

# Digifant im Transporter mit wassergekühltem Boxermotor.









**Konstruktion und Funktion.**

**Selbststudienprogramm Nr. 77.**

**V·A·G**

**Kundendienst.**

# Inhalt

-  **Digifant**
-  **Technische Daten**
-  **Das System**
-  **Funktionen der Bauteile**
-  **Steuergerät**
-  **Leerlaufstabilisierung**
-  **Einbauten zur Abgasnachbehandlung**
-  **Kennfeldgesteuerte Transistorzündung**

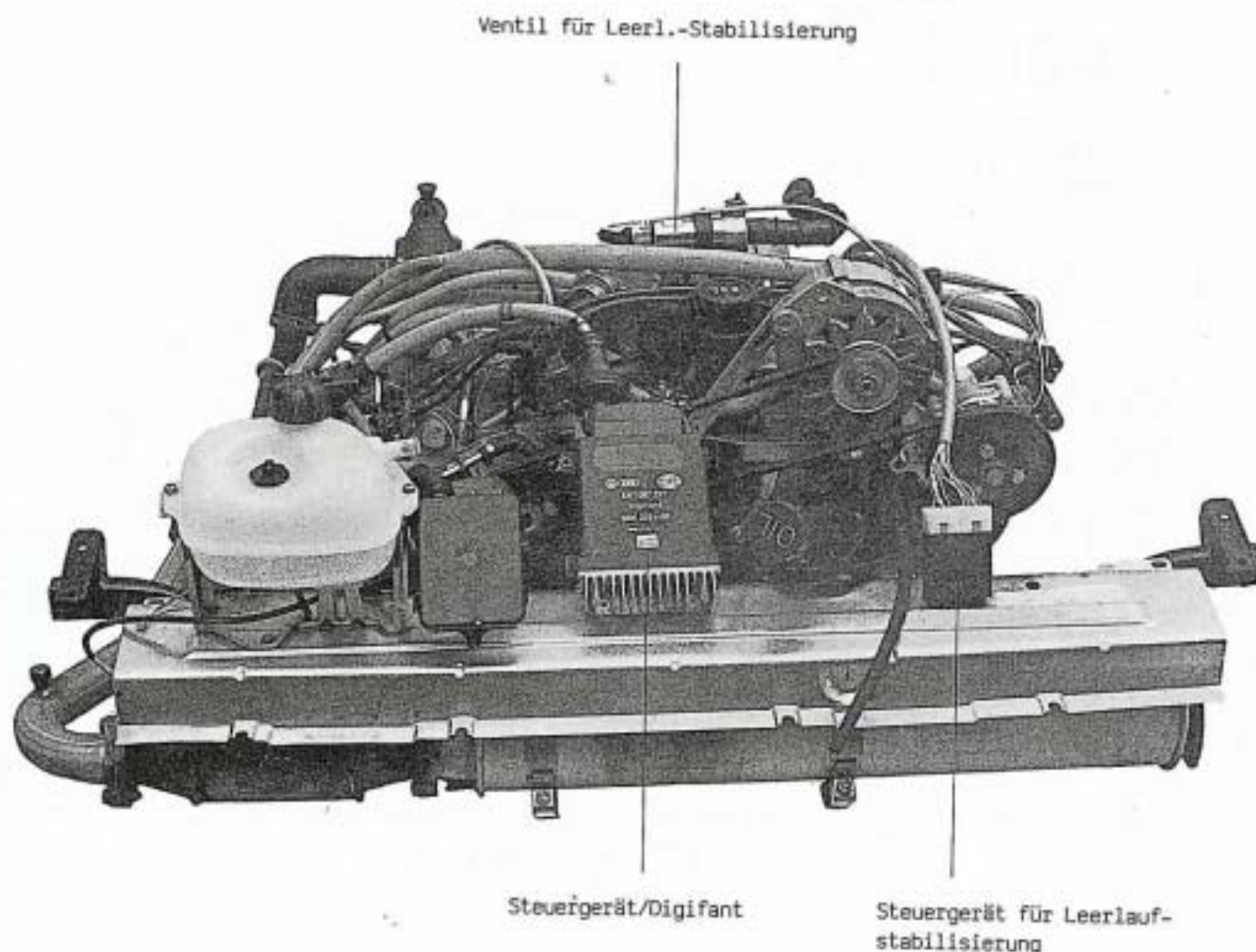
# Digifant

Digifant ist eine Entwicklung aus der Digijet-Einspritzung und der Zündanlage Dignition.

Sie bietet durch die gemeinsame und abgestimmte Steuerung von Einspritzung und Zündung Funktionsvorteile gegenüber den Einzelsystemen.

Dies wirkt sich besonders in dynamischen Betriebszuständen aus, wie Beschleunigung, Schubabschaltung, Kaltstart und Warmlauf.

Jedem Zylinder ist ein elektromagnetisches Einspritzventil zugeordnet, dessen Öffnungszeiten durch das elektronische Steuergerät bestimmt wird.



## Das bedeutet:

- Genaue Zündzeitpunktbestimmung
- Verbessertes Leerlaufverhalten in allen Betriebszuständen
- Geringerer Verbrauch
- Weniger Schadstoffe im Abgas
- Höhere Leistung und höheres Drehmoment

## Motor

Der 2,1-l-Motor mit Digifant des Typ 2 baut auf die bekannten Anlagen Digijet des 1,9-l-Motor im Typ 2 und der Dignition des 1,3-l-Motor des Polo Coupé auf.

### Seine Daten:

Kennbuchstabe:	MV
Hubraum:	2109 cm <sup>3</sup>
Leistung:	70 kW bei 4800/min
Drehmoment:	159 Nm bei 3200/min
Verdichtung	9,0
Kraftstoff:	91 ROZ
Zündzeitpunkt:	5° v. OT

Durch diese Motorvariante mit Abgaskatalysator und Lambda-Technik wird der Betrieb mit unverbleitem Kraftstoff möglich.

Prüf- und Einstellarbeiten finden Sie  
in der KD-Literatur.  
Zur Prüfung der elektronischen Bauteile nur eine  
Diodenprüflampe verwenden.

# Das System

Das System der elektronischen Kraftstoffeinspritzung arbeitet nach dem Prinzip der Luftmengenmessung. Das hat den Vorteil, ein sehr genaues Maß für die erforderliche, benötigte Kraftstoffmenge zu bekommen.

## Der Kraftstoff

wird aus dem Kraftstoffbehälter von der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe angesaugt und über die Ringleitung zu den Einspritzventilen gefördert. Der Kraftstoffdruck wird durch den Druckregler bestimmt. Den Einspritzventilen ist jeweils ein Kraftstoffverteiler vorgeschaltet.

## Die Luftmenge

wird vom Motor über das Saugrohr angesaugt und vom Luftmengenmesser gemessen.

## Die Leerlaufstabilisierung

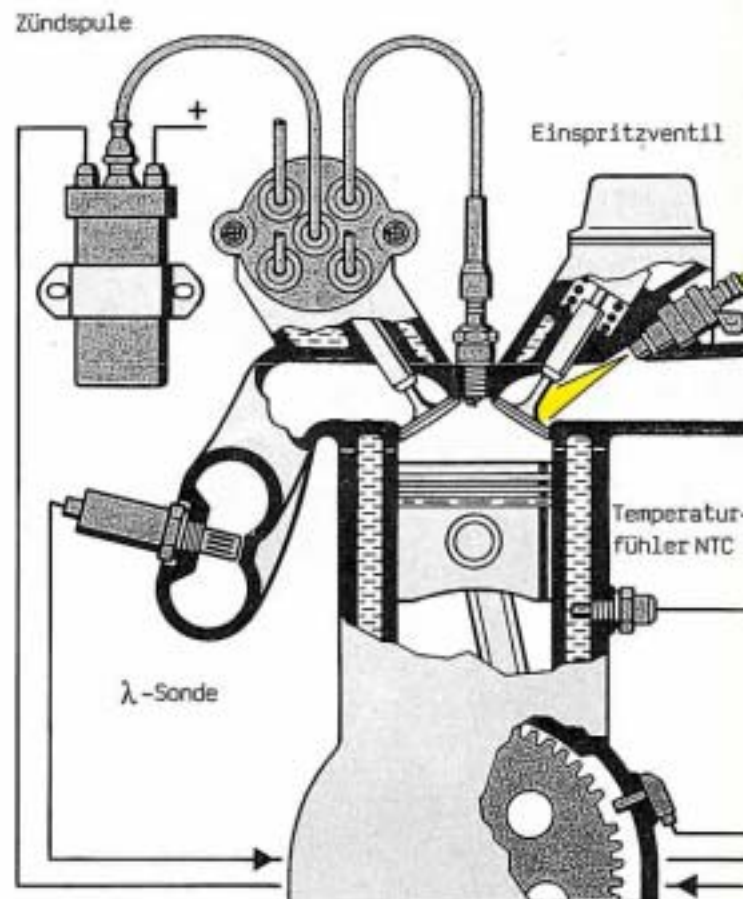
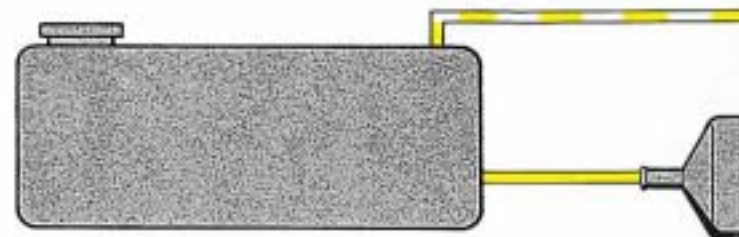
sorgt für ein besseres Leerlaufverhalten des kalten und betriebswarmen Motors.

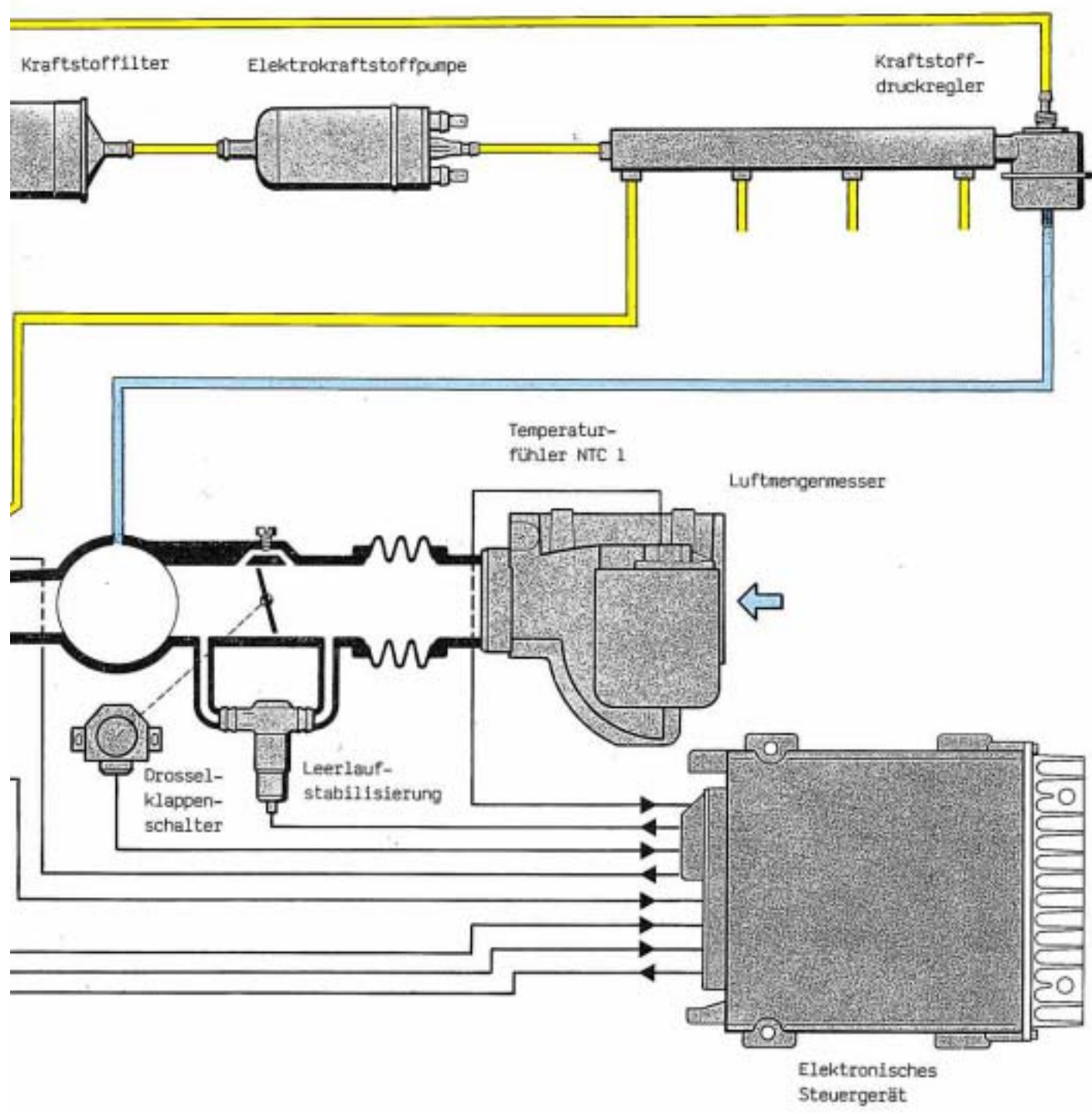
## Die elektronische Steuerung

regelt auf der Kraftstoffseite die Einspritzmenge (Zeit) und auf der Zündungsseite den optimalen Zündzeitpunkt für alle Betriebszustände des Motors.

## Die Abgasanlage

sorgt, mit dem Katalysator und der Lambda-Sonden-Regelung, für ein schadstoffarmes Abgas.





# Das System

Damit für alle Betriebszustände die erforderliche Kraftstoffmenge und der Zündzeitpunkt präzise errechnet werden kann, werden 5 Meßgrößen herangezogen:

- das angesaugte Luftvolumen
- die Motordrehzahl
- die Motortemperatur
- die Ansauglufttemperatur
- die Stellung der Drosselklappe

## Das Steuergerät

verarbeitet die eingehenden Informationen über:

- Luftmenge = Potentiometer
- Drehzahl = Hall-Geber
- Ansauglufttemperatur = NTC 1
- Kühlmitteltemperatur = NTC 2
- Drosselklappenstellung = Drosselklappenschalter

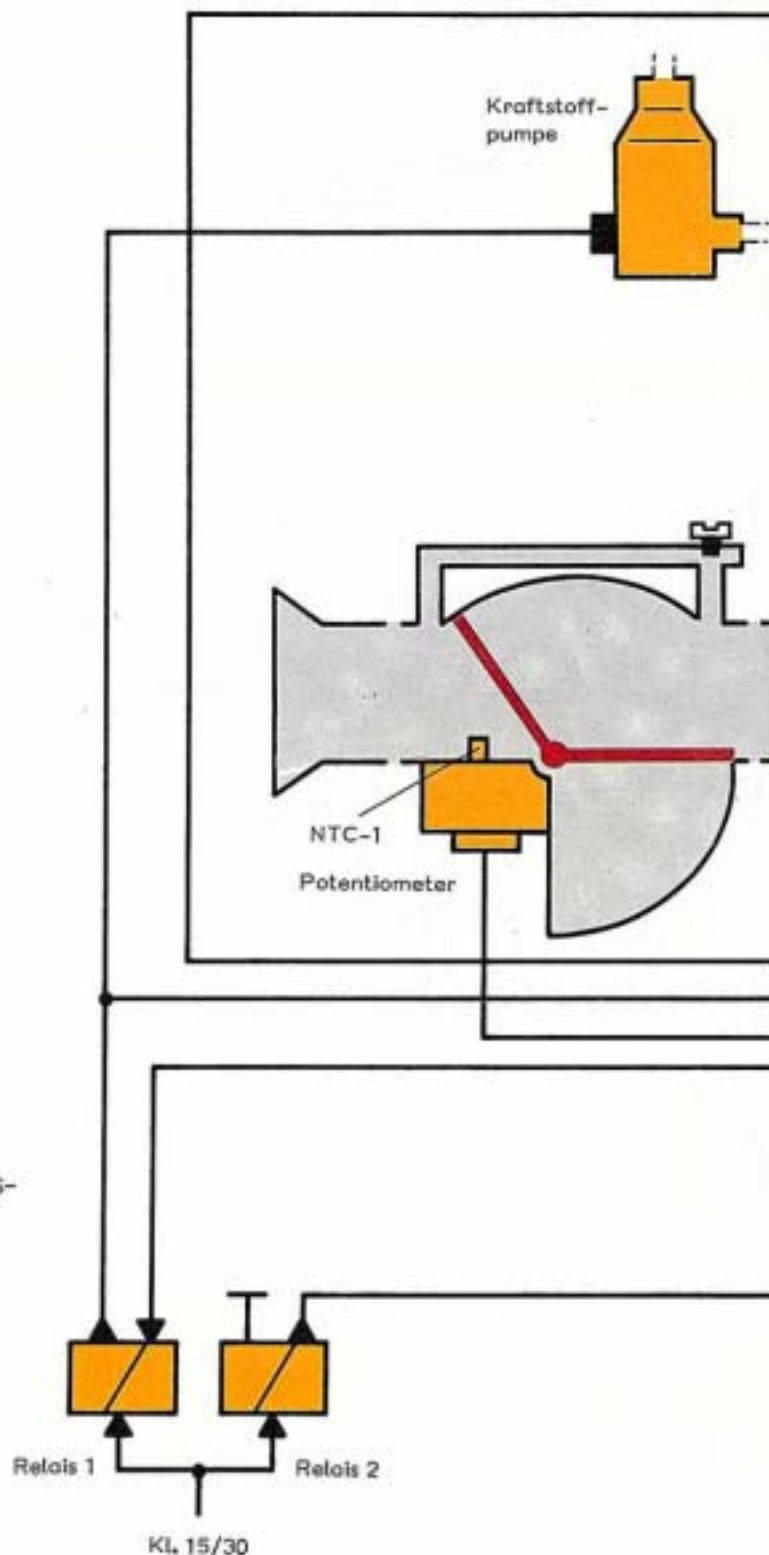
und ermittelt daraus die Einspritzzeit für die Einspritzventile.

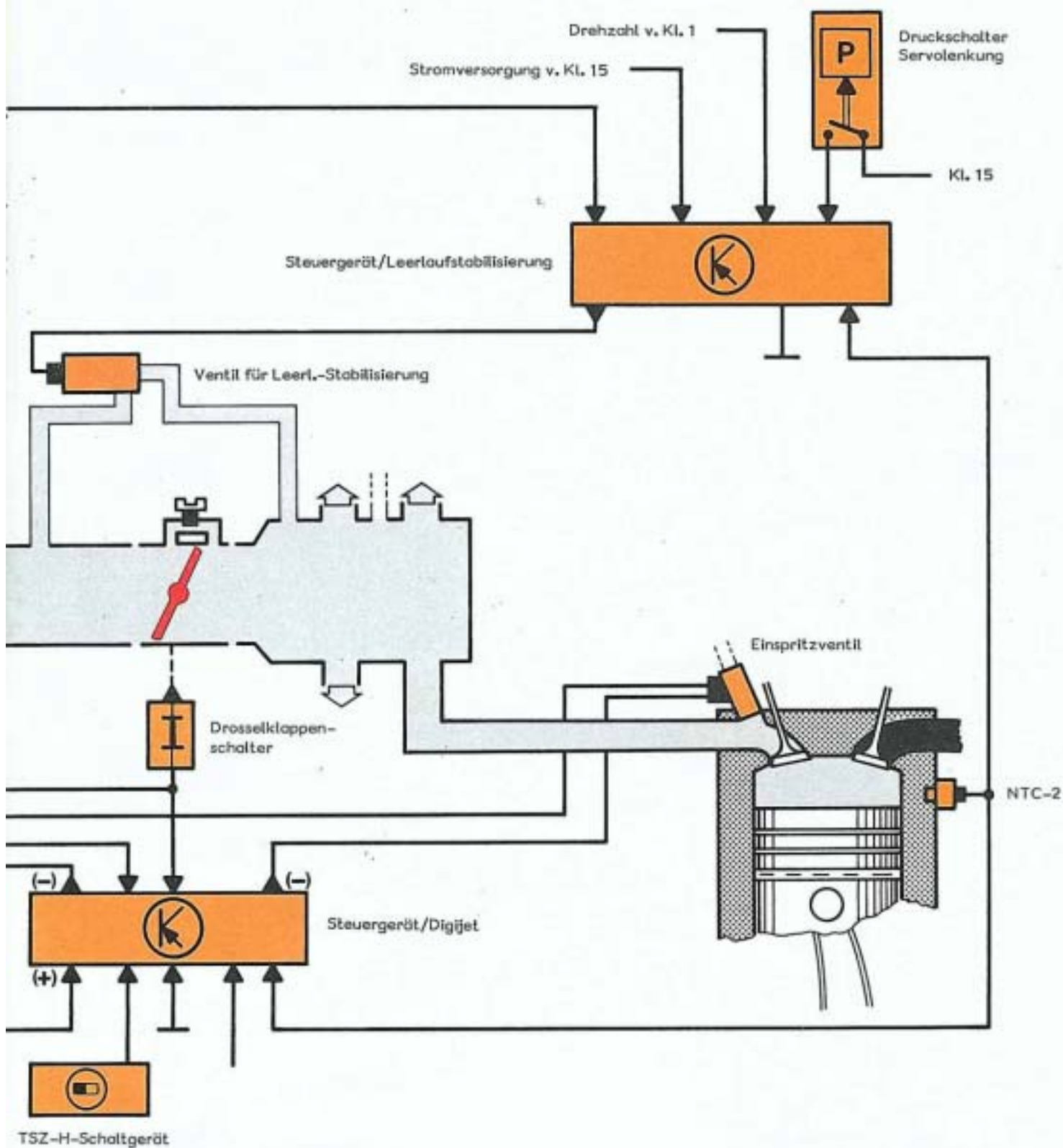
## Die Relais

Relais 1 versorgt die Kraftstoffpumpe und die Einspritzventile mit Spannung. Relais 2 versorgt das Steuergerät mit Spannung.

## Das Ventil für Leerlaufstabilisierung

- Stellt sicher, daß bei kaltem oder betriebswarmem Motor die Leerlaufdrehzahl auch unter Belastung konstant gehalten wird.
- Gewährleistet für die verschiedenen Betriebszustände immer die richtigen Drehzahlen.
- Übernimmt die Funktion des Zusatzluftschiebers.





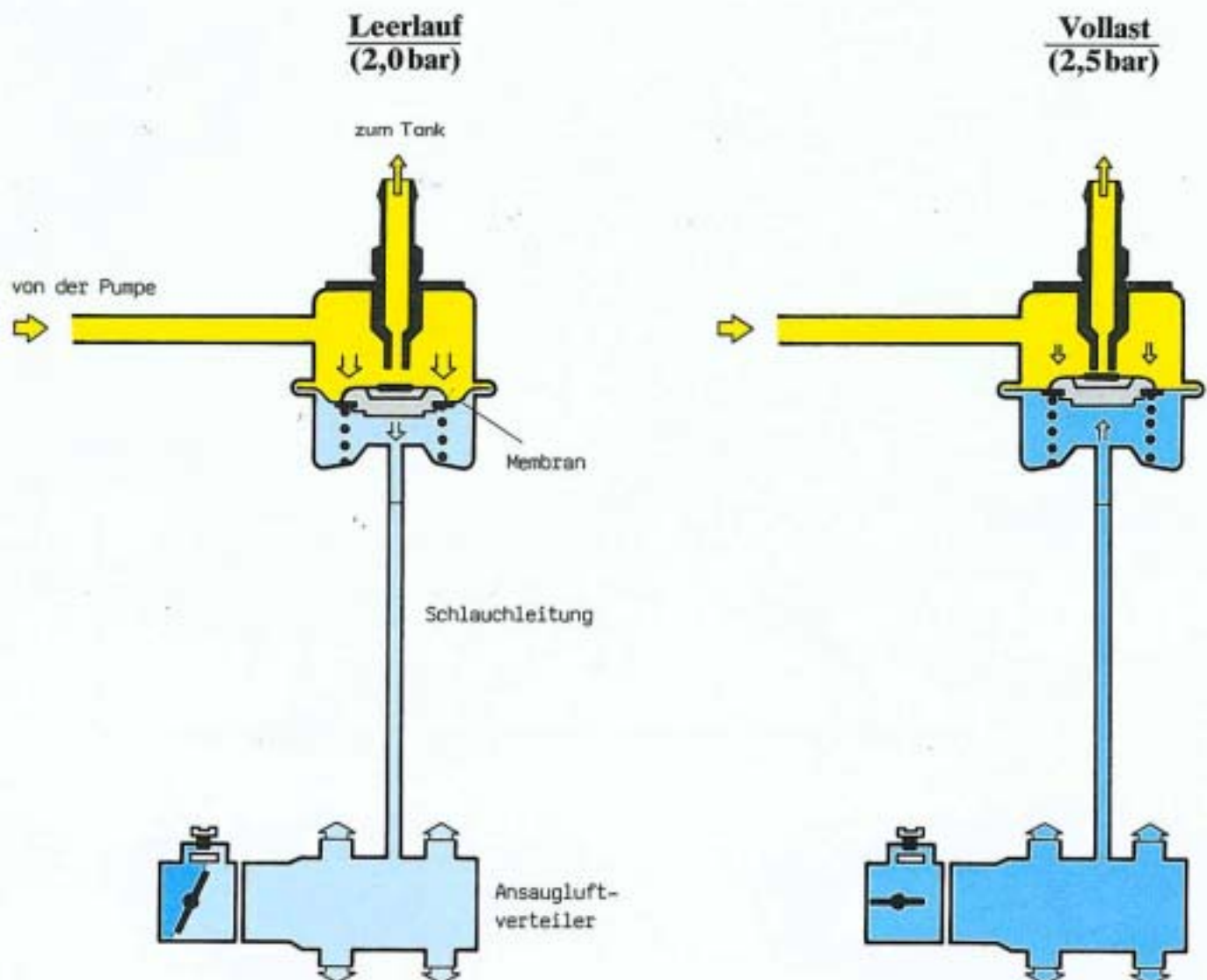
# Funktionen der Bauteile

## Druckregler

Der Druckregler regelt den Kraftstoffdruck in Abhängigkeit vom Saugrohrdruck. Dadurch wird die Differenz zwischen Saugrohrdruck und Kraftstoffdruck konstant gehalten. Der Druckabfall über die Einspritzventile ist damit für alle Lastzustände gleich.

## Funktion

Entsprechend des Saugrohrdruckes ändert sich die Lage der Membran. Sie regelt dadurch die Rückflußmenge zum Tank und bestimmt somit den Druck in der Ringleitung.



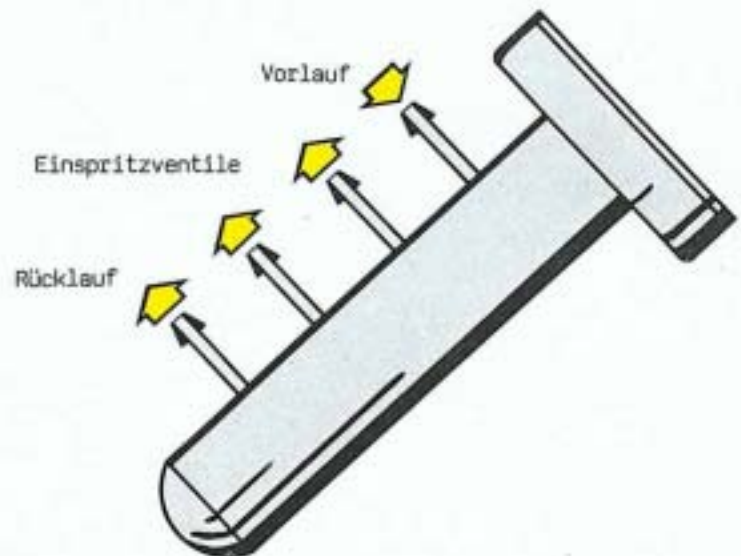
## Einspritzventile

- Die Einspritzventile spritzen den Kraftstoff intermittierend\* in das Saugrohr ein.
- Der Abspritzstrahl muß kegelförmig erfolgen. Nach dem Abspritzen muß das Ventil schließen.



## Kraftstoffverteiler

Jeweils zwei Einspritzventilen ist ein Kraftstoffverteiler vorgeschaltet. Durch dieses Vorvolumen wird eine verbesserte Gemischverteilung für alle Betriebs- und Lastzustände erreicht.



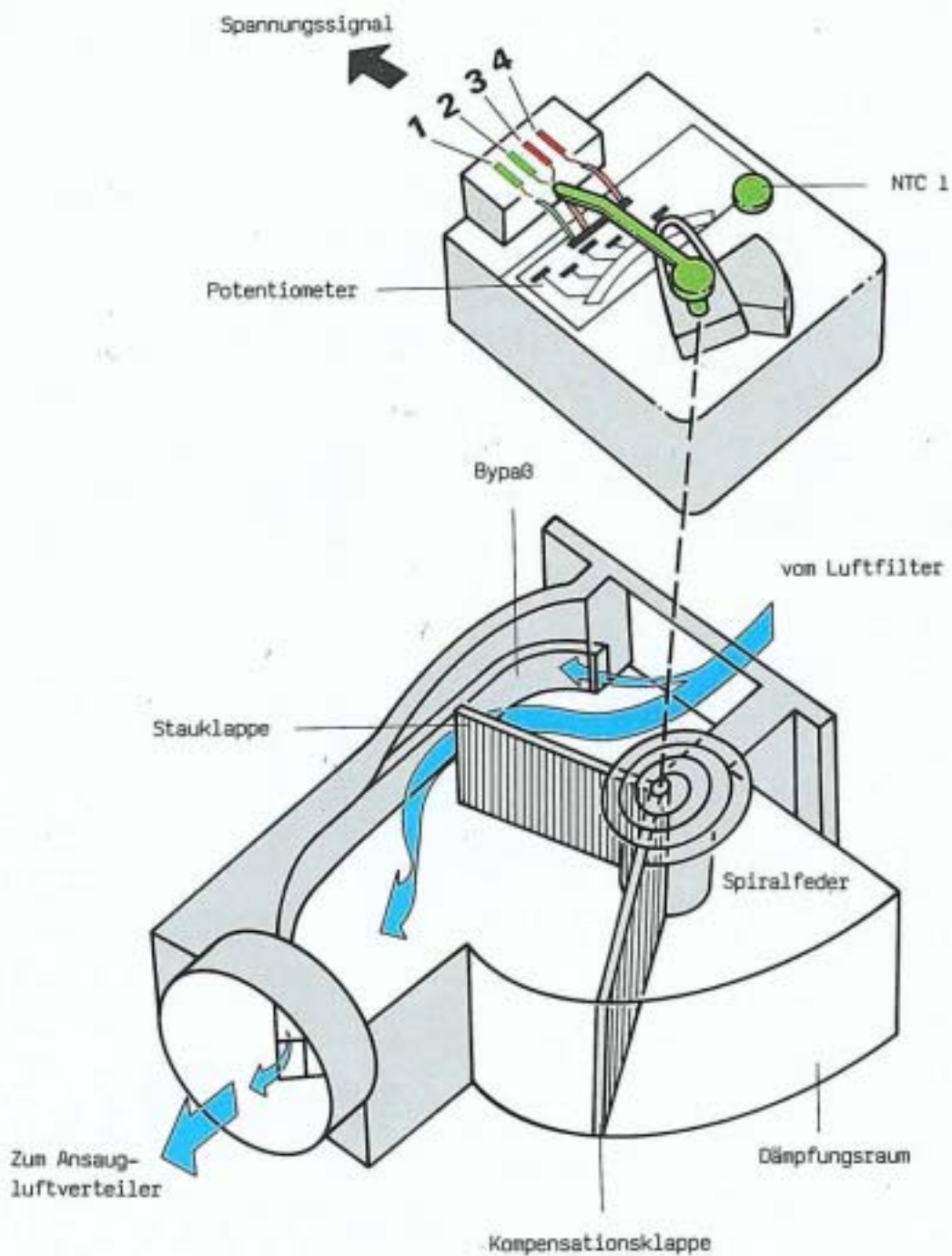
\* Im Vergleich zur K-Jetronic wird nicht ständig, sondern unterbrechend Kraftstoff eingespritzt.

# Funktionen der Bauteile

## Luftmengenmesser

Der Luftmengenmesser gibt die Spannungssignale

- Ansaugluftmenge
  - Lufttemperatur
- an das Steuergerät.



# Funktionen der Bauteile

## So funktioniert es

Der Luftstrom öffnet die Stauklappe gegen die Kraft der Spiralfeder. Über die Drehbewegung der Stauklappe wird ein Potentiometer betätigt und die Größe des Spannungssignals bestimmt. Dieses Signal und die Information der Drehzahl werden als Haupteingangsgrößen für das Steuergerät zur Bestimmung der Einspritzzeit herangezogen. Die Kompensationsklappe dämpft Schwingungen der Stauklappe.

## Temperaturfühler

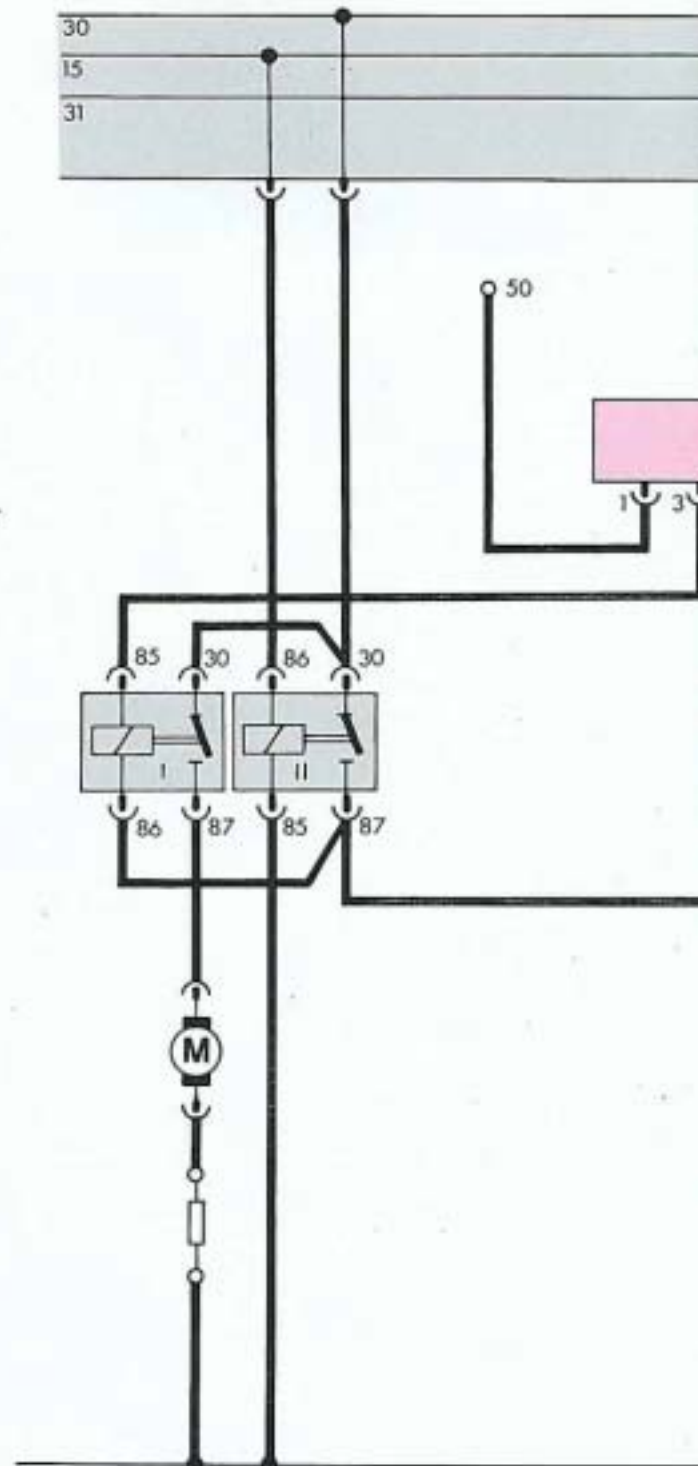
Der Temperaturfühler (NTC 1) im Luftmengenmesser gibt abhängig von der Ansauglufttemperatur ein Signal für die temperaturabhängige Luftdichte.

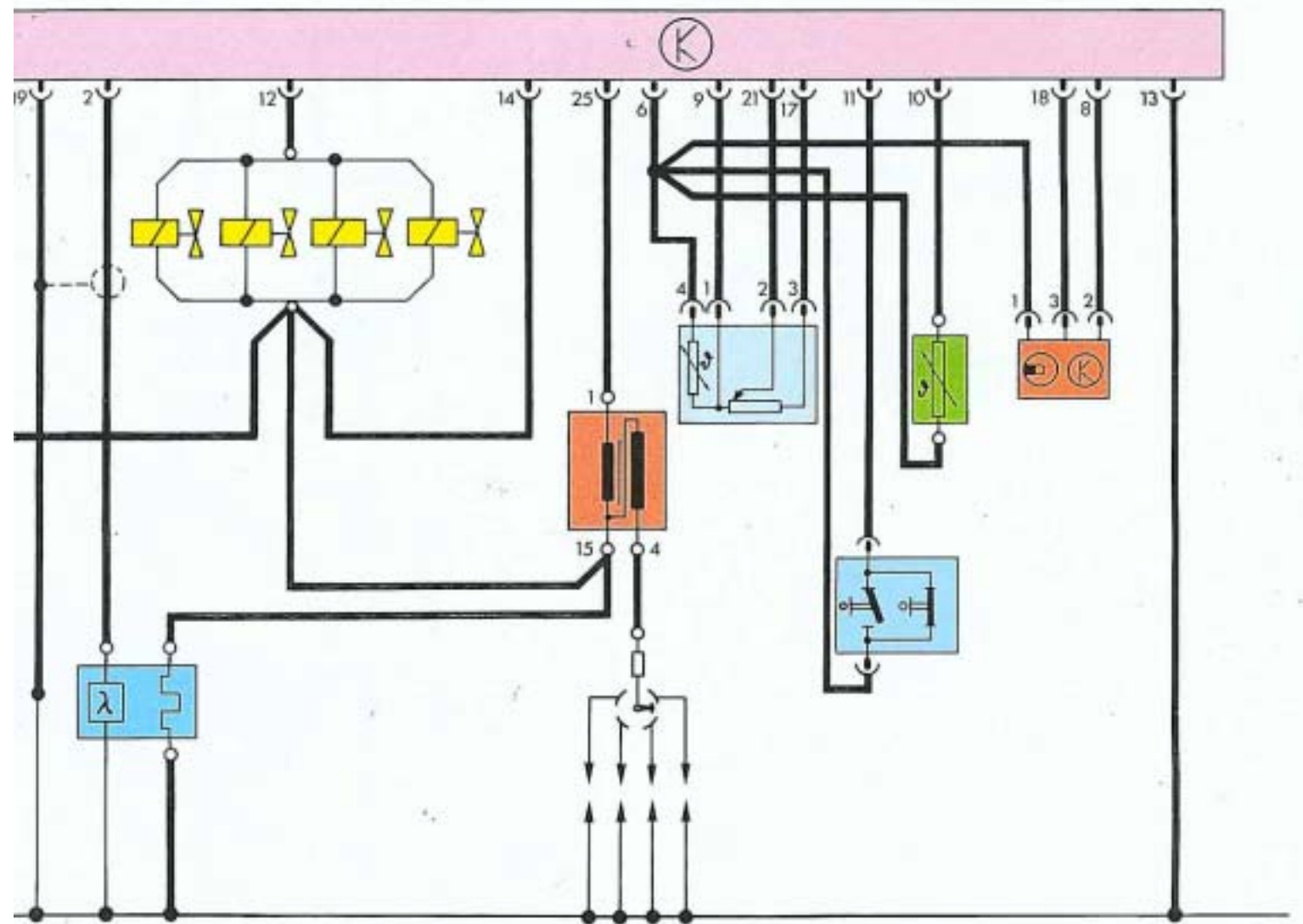
## Stillstandschtaltung

Erfolgt nach Einschalten der Zündung kein Drehzahlsignal vom Hall-Geber an das Steuergerät, werden nach ca. 1 sec. die Kraftstoffpumpe und die Einspritzventile abgeschaltet. Die Minusansteuerung vom Steuergerät zum Pumpenrelais wird unterbrochen.

## Kl. 50

Das Spannungssignal über Kl. 50 sichert im Startvorgang den Anlauf der Kraftstoffpumpe. Dadurch wird bei Spannungsabfall der Batterie die Schaltfunktion des Kraftstoffpumpenrelais sichergestellt.





# Funktionen der Bauteile

Neben den Haupteingangsgrößen zur Bestimmung der Einspritzzeit durch den Luftmengenmesser und die Drehzahl sind Korrekturgrößen erforderlich für die

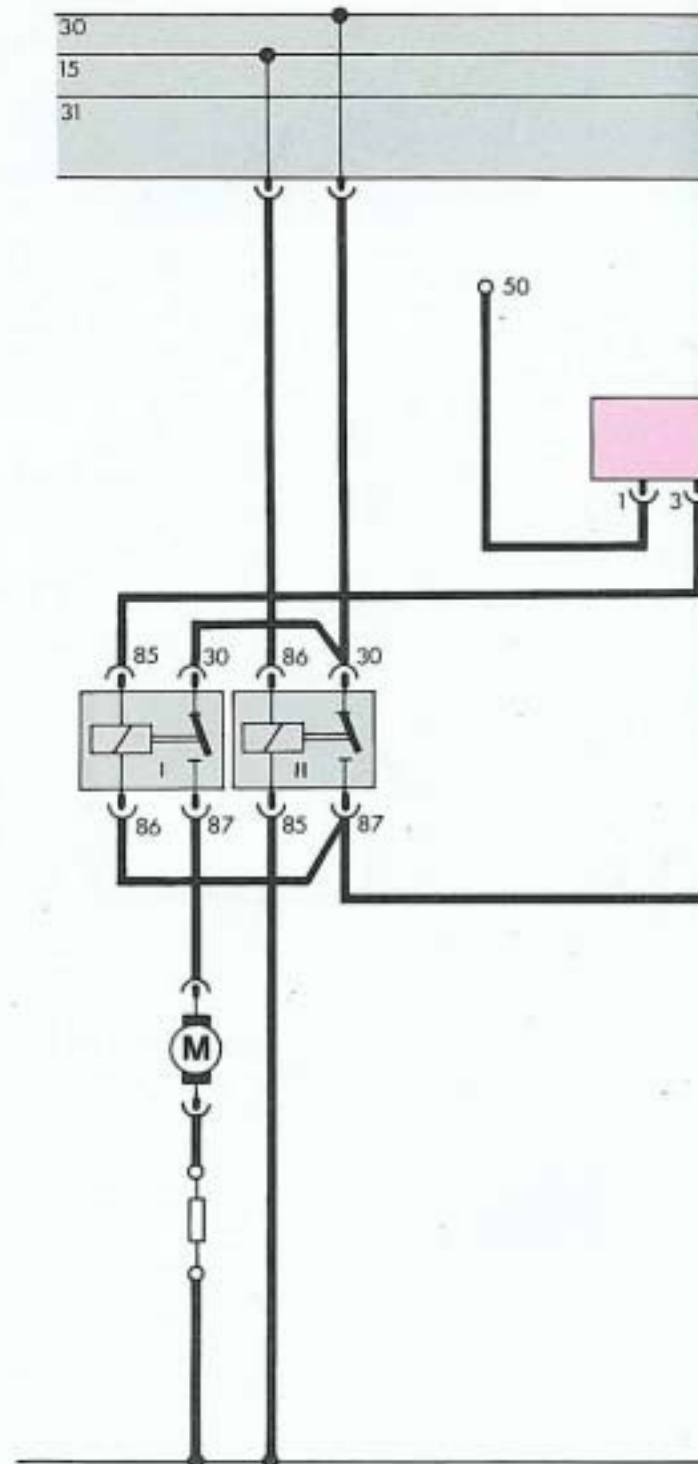
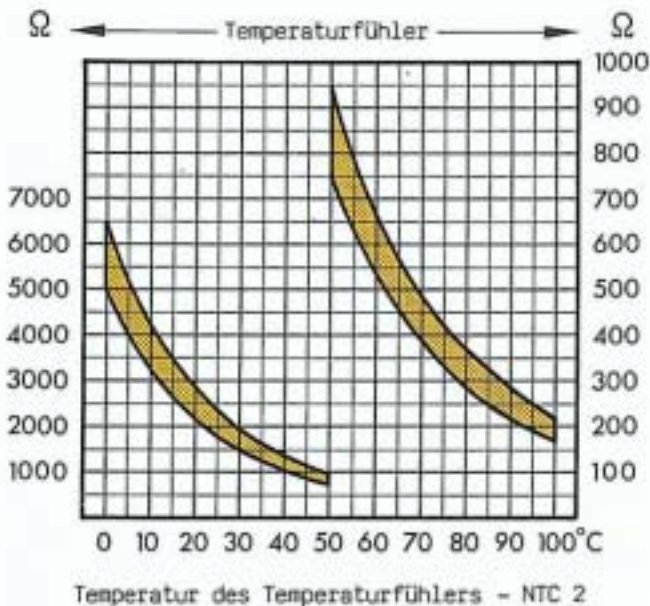
- Kaltstartanreicherung
- Warmlaufanreicherung
- Vollastanreicherung
- Schubabschaltung

## Kaltstart

Eine Zumessung des Kraftstoffs beim Kaltstart erfolgt über den Temperaturfühler 2 (NTC 2) im Kühlmittelreglergehäuse. Die Menge ist anfangs hoch und wird während des Startvorgangs abgeregelt.

## Warmlauf

Der Temperaturfühler 2 liefert dem Steuergerät außerdem die Information für die Warmlaufanreicherung in Abhängigkeit der Kühlmitteltemperatur.



## NTC bedeutet:

Negativer Temperatur Coeffizient und charakterisiert damit folgende Eigenschaft:

Der Widerstand verringert bei steigender Temperatur seinen elektrischen Widerstand.



# Funktionen der Bauteile

## Vollastanreicherung

Im Vollastbetrieb benötigt der Motor mehr Kraftstoff. Der Drosselklappenschalter gibt dem Steuergerät die Information über Vollastbetrieb. Das Signal wird vom Steuergerät zur Verlängerung der Einspritzdauer verarbeitet.

## Schubabschaltung

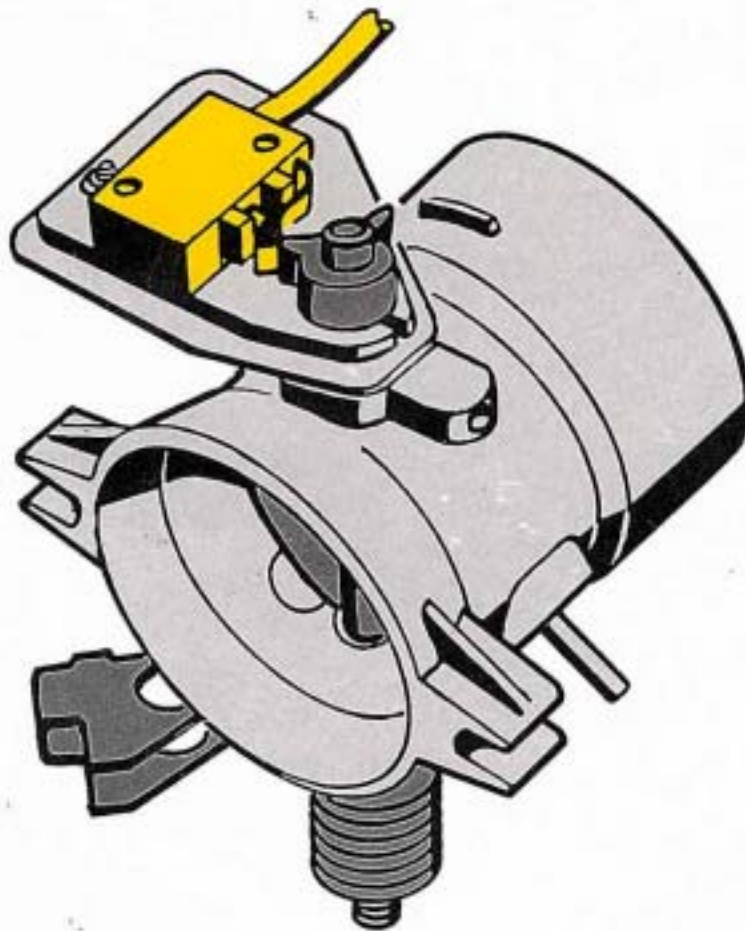
Im Schubbetrieb wird die Einspritzmenge abgeschaltet, eine Maßnahme zur Kraftstoffeinsparung. Sie setzt ein, wenn das Steuergerät folgende Informationen erhält:

- Motor betriebswarm = Information vom NTC 2
- Motordrehzahl über 1500/min = Information vom Hall-Geber
- Drosselklappe geschlossen = Information vom Drosselklappenschalter, Kontakt geschlossen

## Drosselklappenschalterstellung

Drosselklappenschalterstellung

In Leerlaufstellung und bei Vollgasstellung der Drosselklappe muß der Kontakt geschlossen sein.



## Achtung!

Das Steuergerät trifft bei geschlossenem Drosselklappenschalter in Verbindung mit der angesaugten Luftmenge die Entscheidung, ob es zur Schubabschaltung oder Vollastanreicherung kommt.

# Funktionen der Bauteile

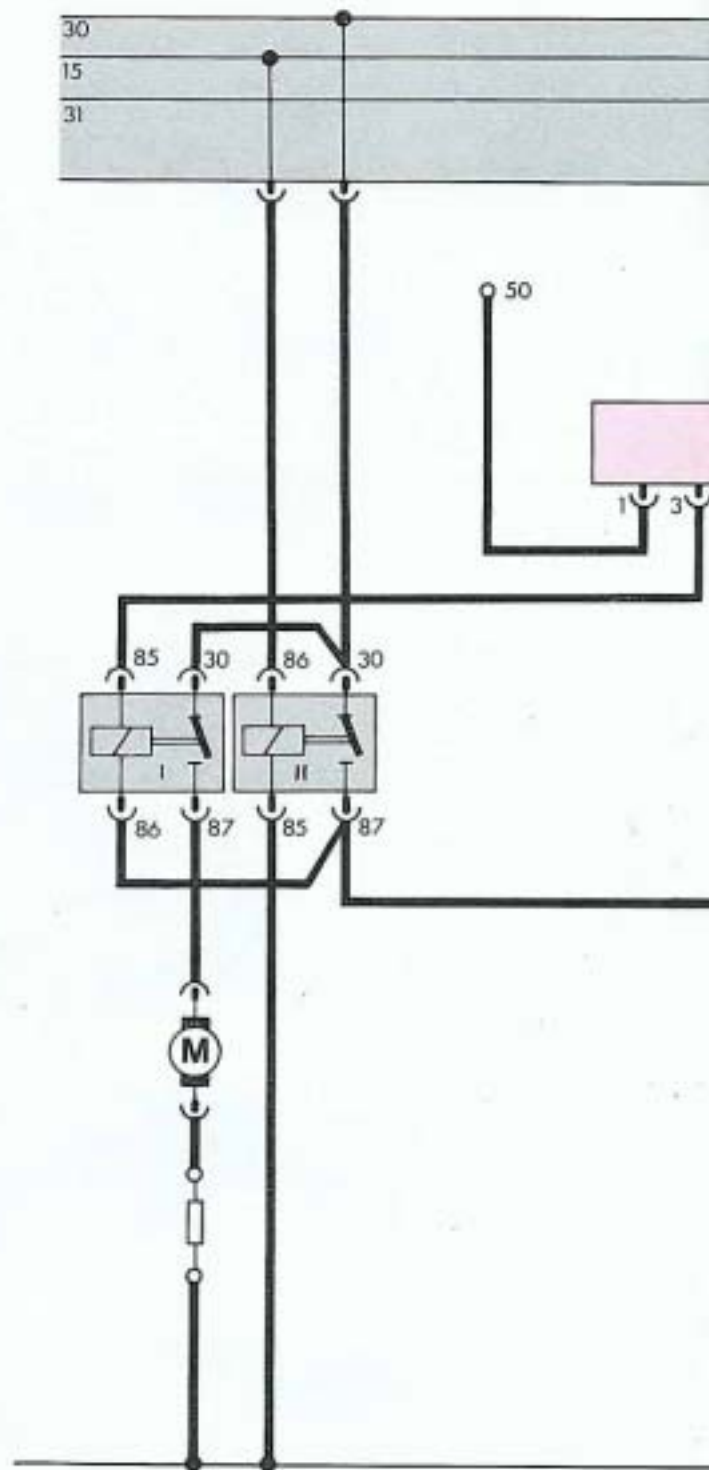
## Hinweise zur Prüfung

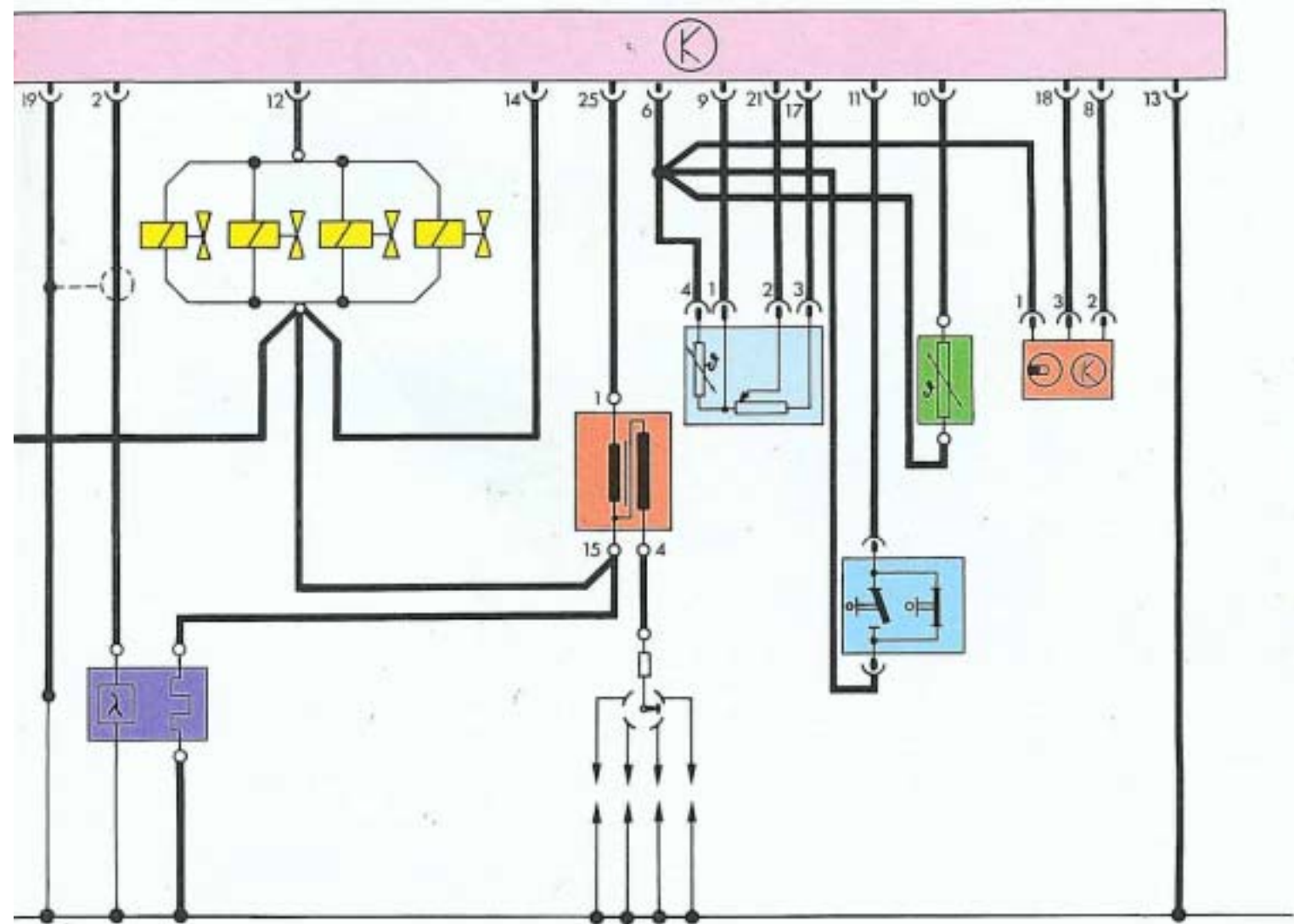
Bei Spannungsmessung am Drosselklappenschalter muß bei

geschlossenen Kontakten = 0 Volt  
und bei  
geöffneten Kontakten = ca. 5 Volt  
angezeigt werden.

## So wirken sich Fehleinstellungen des Drosselklappenschalters aus

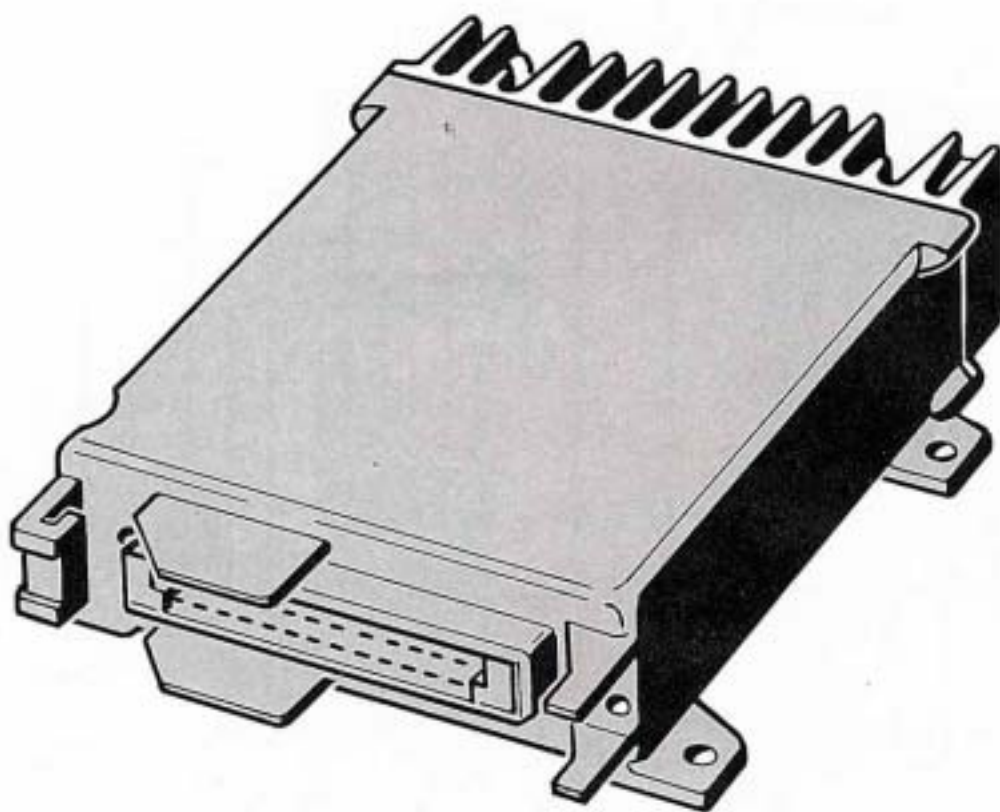
- Drosselklappenschalter im Leerlauf geöffnet
  - Kalter Motor geht im Leerlauf nach "Gasstoß" aus
  - Warmer Motor hat keine Schubabschaltung
- Drosselklappenschalter bleibt beim Öffnen der Drosselklappe geschlossen
  - Motor "sägt" bei Drehzahlen zwischen ca. 1500/min und 1700/min
- Drosselklappenschalter schließt nicht bei Vollgasstellung
  - Motorleistung wird bei Vollast nicht erreicht





# Steuergerät

Das Steuergerät ist ein elektronischer Rechner mit programmiertem Kennfeld für die Einspritzung und Zündung.



Es verarbeitet die eingehenden Informationen über:

- Luftmenge
- Drehzahl
- Ansaugluft
- Kühlmitteltemperatur
- Drosselklappenstellung

Es ermittelt und steuert die Einspritzzeit für die Einspritzventile sowie den jeweiligen Zündzeitpunkt.

## **Notlauffunktion**

### **So funktioniert es**

#### **Luftmengenmesser**

Erfolgt kein Signal vom Luftmengenmesser, schaltet das Steuergerät auf Notlauffunktion.  
Das bedeutet, die Kraftstoffzumessung erfolgt nach dem Kennfeld der Straßenteillast in Abhängigkeit der Motordrehzahl.

Das hat zur Folge:  
das Fahrzeug kann mit "wenig Gas" gefahren werden

#### **Temperaturfühler**

Erfolgt kein Signal vom NTC 2, errechnet das Steuergerät die Einspritzzeit bezogen auf 20°C.

Das bedeutet:  
es kommt zu Heißstartschwierigkeiten und erhöhtem Kraftstoffverbrauch, weil das Gemisch für den betriebswarmen Motor zu fett ist.

#### **Abschaltdrehzahl**

Erfolgt vom Hall-Geber ein Drehzahlsignal über 5400/min schaltet das Steuergerät die Einspritzventile ab.

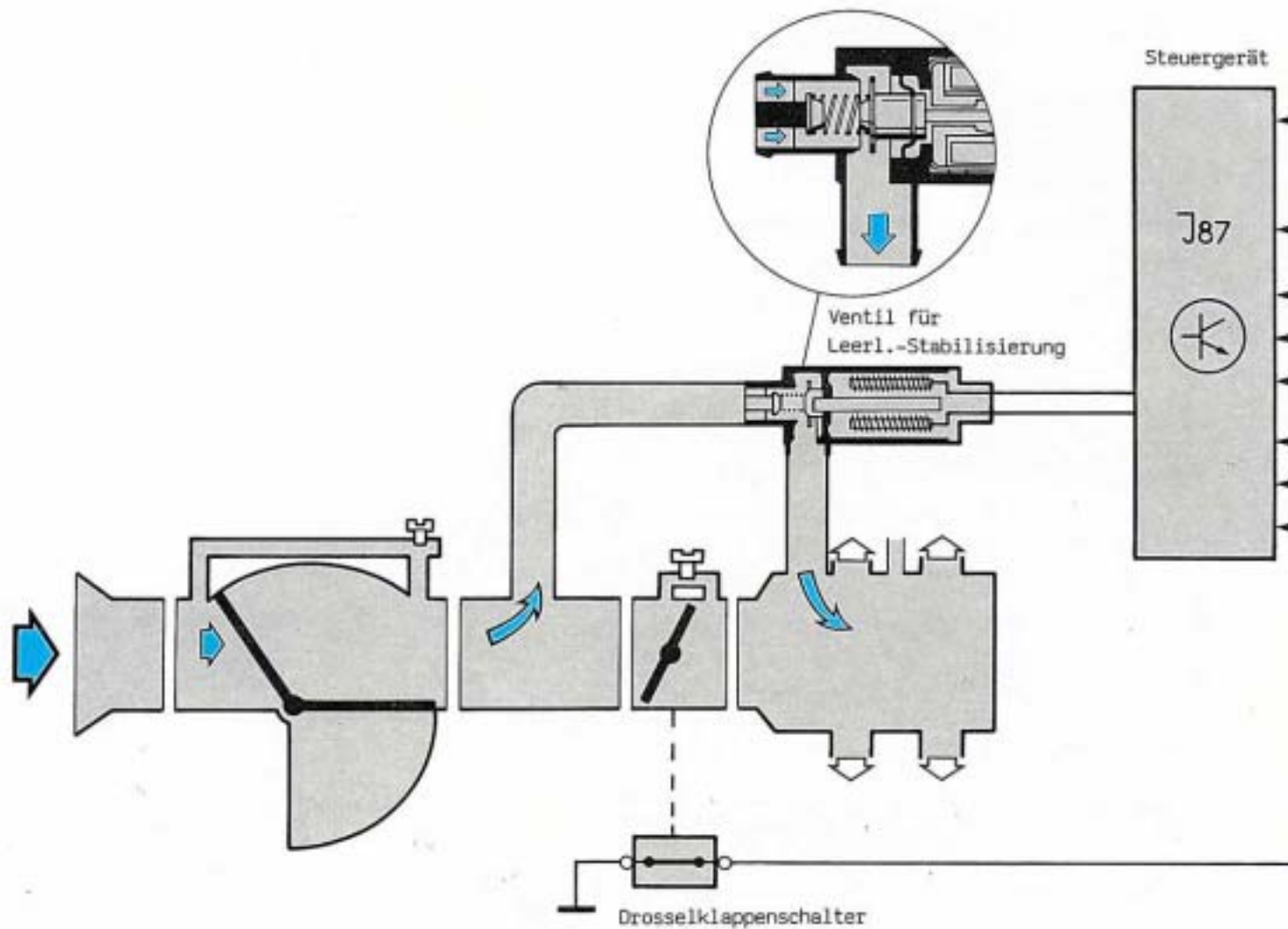
#### **Vollastanhebung**

Bei einem Spannungssignal vom Luftmengenmesser (unter Last) größer als 2,19 Volt liegt Vollastanhebung vor.

## **Hinweis:**

Zentralstecker nur bei ausgeschalteter Zündung abziehen oder aufstecken!

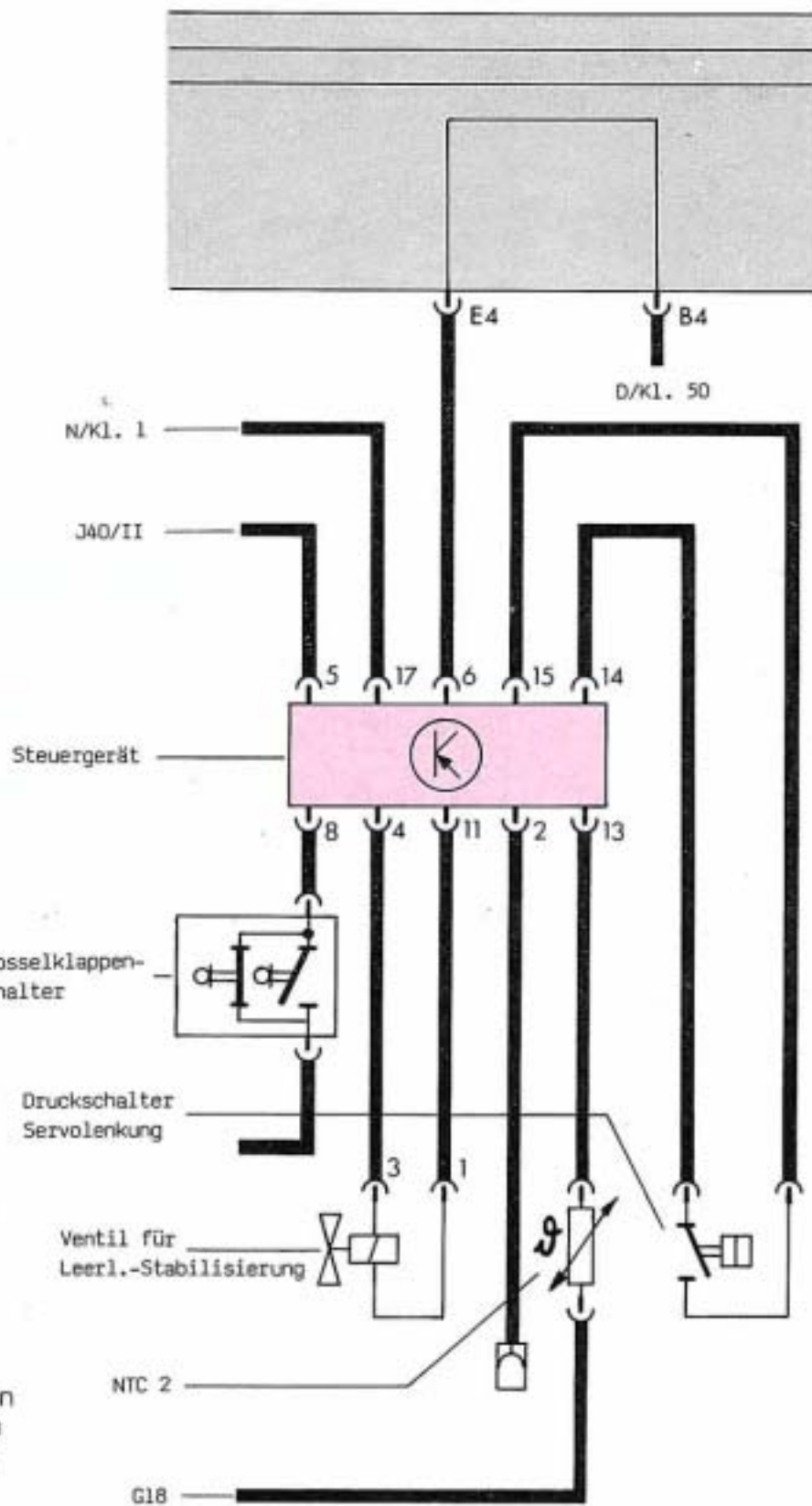
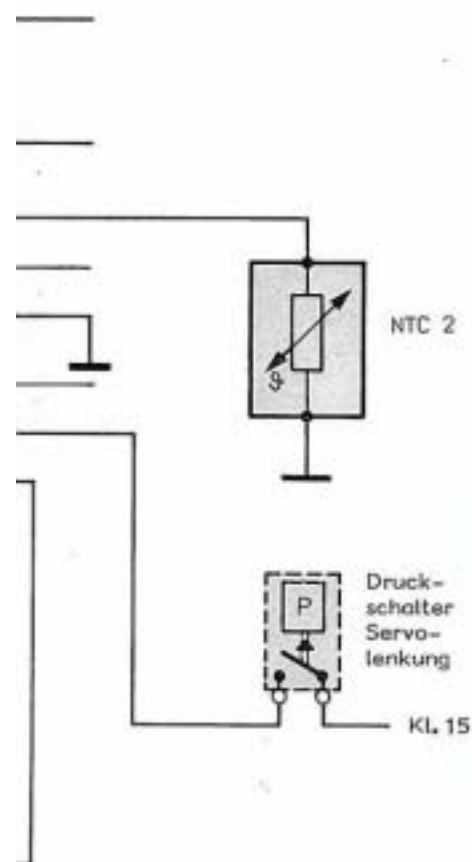
# Leerlaufstabilisierung



## So funktioniert es

Weicht die Motordrehzahl von der im Steuergerät gespeicherten Soll-Drehzahl ab, so wird das Regelventil mehr oder weniger geöffnet bzw. geschlossen. Damit wird die Luftmenge bei geschlossener Drosselklappe für den Leerlaufbetrieb reguliert. Vom Zündverteiler wird die momentane Drehzahl gemeldet. Im Steuergerät erfolgt ein Drehzahlvergleich. Ergebnis: z. B. Drehzahl zu niedrig. Das Steuergerät erhöht die Stromstärke für das Regelventil, es wird mehr geöffnet, der Luftdurchsatz erhöht und die Stauklappe angestellt. Die Motordrehzahl steigt an.

Der NTC 2 gibt die Information über die Betriebstemperatur des Motors an das Steuergerät.



## Informationsgeber zur Drehzahlenhebung

### ■ Servolenkung:

Ein Druckschalter liefert dem Steuergerät ein Zusatzsignal, sobald der Druck bei eingeschlagener Lenkung auf ca. 50 bar ansteigt.

### ■ Automatikgetriebe:

Wird der Wählhebel in eine Fahrposition gelegt, erfolgt von der Kl. 50 über den Anlaßsperrschalter die Information zur Drehzahlkorrektur auf Anschluß 15 des Steuergerätes.

### ■ Klimaanlage:

Wird die Klimaanlage eingeschaltet, erfolgt die Information zur Drehzahlenhebung auf Anschluß 17 des Steuergerätes.

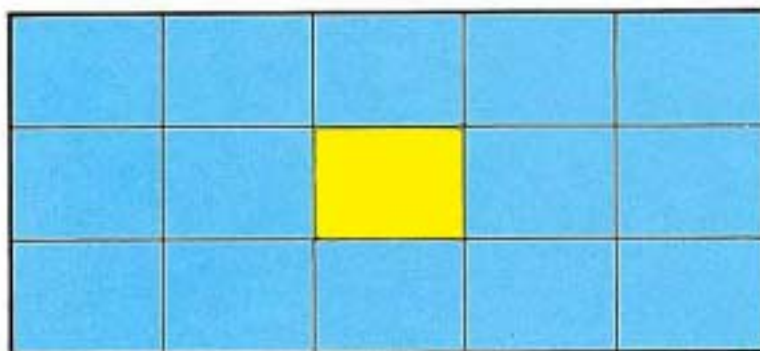
## Hinweis:

Stecker vom Steuergerät nur bei ausgeschalteter Zündung abziehen und aufstecken!

# Einbauten zur Abgasnachbehandlung

## Gemischbildung:

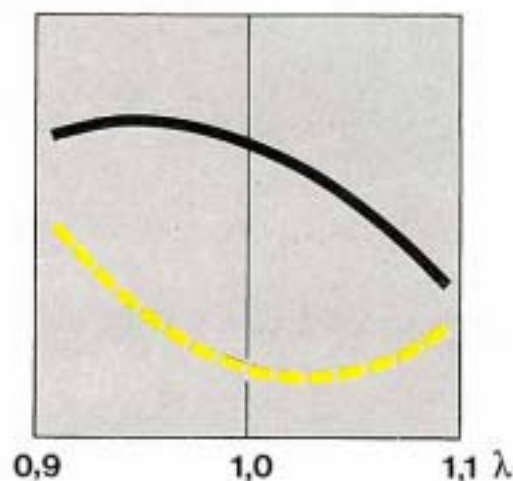
Unter Gemisch wird die Aufbereitung von Kraftstoff und Luft verstanden. Als Zeichen für das Kraftstoff-Luftverhältnis wurde der griechische Buchstabe  $\lambda$  = Lambda gewählt.



Um 1 kg Kraftstoff vollständig zu verbrennen, sind 14 kg Luft erforderlich. Man spricht von einem Verhältnis 1 : 14.

Dieses Verhältnis nennt man das stöchiometrische Verhältnis mit der Luftzahl  $\lambda$  Lambda 1.

Leistung ———  
Kraftstoffverbrauch - - - -



Otto-Motoren erreichen bei  $\lambda$  0,9 bis 0,95 die größte Leistung und bei  $\lambda$  1,0 bis  $\lambda$  1,1 den geringsten Kraftstoffverbrauch. Die Laufgrenzen liegen bei  $\lambda$  0,7 im fetten Bereich und bei  $\lambda$  1,3 im mageren Bereich.

Je nach Mischungsverhältnis stoßen die Motoren dabei mehr oder weniger Schadstoffe aus.

## Wie entstehen Schadstoffe?

### **Kohlenwasserstoff = HC**

Kohlenwasserstoffe bleiben unverbrannt zurück, weil das Gemisch an den Wänden zu kalt ist, oder weil Gase zum Beispiel in der Kolbenringzone nicht erreicht werden.

Die HC-Anteile steigen bei zu fettem, aber auch bei zu magerem Gemisch an.

### **Kohlenmonoxyd = CO**

Dieses Gas ist hochgiftig und entsteht durch Sauerstoffmangel oder durch ein zu fettes Gemisch.

### **Stickoxyd = NOx**

Stickoxyd entsteht bei hoher Temperatur und hohem Druck, wie sie beim Verbrennungsvorgang im Ottomotor üblich sind.

# Einbauten zur Abgasnachbehandlung

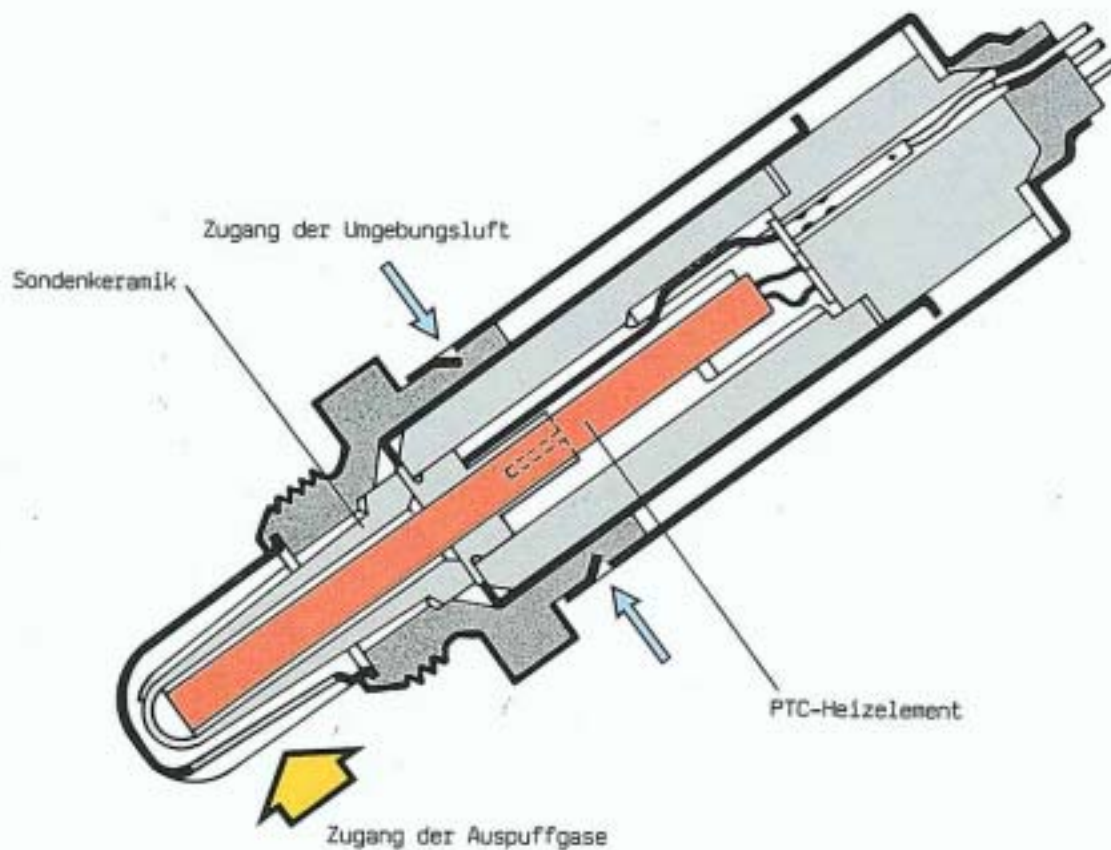
## Lambda-Technik

Mit der Lambda-Sonde können geringste Veränderungen des Sauerstoffgehaltes im Abgas "gefühlt" werden. Die Lambda-Sonde gibt Signale zum elektronischen Steuergerät und dieses korrigiert die Einspritzdauer der Einspritzventile.

## Aufbau der Lambda-Sonde

Damit die Ansprechtemperatur der Lambda-Sonde (ca. 300°C) schnell erreicht wird, ist die Lambda-Sonde beheizt.

Anschlußkabel für SONDENSIGNAL



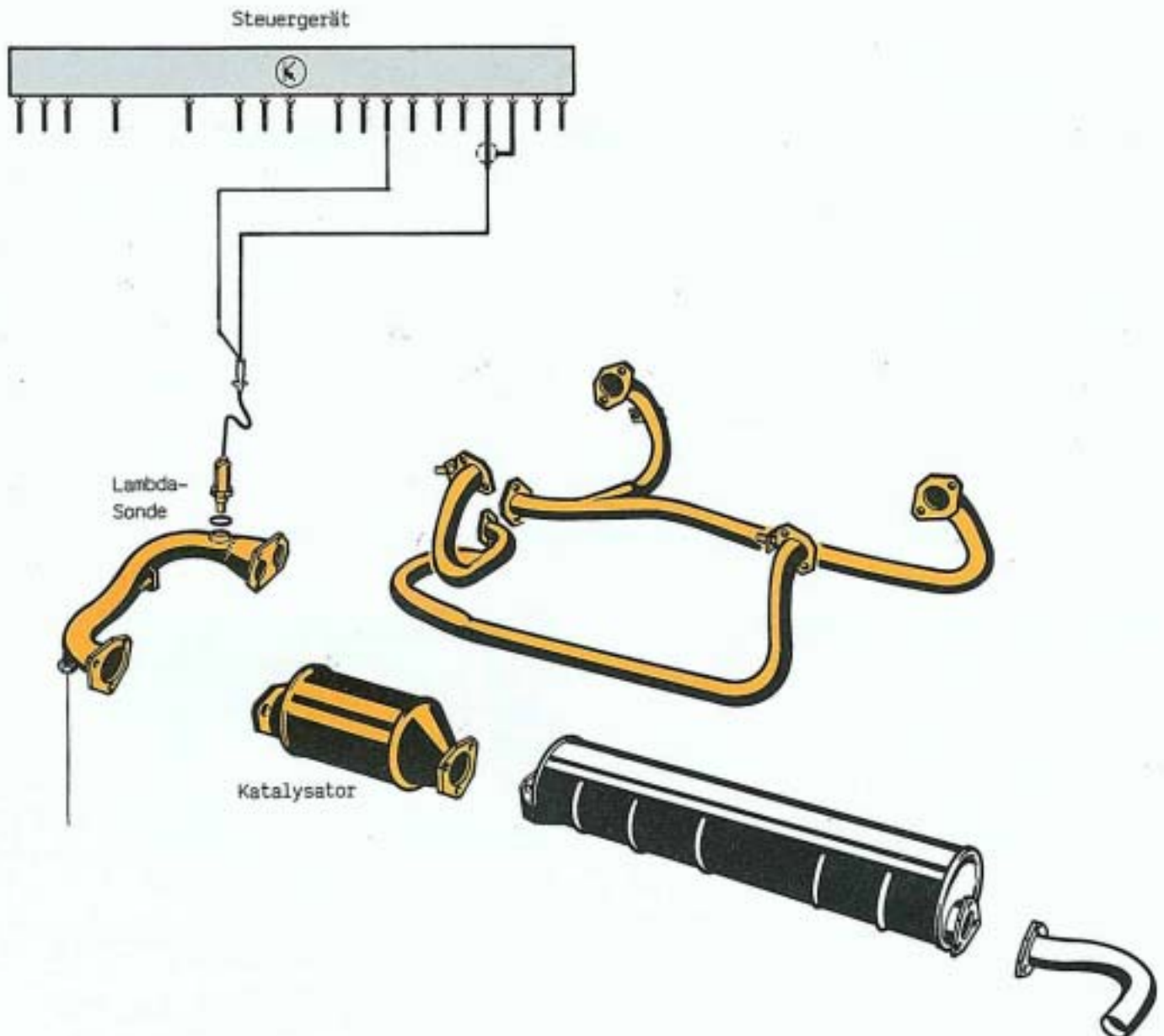
In einem Stahlgehäuse ist ein Keramikteil eingebaut. Die Flächen sind innen und außen mit Platin beschichtet. Bei ca. 300°C wird die Schicht für Sauerstoffionen leitend. Das schnelle Aufheizen besorgt das PTC-Heizelement. Charakteristisch für ein PTC-Heizelement ist, daß zum schnellen Erreichen der Temperatur anfangs die Stromaufnahme groß ist und dann mit steigender Temperatur absinkt.

## So funktioniert es

Der Sauerstoffanteil im Abgas und in der Außenluft ist unterschiedlich. Darum entsteht zwischen den beiden Platinflächen eine elektrische Spannung. Ändert sich der Sauerstoffanteil im Abgas, ändert sich auch die Spannung, die als Signal zum Steuergerät geht.

Dabei ergeben sich folgende Vorteile:

- Gleichmäßige Gemischzusammensetzung
- Korrektur von höhenbedingter Gemischanreicherung
- Korrektur von Veränderungen durch kalte und warme Luft.



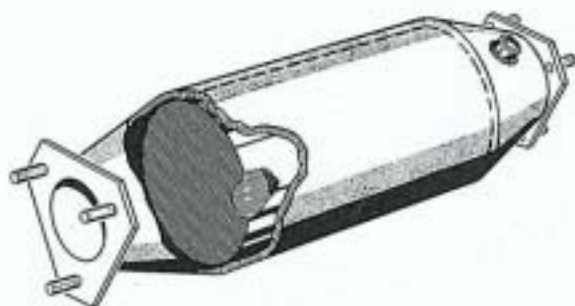
# Einbauten zur Abgasnachbehandlung

## Nachverbrennung

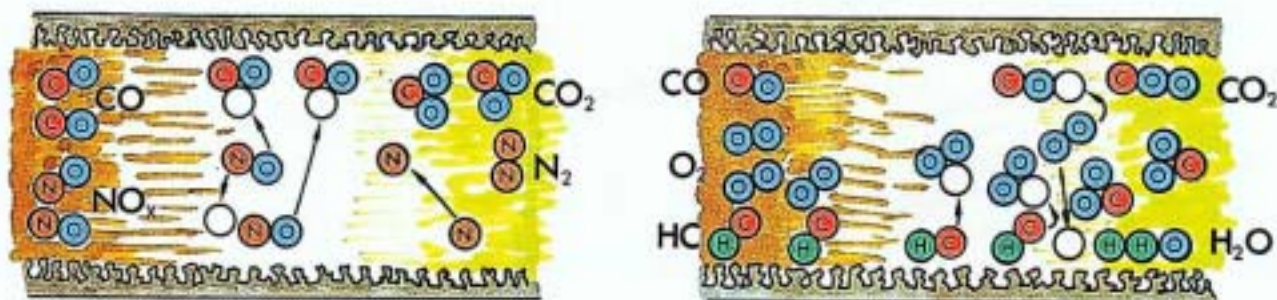
Um das Abgas von den noch vorhandenen Restschadstoffen zu reinigen, ist ein Katalysator in die Auspuffanlage eingebaut.

## So ist der Katalysator aufgebaut

In einem Blechgehäuse ist ein wabenförmiges Keramikteil eingeschlossen. Die Oberflächen des Keramikteils sind mit Platin und Rhodium überzogen.



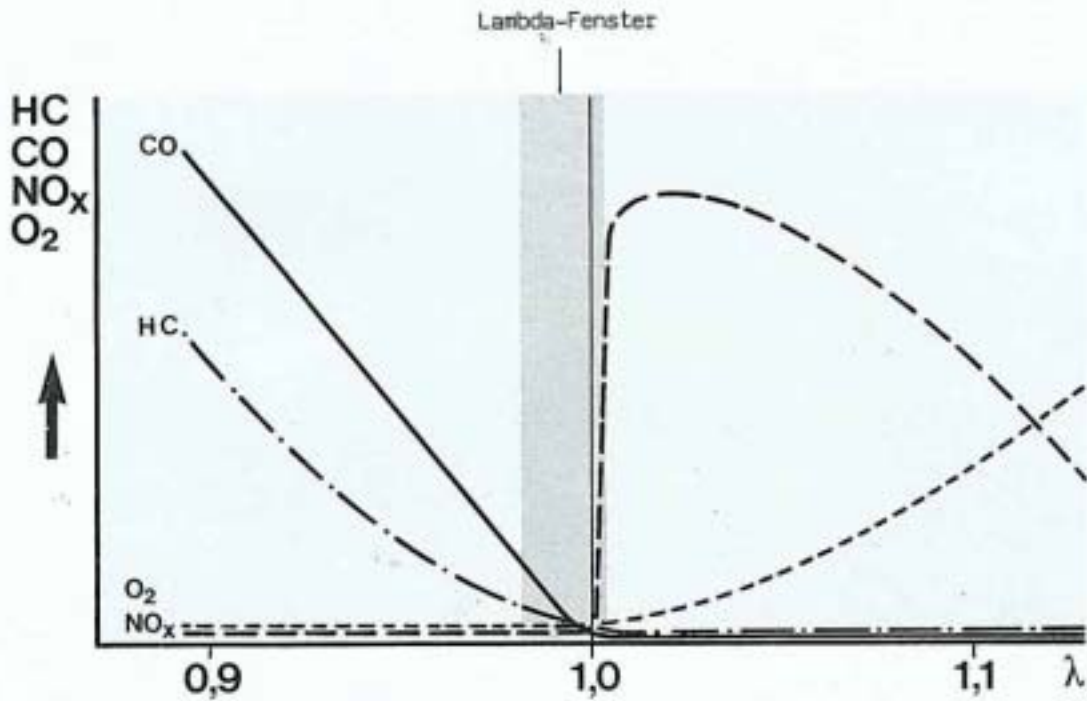
## So wird das Abgas von Schadstoffen gereinigt



Den Schadstoffen Kohlenmonoxid CO und Kohlenwasserstoffen HC fehlen noch Sauerstoff. Die Schadstoffbestandteile NOx dagegen sind eine ungewollte Sauerstoffverbindung. Der eigentliche Katalysator, die Edelmetalle Platin und Rhodium sorgen dafür, daß den Stickoxiden NOx die Sauerstoffmoleküle abgespalten werden und sich mit den Kohlenmonoxid CO verbinden. Das Ergebnis ist Stickstoff N<sub>2</sub> und Kohlendioxid CO<sub>2</sub>. Die Kohlenwasserstoffe verbinden sich mit dem Sauerstoff zu Wasser H<sub>2</sub>O und Kohlendioxid CO<sub>2</sub>.

## Abgas hinter dem Katalysator

Wie die Grafik zeigt, sind die Schadstoffe im Abgas durch die Nachbehandlung im Katalysator fast ganz verschwunden. Diese geringen Mengen an Schadstoffen liegen nur im engen Bereich um Lambda 1 vor. Man spricht dabei auch vom Lambda-Fenster. Links und rechts von diesem Tiefpunkt steigen die Werte sofort an.



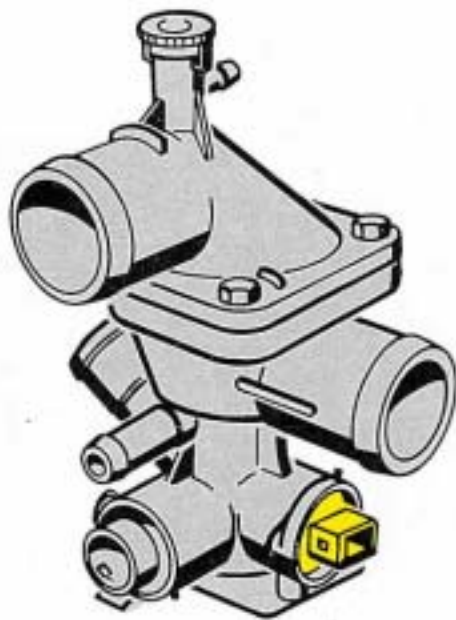
# Kennfeldgesteuerte Transistorzündung

Im Digifant ist eine Transistorzündanlage mit Hall-Geber integriert, bei der alle Zündzeitpunkte digital errechnet werden. Das hat den Vorteil sehr präziser Zündzeitpunkte für alle Betriebszustände. Das bedeutet: geringer Verbrauch, hohe Elastizität des Motors und saubere Abgase.

Damit für alle Betriebszustände präzise Zündzeitpunkte errechnet werden können, sind 3 Meßgrößen erforderlich:

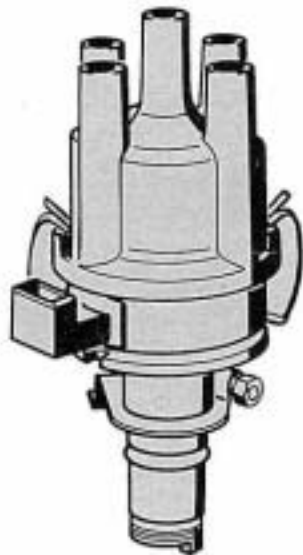
- die Motortemperatur
- die Motordrehzahl
- der Lastzustand

Die Temperatur wird am Thermostatgehäuse abgenommen. Die Motordrehzahl kommt als Drehzahlimpuls vom Hall-Geber im Zündverteiler. Die Lastzustände werden vom Saugrohrdruck in Abhängigkeit der Klappenstellung des Luftmengenmessers ermittelt.



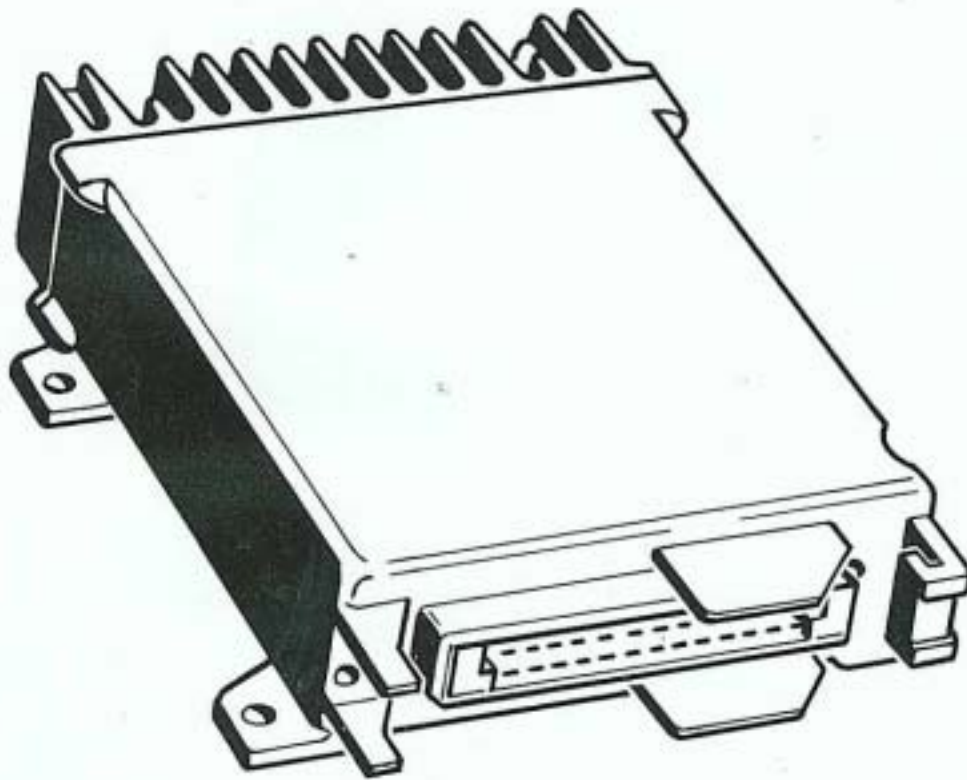
## Temperaturfühler NTC-2

Die Temperaturinformation wird benötigt, um die Anpassung des Zündzeitpunktes an die Warmlaufphase des Motors zu ermöglichen.



## Zündverteiler

Der Zündverteiler arbeitet nach dem TSZ-h-Prinzip. Er unterscheidet sich von bisherigen Zündverteilern dadurch, daß er keine Verstelleinrichtungen hat.



## Steuergerät

Im Steuergerät werden Temperatur-, Drehzahl- und Lastinformationen zu dem erforderlichen Zündzeitpunkt verarbeitet.

Im Steuergerät ist ein Kennfeld mit Zündzeitpunkten programmiert.

Das Steuergerät sorgt bei Störungen einzelner Informationsgeber für Notlaufeigenschaften.

Eine Leerlaufstabilisierung, integriert im Steuergerät, gleicht Drehzahlschwankungen aus, die durch das Einschalten elektrischer Verbraucher hervorgerufen werden.

Eine Drehzahlbegrenzung verhindert mehr als ca. 5400/min.

Bekommt das Steuergerät vom Hall-Geber keine Impulse, setzt die Stillstandschialtung nach ca. 1 - 1,5 sec. ein,

d. h., die Anlage wird bis zum Starten ausgeschaltet.

Dadurch werden die Zündspule und die elektronischen Bauteile vor Überlastung geschützt.

Die Einstellung des Zündzeitpunktes erfolgt bei abgezogenem Temperaturfühler.

Bei 2200 - 2500/min wird durch Verdrehen des Verteilers ein Zündzeitpunkt von 5° v. OT eingestellt.

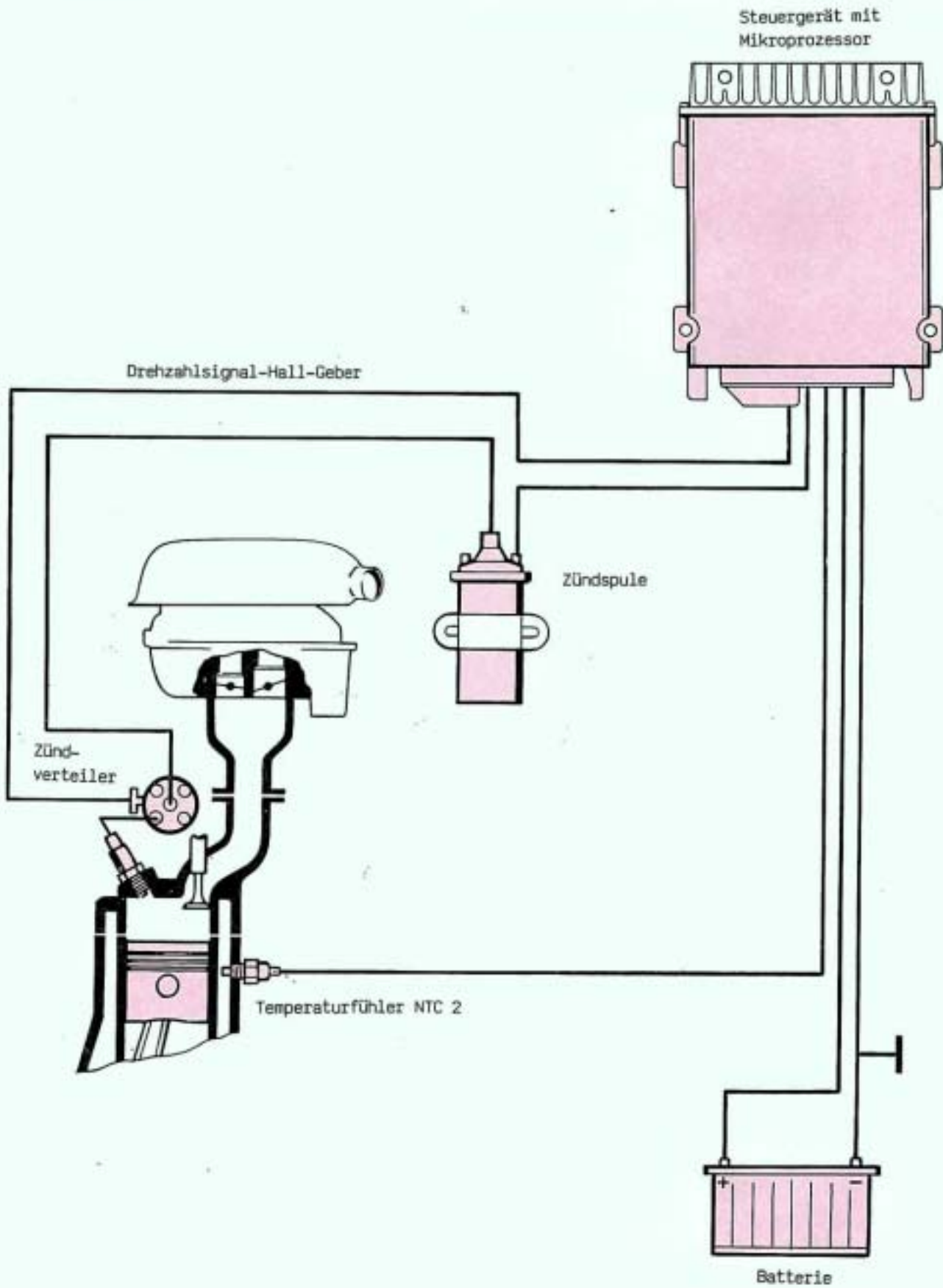
Wird eine zu niedrige Leerlaufdrehzahl eingestellt

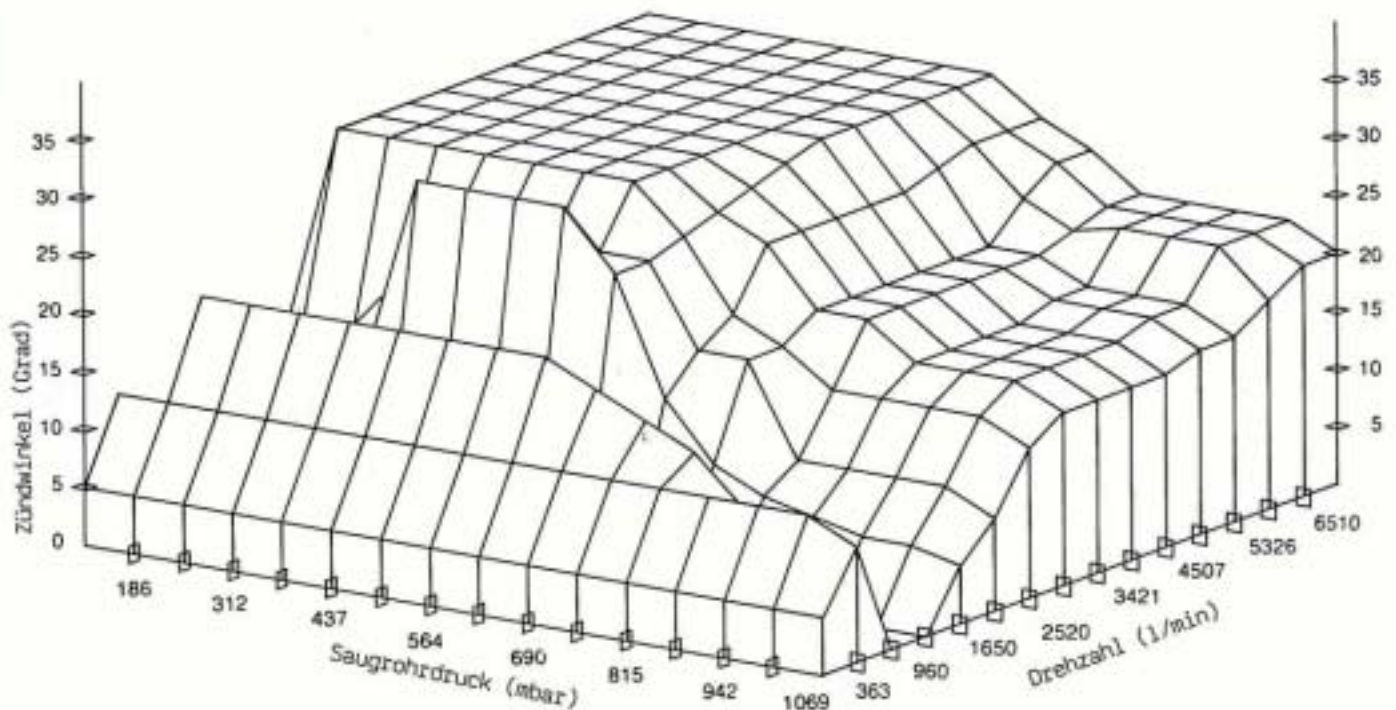
bzw. fällt die Leerlaufdrehzahl durch Zuschalten von elektrischen Verbrauchern ab, setzt die Leerlaufstabilisierung ein.

Der Zündzeitpunkt wird in Richtung "früh" verstellt.

Dadurch wird die Drehzahl auf ca. 750/min angehoben.

# Kennfeldgesteuerte Transistorzündung





## So funktioniert es

Der Temperaturefühler signalisiert dem Steuergerät den Temperaturzustand des Motors und beeinflusst damit die Verstellung des Zündzeitpunktes. Während der Warmlaufphase wird der Zündzeitpunkt bis max.  $10^\circ$  in Richtung früh verstellt. Ist der Motor betriebswarm, geht der Zündzeitpunkt auf den Kennfeldwert.

Die Drehzahlsignale werden vom Hall-Geber geliefert. Die Lastzustände des Motors werden durch den Saugrohrdruck vermittelt. Der Saugrohrdruck wird vom Luftmengenmesser ermittelt und dem Steuergerät als Spannungsgrößen eingegeben. Diese Signale werden zur Errechnung der Zündzeitpunkte benötigt. Im Kennfeld sind alle für den 2,1-l-Motor ermittelten Zündzeitpunkte programmiert.

Die Programmierung von vorgegebenen Werten ist auf  $16 \times 16 = 256$  Zündzeitpunkte begrenzt. Wird ein Zündzeitpunkt abgerufen, der von den programmierten 256 Zündzeitpunkten abweicht, wird ein Zwischenwert vom Steuergerät errechnet.

Aus den Last- und Drehzahlinformationen wird ein Zündzeitpunkt errechnet, mit dem Temperaturwert korrigiert und an den Motor abgegeben.

## Diagnosehilfen

- Bekommt der Motor keine Drehzahlinformation, ist also der Hall-Geber defekt, kann kein Zündzeitpunkt errechnet werden. Der Motor läuft nicht.
- Bei defekter Luftklappe, aber korrekt eingestellter Zündung, ist hoher Verbrauch die Folge.
- Hat der Temperaturefühler Masseschluß, treten bei Temperaturen kälter als minus  $10^\circ\text{C}$  Ruckeln und schlechter Übergang auf.
- Ist der Temperaturefühler nicht gesteckt, wird ein konstanter Zündzeitpunkt von  $5^\circ$  v. OT geschaltet.

Nur für den internen Gebrauch in der V.A.G Organisation.  
© VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg.  
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.  
500.2808.93.00    Technischer Stand August 1985.