

Der neue Ottomotor BM 820 aus den Barkas-Werken für den Trabant 1.1

Dr.-Ing. J. Böhme (KDT), Ing. G. Landgraf, Dipl.-Ing. L. Otto (KDT), Dipl.-Ing. H. Rülke (KDT), Hauptkonstruktion, Barkas-Werke Karl-Marx-Stadt

Seit April 1990 wird in den Barkas-Werken der Vierzylinder-Viertakt-Ottomotor BM 820 mit der Kennzeichnung 4 VO 5,9/7,5 GRF und einem Hubraum von 1043 cm³ für den Trabant 1.1 in Serie produziert. Dem Antriebskonzept liegt die Alpha-Motorenbaureihe der VW AG zugrunde [1, 2]. Die Baureihe der Barkas-Motoren (BM) umfaßt die derzeit hergestellten Motoren BM 820 mit 1,05 dm³ und BM 860 mit 1,3 dm³ Hubraum. Der Motor BM 820 wird auf den gleichen Ausrüstungen und Anlagen wie der Motor BM 860 hergestellt (siehe [3 und 6]).

Gegenüber dem bisher im Trabant 601 eingebauten Zweitakt-Ottomotor 2 ZO 7,3/7,2 SRL verändern sich folgende Eigenschaften positiv:

- Reduzierung von Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemission,
- Erhöhung von Lebensdauer und Zuverlässigkeit,

- Verlängerung der Wartungsintervalle,
- Verbesserung der Laufkultur und Vereinfachung der Bedienung,
- Verbesserung des Warmlaufverhaltens aus dem Kaltstart,
- Erhöhung der Fahrleistungen und
- Verringerung von Innen- und Außengeräusch.

1. Konzeption der Motorenbaureihe

Der 4 VO 5,9/7,5 GRF basiert auf den in [4] ausführlich dargestellten Konstruktionsprinzipien mit

- Querstrom-Leichtmetall-Zylinderkopf und Taschenstößel mit integriertem hydraulischem Ventilspielausgleich,
- über Zahnriemen angetriebener, obenliegender Nockenwelle (ohc), Zahnriemenschutz in vollgekapselter Ausführung,
- Graugußzylinderblock, Sphärogußkurbelwelle und Autothermatikkolben,

- über Rollenkette angetriebener Zahnrad-Ölpumpe und über Zahnriemen angetriebener Kühlmittelpumpe,
- einflutigem Fallstromvergaser, Ansauglufttemperaturregelung, kontaktlos gesteuerter elektronischer Batteriezündanlage mit Hall-Geber, HCS-Verbrennungsverfahren (siehe Motorschnitt im Bild 1).

2. Konstruktive Unterschiede der Motoren

Aus den Motorhauptdaten des BM 820 ist erkennbar, daß unter Beibehaltung des Baureihenkonzeptes mit einem einheitlichen Zylinderblock, Zylinderkopf und gleichen Anbauaggregaten bestimmte Motorenteile abweichend dimensioniert und funktionell anders ausgelegt sein müssen. Nachfolgend werden die Unterschiede des BM 820 zum BM 860 kurz in konstruktiver und funktioneller Auslegung beschrieben und gegen-

Tabelle 1 Motorhauptdaten der Viertakt-Otomotorenbaureihe

		BM 820	BM 860
Zylinderzahl		1	1 272
Hubraum	cm ³	1 043	1 272
Hub	mm	59	72
Bohrung	mm	75	82
Zylinderabstand	mm	82	
Kurbelwellenhauptlagerdurchmesser	mm	54	
Kurbelwellenhubzapfendurchmesser	mm	42	
Pleuellänge	mm	122	
Ventilsteuerung		ohc	
Ventilbetätigung		über Tassenstößel mit hydraulischem Ventilspielausgleich	
Einlaßventildurchmesser	mm	36	
Auslaßventildurchmesser	mm	29	
maximale Leistung bei Drehzahl	kW	30	43
	U/min	5 500	5 400
maximales Drehmoment bei Drehzahl	Nm	74	96
	U/min	3 000	3 300
Brennraum		Mulde im Kolben, HCS	
Verdichtung		9,5	
Masse des Motors mit DLM	kg	100,2	102,5
Gemischbildung		einflutiger Fallstromvergaser mit Startautomatik, wassergeheizte und elektrisch abschaltbare Gemischvorwärmung, automatische Regelung der Warmluft bei Teillast	
Zündung		kontaktilos gesteuerte, elektronische Batteriezündanlage mit Ruhestromabschaltung, Primär-Spannungsbegrenzung, Fliehkraft- und Unterdruckverstellung	
Vergaserkraftstoff		VK Extra mit ROZ = 92 MOZ = 84	
Motoröl		MV 1544	
Kühlmittel		Frostox 37	

Tabelle 2 Hauptabmessungen und spezifische Daten der Kolben

		BM 820	BM 860
Kolbendurchmesser	mm	75	
Kolbengesamthöhe	mm	73,37	64,87
Schaftlänge	mm	49,62	39,62
Feuersteghöhe	mm	10,00	11,50
Ringfeldhöhe	mm		13,75
Kompressionshöhe	mm	49,37	42,87
Ringzahl		3	
1. Kompressionsring		Rechteckring	
2. Kompressionsring		Nasenminutenring	
Olableitring		Ölschlitzring mit Schlauchfeder	
Kolbenmasse ohne Zubehör	g	337 ± 10	310 ± 10

Tabelle 3 Steuerzeiten bei 1 mm Ventilhub und weitere Kenndaten des Ventiltriebes

	BM 820	BM 860	EA 111/1.05
Einlaß öffnet	3°KW n. OT	5°KW n. OT	12°KW n. OT
Einlaß schließt	6°KW n. UT	29°KW n. UT	28°KW n. UT
Auslaß öffnet	14°KW v. UT	33°KW v. UT	25°KW v. UT
Auslaß schließt	11°KW v. OT	9°KW v. OT	9°KW v. OT
Ventilöffnungswinkel			
Einlaß	183°KW	204°KW	196°KW
Auslaß	183°KW	204°KW	196°KW
maximale Ventilerhebung	6,65 mm	7,20 mm	6,60 mm
Grundkreisdurchmesser	38 mm	38 mm	38 mm

übergestellt. Die Motorhauptdaten beider Baumuster sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt.

Triebwerk

Das Triebwerk des BM 820 ist durch die Gleichteile zum BM 860 mit Zylinderkurbelgehäuse bei einer Einheitsbohrung 75 mm und Blockhöhe 200 mm, Pleuel mit Pleuellänge 122 mm und die veränderten Teile Kurbelwelle mit Hub 59 mm (4 Gegenmassen) und Kolben gekennzeichnet. Die speziellen Unterschiede der Kolben in den Hauptabmessungen sind in der Tabelle 2 gegenübergestellt (siehe auch Bild 2). Mit Einführung einer neuen Kupplungsgarnitur TF 180 DE 2 R in den Renak-Werken Reichenbach [5] wird die Einschleibentrockenreibungskupplung TF 180-100 für den BM 820 eingesetzt, die hinsichtlich übertragbaren Drehmoments und Kupplungsbetätigungskraft für den Trabant 1.1 optimiert ist.

Zylinderkopf und Ventiltrieb

Der Zylinderkopf ist bis auf die Nockenwelle für beide Motoren gleich. Tabelle 3 und Bild 3 zeigen die Unterschiede hinsichtlich Auslegung der Nockenwelle beider Motoren. Die Kriterien für die Auslegung der Nockenwelle werden im Abschnitt Gemischbildung und Verbrennung bzw. erreichte motorische Ergebnisse dargelegt und diskutiert. Im Gegensatz zum leistungsorientierten BM 860 wird beim BM 820 ein einflutiger Abgaskrümmmer mit Konus-Anschluß eingesetzt.

Zur Verbesserung des Verschleißverhaltens und der Erhöhung der Lebensdauer des Zahnriemens und des Zahnriemenrades auf der Kühlmittel-pumpe wird dieses Antriebsrad aus Sinterstahl hergestellt und mit der Produktion des BM 820 für alle Motoren eingeführt. Eine verbesserte Gleitringdichtung verringert die Leckagemenge.

Gemischbildung und Verbrennung

Zum Serienanlauf des Motors BM 820 kommt der Vergaser 32TLA 51 der Fa. Weber zum Einsatz.

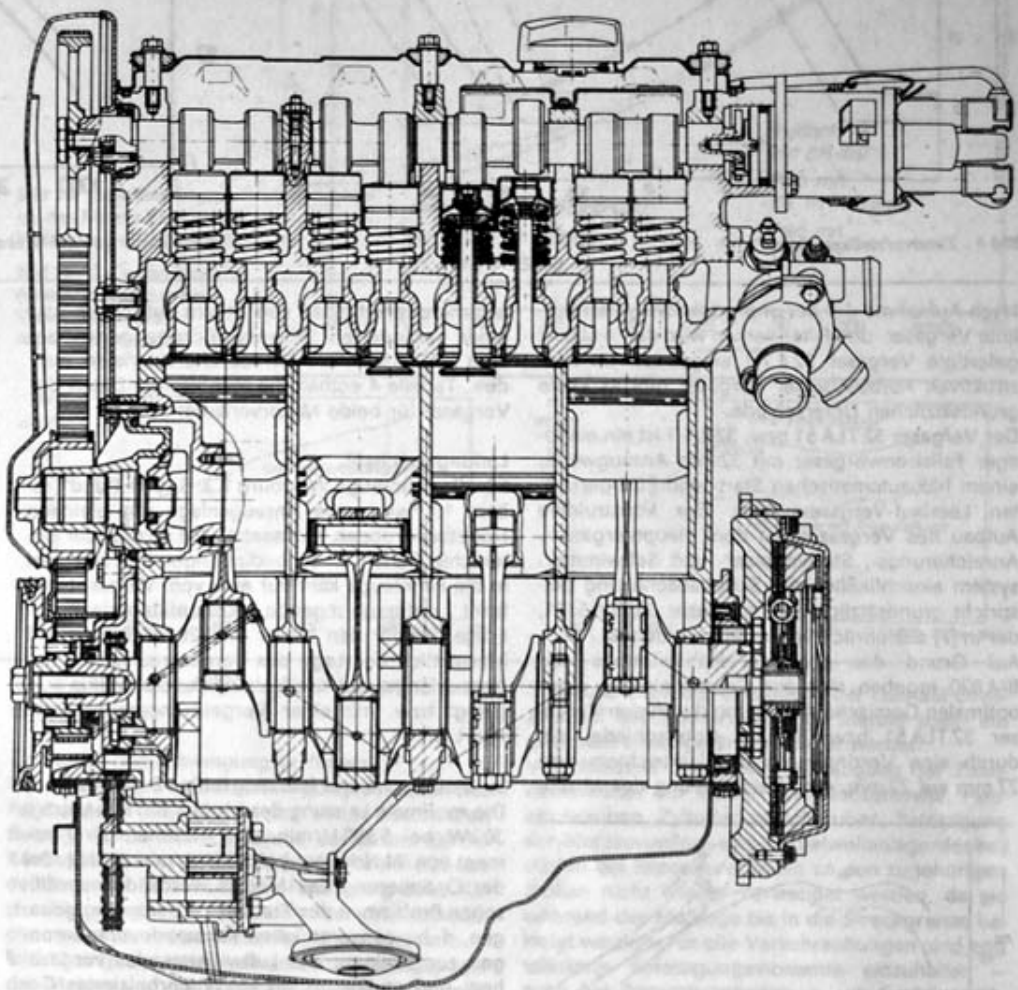


Bild 1 Längsschnitt des Vierzylinder-Viertakt-Otomotors BM 820

Motorelektrik

Die Teile der Motorelektrik sind bis auf die Hochspannungszündverteiler bei beiden Motoren gleich. Zur Sicherung der optimalen Zündwinkel im Last- und Drehzahlbereich des Motors ist für den BM 820 eine andere Zündverstelllinie als für den BM 860 notwendig (Bild 4).

Motorinterner Kühlkreislauf

Die Kühlkreisläufe beider Motoren sind prinzipiell gleich bis auf den Unterschied, daß beim BM 820 der Heizungsrücklauf nicht in das Thermostatgehäuse geführt wird, sondern in das Kühlwasserrohr. Aus Einbaugründen hat der BM 820 einen anderen Thermostatgehäusedeckel.

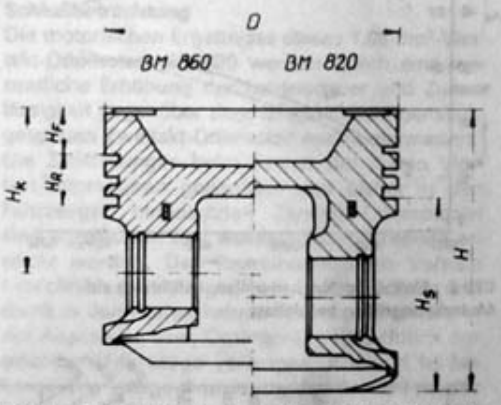


Bild 2 Hauptabmessungen der Kolben in den Motoren BM 820 und BM 860

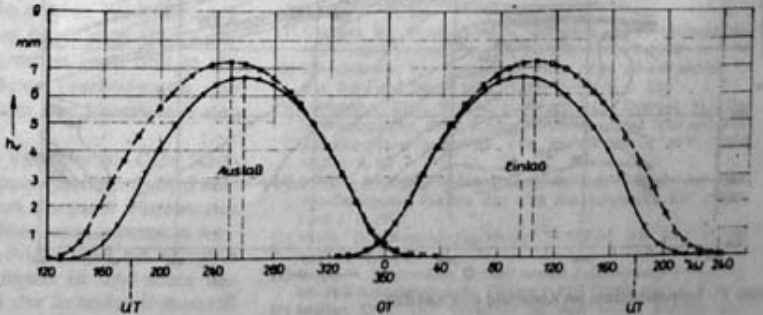


Bild 3 Gegenüberstellung der Ventilerhebung BM 820 und BM 860

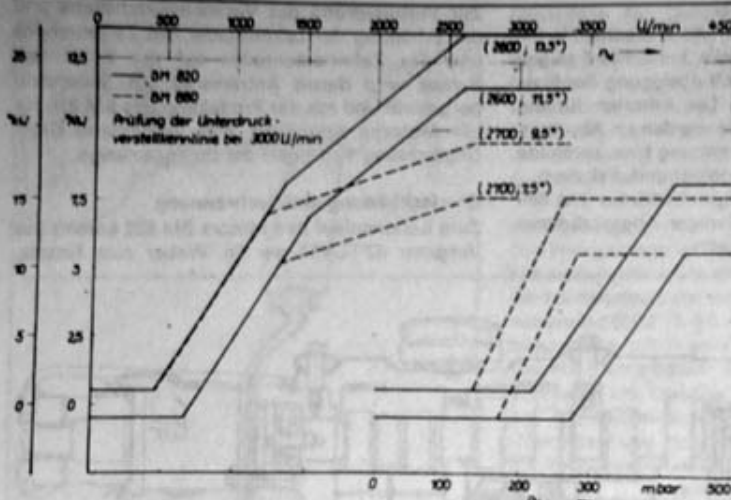


Bild 4 Zündverstellkennlinie

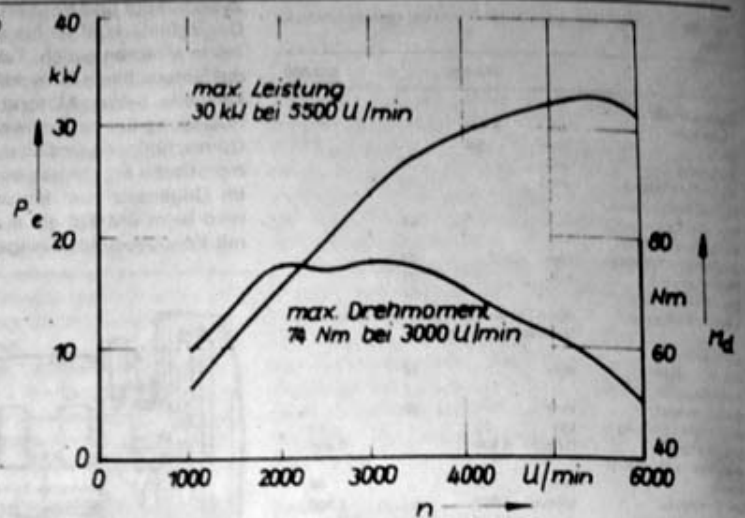


Bild 5 Leistungs- und Drehmomentkennlinie des BM 820

Nach Aufnahme der Serienproduktion in den Berliner Vergaser- und Filterwerken wird der in Lizenz gefertigte Vergaser 32 F 1-1 eingesetzt. Im konstruktiven Aufbau beider Vergaser gibt es keine grundsätzlichen Unterschiede.

Der Vergaser 32 TLA 51 bzw. 32 F 1-1 ist ein einflüchtiger Fallstromvergaser mit 32 mm Ansaugweite, einem halbautomatischen Start- und ECE-gerechten Leerlauf-Vergasersystem. Der konstruktive Aufbau des Vergasers mit dem Hauptvergaser-, Anreicherungs-, Startvergaser- und Schwimmersystem einschließlich der Schubabschaltung entspricht grundsätzlich dem Vergaser 34 TLA 51/1, der in [7] ausführlich vorgestellt worden ist. Auf Grund des geringen Hubvolumens des BM 820 ergeben sich zur Gewährleistung einer optimalen Gemischaufbereitung durch den Vergaser 32 TLA 51 bzw. 32 F 1-1 Unterschiede, die durch eine Verringerung des Lufttrichters von 27 mm auf 22 mm, eine Verringerung des Misch-

kammerquerschnittes von 34 mm auf 32 mm und einer veränderten Düsenbestückung gegenüber dem 34 TLA 51/1 am BM 860 charakterisiert werden. Tabelle 4 enthält die technischen Daten der Vergaser für beide Motorvarianten.

Ladungswechsel

Für die Fahrzeuge Wartburg 1.3, B 1000-1 und Trabant 1.1 wird eine Ansauganlage mit gleichen Hauptbaugruppen eingesetzt. Auf Grund der unterschiedlichen Einbaubedingungen der Motoren in die Fahrzeuge kam nur eine vom Vergaser entfernte unterzubringende Kastenfilteranlage in Frage, die für den Motor BM 820 im Trabant 1.1 hinsichtlich der Lage des Vergaseraufsatzes, der Ansauglänge und des Einlaufdiffusors anders ausgelegt bzw. mit einer Vergaseranpassung optimiert ist.

3. Motorische und fahrzeugsseitige Ergebnisse

Die maximale Leistung des Motors BM 820 beträgt 30 kW bei 5500 U/min, das maximale Drehmoment von 74 Nm liegt bei 3000 U/min (Bild 5). Bei der Optimierung des Motors wurde den spezifischen Problemen des Trabant 1.1 Rechnung getragen, d. h., es waren keine Karosserieveränderungen zur Senkung des Luftwiderstandes vorgesehen, und es kommt ein vollsynchronisiertes Getriebe für Wartburg 1.3 und Trabant 1.1 mit einheitlicher Getriebeübersetzung und Achsuntersetzung zum Einsatz.

Unter diesen Bedingungen wurde der Motor BM 820 hinsichtlich eines fülligen Drehmomentenverlaufes im unteren Drehzahlbereich und minimaler spezifischer Kraftstoffverbrauchswerte in den Hauptfahrbereichen optimiert mit den folgenden Ergebnissen:

Drehmomentenverlauf

Schon bei $n_M = 2000$ U/min stehen 98 % des maximalen Drehmomentes zur Verfügung. Dieser füllige Drehmomentenverlauf gegenüber dem Motor EA 111 (1,05 dm³) wird durch eine Verkürzung des Ventilöffnungswinkels bei Ein- und Auslaß ins-

gesamt und einem früheren Einlaßbeginn erreicht (siehe Tabelle 3).

Gegenüber dem Motor EA 111 (1,05 dm³) im VW Polo, der mit einer anderen Zielstellung ausgelegt ist – Erreichen eines optimalen Luftaufwandes bei hohen Drehzahlen und damit einer höheren Leistung – wird der Drehmomentenverlauf im unteren Drehzahlbereich verbessert und die Leistung auf den für die Fahrzeugauslegung konzipierten Wert reduziert (Bild 6).

Spezifischer Kraftstoffverbrauch

Die besten spezifischen Kraftstoffverbrauchswerte liegen im mittleren Drehzahlbereich bei $n_M = 3000$ U/min und $P_e = 0,70$ MPa. Sie werden mit einer Verdichtung von 9,5, einer optimierten Zündverstellkennlinie und Vergasereinstellung gesichert. Die spezifischen Kraftstoffverbrauchswerte entsprechen dem internationalen Stand bei Baureihenmotoren in dieser Hubraumgröße (Bild 8).

Der hubraumkleinere Motor BM 820 hat Nachteile in der Gemischaufbereitung (Abmagerungsfähigkeit) bei Teillast, u. a. durch große Ladungswechsel-Querschnitte bedingt, die wiederum zur Sicherung der maximalen Leistung des hubraumgrößeren Motors BM 860 bei Vollast notwendig sind. Bei Teillast werden in einem großen Teil des Motorkennfeldes Kraftstoff-Luft-Gemische mit $\lambda = 1,02$ bis 1,10 realisiert (Bild 7).

Grundkraftstoffverbrauch

Die spezifischen Kraftstoffverbrauchswerte spiegeln sich in den Straßen-Verbrauchswerten des Trabant 1.1 wider. Bild 9 zeigt das Ergebnis der Messungen zum Grundkraftstoffverbrauch. Der darin enthaltene Vergleich des Motors BM 820 mit dem Originalmotor im VW Polo zeigt weiterhin, daß der in den Barkas-Werken Karl-Marx-Stadt produzierte Motor hinsichtlich des Kraftstoffverbrauches geringfügig besser gegenüber dem Originalmotor und die geplante Veränderung der Karosserie folgerichtig ist. Die Abstimmung des Mo-

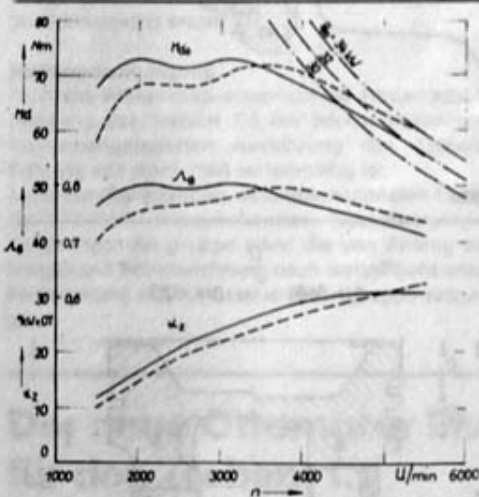


Bild 6 Einfluß der Nockenwellenausführung auf Motorkenngrößen bei Vollast

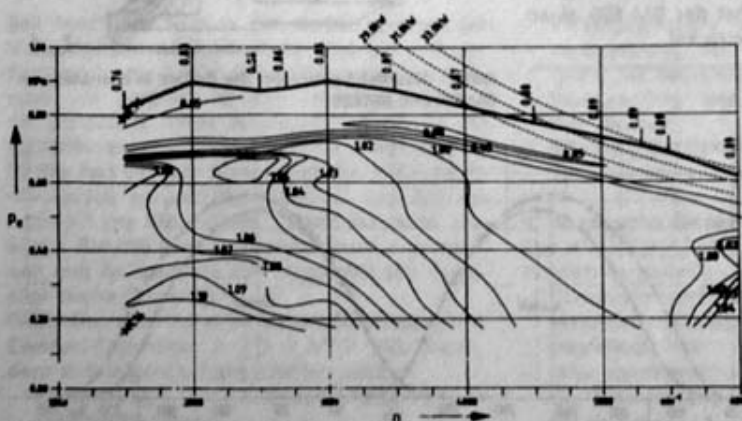


Bild 7 Luftverhältnis im Kennfeld des BM 820

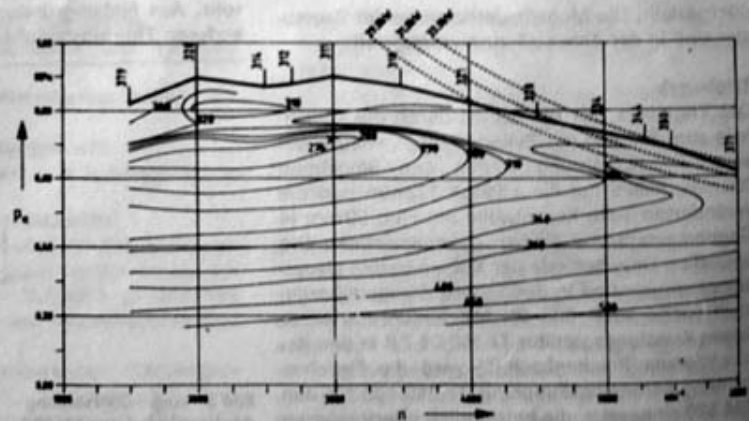


Bild 8 Spezifischer Kraftstoffverbrauch im Kennfeld des BM 820

tors mit einem optimalen Drehmomentenverlauf im unteren Drehzahlbereich in Verbindung mit der Ansauglufttemperaturregelung, der Vorwärmung des Kraftstoff-Luft-Gemisches im Saugrohr durch den „Igel“ und das halbautomatische Startvergasersystem tragen dazu bei, daß der Trabant 1.1 hinsichtlich Start-, Beschleunigungs- und Fahrverhalten deutliche Vorteile gegenüber dem Vorgängerfahrzeug aufweist. Es sollte aber nicht unerwähnt bleiben, daß die kurzzeitige Funktion des halbautomatischen Startvergasersystems mit Kraftstoffmehrerbrauch auf den ersten Fahrkilometern

Tabelle 4 Technische Daten der Vergaser

		34 TLA 51	32 TLA 50
Mischkammerdurchmesser	MK	34	32
Lufttrichterdurchmesser	LT	27	22
Hauptdüse	HD	110	97
Ausgleichsluftdüse	ALD	75	95
Mischrohr	MR		F 119
Zusatzdüse	ZD	40	45
Zusatzvollastdüse	ZVD	100	40
Zusatzvollastluftdüse	ZVLD	200	175
Leerlaufdüse	LD	60	40
Leerlaufluftdüse	LLD		145
Leerlaufanreicherungsdüse	LAD	55	40
Zusatzleerlaufdüse	ZLD		30
Zusatzleerlaufgemischdüse	ZLGD	200	140
Zusatzleerlaufluftdüse	ZLLD		170
Schwimmernadelventil	SNV		150
Pumpenrücklaufdüse	PRD		20
Pumpenspritzdüse	PSD		45
Pumpenfördermenge	PFM	12 bis 18 cm ³ /10 Hub	
Kraftstoffhöhe	KH	27,25 ± 0,25 mm	

metern und damit diese den Fahrkomfort verbessernde Maßnahme bei überwiegendem Kurzstreckeneinsatz mit Mehrverbrauch insgesamt verbunden ist.

In den zu Vergleichszwecken auf dem Rollenprüfstand durchgeführten Kraftstoffverbrauchsmessungen im K_{mix} , der sich zu je einem Drittel aus den Verbrauchswerten für konstant 60 km/h, 90 km/h und für die Stadtfahrt zusammensetzt, wurde ein Wert von 6,1 l/100 km im Vergleich zum 601 mit Zweitaktmotor von 6,7 l/100 km ermittelt.

Abgasemission

Neben optimierten Kraftstoffverbrauchswerten, hohen Fahrleistungen und optimalem Fahrverhalten des Fahrzeuges ist die Erfüllung der nationalen und internationalen Abgaswerte vorrangig. Die hier abgedruckten Werte sichern die Erfüllung der europäischen Abgasgrenzwerte in der Typprüfung nach Regelung 15.04 und Regelung 83 (für unverbleiten Kraftstoff).

Schadstoffemission in g/Test	Grenzwerte		Trabant	
	ECE R 15.04	ECE R 83	1.1	601
CO ₂	58	45	32.1	36.2
CH ₄ + NO _x	19	15	13.3	45.5

Im Vergleich sind die Schadstoffemissionen des Trabant 601 mit Zweitakt-Ottomotor P 65/66 und Vergaser 28 HB 1-1 sowie Verdichtung $\epsilon = 7,8$ aufgeführt. Hinsichtlich des Summenwertes von Kohlenwasserstoff- und Stickoxidemission beim Fahrzeug mit Zweitakt-Ottomotor ist zu bemerken, daß er sich zusammensetzt aus 45 g CH₄ plus 0,5 g NO_x. Bekannt ist bei dieser Motorenbauart, daß die hohen Kohlenwasserstoff-Emissionswerte auf die bei großen Spülstromgeschwindigkeiten austretenden Frischgasanteile und den in der unteren Teillast infolge Drosselregelung unvollständig verdrängten Abgasrest, der zu Verbrennungsaussetzern führt, zurückzuführen sind. Diese natürliche Abgasrückführung ist wiederum Ursache für die sehr niedrigen Stickoxid-Emissionswerte bei diesem gemischgespülten Zweitakt-Ottomotor. Die annähernd gleichen Kohlenmonoxid-Emissionswerte beider Motoren weisen auf annähernd gleich

Bild 9 Grundkraftstoffverbrauchswerte des Trabant 1.1 mit Motor BM 820 und Polo mit Motor EA 111 (1,05 dm³ und BM 820)

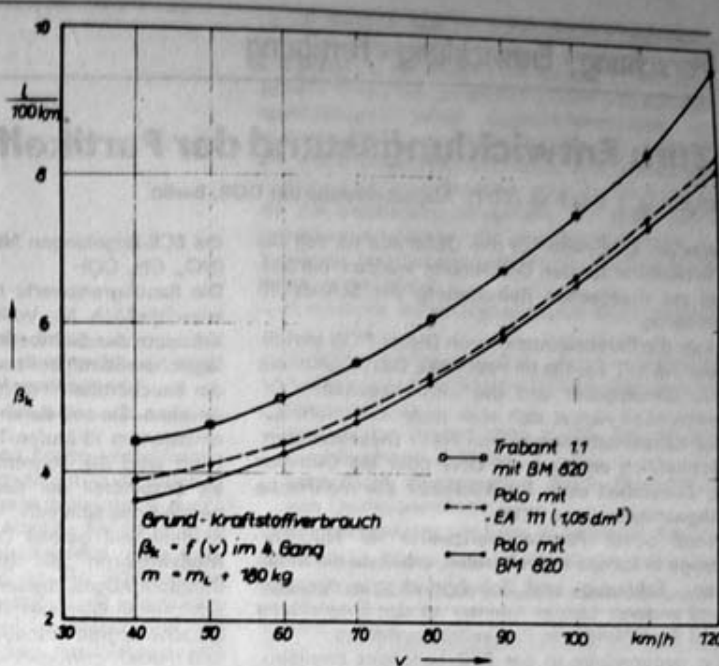
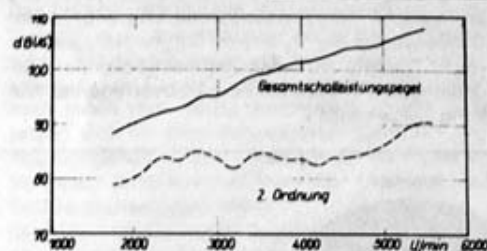


Bild 10 Schalleistungspegel des Motors BM 820 bei Vollast nach TGL 39-767

Bild 11 2. Ordnung des Ansaugeräusches bei Vollast (50 mm vor Ansaugmündung)



che Kraftstoff-Luftverhältnisse in der Motorenabstimmung hin.

Geräusch- und Schwingungsverhalten

Für das Geräusch- und Schwingungsverhalten des Fahrzeuges liefert der Motor einen bestimmten Beitrag. Durch die Übernahme der Lizenz für die Konstruktion und den Bau des Motors BM 820 aus der Baureihe EA 111 und die Festlegung einer Kastenfilteranlage aus Gründen der Vereinheitlichung werden wesentliche Faktoren bestimmt. Bild 10 zeigt den gemessenen Schalleistungspegel des Motors und die 2. Erreger-Ordnung, die relevant für das Ansaugeräusch und mitbestimmend für das Innengeräusch des Fahrzeuges ist. Durch eine Optimierung des Einlaufdiffusors der Ansauganlage konnte das Ansaugeräusch verringert werden (Bild 11).

4. Bedienung und Wartung

In [4] wurden bereits einige Hinweise zur Bedienung und Wartung der BM-Viertakt-Ottomotoren gegeben. Außer der 1. Durchsicht für den BM 820 (bei 2 000 km) erfolgt die Wartung alle 15 000 km in einer Vertragswerkstatt. Die Wechselzeiten der Verschleißteile sind auf diese Wartungsintervalle abgestimmt:

- Zündkerzen 15 000 km
- Ölfilter mit 15 000 km oder
- Ölwechsel mindestens einmal jährlich
- Kraftstofffilter 30 000 km
- Zahnriemen 75 000 km.

Bei Einstellarbeiten am Motor ist das Durchdrehen des Motors durch Drehen an den Zahnriemenrädern nicht zulässig, da es dabei zum Überspringen des Zahnriemens kommen kann und in der Folge zur Motorzerstörung (Veränderung der Steuerzeiten und Aufsetzen der Ventile auf den Kolben).

Die Einstellschrauben am Vergaser für CO-, Startvergasers- und Drosselklappen-Justierung sind verplombt. Einstellarbeiten am Vergaser können nur von autorisierten Werkstätten vorgenommen werden, da ohne zugehörige Prüftechnik die korrekte Einstellung nicht gewährleistet ist und sonst der Motorbetrieb gestört und der Schadstoff-Ausstoß erhöht wird. Die nicht verplombte Umgemisch-

Schraube dient der Einstellung der Leerlauf-Drehzahl auf 850 ± 50 U/min, auch hierbei sollte ein geeignetes Meßgerät verwendet werden.

Verschiedene Schrauben (Befestigung der Zahnriemenräder auf Kurbel- und Nockenwelle, Pleuelschrauben, Zylinderkopfschrauben, Befestigung der Nockenwellen- und Kurbelwellenlagerdeckel) dürfen bei Reparaturarbeiten an den zugehörigen Stellen nicht wieder verwendet werden, da sie während der Montage bis in die Streckgrenze belastet werden. Für alle Verschraubungen sind eng tolerierte Befestigungsmomente einzuhalten – auch bei Reparaturarbeiten –, um Funktionsstörungen, Undichtheiten u. a. auszuschließen.

Schlußbetrachtung

Die motorischen Ergebnisse dieses 1,05-dm³-Viertakt-Ottomotors BM 820 werden durch eine wesentliche Erhöhung der Lebensdauer und Zuverlässigkeit gegenüber dem luftgekühlten, gemischgespülten Zweitakt-Ottomotor noch untermauert. Die Zielstellungen beim Einsatz der neuen Viertakt-Ottomotoren gegenüber den bisher in den Fahrzeugen eingesetzten Zweitakt-Ottomotoren sind inhaltlich in den wesentlichen Kriterien erreicht worden. Daß Baureihenmotoren Vorteile hinsichtlich der Verfügbarkeit von Gleichteilen und damit in den Kosten haben, aber Kompromisse in der Anpassung bzw. Optimierung hinsichtlich der einzelnen Fahrzeuge verlangen, war und ist bekannt. Die jetzige Anpassung des BM 820 an das Fahrzeug Trabant 1.1 stellt so einen Kompromiß zu den fahrzeugseitigen Gegebenheiten dar. (19 996)

Literatur

- [1] Dziggel, R.; Sandhagen, J.: Die neue Alpha-Motorenbaureihe von VW motor sympo 86, Zilina, April 1986
- [2] Brandstetter, W.; Dziggel, R.: Der neue 29-kW-Motor für VW Polo und Derby MTZ (1982) Heft 7/8, S. 323
- [3] Hoffmann, Chr.; Weber, G.; Uhlig, G.; Döbel, H.: Der technologische Prozeß zur Herstellung der Vierzylinder-Viertakt-Ottomotoren im VEB Barkas-Werke KFT (1989) Heft 3, S. 65
- [4] Böhme, J.; Otto, L.; Stockmann, R.: Der Vierzylinder-Viertakt-Ottomotor BM 860 des VEB Barkas-Werke KFT (1988) Heft 9, S. 258
- [5] Wolf, G.: Kupplungsgarnitur TF 180 DE 2 R KFT (1988) Heft 11, S. 324
- [6] Döge, H.; Herrmann, G.: Zur neuen Zylinderkopf-Fertigung im VEB Automobilwerke Eisenach KFT (1989) Heft 4, S. 97
- [7] Müller, Chr.: Der Vergaser für den Motor BM 860 des Wartburg 1.3, KFT (1989) 3, S. 69