SCHONHART

Leistungsmessung mit Prüfstand LPS 002

Hr. Schneider

Hr. König → Verkaufsa
Hr. Schneider → ABS

K7/VKF-Baum 8.11.7

Schlupf
~~[illegible]~~ an der Roll
Vorne 6 %
Hinten 2 %

Die Leistung (P) ermittelt der LPS 002 aus dem Beschleunigungsvermögen des Fahrzeuges.
Der Meßwert wird im großen Gang ermittelt und bei Endgeschwindigkeit (Motor-Nenndrehzahl) festgehalten.
Die Meßpunkte für Rad-Leistung sowie Verlust-Leistung lassen sich mit dem Geschwindigkeitsvorwahl-Schalter bestimmen.
LPS 002 mißt die Leistung ebenfalls nach bekannter Formel :

$$\boxed{P = V \cdot F}$$

P = Leistung
V = Geschwindigkeit
F = Kraft (Zugkraft)

F entsteht aus :

$$\boxed{m \cdot a}$$

m = Masse
a = Beschleunigung
K = Korrekturfaktor
$F \cdot V \cdot K = P_{Rad}$
$P_{Rad} + P_{Verlust} = P_{Motor}$

Die Zugkraftabnahme erfolgt beim LPS 002 nicht durch eine Bremse sondern durch eine Schwungmasse von 600 kg (simulierte Masse) .

Zur Prüfstand-Schwungmasse kommt noch hinzu :

Motorschwungmasse	30 kg ± 8 kg
Antriebsschwungmassen	15 kg ± 6 kg

Umfangreiche Untersuchungen ergaben, daß eine Schwungmassengröße von 600 kg- unterste Grenze liegt bei 500 kg für großen PKW- für PKW aller Größen den günstigen Kompromiss darstellt.
Messung der " Beschleunigungsleistung" ist unter 1 % Messgenauigkeit möglich.

Die Messgenauigkeit des LPS 002 liegt innerhalb ± 5 % bezogen auf angezeigten Wert (wahrscheinlich nur ± 3% !) .

LPS 002 mißt auch Motorleistung - Rad-Leistung + Verlust-Leistung ergibt :

MOTORLEISTUNG

Zunächst wird während des Beschleunigungsvorgangs die " Radleistung " und nach erreichen der (vorgewählten) Endgeschwindigkeit im Auslaufvorgang, die " Verlustleistung " gemessen. Beide Leistungsarten werden automatisch addiert und stehen ca. 30 sek. zum Abruf bereit.

Verlustleistung ist die Leistung, die zwischen Motor und Straße bzw. Rolle "verlorengeht".
Die Verlustleistung setzt sich zusammen aus :

zugkraftabhängigen Verlusten
und geschwindigkeitsabhängigen Verlusten
Beide Verlustarten lassen sich durch Messungen nachweisen und in ihrer Größe bestimmen.
(Siehe Aufstellung.)

Zu den zugkraftabhängigen Verlusten zählt :

1. Flankenreibung der Zahnräder im Getriebe und im Achsantrieb : ca.7 %
2. Schlupf zwischen Reifen-Rolle ca.5 %

Zugkraftabhängige Verluste liegen proportional zur übertragenen Leistung .

Da im Beschleunigungsvorgang und Auslaufvorgang unterschiedlich große Leistung übertragen wird, sind die zugkraftabhängigen Verluste ebenfalls unterschiedlich groß. Dieser Unterschied wird automatisch durch den Prüfstand kompensiert.

Zu den geschwindigkeitsabhängigen Verlusten gehören :

1. Planschverlust im Getriebe und Differential betragen ca. 2 %
2. Walkarbeit der Reifen sind mit am stärksten an der Verlustleistung beteiligt ca. 15 % ±10 %!

Unterschied zwischen Planschverluste während Hochbeschleunigen im großen Gang und Leerlaufstellung im Schiebebetrieb sind vernachlässigbar.

Geschwindigkeitsabhängige Verluste liegen "überproportional" zur Geschwindigkeit. Das heißt bei zunehmender Geschwindigkeit progressives Ansteigen der Verluste.

Bei Prüfungsfahrten in den unteren Gängen wird das Verhältnis Fahrzeugschwungmasse / Prüfstandsschwungmasse verändert (Drehmomentabhängig) daher sollte Prüfung möglichst im höchsten Gang durchgeführt werden.

Gefahr für Bereifung bei Prüfungsfahrten auf LPS

Reifenschäden können entstehen durch gleichzeitiges Einwirken höherer Temperaturen und hoher Fahrgeschwindigkeit.
Untersuchungen haben ergeben, daß hohe Reifentemperatur (abgesehen von zu niedrigem Reifendruck) ausschließlich auf hohe Zugkraftübertragung sowie auf schlechten Straßenzustand zurückzuführen ist!

Das heißt, selbst bei hohen Geschwindigkeiten bleibt der Reifen, durch Ventilationswirkung des Profils gekühlt, weit unter der kritischen Temperaturgrenze.

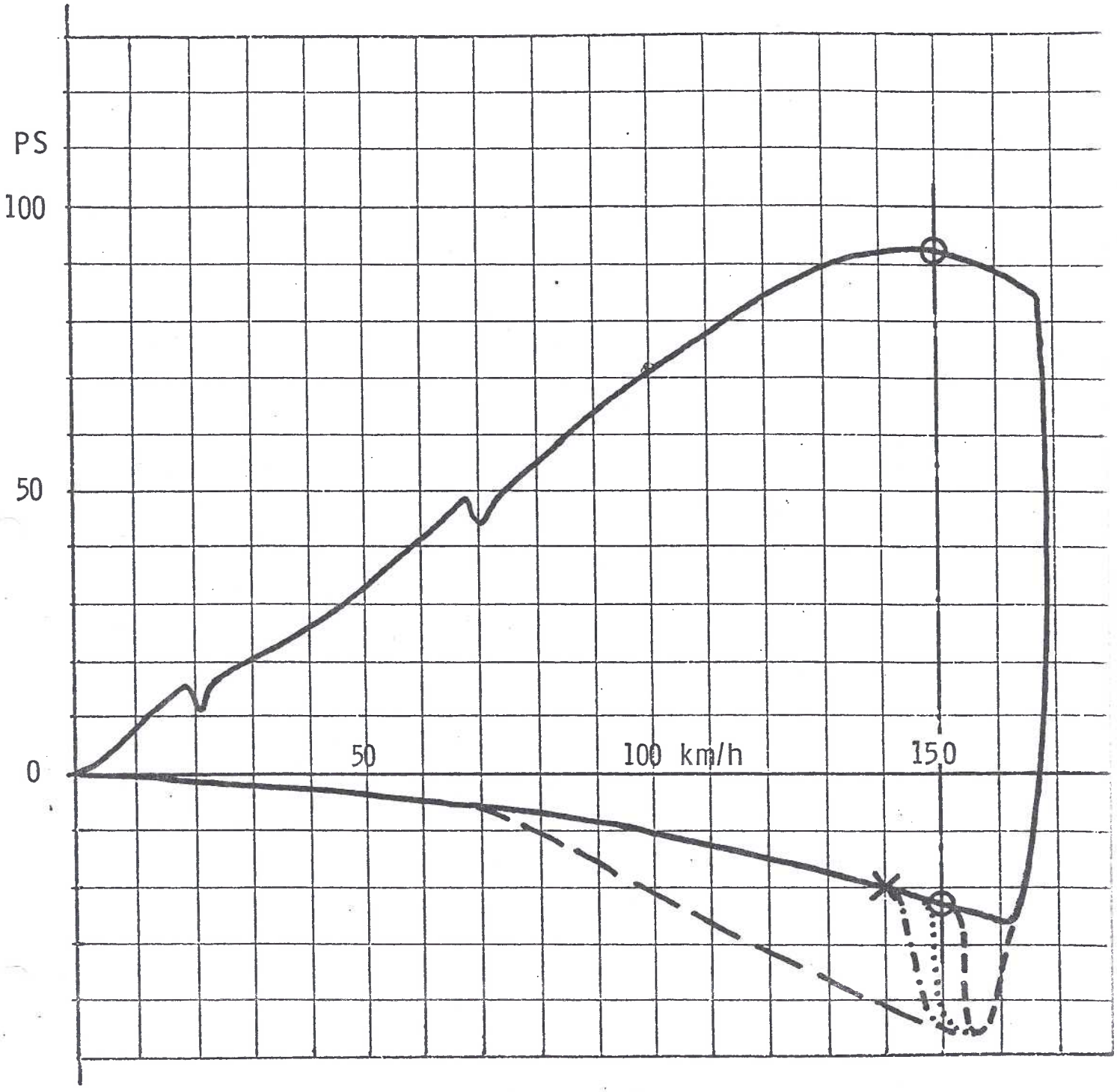
Hohe Zugkraftübertragung bei niedriger Geschwindigkeit ist insbesondere bei Leistungsprüfung mit konventionellen LPS (mit Bremse) der Fall.

Der hierbei entstehende starke Schlupf erzeugt im Reifen starke Temperaturerhöhung, die bei niedriger Prüfgeschwindigkeit durch fehlende Ventilationswirkung nicht verringert werden kann.
Die Reifen werden also Dank kürzerer Prüfdauer, geringerem Schlupf sowie besserer Kühlwirkung durch höhere Geschwindigkeit auf dem LPS 002 weniger beansprucht.

Prüfung von Fahrzeugen mit automatischem Getriebe

Automatik - Getriebe haben gegenüber herkömmlichen Getrieben einen um ca. 7 % schlechteren Wirkungsgrad.
Durch (manuelle) Umschaltung kann auf einen "Automatik - Meßbereich" umgeschaltet werden, somit ist die Leistungsprüfung der meisten Fahrzeuge mit Getriebe - Automatik möglich.

Bei "Automatik - Meßstellung" wird zusätzlich zur Meßwert - Korrektur der Meßpunkt im Schiebebetrieb um 10 km/h nach unten versetzt.
Dies ist erforderlich durch den besonderen Verlustleistungsverlauf einiger Getriebearten.
(Siehe Skizze .)



Verlauf der Verlustleistung bei Schaltgetriebe ———

Verlauf der Verlustleistung bei Automatik :

Renault – – – – – –

Opel · · · · · · · · · · · ·

Ford —·—·—·—·—

DB —— —— ——

O Meßpunkt bei Schaltgetriebe

X Meßpunkt bei Automatikgetriebe

Bei Leistungsprüfung Vorwärmung auf Sommerbetrieb stellen.

LEISTUNGSVERLUST DES MOTORS

1. Ursachen die im Bereich des Motors liegen:

Füllungsverluste

- Drosselklappe (n) öffnet (nen) nicht vollständig
- Ansaugluftvorwärmung nicht umgeschaltet
- Auspuffanlage defekt, falsche Teile, Einbaufehler
- Steuerzeiten unkorrekt eingestellt
- Dichtungen für Ansaug- u./o. Auspuffkrümmer nicht passend
- Ölkohleablagerungen an Ventilen oder in den Gaskanälen
- Luftfilter verschmutzt, (zu dicht)

Verbrennungsaussetzer

Mangelhafte Gemischaufbereitung

- Kraftstoffzufuhr gestört: Förderpumpe defekt
  Leitungen verstopft
  Tankbelüftung verstopft
- Vergaser nicht in Ordnung: Niveau zu niedrig/hoch
  falsche Düsen
- Ansaugrohr undicht: z.B. Dichtung defekt
  Schlauch vom Bremskraftverstärker undicht etc.

Bei Einspritzmotoren: Förder-bzw. Einspritzpumpe defekt, falsch eingestellt,
Leitungen, Düsen verstopft
Geber, Steuergerät defekt

Störungen im Zündungsbereich

- Zündeinstellung, Zündverstellung unkorrekt

- Zündaussetzer durch: Schließ ∢ zu klein
  - Zündkerzen defekt o. Nebenschlüsse vorhanden
  - Zündleitungen, Kerzenstecker, Verteilerläufer zu hochohmig
  - Unterbrechung an Zündleitungen
  - Kondensator, Unterbrecherkontakt defekt
  - Übergangswiderstände im Primärstromkreis

Schlecher Einfahrzustand des Motors

2. Ursachen die außerhalb des Motorbereichs liegen :

Leistungsverlust durch: Witterungseinflüsse

rutschende Kupplung

nichtlösende Bremsen

ungeeignete Bereifung

z.B. Fahrer gibt nicht Vollgas (aus Angst es könnte etwas kaputtgehen)

Motorrad-Leistungsmessung auf dem LPS 002

1. Allgemeine Hinweise

Zur Leistungsprüfung von Motorrädern auf dem LPS 002 ist eine entsprechende Haltevorrichtung erforderlich (Bild 1).

Die zur Leistungsprüfung nicht erforderliche Rollenfläche des LPS 002 wird mit Abdeckblechen (Bild 1) abgedeckt. Eine Leistungsmessung ohne diese Abdeckbleche ist bei Motorrädern nicht zulässig, da Gefahr besteht, daß versehentlich in die laufenden Rollen getreten wird.

Abweichend von der Leistungsermittlung für Pkw, die in der Betriebsanleitung K7-UBF 414/1 beschrieben ist, muß für die Leistungsmessung bei Motorrädern zusätzlich beachtet werden:

- Reifendruck um ca. 0,5 bar gegenüber dem Normal-Betriebsdruck erhöhen.
- Kühlgebläse ist erforderlich, da es sonst zu einer thermischen Überlastung der Motoren kommen kann.
- Leistungsmessung nur mit dem XY-Schreiber möglich, da die Ermittlung der Fahrgeschwindigkeit bei Nenndrehzahl aufgrund der verschiedenen Zündsysteme bei Motorrädern nicht immer möglich ist.
- Bei der Leistungsmessung wird der ganze Drehzahlbereich durchfahren. Ist die Höchstdrehzahl erreicht, Kupplung ziehen und festhalten, bis die Messung beendet ist.
- Die max. Leistung wird bei der Geschwindigkeit erreicht, bei der die Summe von Rad- und Verlustleistung am größten ist.

  Bei sehr leistungsstarken Motorrädern ist zur besseren Übertragung der Leistung auf die Rollen das Motorrad mit 2 Personen zu belasten.
- Prüfgang: Auch bei Motorrädern sollte in dem Gang gefahren werden, der der Übersetzung 1:1 am nächsten kommt. Dies ist in der Regel folgender Gang, Anzahl der Gänge minus 1 Gang,

  z.B. Sechsganggetriebe: Prüfgang ist der 5. Gang.
- Das Motorradreifenprofil hat, unabhängig von der Breite, bei Geradeauslauf - wie dies auch im Rollensatz der Fall ist - eine geringe Auflagefläche. Dadurch wird der Reifen bei der Leistungsprüfung thermisch stark beansprucht. Bei mehrmaligen Leistungsprüfungen ist deshalb auf die Reifentemperatur zu achten. Ein "Kleben" des Reifens darf nicht auftreten. Im Zweifelsfall ist der Reifen zu erneuern.

1.1 Ermittlung der Normleistung P_{norm} bei Motorrädern

Die bei der Messung ermittelte Leistung P_{gem} muß entsprechend dem momentanen Absolutluftdruck und der momentanen Umgebungstemperatur korrigiert werden. Die korrigierte Leistung P_{norm} kann mit der Leistungsangabe im Kfz-Schein verglichen werden.

$$P_{norm} = k_M \cdot P_{gem}$$

$$k_M = \frac{1013}{p} \cdot \sqrt{\frac{273 + t}{293}} \cdot 0{,}936$$

P_{norm} = theoretischer (errechneter) Leistungswert (kW)

P_{gem} = gemessener Leistungswert (kW)

k_M = Korrekturfaktor (nur für Motorräder)

P = Absolutluftdruck (mbar)

t = Umgebungstemperatur *)

*) Bei Motorrädern wird im Gegensatz zum Auto nicht die Ansaugtemperatur, sondern die Umgebungstemperatur zur Korrektur von P_{gem} benutzt.

Die graphische Korrektur auf der Rückseite des Meßblattes darf nur für Pkw-Messungen verwendet werden. Für Motorräder ist die Korrektur rechnerisch entsprechend der Formel $P_{norm} = k_M \cdot P_{gem}$ durchzuführen.
Die graphische Ermittlung führt bei Motorrädern zu falschen Ergebnissen!

1.2 Meßgenauigkeit für Motorräder

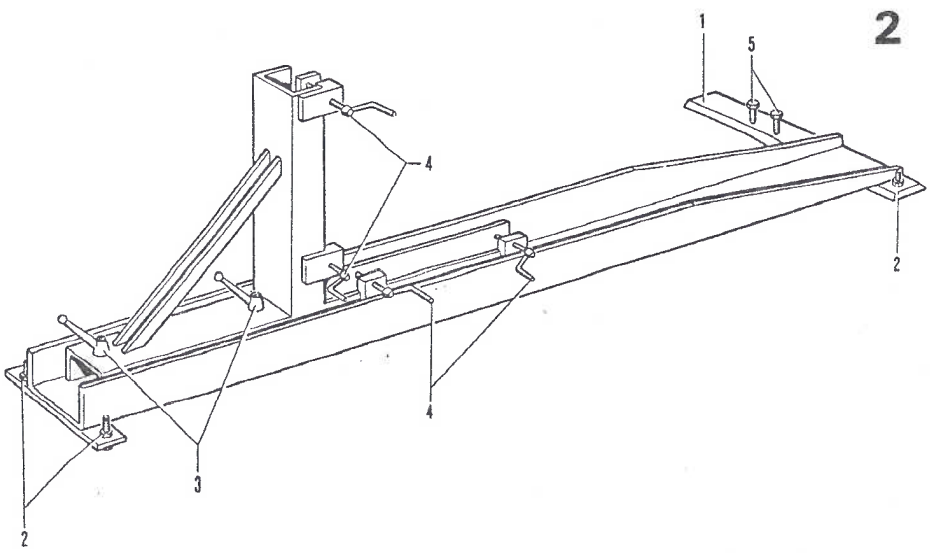
Die Meßgenauigkeit ist wie bei Pkw ± 5 %. Im Rahmen dieser Meßgenauigkeit sind Motorräder bzw. Kleinkrafträder ab 80 ccm und einer Mindestleistung von ca. 5 kW meßbar.

2. Technische Beschreibung der Haltevorrichtung

Die Motorrad-Haltevorrichtung kann wahlweise links oder rechts in der Führung für die Ablenkrollen befestigt werden. Hierzu kann die Befestigungsschiene Bild 2, Pos. 1 entsprechend montiert werden. Mit den Schrauben Bild 2, Pos. 5 wird die Vorrichtung in der Ablenkrollenführung befestigt.

Mit den Höhenverstellungen Bild 2, Pos. 2 kann die Vorrichtung den örtlichen Bodenverhältnissen angepaßt werden.

Das Motorrad wird mit dem Vorderrad in die Vorrichtung eingespannt (Bild 2, Pos. 4).
Nach Öffnen der Befestigungsschraube Bild 2, Pos. 3 kann mit der Vorrichtung verfahren werden, bis das Hinterrad im Rollenprisma steht. Nach dem Abdecken der nicht benötigten Rollenfläche mit den Abdeckblechen entsprechend Bild 1 kann die Motorrad-Leistungsprüfung nun erfolgen.



Die maximalen Abweichungen unter nicht betriebsüblichen Bedingungen betrugen für den Mittelwert der einzelnen Fahrzeuge + 6,9 % bzw. - 8,9 %.

Das Mitschreiben der Leistung wird bei Fahrzeugen mit mechanischem Getriebe empfohlen, während wir dies bei Fahrzeugen mit automatischem Getriebe für unbedingt erforderlich halten, um die Brauchbarkeit der Messung zu beurteilen. Auch bei Handschaltgetriebe kann das Diagramm sehr hilfreich sein, um den Leistungsverlauf zu beurteilen und Leistungseinbrüche im Bereich der vorgewählten Geschwindigkeit v_p zu erkennen.

Die Aussagen des Herstellers betreffend einer Meßgenauigkeit von ± 5 % werden von der Gesamtheit der untersuchten Fahrzeuge erfüllt, jedoch sind im Einzelfall insbesondere unter erschwerten Betriebsbedingungen auch größere Abweichungen nicht auszuschließen. Nach der vorliegenden Untersuchung erweist sich die Parameterkombination "leeres Fahrzeug mit Stahlfelgen, Motor und Kraftübertragungselemente auf Betriebstemperatur, keine neuen Reifen und um ca. 1 bar erhöhter Reifenluftdruck" als günstige Randbedingung für die Messung.

Insgesamt kann festgestellt werden, daß der Rollenleistungsprüfstand LPS oo2 geeignet ist, die Motorleistung im eingebauten Zustand innerhalb der o. g. Grenzen zu ermitteln. Das Meßverfahren erwies sich als praxisgerecht und gegenüber der Messung auf dem Motorenprüfstand als zeitsparend; es eröffnet zusätzlich zur Leistungsermittlung Möglichkeiten zur Fehlererkennung, die jedoch nicht Gegenstand dieser Untersuchung waren.

Essen, den 5. April 1978
427819
Wff/Gaupp/Jos

Rheinisch-Westfälischer
Technischer Überwachungs-Verein e.V.
Forschungsstelle für die Kraftfahrzeugprüfung
Typprüfstelle

Wolff

(Obering. Dr.-Ing. Wolff)

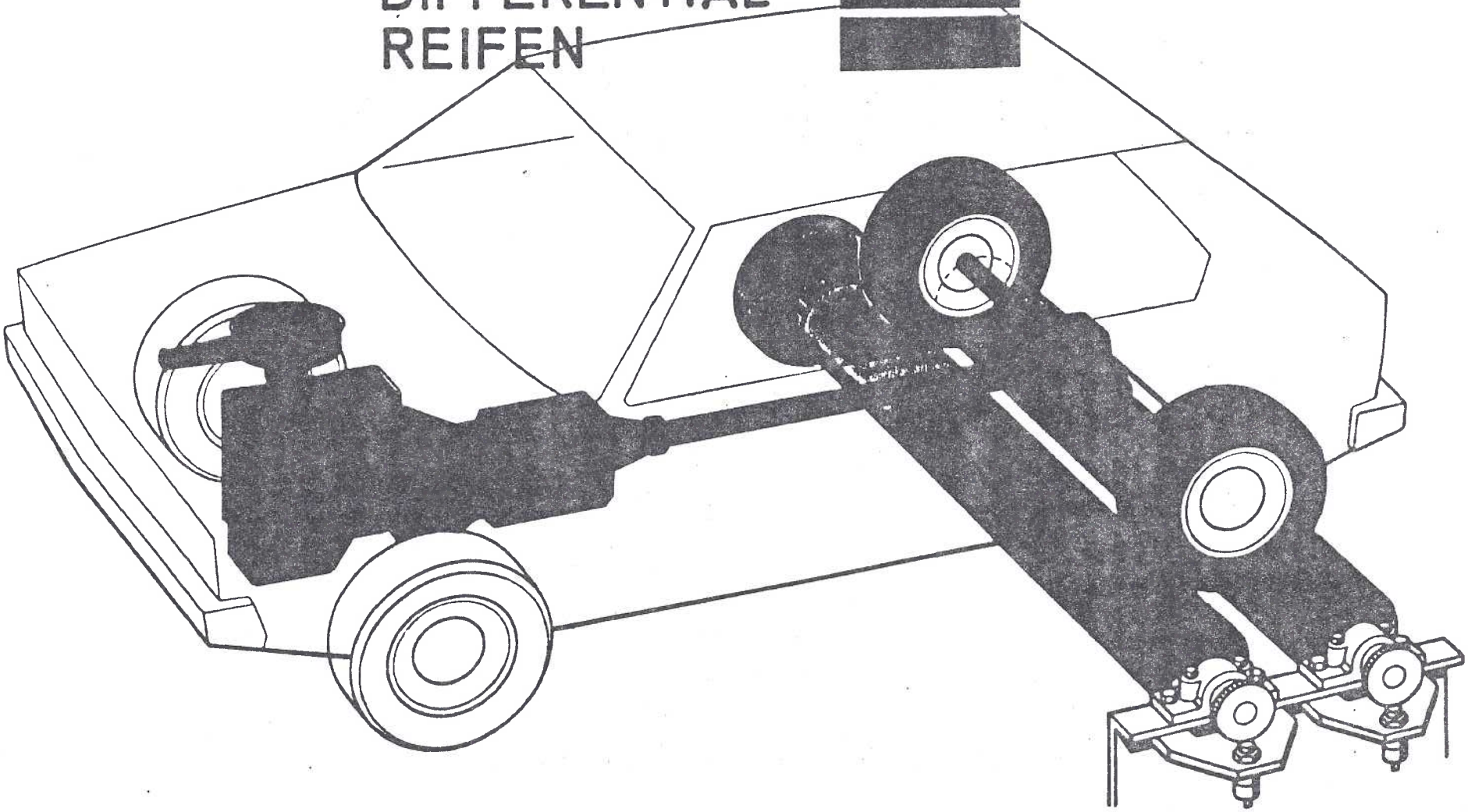
Technische Überwachung TÜ 4 Bezirk 4

Gaupp

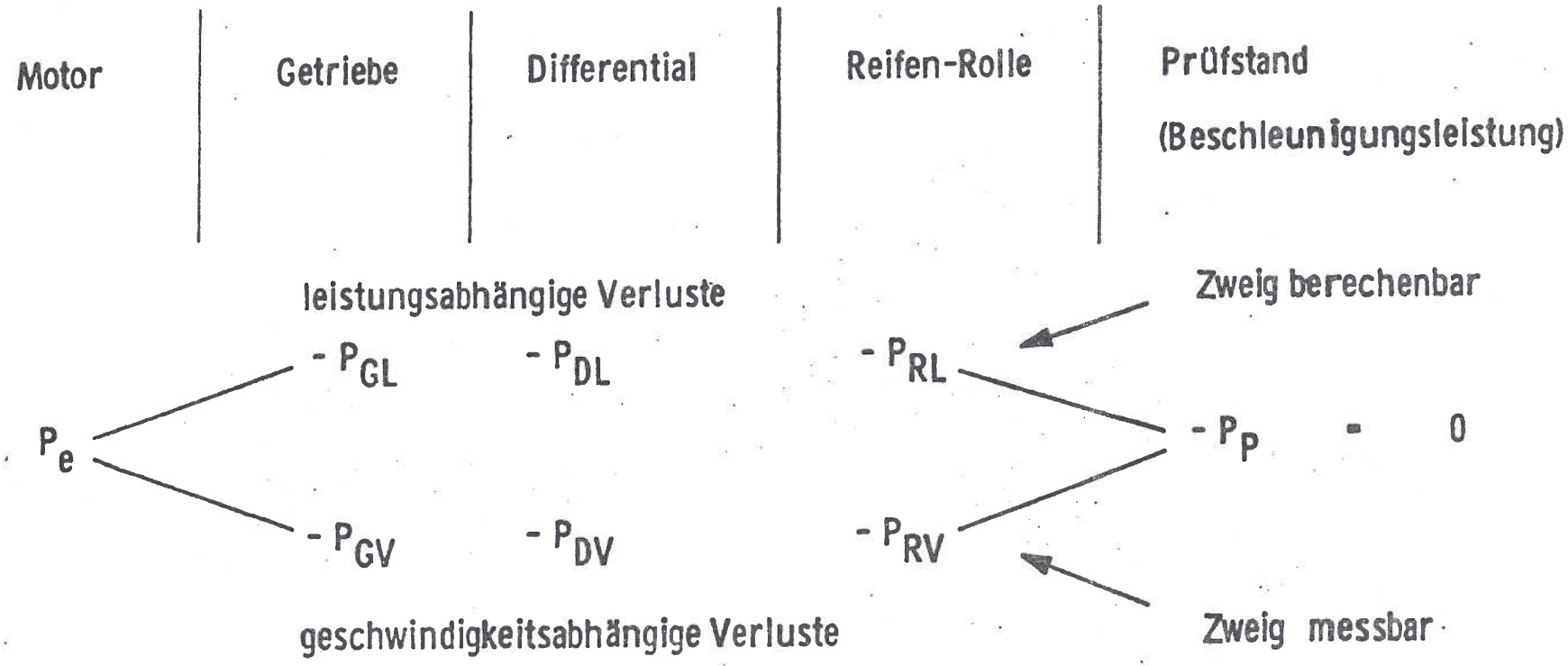
(Dipl.-Ing. Gaupp)

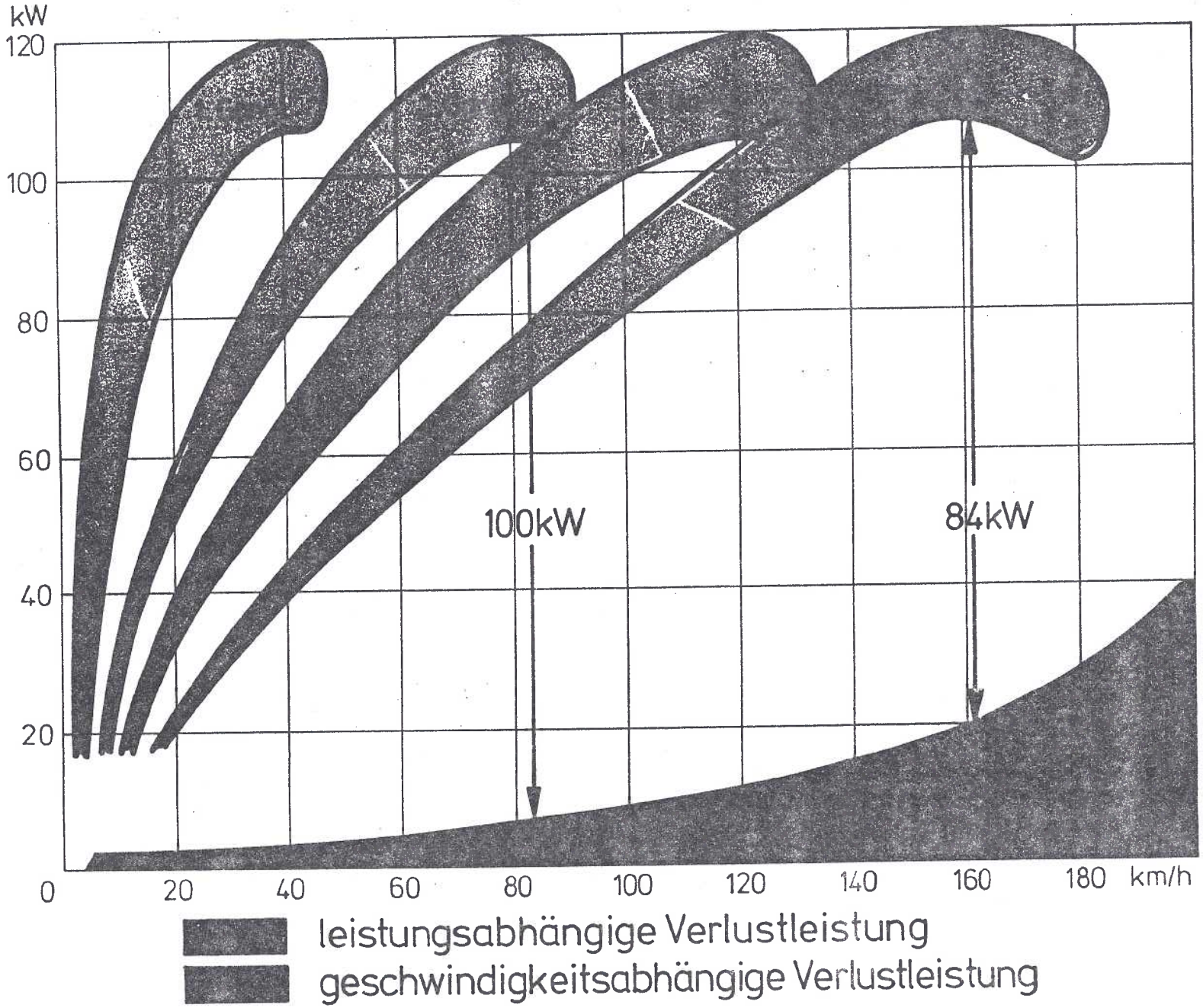
Leistungsprüfung

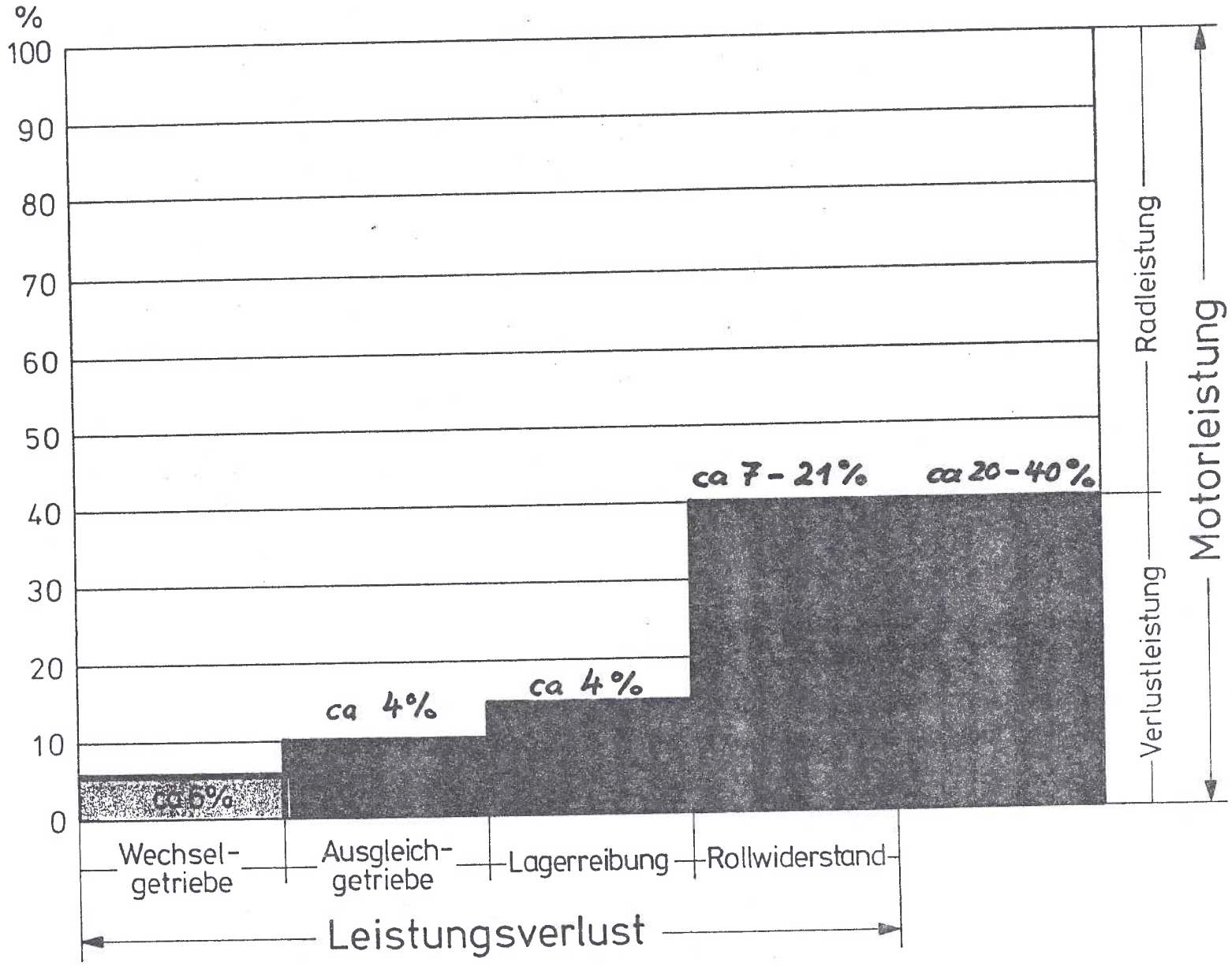
VERLUSTE IN GETRIEBE
KARDANWELLE
DIFFERENTIAL
REIFEN

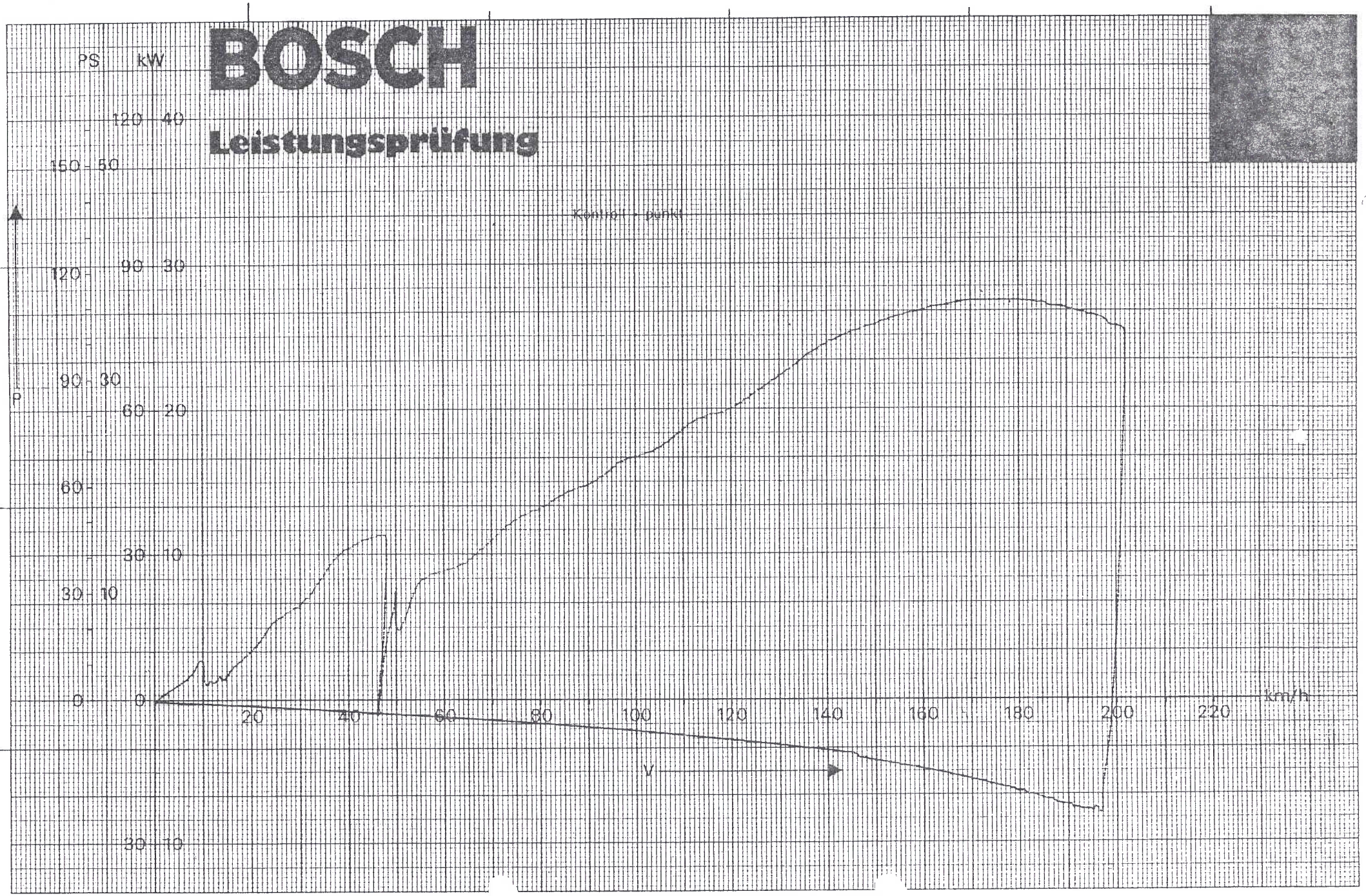


MOTORLEISTUNG = RADLEISTUNG + VERLUSTLEISTUNG


Motor
Getriebe
Differential
Reifen-Rolle
Prüfstand
(Beschleunigungsleistung)
leistungsabhängige Verluste
Zweig berechenbar
$-P_{GL}$
$-P_{DL}$
$-P_{RL}$
P_e
$-P_P = 0$
$-P_{GV}$
$-P_{DV}$
$-P_{RV}$
geschwindigkeitsabhängige Verluste
Zweig messbar


kW
120
100
80
60
40
20
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
km/h
100kW
84kW
leistungsabhängige Verlustleistung
geschwindigkeitsabhängige Verlustleistung

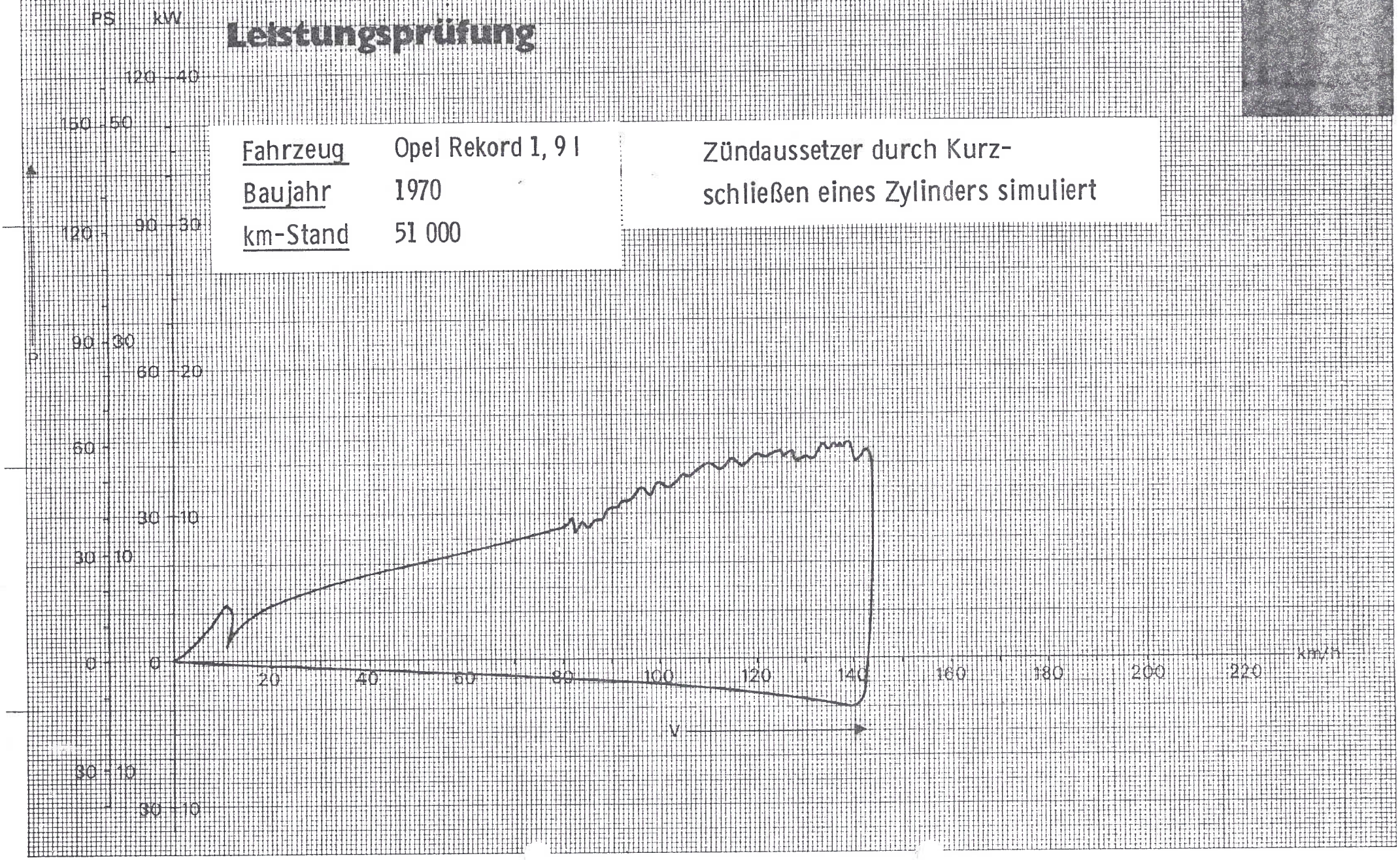

%
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
ca 6%
ca 4%
ca 4%
ca 7 - 21%
ca 20 - 40%
Wechsel-
getriebe
Ausgleich-
getriebe
Lagerreibung
Rollwiderstand
Leistungsverlust
Verlustleistung
Radleistung
Motorleistung


BOSCH
Leistungsprüfung
PS
kW
120 40
150 50
Kontroll - punkt
120 90 30
90 30
P
60 20
60
30 10
30 10
0 0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
km/h
V
30 10

Leistungsprüfung

Fahrzeug	Opel Rekord 1, 9 l
Baujahr	1970
km-Stand	51 000

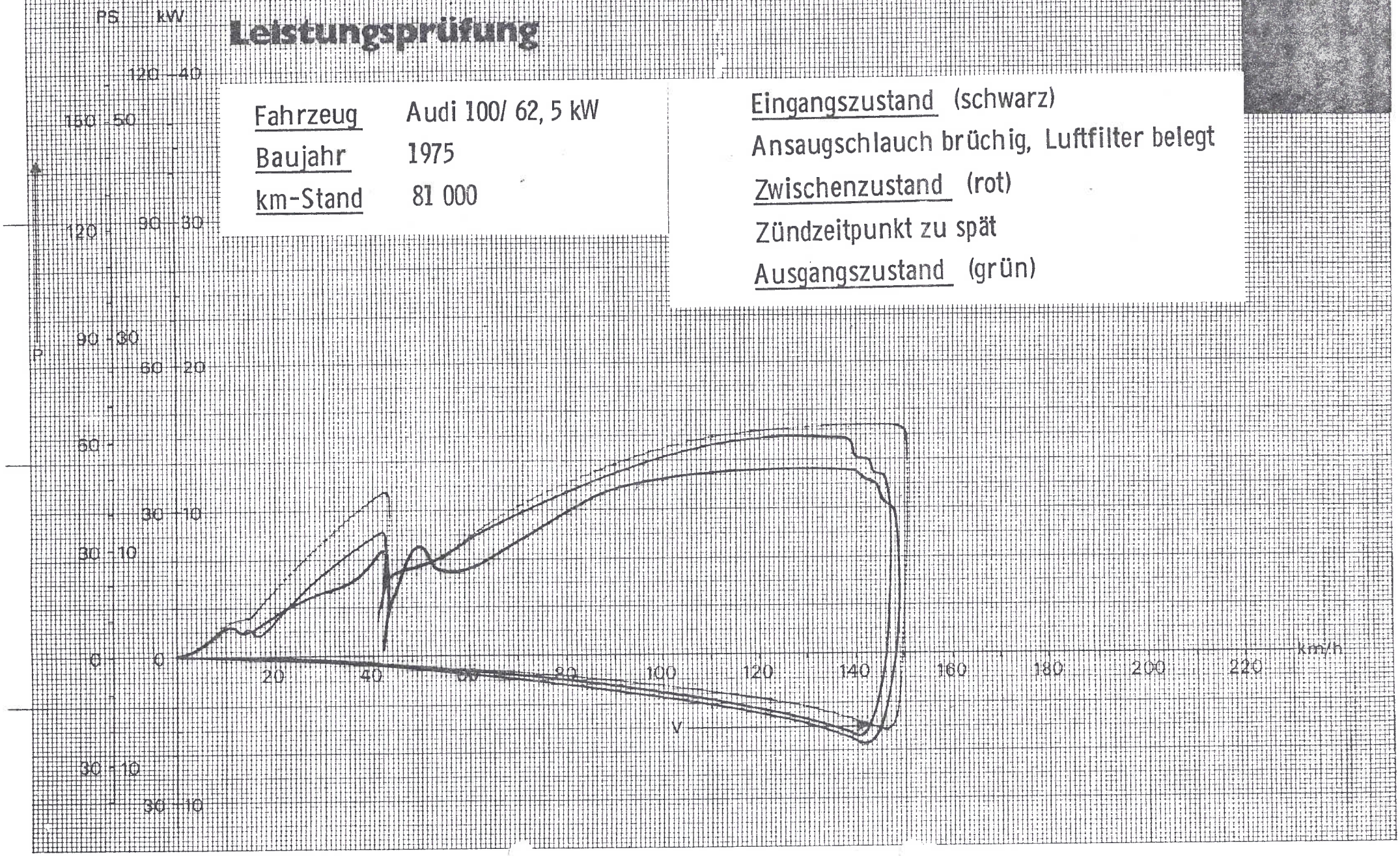
Zündaussetzer durch Kurzschließen eines Zylinders simuliert



Leistungsprüfung

Fahrzeug	Audi 100/ 62, 5 kW
Baujahr	1975
km-Stand	81 000

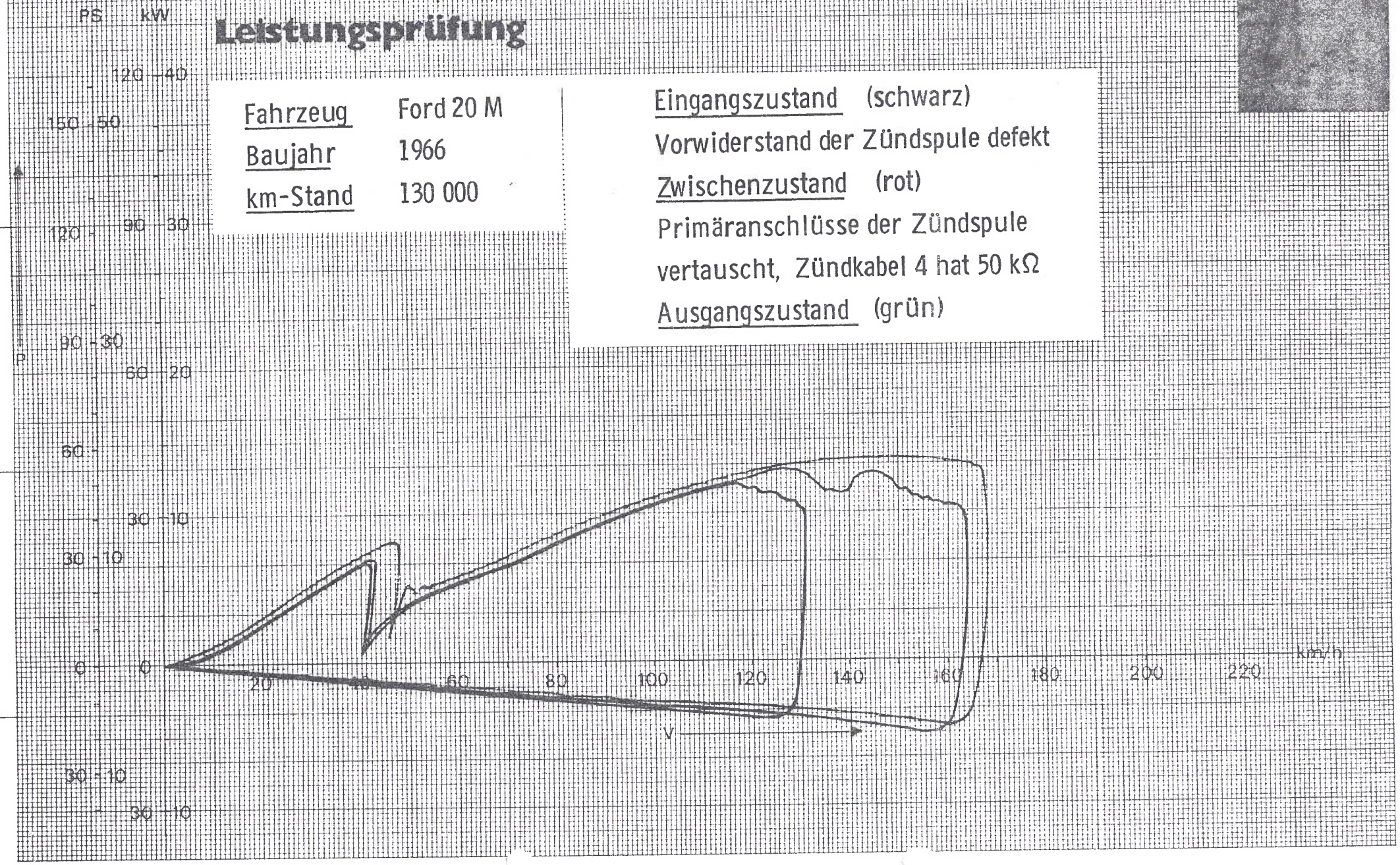
Eingangszustand (schwarz)
Ansaugschlauch brüchig, Luftfilter belegt
Zwischenzustand (rot)
Zündzeitpunkt zu spät
Ausgangszustand (grün)



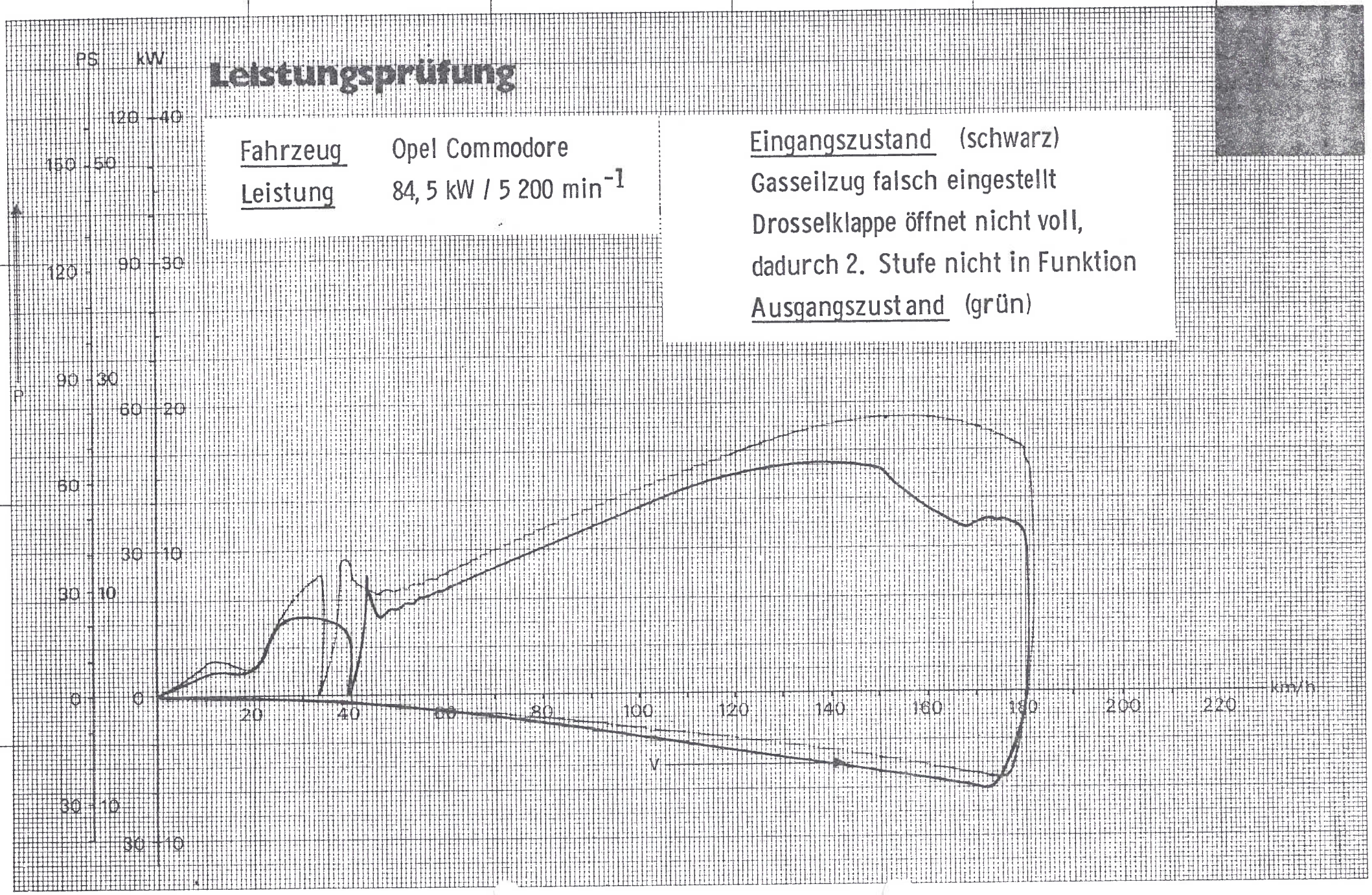
Leistungsprüfung

Fahrzeug	Ford 20 M
Baujahr	1966
km-Stand	130 000

Eingangszustand (schwarz)
Vorwiderstand der Zündspule defekt
Zwischenzustand (rot)
Primäranschlüsse der Zündspule vertauscht, Zündkabel 4 hat 50 kΩ
Ausgangszustand (grün)



Leistungsprüfung



Fahrzeug Opel Commodore

Leistung 84,5 kW / 5 200 min^{-1}

Eingangszustand (schwarz)

Gasseilzug falsch eingestellt

Drosselklappe öffnet nicht voll,

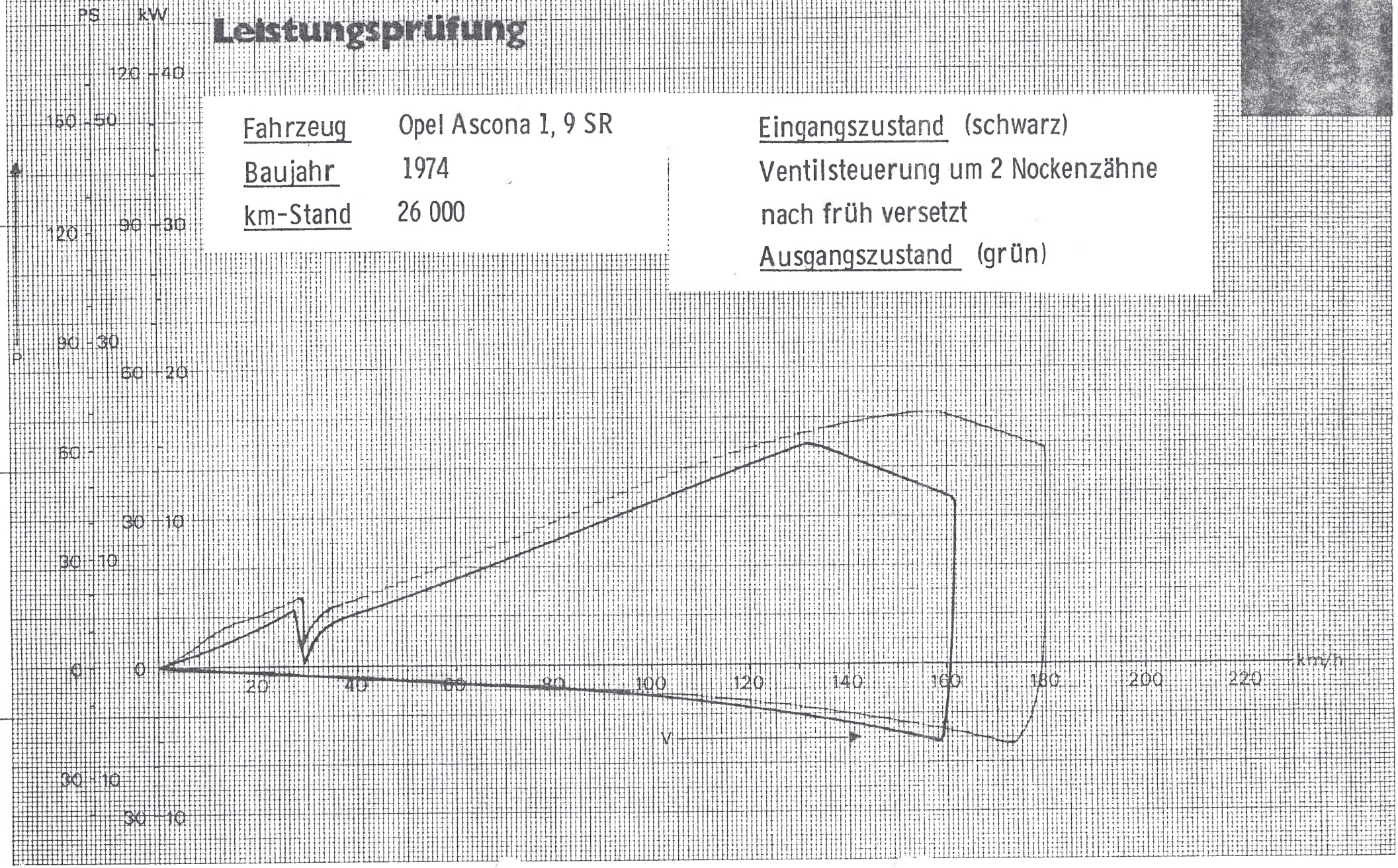
dadurch 2. Stufe nicht in Funktion

Ausgangszustand (grün)

Leistungsprüfung

Fahrzeug	Opel Ascona 1, 9 SR
Baujahr	1974
km-Stand	26 000

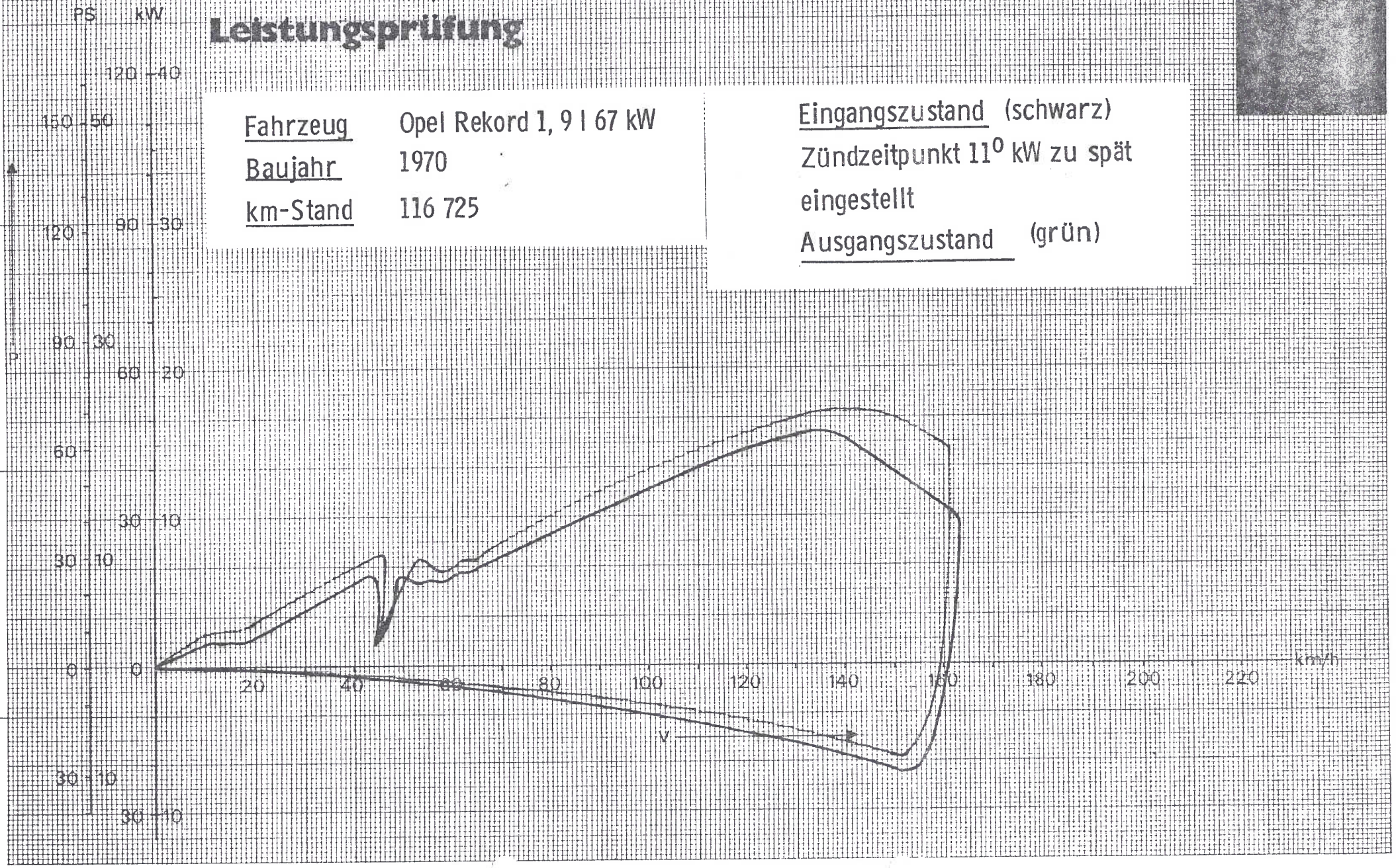
Eingangszustand (schwarz)
Ventilsteuerung um 2 Nockenzähne nach früh versetzt
Ausgangszustand (grün)



Leistungsprüfung

Fahrzeug	Opel Rekord 1, 9 l 67 kW
Baujahr	1970
km-Stand	116 725

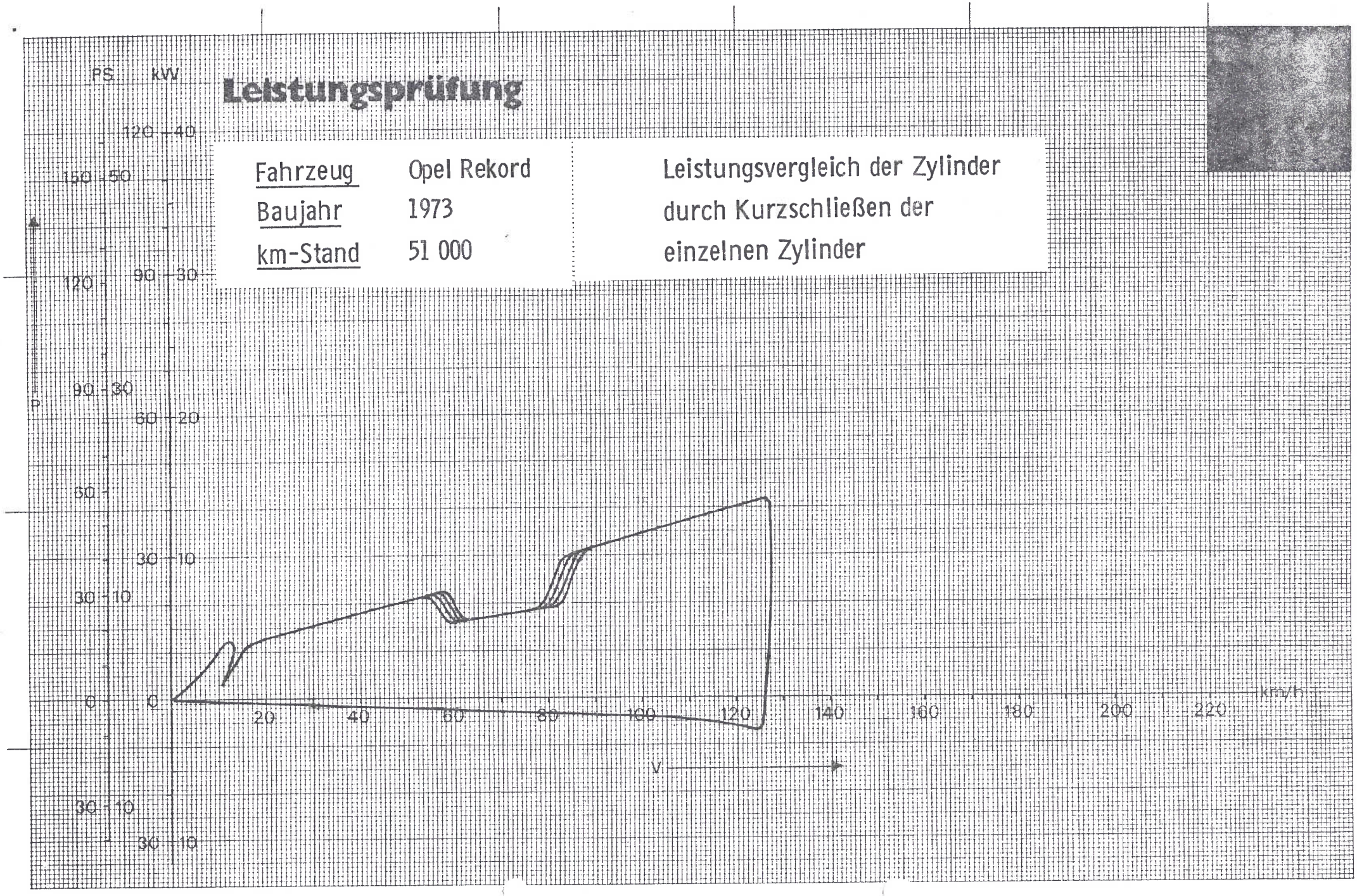
Eingangszustand (schwarz)
Zündzeitpunkt 11° kW zu spät eingestellt
Ausgangszustand (grün)

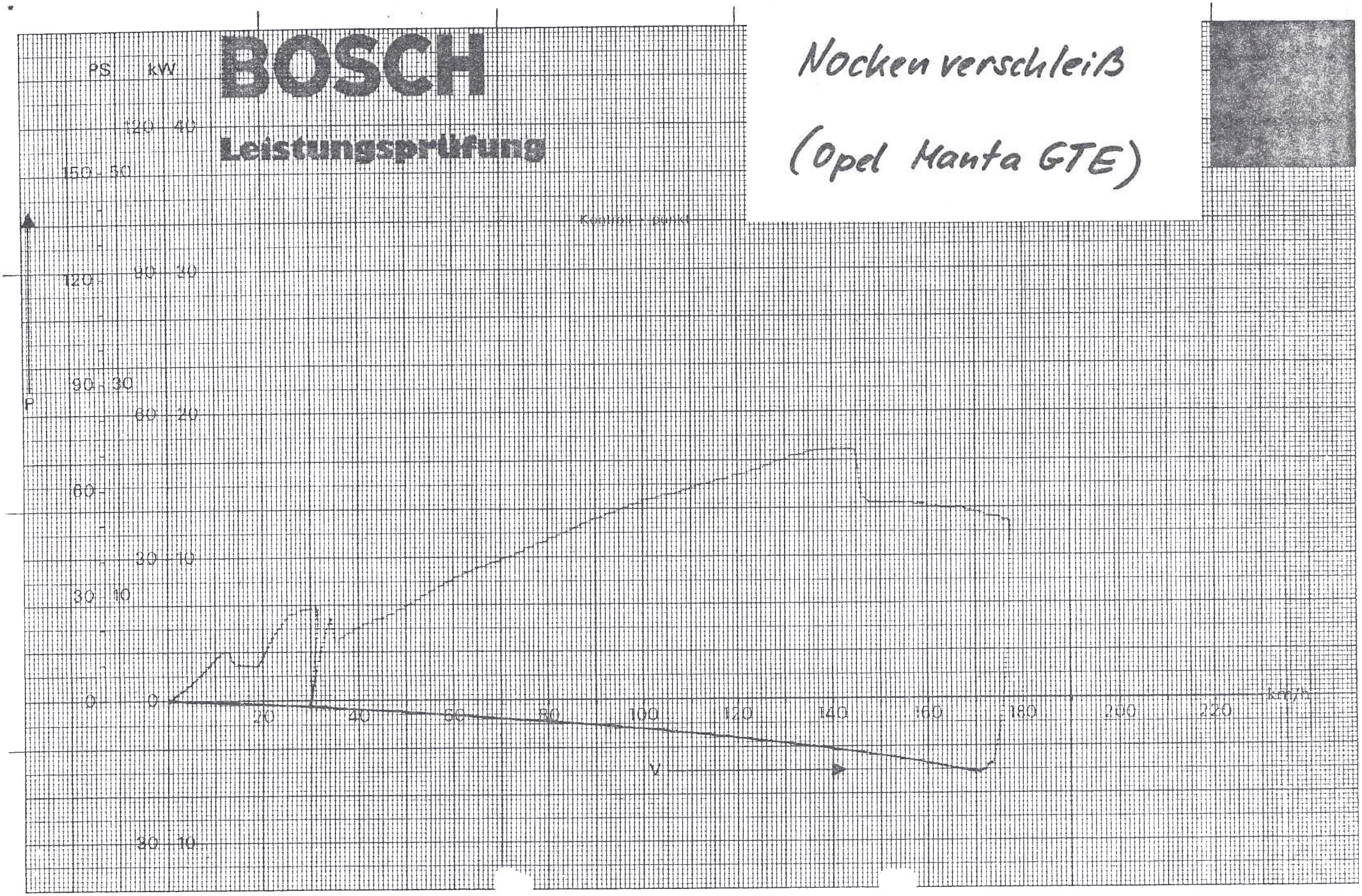


Leistungsprüfung

Fahrzeug	Opel Rekord
Baujahr	1973
km-Stand	51 000

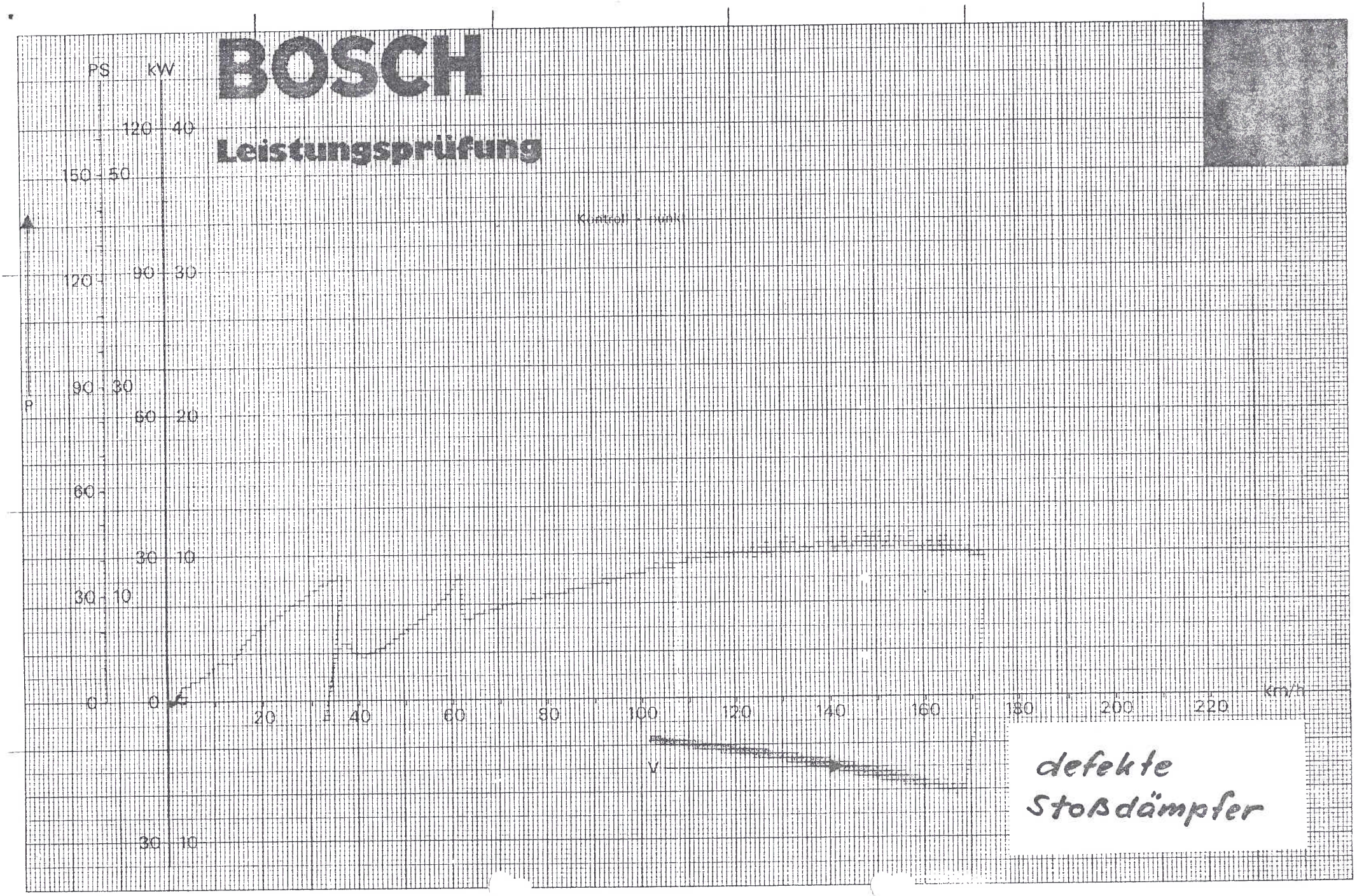
Leistungsvergleich der Zylinder durch Kurzschließen der einzelnen Zylinder

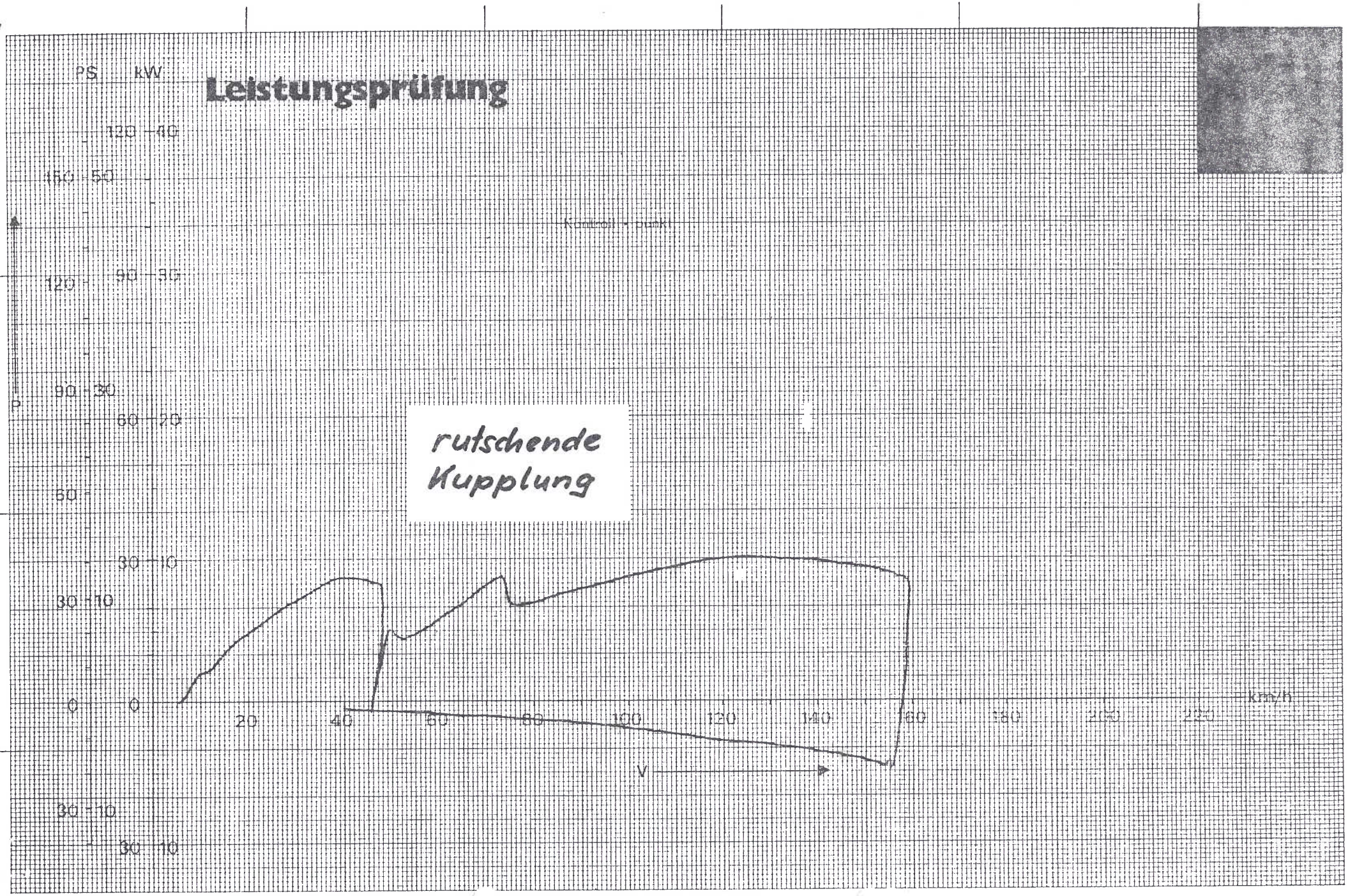




Nockenverschleiß

(Opel Manta GTE)


BOSCH
Leistungsprüfung
PS
KW
P
V
km/h
Kontrol - punkt
defekte
Stoßdämpfer


Leistungsprüfung
PS
kW
P
Kontrollpunkt
rutschende Kupplung
V
km/h
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220

7. ZUSAMMENFASSUNG

Für die vorliegende Untersuchung standen elf Fahrzeuge zur Verfügung. Von den durchgeführten Leistungsmessungen auf dem Rollenprüfstand wurden 572 Messungen ausgewertet.

Die Auswertung wurde statistisch vorgenommen und dabei die gemessene Motorleistung mit einem Standardwert normiert.

Die wichtigsten Ergebnisse sind:

a) Es ist ein Fahrzeugeinfluß vorhanden, d.h. alle Fahrzeuge verhalten sich entsprechend konstruktionsbedingter charakteristischer Merkmale (Schwungmassen von Achse und Motor, Getriebekonzeption etc.) auf dem Prüfstand unterschiedlich.

b) Ein signifikanter Einfluß der Parameter "Achslast, Radmasse, Öltemperatur, Reifenzustand, erhöhter Reifenluftdruck" wurde nicht festgestellt.

c) Eine Wechselwirkung zwischen Fahrzeug- und Parametereinfluß ist nur bei den vorderradangetriebenen Fahrzeugen beim Reifenluftdruck vorhanden.

d) Die Leistung selbst hat nur bei Fahrzeugen mit automatischem Getriebe einen Einfluß auf das Meßergebnis, da konstruktionsbedingte Unterschiede im Wirkungsgrad verschiedener Strömungsgetriebe und damit in unterschiedlichen Leistungsklassen vorhanden sind.

e) Die Meßergebnisse sind reproduzierbar.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, durch Vergleichsmessungen eine Aussage über die Meßunsicherheit des Rollenleistungsprüfstands zu machen. Für das untersuchte Fahrzeugkollektiv ergab die Anzeige einen um ca. 1 % zu niedrigen, die Diagrammauswertung dagegen einen um ca. 1 % zu hohen Gesamtmittelwert der Motorleistung.

Betrachtet man die einzelnen Fahrzeuggruppen, so wurden die vorderradangetriebenen Fahrzeuge um mindestens 2 % zu hoch und die Automatikfahrzeuge um ca. 4 % (Anzeige) bzw. 1 % (Diagrammauswertung) zu niedrig gemessen, während bei den hinterradangetriebenen Fahrzeugen nur bei der Anzeige eine Abweichung von - 1 % festgestellt wurde.