserven weitgehend ohne zusätzlichen Energieverbrauch (also "umweltneutral") bewältigt werden können.

(14) Es wird allgemein angenommen, daß eine **"Verflüssigung" des Straßenverkehrs** (im landläufigen Sinne der Verkürzung der Reisezeiten) nicht nur für die Verkehrsteilnehmer erfreulich, sondern auch aus Umweltsicht positiv sei. Dies konnte mit den durchgeführten Berechnungen nicht pauschal bestätigt werden: In der Gesamtbilanz heben sich positive und negative Beiträge häufig auf, so daß der resultierende Gesamteffekt eher gering ist. Die Vermeidung von Stausituation oder zähfließendem Verkehr ist zweifellos auch umweltseitig vorteilhaft. Bei geringerer Verkehrsdichte führt eine weitere Verflüssigung jedoch u.U. zu weniger harmonischer Dynamik der Verkehrsabläufe im Sinne stärker streuender Geschwindigkeitsverteilungen, die in der Regel mit höheren Emissionen verbunden sind.

(15) Die Möglichkeiten zur Reduktion des **Verkehrslärms** durch Einsatz von Telematiksystemen sind sehr beschränkt und beziehen sich überwiegend auf Bereiche geringer Verkehrsdichte. Hier zeigt sich ein Grundproblem der Minderung des Verkehrslärms durch Beeinflussung der Verkehrsabläufe, das nicht spezifisch für Telematikeinsatz ist.

(16) Bei gleichzeitiger Verfügbarkeit mehrerer Telematiksysteme sind tendenziell nur **wenige positive Wechselwirkungen** in dem Sinne zu beobachten, daß die Gesamtwirkung die Summe der Einzelwirkungen überstiege. Umgekehrt zeigen sich teilweise Sättigungserscheinungen. Diese treten dann auf, wenn sich die Wirkungspotentiale verschiedener Systeme überschneiden. Beispielsweise ist das Potential zur Bildung von Fahrgemeinschaften oder zur Tourenoptimierung im Güterverkehr beschränkt.

Insgesamt ist durch die Systemkombination des Szenario U eine Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von 13 bis 17% (Innerorts bzw. Außerorts) möglich. Die Reduktionsraten der übrigen Schadstoffe und des Energieverbrauchs liegen in ähnlicher Größenordnung. Diese Angaben können im Sinne der maximal durch gezielten Telematikeinsatz im Straßenverkehr erreichbaren Umweltentlastung verstanden werden. Etwa drei Viertel dieser Wirkungen resultieren aus der automatischen Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren in der hier angenommenen Ausgestaltung.

(17) Die in dieser Untersuchung für die exemplarisch untersuchten Netzausschnitte Köln-Deutz und Rhein/Main erzielten Ergebnisse können sicherlich keine vollständige Repräsentativität für ganz Deutschland beanspruchen, da die Wirkungen stets auch von speziellen örtlichen Gegebenheiten abhängen. Die Ergebnisse liefern jedoch erstmals quantitativ abgestützte und nach einheitlicher Methodik ermittelte Informationen über die mit dem Einsatz von Telematiksystemen im Straßenverkehr verbundenen Umweltwirkungen. Eine Hochrechnung auf das gesamte Straßennetz wurde im Rahmen dieser Untersuchung nicht angestrebt. Diese liefere letztlich mit einiger Wahrscheinlichkeit nur auf Bestätigung der in der vorliegenden Untersuchung ermittelten Tendenzaussagen hinaus.

(18) Die Endergebnisse der durchgeführten Berechnungen hinsichtlich der Umweltwirkungen – unter den in dieser Untersuchung angenommenen Rahmenbedingungen (siehe Kapitel 2 und Anhang 1) – sind in den Tabellen auf den folgenden beiden Seiten wiedergegeben.

## Übersicht Emissionsbilanz, Untersuchungsraum Innerorts – Mittlerer Werktag

Änderungsraten [%] bezogen auf den Nullfall

	Ausprägung	Lärm*	Primärenergie	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	HC	Benzol	CO	Partikel
Nullfall	-	31.024 LEG/d	1.183 GJ/d	83.565 kg/d	105 kg/d	125 kg/d	3,1 kg/d	736 kg/d	5,2 kg/d
1.3 Automatische Gebührenerhebung	U	-4,5	-13,4	-13,6	-10,4	-14,3	-15,7	-13,9	-10,5
1.4 Automatische Zufahrtbeschränkungen	U	0,3	-2,5	-2,3	-1,4	-1,9	-3,0	-3,5	-0,9
2.1.1 Automatische Zielführung: Individuell optim.	E / U	0,4	0,9	0,9	0,4	0,8	1,3	0,9	0,8
2.1.2 Automatische Zielführung: Systemoptim.	E	0,7	1,9	1,9	1,3	1,5	2,0	1,3	1,7
2.1.2 Automatische Zielführung: Systemoptim.	U	1,3	4,0	4,0	3,2	2,8	3,4	2,1	3,6
3.1 Dynamische Park&Ride-Information	E / U	-0,2	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,7	-0,7	-0,4
3.2 Dynamische Verkehrs- und Reiseinformation	E	-0,4	-2,0	-2,0	-1,4	-1,9	-2,2	-2,1	-1,3
3.2 Dynamische Verkehrs- und Reiseinformation	U	-0,8	-3,9	-3,9	-2,8	-3,8	-4,3	-4,1	-2,5
3.4 City-Logistik	E / U	0,0	-0,4	-0,4	-0,9	-0,4	-0,3	-0,1	-1,2
Szenario E	-	-0,2	-2,3	-2,3	-2,5	-2,2	-2,2	-2,1	-2,3
Szenario U	-	-4,4	-16,5	-16,7	-12,6	-18,5	-21,4	-20,4	-11,6

\* Nur Untersuchungsnetz (ohne nachrangiges Netz)

prognos 1999

**Übersicht Emissionsbilanz, Untersuchungsraum Außerorts – Wochenmittel**  
 Änderungsraten [%] bezogen auf den Nullfall

**a) Gesamtnetz**

	Ausprägung	Primärenergie	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	HC	Benzol	CO	Partikel
Nullfall (Gesamtnetz)	-	44.605 GJ/d	3.224.112 kg/d	6.731 kg/d	1.237 kg/d	38,1 kg/d	9.463 kg/d	213 kg/d
1.3 Automatische Gebührenerhebung	E	-7,1	-7,0	-6,9	-8,8	-10,3	-6,0	-5,8
1.3 Automatische Gebührenerhebung	U	-9,1	-9,2	-7,2	-10,1	-13,7	-10,3	-6,0
2.1.1 Automatische Zielführung: Individuell optim.	E / U	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	0,0	-0,1
2.1.2 Automatische Zielführung: Systemoptim.	E	-0,1	-0,1	-0,2	-0,4	-0,5	0,0	-0,2
2.1.2 Automatische Zielführung: Systemoptim.	U	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
3.2 Dynamische Verkehrs- und Reiseinformation	U	-1,1	-1,1	-0,6	-1,1	-1,9	-1,4	-0,5
3.3 Lkw-Flottenmanagement	E	-2,5	-2,6	-4,1	-4,5	-3,3	-1,8	-4,1
3.3 Lkw-Flottenmanagemen	U	-3,0	-3,0	-4,8	-5,3	-3,9	-2,2	-4,8
Szenario E	-	-9,9	-9,9	-11,1	-14,0	-15,3	-10,5	-10,4
Szenario U	-	-12,6	-12,8	-12,1	-16,1	-19,7	-15,8	-11,3

**b) Autobahn A5 – Frankfurter Kreuz bis Bad Homburger Kreuz**

	Ausprägung	Primärenergie	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	HC	Benzol	CO	Partikel
Nullfall (A5 Frankfurter Kreuz– Bad Homburger Kreuz)	-	10.254 GJ/d	742.008 kg/d	1.635 kg/d	314 kg/d	9,8 kg/d	2.369 kg/d	51 kg/d
1.1 Streckenbeeinflussung, Anzeige 80 km/h*	E	-10,2	-10,2	-8,7	-7,2	-15,4	-26,7	-21,6
1.1 Streckenbeeinflussung, Anzeige 100 km/h*	U	-4,2	-4,2	-2,5	-8,3	-16,3	-16,6	-6,5
1.1 Streckenbeeinflussung, Anzeige 120 km/h*	E / U	-1,9	-1,9	-0,3	-6,0	-12,0	-7,7	-1,5
2.2 Automatische Einhaltung, Tempolimit 100 km/h*	E	-4,7	-4,7	-2,9	-7,5	-15,9	-17,0	-6,7
2.2 Automatische Einhaltung, Tempolimit 120 km/h*	U	-1,3	-1,3	1,0	-8,2	-15,9	-9,0	-0,7

\* Wirkungen während der Gültigkeit des Tempolimits

**prognos 1999**