

Statistiken

- 2001 waren 17 % der Unfälle in Deutschland Auffahrunfälle mit dem vorausfahrenden Fahrzeug (Quelle: Statistisches Bundesamt)
- Wären nur 20 % aller Fahrzeuge mit ACC ausgerüstet, würde der gesamte Verkehr weitaus besser fließen – Staus ließen sich weitgehend vermeiden (Quelle: DER SPIEGEL, 30/2004)



Adaptive Cruise Control (ACC)

Features

- ACC erfasst die aktuelle Fahrsituation
- Hinter einem langsamer fahrenden Auto bremst ACC automatisch sanft ab und hält den von Ihnen festgelegten Abstand ein
- Sobald die Fahrbahn frei ist oder wenn das vorausfahrende Fahrzeug schneller wird, beschleunigt ACC wieder auf die von Ihnen eingestellte Geschwindigkeit und hält diese
- ACC integriert das Fahrzeug harmonisch in den Verkehrsfluss
- Ihr Wunsch hat immer Vorrang: Sie können jederzeit zwischendurch beschleunigen oder ACC abschalten

Adaptive Cruise Control (ACC)

Wie funktioniert ACC? (1)

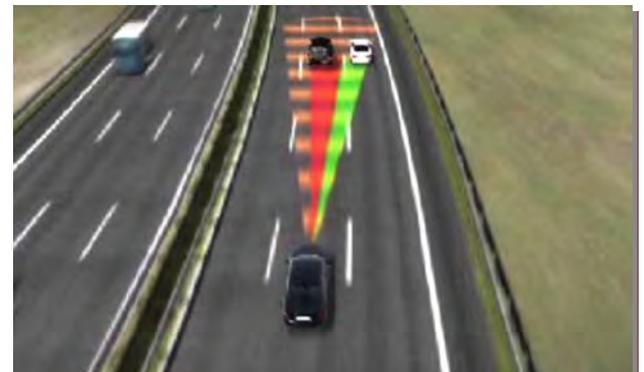
- ACC erfasst die Fahrsituation mit Hilfe von Radar-Strahlen. Aus der Stärke der reflektierten Signale errechnet ACC
 - Entfernung
 - Richtung
 - Relativgeschwindigkeit der vorausfahrenden Fahrzeuge
- Entsprechend der eingestellten Distanz passt ACC die eigene Geschwindigkeit dem vorausfahrenden Fahrzeug an



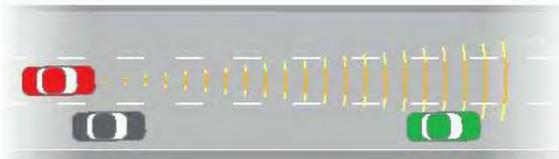
Funktionsweise Adaptive Cruise Control (ACC)

Wie funktioniert ACC? (2)

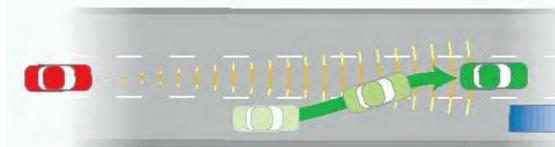
- Aus den Signalen eines Drehratensensors erkennt ACC die Bewegung des Fahrzeugs um seine Hochachse. Damit kann ACC auch in Kurven das für die eigene Geschwindigkeitsregelung relevante Fahrzeug sicher detektieren
- Die Anzeige im Cockpit informiert Sie ständig über die Einstellungen und den aktuellen Betriebszustand



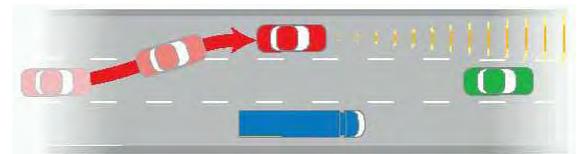
Funktionsweise Adaptive Cruise Control (ACC)



Freie Fahrt mit der gewählten Geschwindigkeit



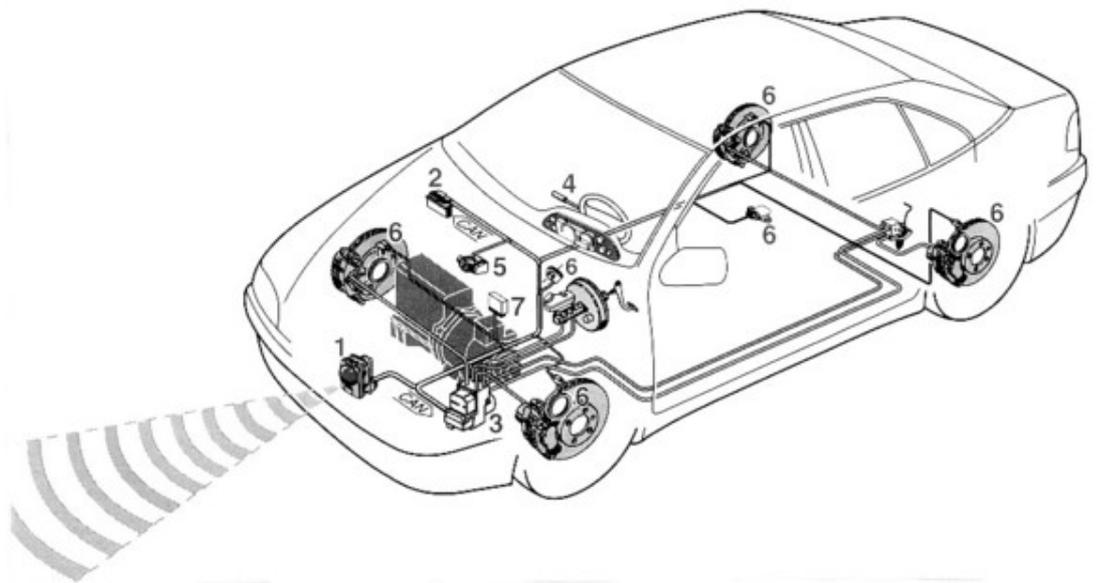
ACC erfasst das einscherende Fahrzeug, bremst ab und folgt im definierten Abstand



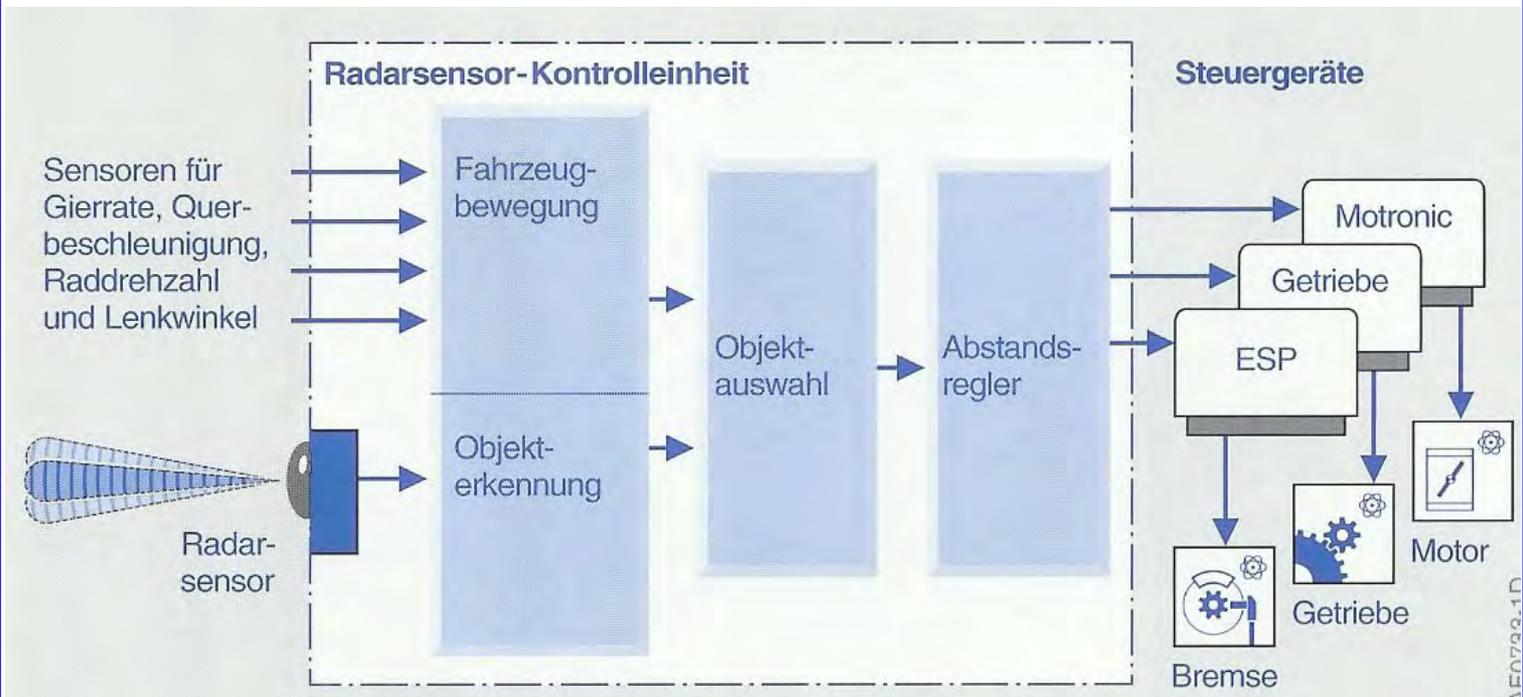
ACC beschleunigt wieder auf die gewählte Geschwindigkeit

Funktionsweise Adaptive Cruise Control (ACC)

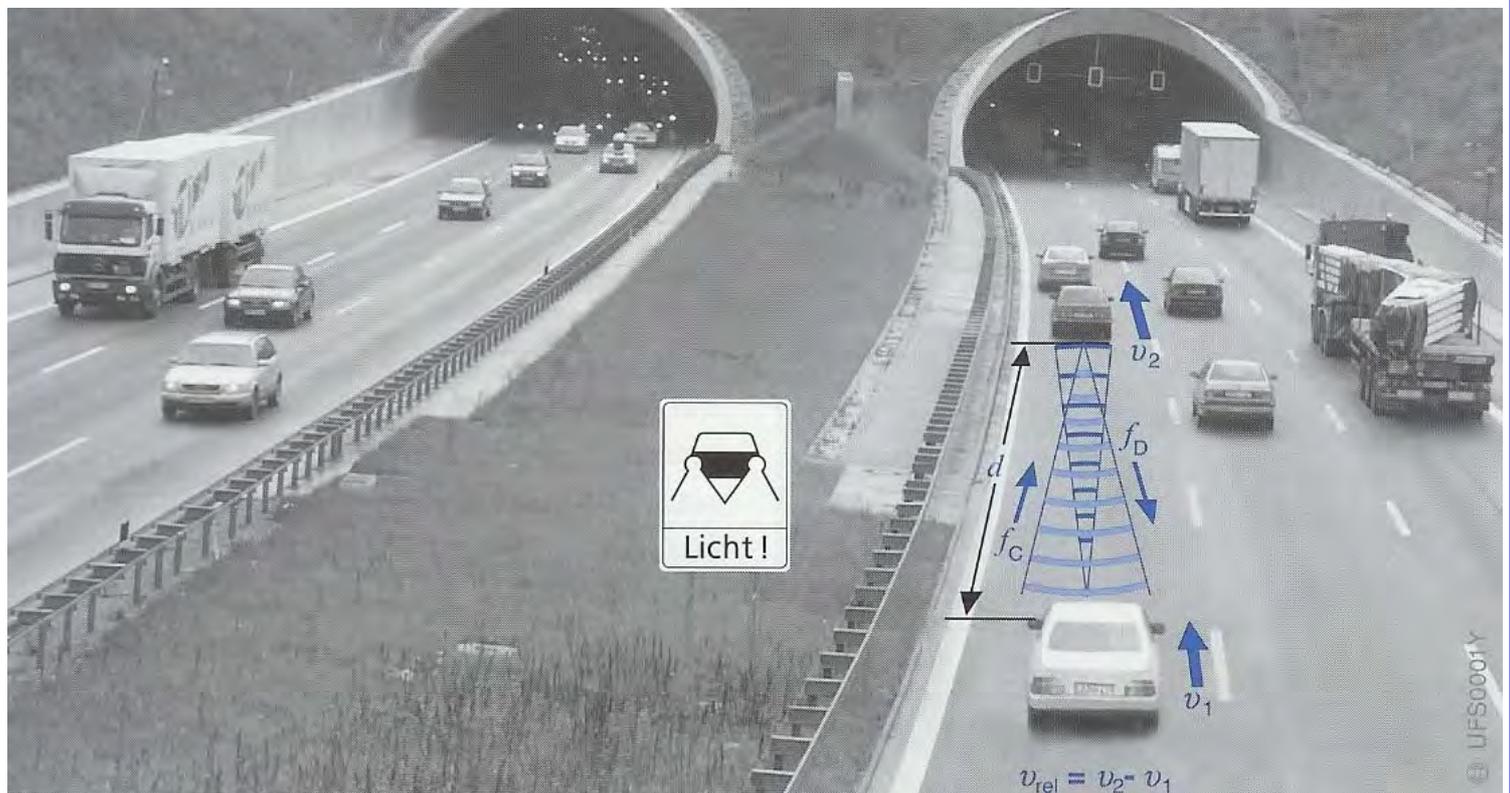
- 1 ACC Sensor & Control Unit
- 2 Motormanagement-Steuergerät
- 3 aktiver Bremseneingriff über ESP
- 4 Bedien- und Anzeigeeinheit
- 5 Motoreingriff über ME mit EGAS (Ottomotoren) oder EDC (Dieselmotoren)
- 6 Sensoren
- 7 Getriebeeingriff (optional)



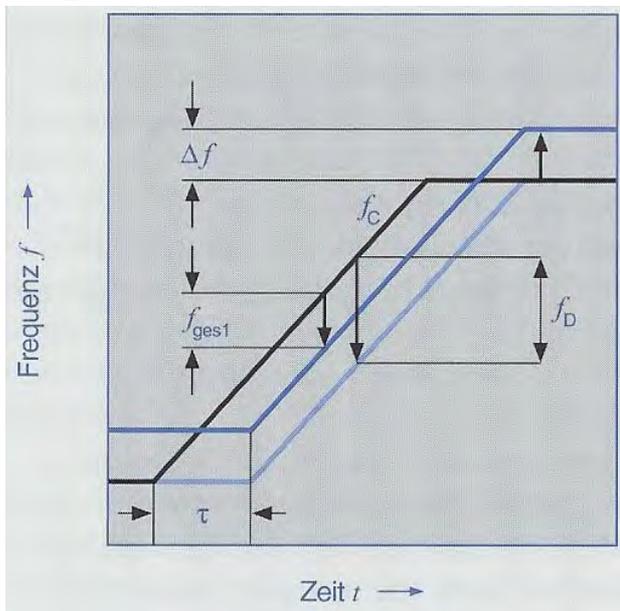
Adaptive Cruise Control (ACC)



Grundstruktur & Komponenten von ACC

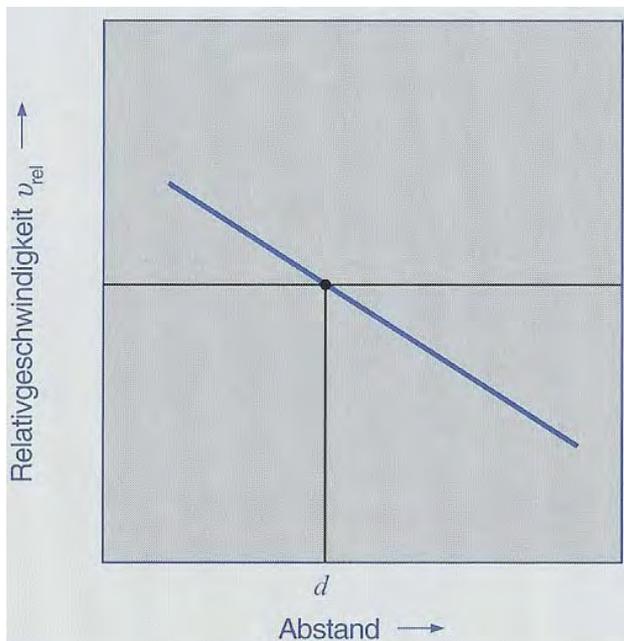


Anwendung des Abstandradars (Doppler- Effekt)

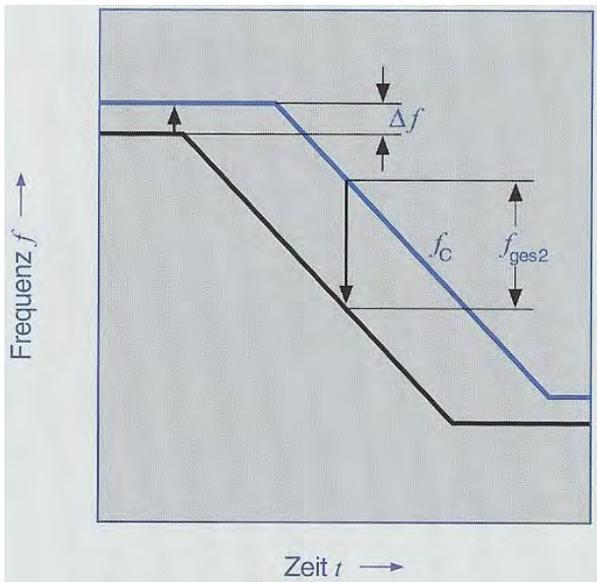


f_C	Trägerfrequenz (modulierte Sendefrequenz)
f_D	Differenzfrequenz
Δf	Dopplerverschiebung
$f_{ges1} = f_D - \Delta f$	gesamte Frequenzverschiebung (Aufwärtsrampe)
f_P	positive Frequenzverschiebung durch Dopplereffekt
τ	Laufzeit

Modulation der Sendefrequenz mit positiver Rampe

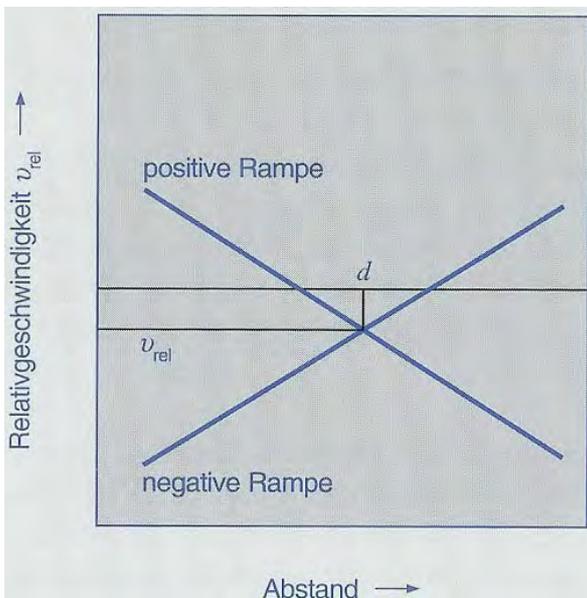


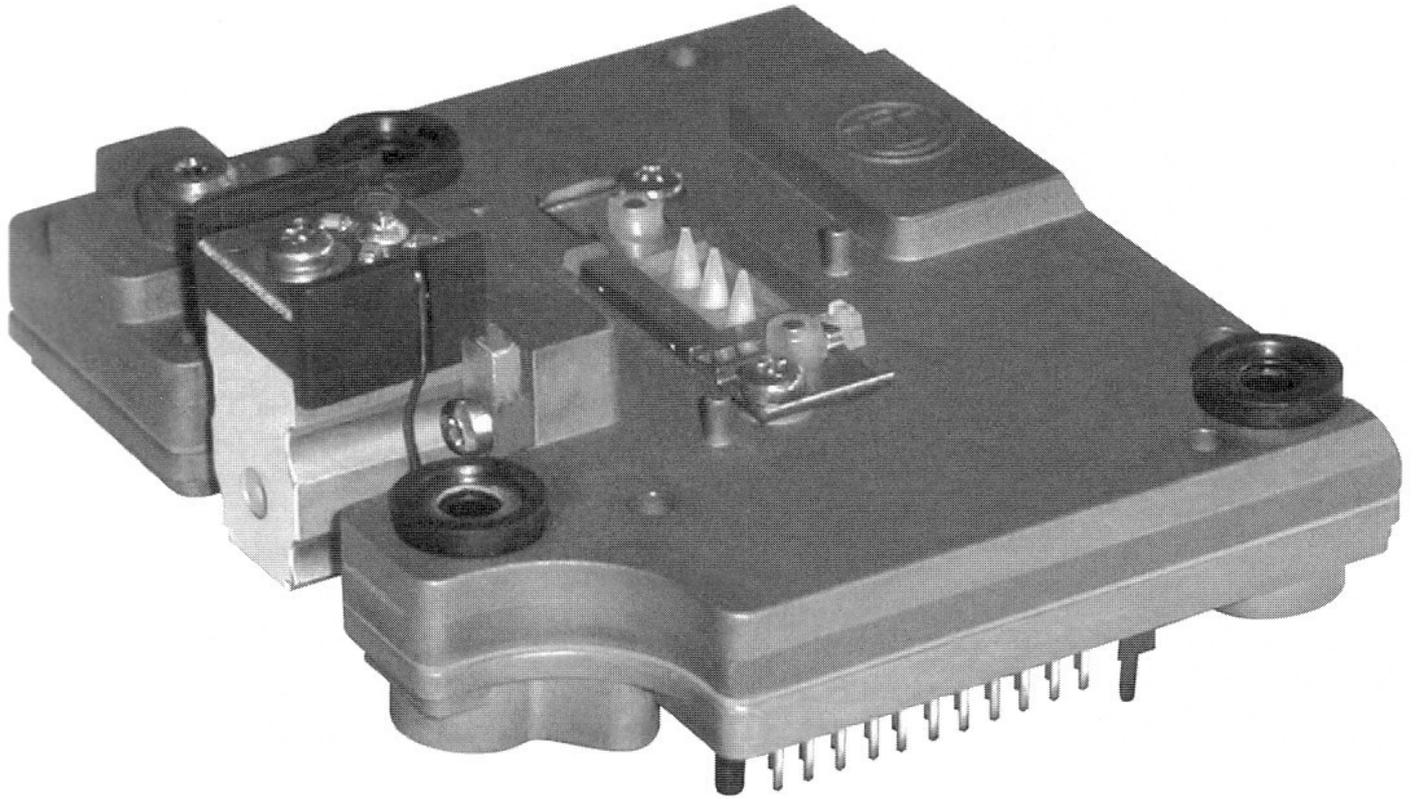
Modulation der Sendefrequenz mit positiver Rampe



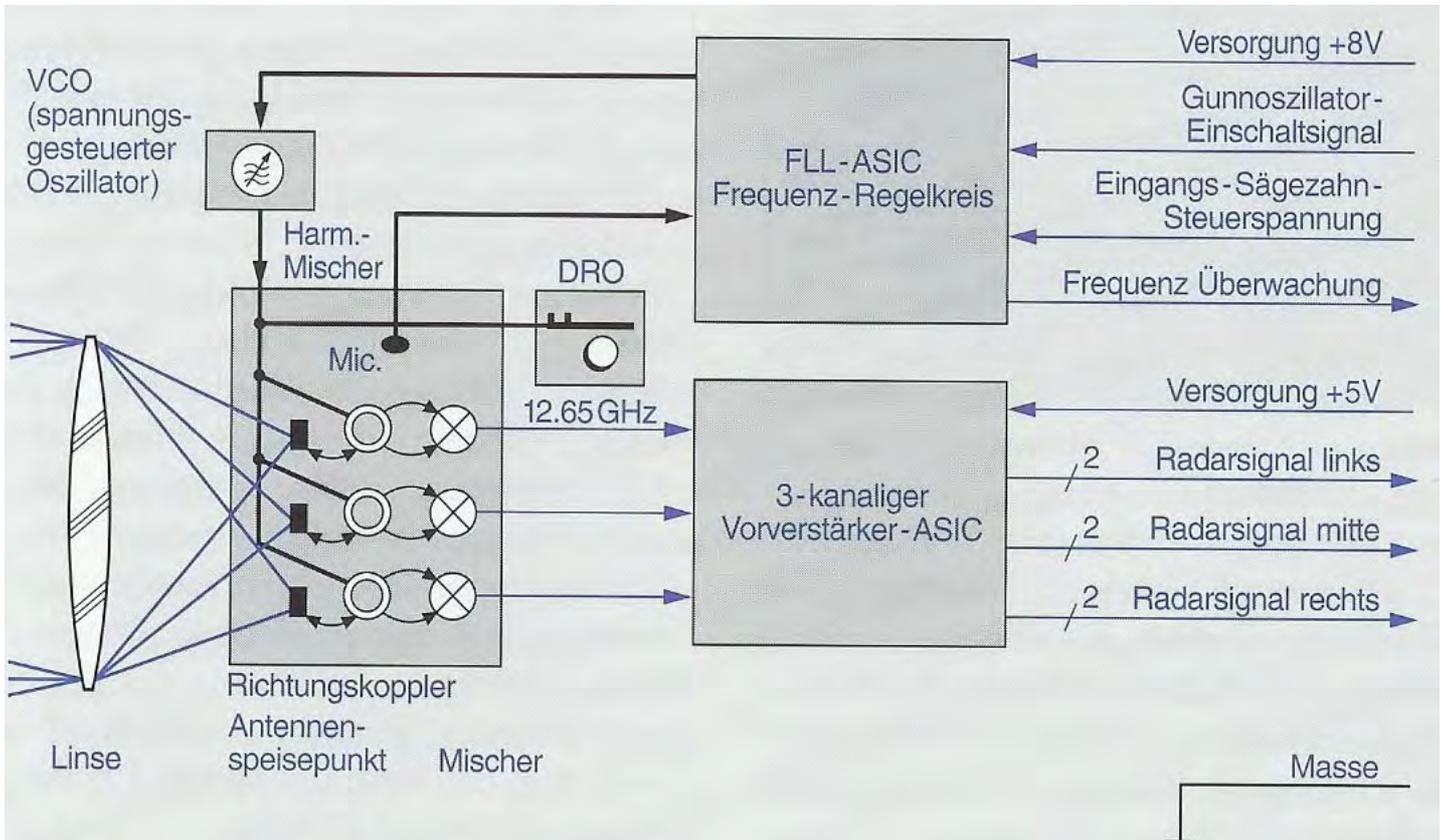
f_C	Trägerfrequenz (modulierte Sendefrequenz)
f_D	Differenzfrequenz
Δf	Dopplerverschiebung
$f_{ges2} = f_D + \Delta f$	gesamte Frequenzverschiebung (Abwärtsrampe)
f_P / f_N	positive/negative Frequenzverschiebung durch Dopplereffekt
$d \sim f_P + f_N$	Abstand
$v_{rel} \sim f_P - f_N$	Relativgeschwindigkeit

Modulation der Sendefrequenz mit negativer Rampe

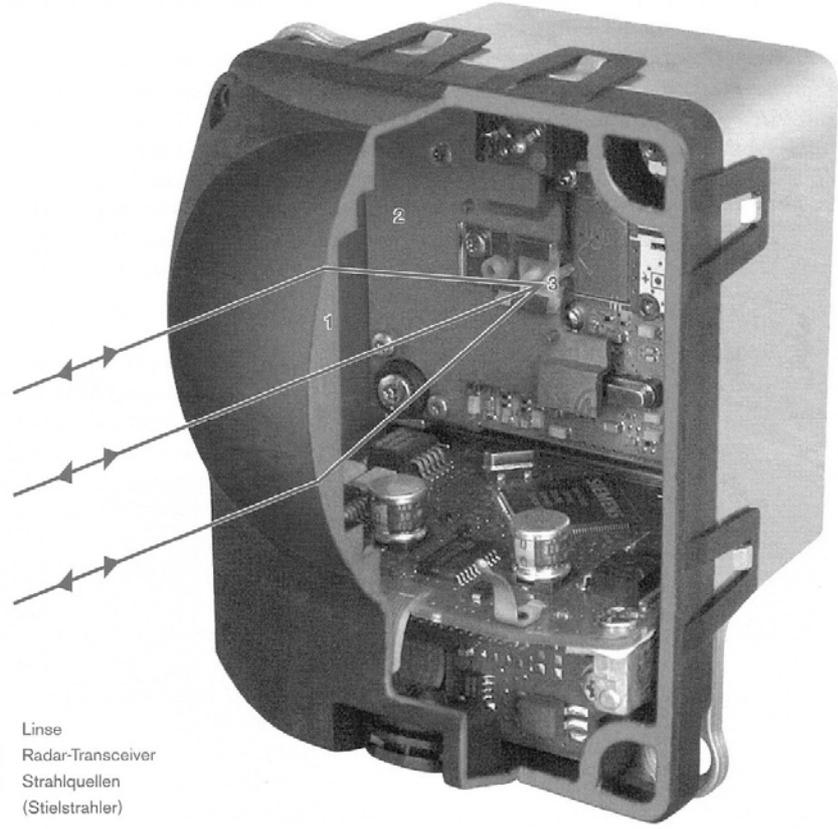




RADAR-Transceiver

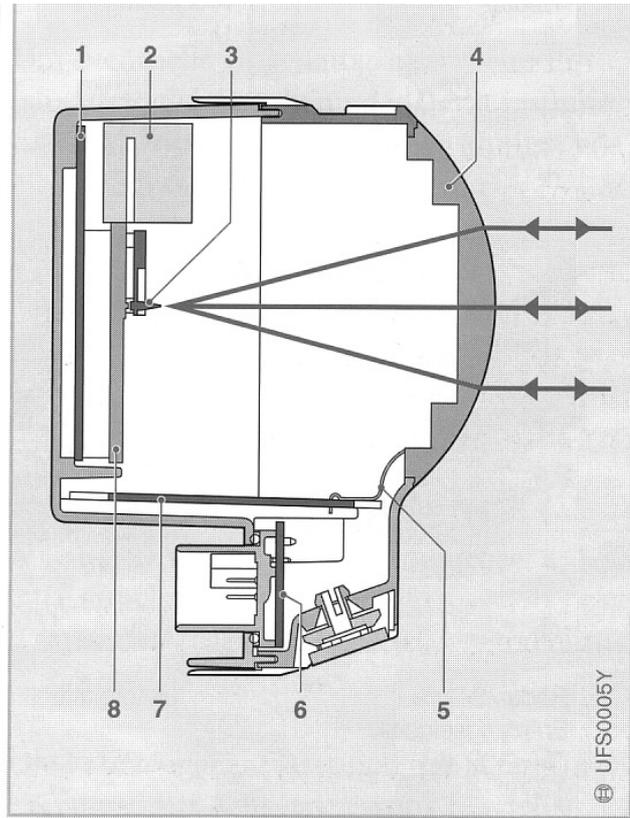


RADAR-Transceiver Blockschaltbild



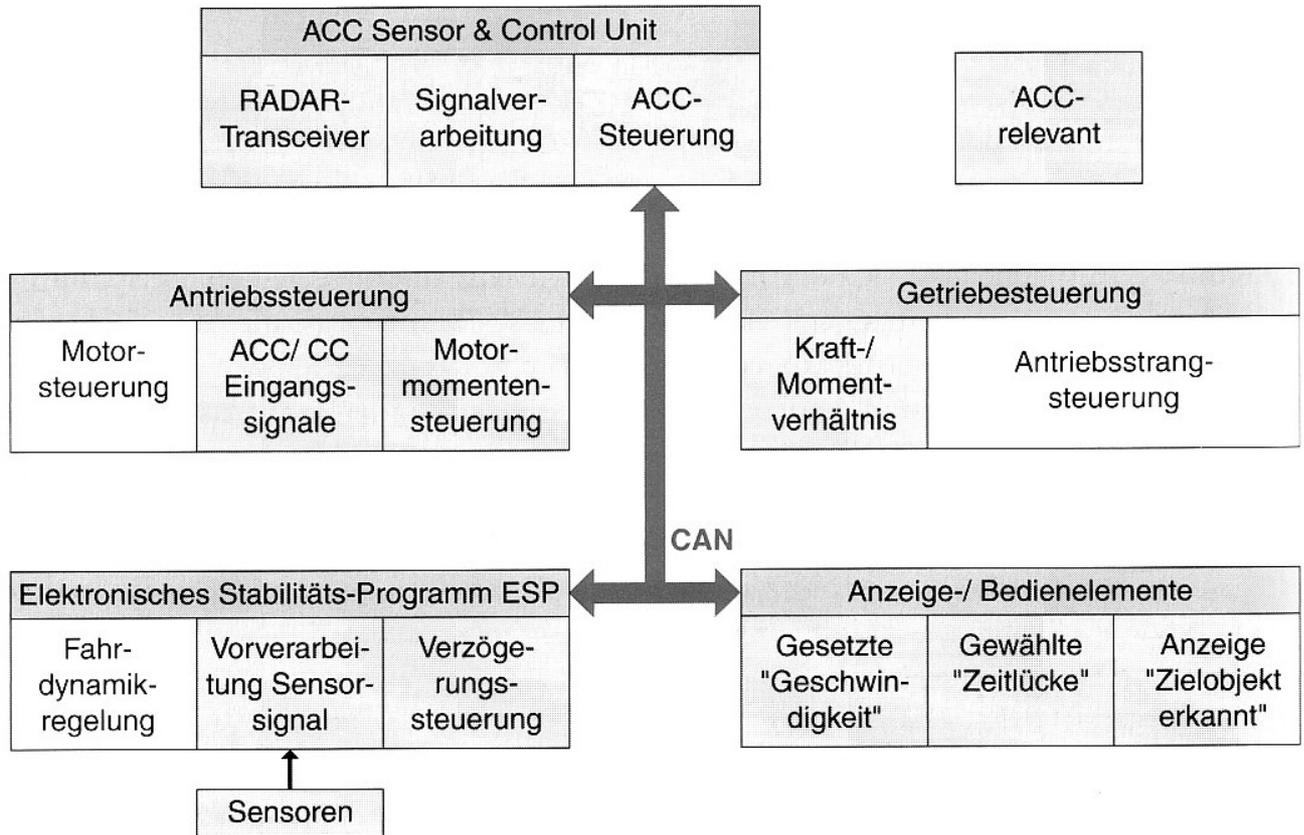
- 1 Linse
- 2 Radar-Transceiver
- 3 Strahlquellen (Stielstrahler)

Schnittansicht ACC / SCU



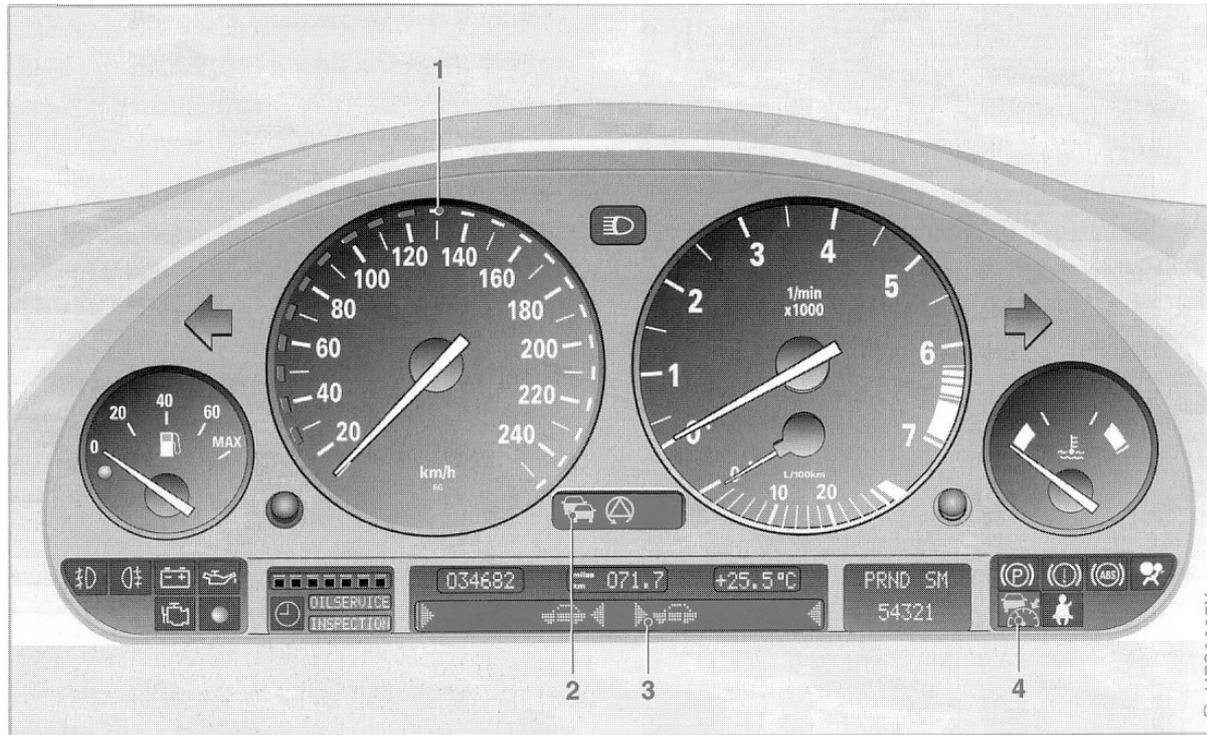
- Bild 2**
- 1 Leiterplatte 1
 - 2 Oszillatorblock
 - 3 Strahlquellen (Stielstrahler)
 - 4 Linse
 - 5 Kontakt der Linse-
heizung
 - 6 Leiterplatte 3
 - 7 Leiterplatte 2
 - 8 Radar-Sende-
Empfangseinheit
(Radar-Transceiver)

ACC-Sensor & Control Unit ACC-SCU



ACC im Systemverbund

- 1 Tachometer, Leuchtdioden für Anzeige der Wunschgeschwindigkeit („ACC aktiv“)
- 2 relevantes Zielobjekt erkannt („ACC aktiv“)
- 3 Anzeige „gewählter Sollabstand“ mit Fahrzeugpiktos (leuchtet 6 s lang nach Aktivieren von ACC und nach Eingaben) oder Fehlermeldung „ACC inaktiv“ oder Aufforderung zur Sensorreinigung „Clean sensor“
- 4 Betriebsbereitschaft („stand by“)



Fahrerinformation mit Anzeige

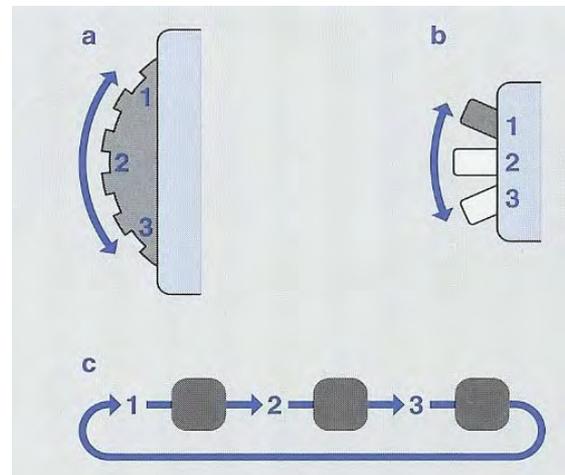
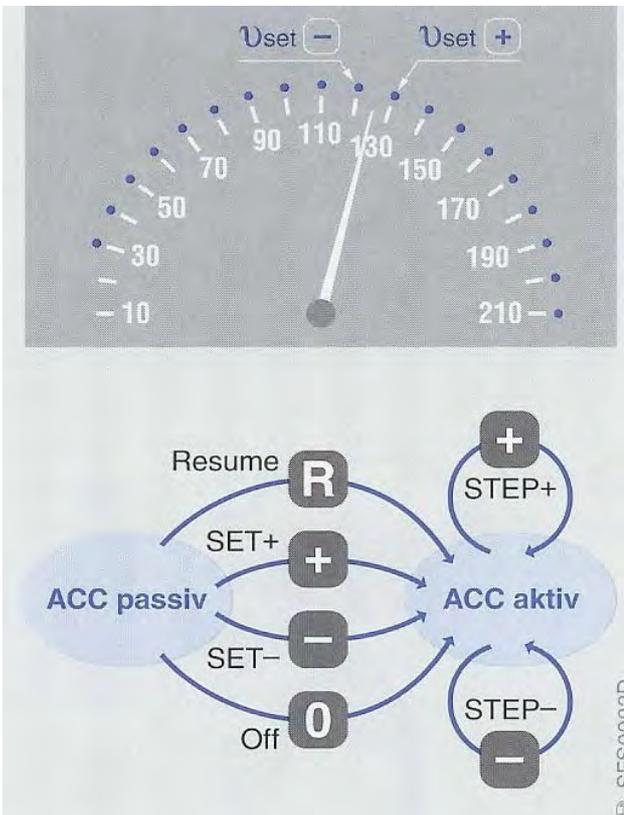


- 1 „Resume“:
Abruf der zuletzt
gewählten Wunsch-
geschwindigkeit
(„ACC passiv“)
Wahl und Anzeige
des Sollabstands für
drei Abstandsstufen
(„ACC aktiv“)
- 2 Taste „+“:
Aktivieren der vom
Tachometer ange-
zeigten Geschwin-
digkeit („ACC
passiv“)
Wahl der Wunsch-
geschwindigkeit
in Schritten von
10 km/h nach oben
(„ACC aktiv“)



- 3 Taste „-“:
analoge Funktion
wie Taste „+“,
jedoch Wahl der
Wunschgeschwin-
digkeit in Schritten
von 10 km/h nach
unten
- 4 Taste „I/O“:
Ein- und Aus-
schalten des ACC-
Systems im Zustand
„Aus“ und „ACC
aktiv“ Schalten zu
(„ACC passiv“)

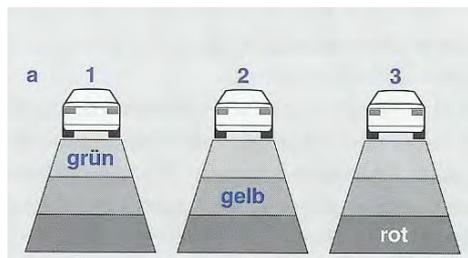
Symbol für Aktivierung / Bedienelemente



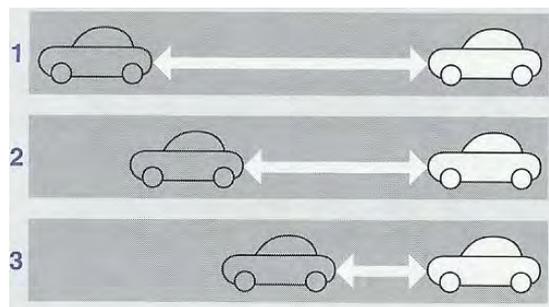
- a Drehrädchen
- b Stufenschalter
- c Taster zum Durch-
steppen einer Pro-
grammsequenz

- 1 „grüner“ Bereich,
großer Abstand
- 2 „gelber“ Bereich,
mittlerer Abstand
- 3 „roter“ Bereich,
geringer Abstand

Steuerung ACC

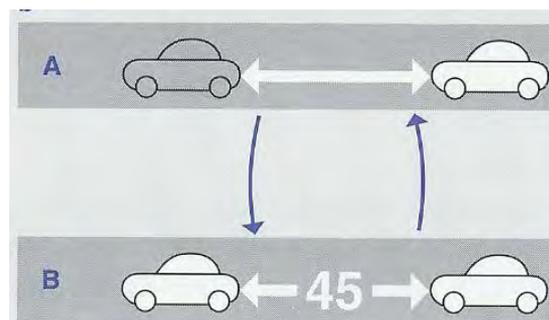


a Perspektivische Darstellung in Fahrtrichtung



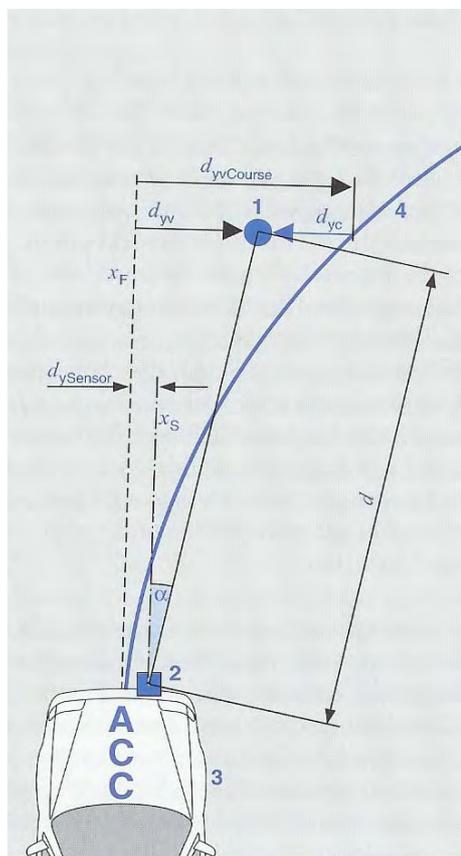
b seitliche Darstellung

- 1 „grüner“ Bereich, großer Abstand
- 2 „gelber“ Bereich, mittlerer Abstand
- 3 „roter“ Bereich, geringer Abstand

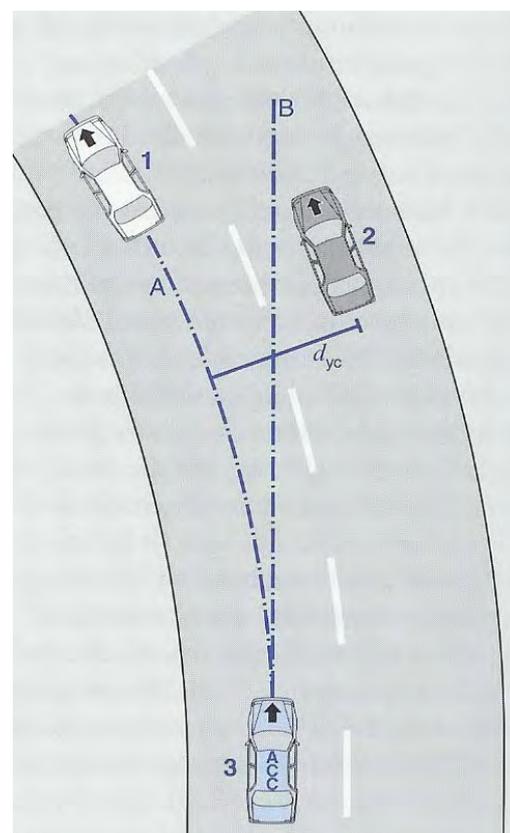


- A Kein relevantes Objekt
- B relevantes Objekt erkannt

Objektmanagement



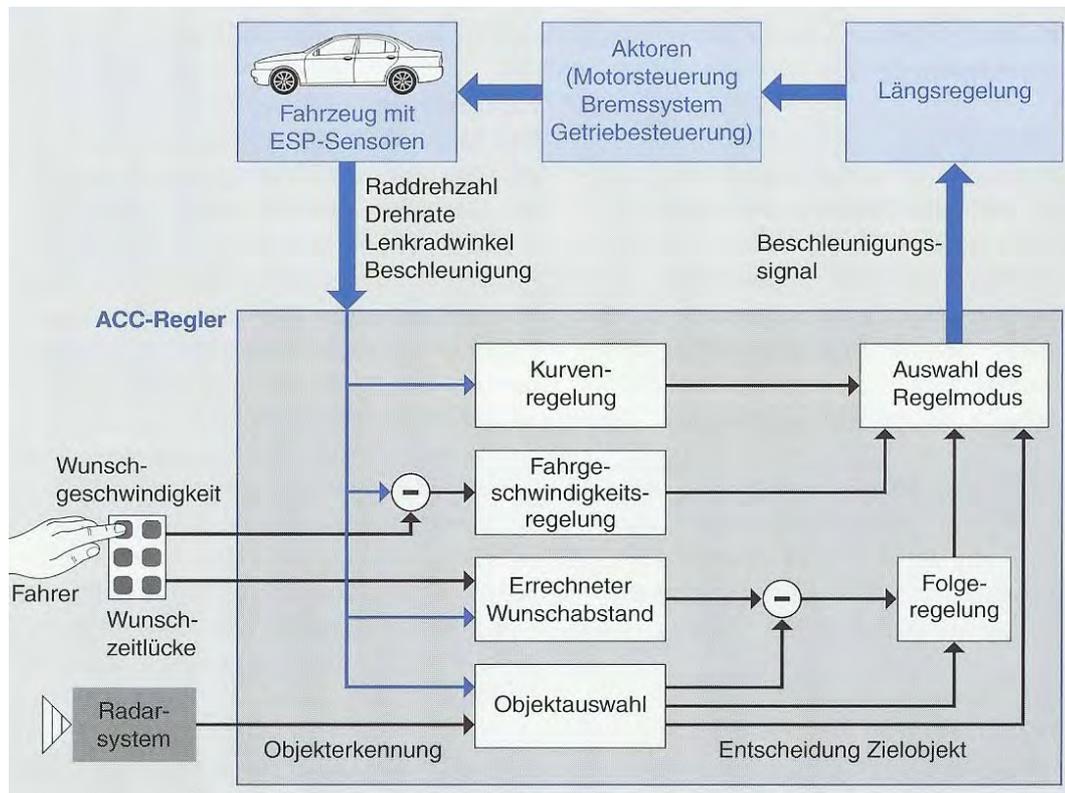
- 1 Objekt
 - 2 Sensor
 - 3 ACC-Fahrzeug
 - 4 Kurs
- d_{yv} Lateralversatz
 d_{yc} Kursversatz
 $d_{yvCourse} = k_y \cdot d^2/2$
 vorhergesagter Kurs mit d Messabstand zum Objekt
 k_y aktuelle Krümmung
 $d_{ySensor}$ Sensorversatz
 x_F Fahrzeugmittenachse
 x_S Sensorachse
 α Winkel der Abweichung des Objekts von der Sensorachse



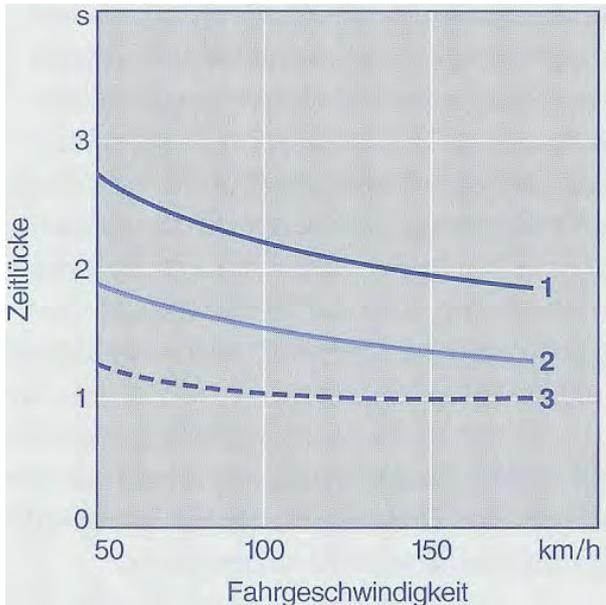
Kursprädiktion & Objektauswahl



Grundstruktur ACC

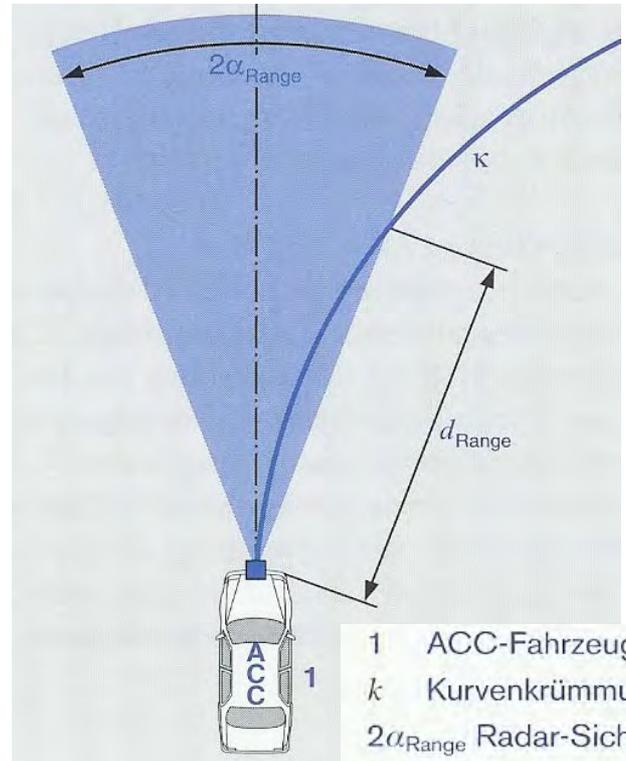


ACC-Reglerkreis mit Reglerfunktionen



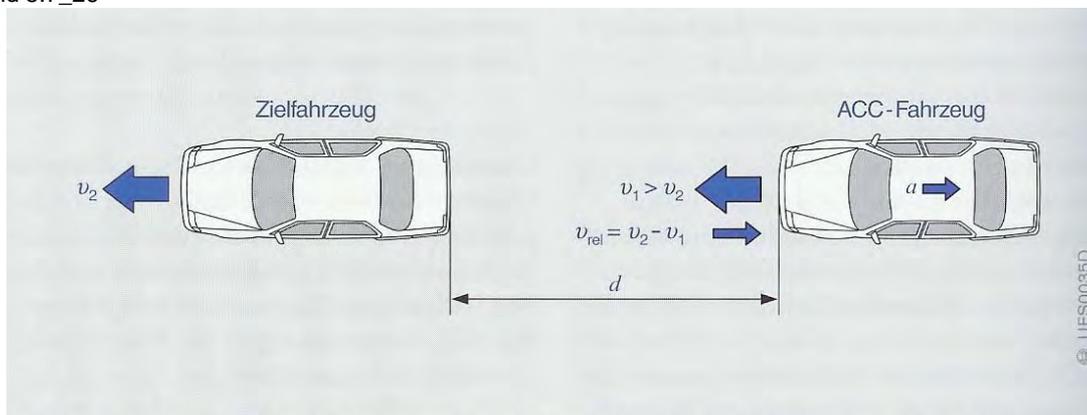
Zeitlückenprogramme:

- 1 „Fern“
- 2 „Mittel“
- 3 „Nah“



- 1 ACC-Fahrzeug
- k Kurvenkrümmung
- $2\alpha_{\text{Range}}$ Radar-Sichtfeld
- $d_{\text{Range}} \cong 2\alpha_{\text{Range}}/k$

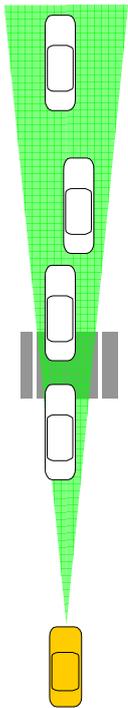
Sichtbereich



Die Tabelle zeigt für verschiedene Wertepaare von d und a die zugehörige maximale Annäherungsgeschwindigkeit, die noch ausgeglichen werden kann. Für die mittlere Verzögerung muss ein kleinerer Wert als die maximale Verzögerung zu Grunde gelegt werden, da die Verzögerung im Allgemeinen eher langsam aufgebaut wird.

d m	a m/s ²	$-v_{\text{rel}}$ m/s	$-v_{\text{rel}}$ km/h
50	-1	10	36
100	-1	14	51
150	-1	17	62
50	-2	14	51
100	-2	20	72
150	-2	24	88

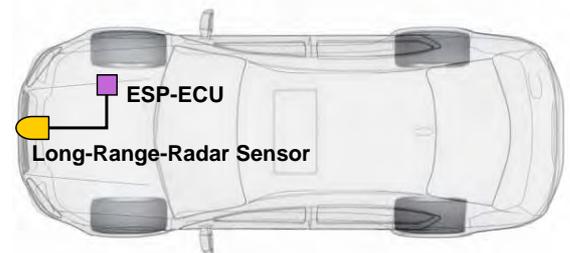
Maximale Annäherungsgeschwindigkeit

**Merkmale:**

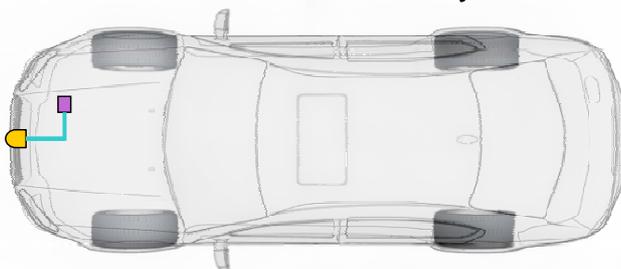
- ACC Grundfunktionalität
- Langsame Folgefahrt bis ca. 10 km/h, unterhalb 10 km/h nur noch Bremseingriff
- Bremsen bis in den Stand hinter anhaltendem Fahrzeug
- ACC wird im Stillstand deaktiviert
- Wiederaufsetzen bei v ca. 30km/h wieder möglich

Kundennutzen:

- Kostengünstige Erweiterung von ACC
- Anhaltvorgänge abgedeckt
- weniger Fahrerübernahmen im unteren Geschwindigkeitsbereich notwendig

**Weiterentwicklung ACC stop****ACCplus: Regelt Abstand bis zum Stillstand****Merkmale:**

- Folgefahrt bei allen Geschwindigkeiten von 0 bis ca. 200 km/h
- Bremsen bis in den Stand hinter einem anhaltenden Fahrzeug
- Wieder-Anfahrstrategien:
 - Automatisch nach Fahrerfreigabe
 - Fahrer fährt an; System übernimmt



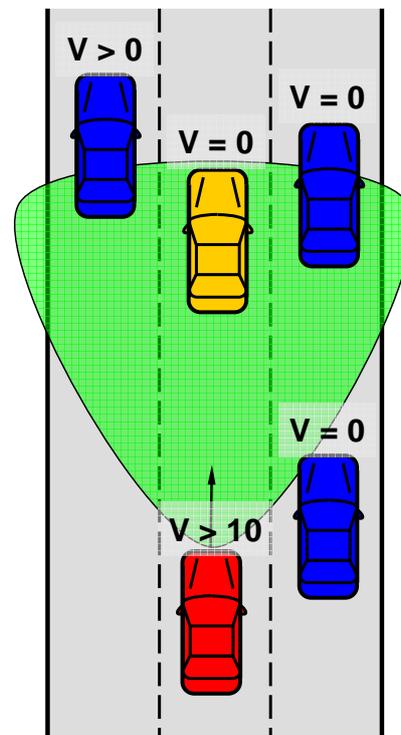
■ Long-Range-Radar (LRR)

■ Komfortoptimiertes Bremssystem

— CAN

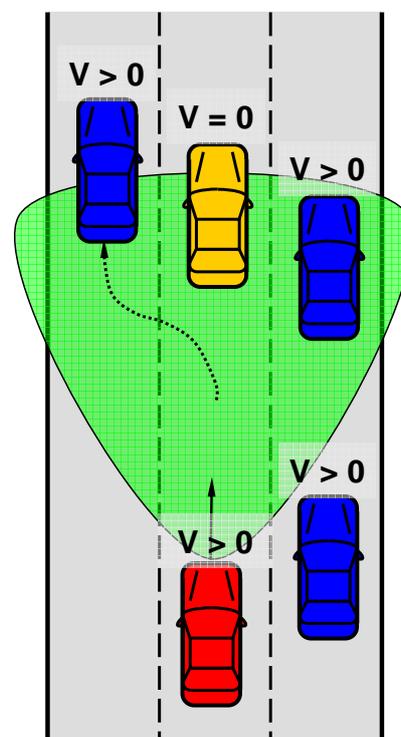
Weiterentwicklung ACC plus

- Stausituation: extrem zähflüssiger Verkehr auf Autobahn oder Landstrasse; niedrigster Geschwindigkeitsbereich
- Unterhalb niedriger Geschwindigkeitsgrenze (10 km/h, Fzg. rollt) und eingeschränkten Suchbereich Regelung auch auf stehende Objekte
- Wahrscheinlichkeit für Fehlauflösungen im städtischen Bereich vorhanden, da keine Entscheidung über Relevanz der Objekte durch Situationsklassifikation möglich ist.



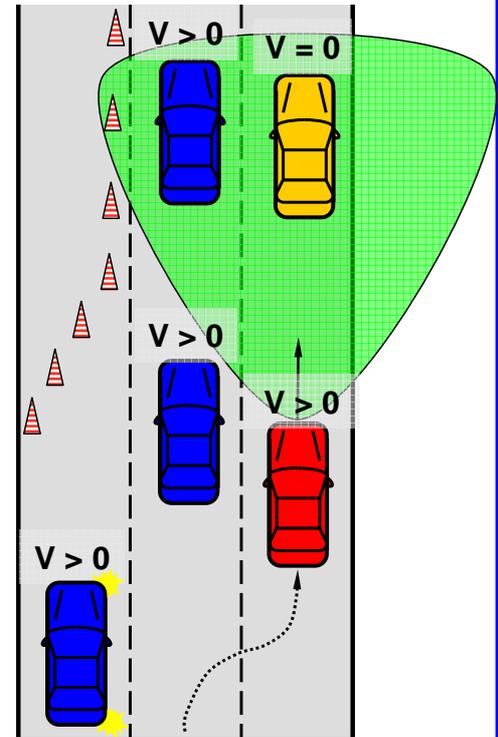
Sondersituation 1: Langsame Folgefahrt

- Zielobjekt schert in Stau- oder Ampelsituationen aus. Davor befindet sich stehendes Fahrzeug.
- Reaktion auf jedes stehende Objekt in definiertem Suchbereich nach Zielobjekt-Spurwechsel
- Wahrscheinlichkeit für Fehlauflösungen niedrig, da Entscheidung über Relevanz der Objekte durch Situationsklassifikation möglich ist



Sondersituation 2: Spurwechsel Zielobjekt

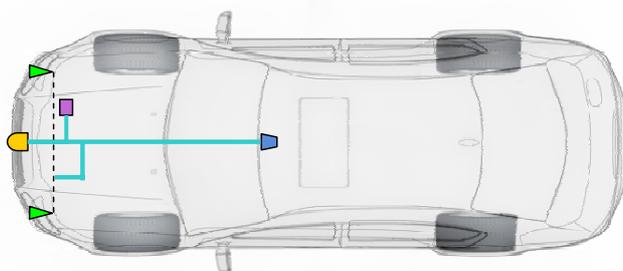
- Eigens Fahrzeug wechselt hinter Zielobjekt die Spur. Dort befindet sich ein stehendes Fahrzeug
- Reaktion auf jedes stehende Objekt in definiertem Suchbereich nach Spurwechsel
- Wahrscheinlichkeit für Fehlauflösungen wegen der Erkennung des Ego-Spurwechsels größer als für Sonder-situation 2.



Sondersituation 3: Spurwechsel Ego-Fahrzeug

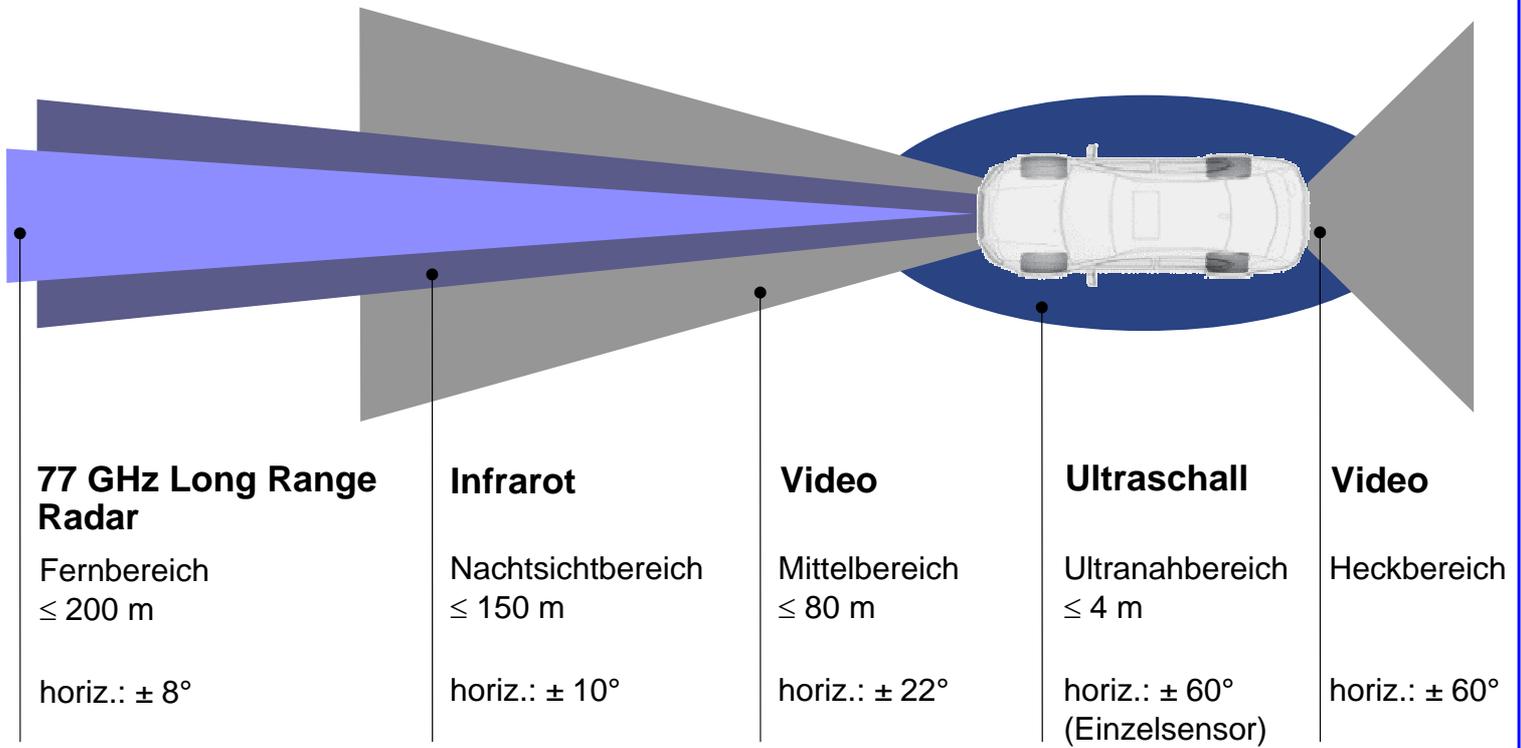
Merkmale:

- Uneingeschränktes Staufolgefahren
- Dynamische Folgefahrt bei allen Geschwindigkeiten
- Automatisches Anfahren ohne Fahrerbestätigung (innerhalb eines Zeit-Limits)



- Long-Range-Radar (LRR)
- ▶ Optional: Nahbereichssensoren
- Komfortoptimiertes Bremsssystem
- ▶ Videokamera
- CAN

Vollautomatisches Anfahren mit ACC FSR



Erfassungsbereiche von Sensoren