Übersicht über die Herstellung der Generatorkraftstoffe

Kraftstoffgruppe	rezente Kraftstoffe	fossile Kraftstoffe				
Ausgangsstoff	Holz	Torf	Braunkohle		Steinkohle	
			Stückbraunkohle	erdige Braunkohle	Gasflammkohle	Anthrazit
Vorbehandlung	Fällen Lufttrocknen Zerkleinern	Stechen In Soden formen Lufttrocknen Brechen	Aufbereiten Klassieren Trocknen	Trocknen Mahlen Brikettieren	Aufbereiten Waschen Klassieren	Aufbereiten Waschen Klassieren
Wärmebehandlung	Verkohlung in Meilern oder Retorten	Schwelung bei rd. 500°	Schwelen (500—600°)	Schwelen (500–600°)	Schwelen (600—800°)	
Generator-Kraftstoff	Generator-	Generator-		Gene-	Brikett-	

Lösekrug-Riedel:

Der Fahrzeuggenerator

V. Nachtrag

Ausgabe 15. 8. 1944 **Preis RM 1,20**

Es sind zu entfernen:
Blatt: Allgemeine Angaben vom 1. 7. bzw. 15. 11. 1943
„ Zusammenstellung der verschiedenen Umbau-methoden mit Inhaltsübersicht v. 15. 11. 1943

Neu einzufügen sind:
Blatt „A“: 1 und 2 (vor Abschnitt „M“)
„ „G“: 131, 161, 162, 171, 172
„ „K“: 51

Mittlere chemische Zusammensetzung der Generatorkraftstoffe

Kraftstoff	Brennbares (Gew. %)			Unbrennbares (Gew. %)	
	Kohlenstoff	Wasserstoff	Schwefel	Sauerstoff	Asche
Holz	50	6	0	44	0,6—1
Torf	59	5	0,2	34	2
Braunkohlenbriketts	55	4	0,5	20	6
Holzkohle	84	3	0	7	1
Braunkohlenschwelkoks	73	3	0,8	2,5	12—20
Steinkohlenschwelkoks	86	2	0,8	1,5	7—9
Anthrazit	92	2	0,7	2	bis 3

Mittelwerte der wichtigsten Gütekennziffern von Generatorkraftstoffen

	Holz	Torf	Braunkohlen-briketts	Holzkohle	Braunkohlen-schwelkoks	Steinkohlen-schwelkoks	Anthrazit
Aschegehalt Gew.%	0,6—1	2	6	3	12—20	7—9	bis 3
Wassergehalt Gew.%	15—25	20—25	13—16	3—5	8—12	5—7	2
Flüchtige Bestandteile Gew.%	—	—	44	5	10	5	10
Unterer Heizwert kcal/kg	3700	3400	4800	7000	5800	7000	7800
Schüttgewicht kg/m³	350	320	760	200	600	500	780
Wärmeinhalt der Schüttung ... Mill. kcal/m³	1,3	1,1	3,6	1,4	3,5	3,5	6,0

Prüfverfahren für die Ermittlung der amtlich festgelegten Gütekennwerte von Generatorkraftstoffen

Gütekennwert	Norm-Vorschrift	Kurzbezeichnung des Prüfvorganges	Ergebnis der Prüfung	Bezugszustand der Probe
Körnung	—	Absieben des Kraftstoffes auf Rundlochsieben gemäß der Körnungsbegrenzung Staub (0 — 1 mm), Grus (1 — 3 mm) und Unterkornanteil (3 — 6 mm) durch Absieben in Rundlochprüfsieben nach DIN 1170 und 1171	Anteil an Über- und Unterkorn in Gew.%	wie angeliefert
Wassergehalt	DIN DVM 3721 Ziff. 4—12	1. Bestimmung der „grob en Feuchtigkeit" durch Trocknen der Probe an der Luft, bis gleichbleibendes Gewicht erreicht ist. 2. Bestimmung der „hygroskopischen Feuchtigkeit" der lufttrockenen Probe, und zwar bei Holz, Torf, Braunkohle und Braunkohlenbriketts durch Austreiben des Wassers mittels Erwärmung der mit Xylol vermischten zerkleinerten Kraftstoffprobe, bei Koksen, Anthrazit und Magerkohlen durch Trocknen der zerkleinerten Probe bis 105° im Trockenschrank Der Gesamtwassergehalt kann nach den unter 2. angeführten Verfahren auch unmittelbar bestimmt werden	1. grobe Feuchtigkeit in Gew.% 2. hygroskopische Feuchtigkeit h in Gew.% 3. Gesamtwassergehalt in Gew.% $G = g + \frac{h\,(100-g)}{100}$ oder unmittelbar bestimmt	wie angeliefert lufttrocken wie angeliefert
Aschegehalt	DIN DVM 3721 Ziff. 13/14	Erhitzen von lufttrockenem Kraftstoff im geschlossenen Muffelofen bei 750—800° und Wägen des Rückstandes	Aschegehalt in Gew.%	lufttrocken
Schwefelgehalt	DIN DVM 3721 Ziff. 15—21	Verbrennlicher Schwefel: Verbrennung des Schwefels in Verbindung mit der Heizwertbestimmung in der Kalorimeterbombe und Ermittlung des Schwefels aus den Verbrennungsgasen durch Titration oder Gewichtsanalyse, oder nach Heinze durch Verbrennung der Probe, Absorption der gasförmigen Verbrennungsprodukte und Titration der Absorptionsflüssigkeit (vgl. „Braunkohle" 1940, Heft 47, S. 519—522) Gesamtschwefel: Verbrennung einer Mischung aus der Probe und sog. Eschkamischung (1 Teil wasserfreie Soda und 2 Teile gebrannte Magnesia) und Weiterbehandlung bis zur Fällung des Schwefels als Bariumsulfit, woraus der Gesamtschwefelgehalt errechnet wird	verbrennlicher Schwefel in Gew.% Gesamtschwefel in Gew.%	lufttrocken
Flüchtige Bestandteile	DIN DVM 3725 Ziffer	Verkokung der zerkleinerten Probe im elektrisch beheizten Quarzglastiegel oder im Platintiegel mit Gasbrennerbeheizung bei 875°. Gewichtsverminderung abzüglich der hygroskopischen Feuchtigkeit = Gehalt an flüchtigen Bestandteilen	flüchtige Bestandteile in Gew.%	lufttrocken
Restteergehalt	—	Schwelung der Kraftstoffprobe in der Fischer-Schraderschen Retorte mit Schweleinsatz nach Heinze bei 560° mit Wasserdampf. Aus dem entstehenden Teer-Wasser-Gemisch wird der Teergehalt ermittelt	Restteergehalt in Gew.%	wasserfrei
Unterer Heizwert	DIN DVM 3716	Ermittlung des oberen Heizwertes im Berthelot-Kalorimeter durch Verbrennung einer lufttrockenen Kraftstoffprobe und daraus Berechnung des unteren Heizwertes	unterer Heizwert in kcal/kg	lufttrocken
Schüttgewicht	—	Abwiegen der „ungerüttelten" Füllung eines Gefäßes von etwa 300 mm ⌀ und 300 mm Höhe (Festlegung des Meßgefäßes und des Prüfverfahrens in Vorbereitung)	Schüttgewicht in kg/m³	wie angeliefert

Probenahme für fossile Generatorkraftstoffe gemäß DIN DVM 35 711

Kurze Erläuterung der Gütekennwerte von Generatorkraftstoffen

Gütekennwert	Definition	Generatortechnische Bewertung
Körnung	Bereich der Abmessungen zwischen größter und kleinster Sollgröße des Kraftstoffkornes	Körnung nimmt Einfluß auf Widerstand der Schüttung und damit auf Vergasungsleistung und Vergasungswirkungsgrad, auf Heizwert des Gases, gleichmäßige Gasentwicklung, Flugstaubanfall und Schlackenbildung
Überkorn	Kraftstoffkorn über der oberen Körnungssollgrenze	Verschlechtert Startverhalten und Elastizität der Gaserzeugung
Unterkorn	Kraftstoffkorn unter der unteren Körnungssollgrenze	Verursacht Flugstaubgehalt im Gas, erhöht den Schüttungswiderstand und verringert dadurch die Leistung, verstärkt die Verschlackungsneigung
Wassergehalt	Anteil des Wassers in Gew.-% im angelieferten Kraftstoff	Bei absteigender Vergasung wird Kraftstoffeuchtigkeit in die Vergasung eingeführt und der Spaltung unterworfen und wirkt im Herd kühlend. Bei aufsteigender Vergasung wird Kraftstoffeuchtigkeit verdampft, der Kondensatanfall vergrößert und der Taupunkt des Gases erhöht
Aschegehalt	Anteil des Unverbrennlichen in Gew.-% im angelieferten Kraftstoff	Aschegehalt senkt den Heizwert des Kraftstoffes, erhöht den Wartungsaufwand, kann zu Schlackenschwierigkeiten Anlaß bieten und nimmt Einfluß auf Entaschungs- und Entschlackungseinrichtungen
Verbrennlicher Schwefel	Anteil des Schwefels, der bei Verbrennung des Kraftstoffes in der Bombe nach DIN DVM 3721 ermittelt wird	Schwefel im Gas kann Anlaß zu Anfressungen und Geruchsbelästigungen sein. Der „verbrennliche Schwefel" gibt hierfür nur einen rohen Anhalt. Der tatsächlich „vergasbare" Schwefel ist mangels brauchbarer Verfahren bisher noch nicht bestimmbar
Flüchtige Bestandteile	Die bei Erhitzung auf 875° entweichenden Kraftstoffanteile in Gew.-%	Bei Anthraziten und Magerkohlen ein Anhalt für den Teergehalt Bei Koksen ist ein gewisser Anteil flüchtiger Bestandteile erforderlich, um Start- und Wiederanfachzeiten niedrig zu halten
Restteergehalt	In entteerten Kraftstoffen allenfalls enthaltener Teerrest, ermittelt durch Erhitzen des Kraftstoffes in der Retorte nach Fischer-Schrader-Heinze	Anhalt für die Gefahr der Verpichung des Mischers und der Ventile
Unterer Heizwert	Energiegehalt des Kraftstoffes in kcal (Kilo/Kalorien), Verbrennungswasser als Dampf angenommen	Hoher Heizwert gibt „mehr Kilometer" im Tank, daher geringen Zeitverlust für das Tanken, bezogen auf die Gesamtfahrstrecke
Schüttgewicht	Gewicht der Raumeinheit des lose aufgeschütteten Kraftstoffes in kg/m³	Ermöglicht über den Wärmeinhalt der Schüttung = Schüttgewicht × unterer Heizwert in kcal/m³ einen Anhalt über die Reichweite einer Generatorfüllung

Generatorbauarten und zugehörige Kraftstoffe

Generator-Bauart	Vergasungsart	teerhaltige Kraftstoffe			teerarme und teerfreie Kraftstoffe					
		Holz	Torf	Braunkohlenbriketts (150 g)	Holzkohle	Braunkohlen-Schwelkoks		Steinkohlenschwelkoks	Anthrazit und Magerkohle	
						Aschegehalt: bis 12%	bis 20%		Aschegehalt: bis 3%	bis 7%
Generatoren für Lastkraftwagen:										
Bellay	Querstrom	—	—	—	Bellay	—	—	—	Bellay	—
Daimler-Benz	Querstrom	—	—	—	D.-B.	—	—	D.-B.	D.-B.	—
Deutz	aufsteigend	—	—	—	—	Deutz	—	Deutz	Deutz	Deutz
Evers-Union	absteigend	—	—	E.-U.[1])	—	—	—	—	—	—
Grunert	aufsteigend	—	—	—	—	Grunert	Grunert[2])	Grunert	—	—
Henschel-Finkbeiner	schrägabwärts	—	—	—	—	H.-F.	—	H.-F.	H.-F.	H.-F.
Imbert-GMR	absteigend	Imb. GMR	Imb. GMR[3])	—	—	—	—	—	—	—
Kröning (Südgas)	schrägabwärts	—	—	Kröning	—	—	—	—	—	—
Stinnes	aufsteigend	—	—	—	—	Stinnes	Stinnes[2])	Stinnes	Stinnes	Stinnes
Wisco	aufsteigend	—	—	—	—	Wisco	—	Wisco	Wisco	Wisco
Zeissl	absteigend	Zeissl	—	Zeissl	—	—	—	—	—	—
Zeuch-HB	absteigend	Zeuch	—	Zeuch	—	—	—	—	—	—
Generatoren für Schlepper:										
Deutz	absteigend	Deutz	—	—	—	—	—	—	—	—
E-Generator	absteigend	EG 60	—	EG 60	—	—	—	—	—	—
Miag	absteigend	Miag	—	—	—	—	—	—	—	—
Generatoren für Personenkraftwagen:										
Auto-Union	aufsteigend	—	—	—	Auto-Union	—	—	—	Auto-Union	—
Daimler-Benz	Querstrom	—	—	—	D.-B.	—	—	—	—	—
Dokogen	absteigend	Dokogen	—	—	—	—	—	—	—	—
Gohin-Poulenc	Querstrom	—	—	—	G.-P.	—	—	—	—	—
Hoko	absteigend	—	—	—	Hoko	—	—	—	—	—
Kogen (Grunert)	aufsteigend	—	—	—	Kogen	Kogen	—	Kogen	—	—
Royal	Querstrom	—	—	—	Royal	—	—	—	—	—

[1]) Typ 22 und 24 nur 2" Oval-Briketts (60 g).

[2]) mit erhöhtem Wartungsaufwand.

[3]) nur in Zumischung zu Holz = mindestens 2 Vol. Teile Holz auf 1 Teil Torf.

Bearbeiter: F. Jantsch

Amtlich festgelegte Preise für Generatorkraftstoffe

Stand: Herbst 1943

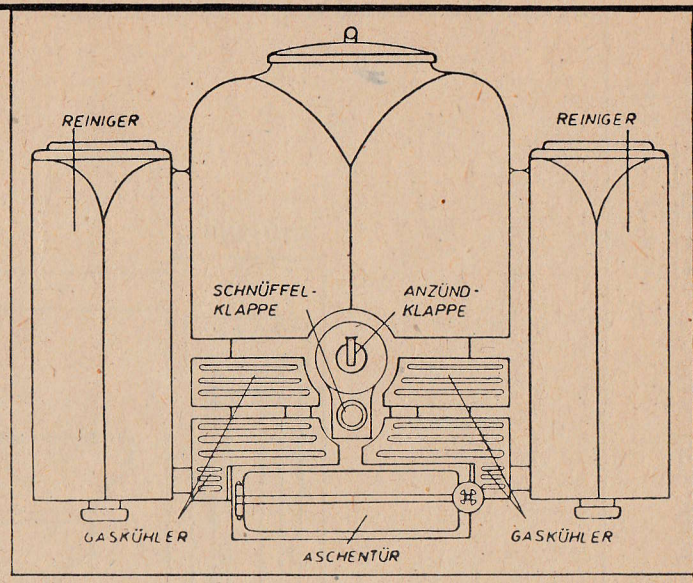
Art der Abgabe	Teerarme Kraftstoffe			Teerreiche Kraftstoffe			
	Generator-Anthrazit RM/t	Generator-Steinkohlen-Schwelkoks RM/t	Sudetenländischer Braunkohlen-Schwelkoks RM/t	Generator-Holz*) RM/t	Generator-Braunkohlen-briketts RM/t	Generator-Feinkorn-briketts RM/t	Generator-Torf RM/t
Ab Werk	30,—	28,—	38,—	63,—	21,—	23,—	26,—
Im Waggon frei jeder deutschen Bahnstation	44,—	38,—	38,—	—,—	21,—	23,—	26,—
Ab Lager lose	56,—	48,—	48,—	72,—	29,50	31,50	38,—
Ab Lager gesackt	64,—	56,—	56,—	—,—	37,50	39,50	46,—
Ab Tankstelle in 25-kg-Säcken, je Sack d. i. je t	2,— 80,—	1,75 70,—	1,75 70,—	1,45**) 87,—	1,30 52,—	1,35 54,—	1,55 62,—

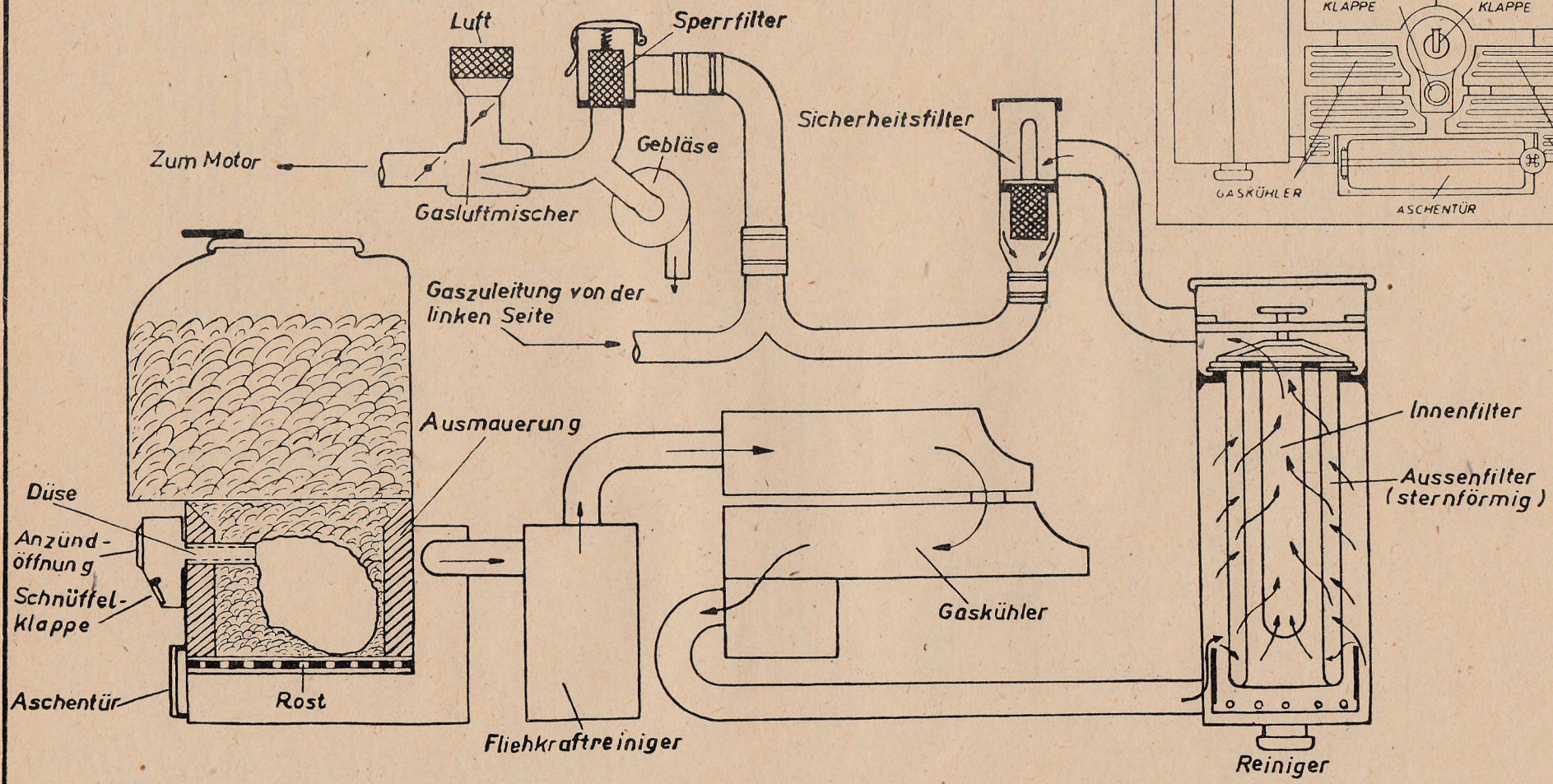
*) 1 t = 3 Raummeter **) 1 Sack = 1/20 Raummeter

Bearbeiter: F. Jantsch

K Blatt 51
Ausgabe 15. 8. 1944

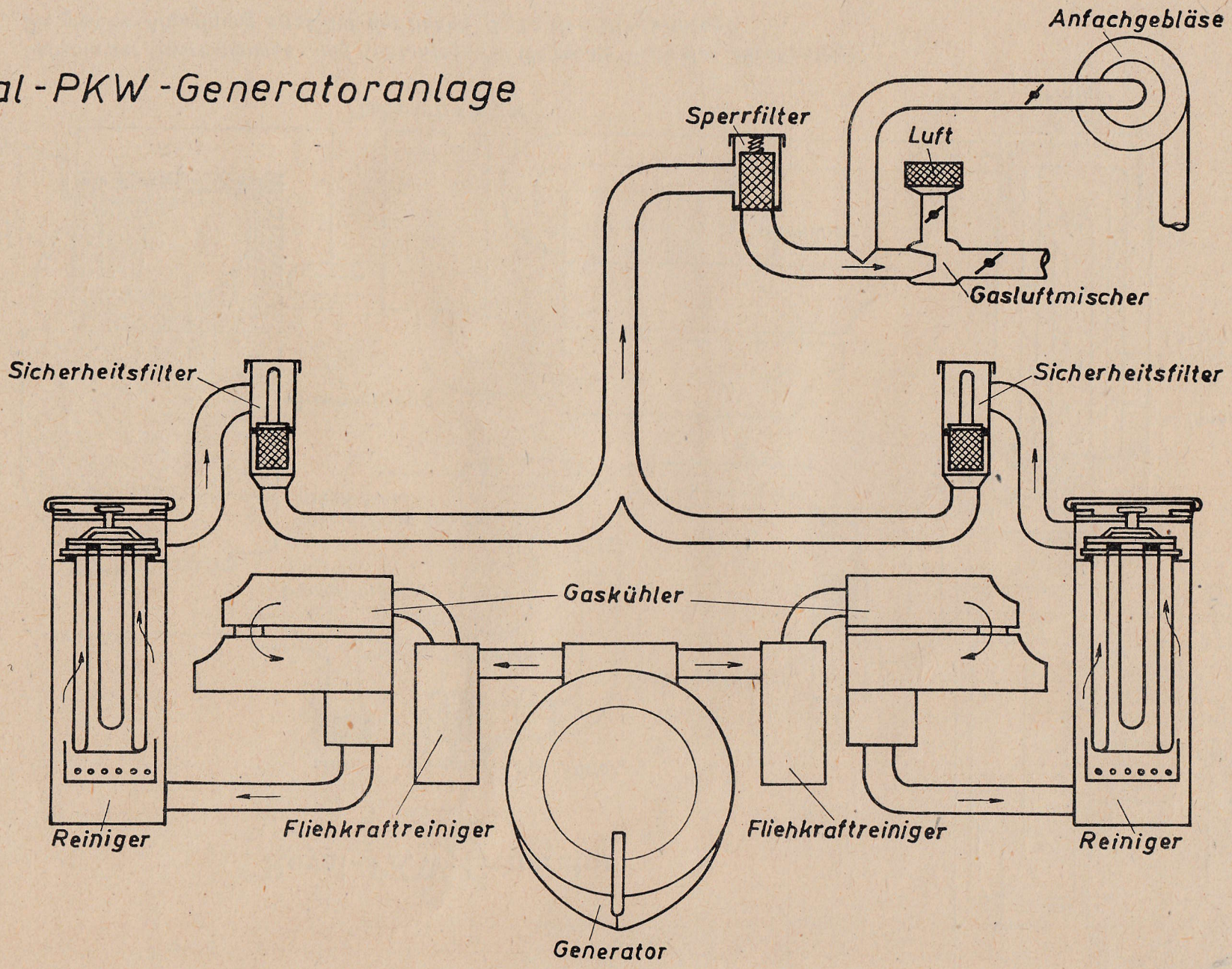
Royal-PKW-Generator





Schema der Gasreinigungs - und Kühlanlage für die rechte Seite der Blockanlage.
Die gleiche Anordnung sitzt auf der linken Seite der Blockanlage.

Royal-PKW-Generatoranlage



Royal-PKW-Generator

Hersteller: Royal & Co. A.-G., Zürich (Schweiz)

Verteilungslager der Zentralstelle für Generatoren:
Ullrich & Co., Berlin W 35, Am Karlsbad 1 b, Telefon: 22 92 81

Der Generator wird in folgenden Größen hergestellt:

Spezial I/HKG I für 25— 50 m³/h Gasleistung
„ II/HKG II „ 45— 90 „ „
„ III/HKG III „ 75—115 „ „

Der Verwendungsbereich der einzelnen Generatoren ist aus nachstehendem Kurvenblatt zu ersehen.

Als Kraftstoff eignet sich Holzkohle oder Torfkoks. Die Anlage wird als Blockanlage geliefert und besteht aus folgenden Teilen:

1. Generator
2. Fliehkraftreiniger
3. Gaskühler
4. Feinreiniger
5. Sicherheitsfilter
6. Sperrfilter
7. Gasluftmischer
8. Anfachgebläse.

Der Generator ist ein Querstrom-Düsengenerator. Die Düse ist mit Natriummetall als Kühlmittel gefüllt. Beschädigte Düsen sind vorsichtig auszubauen und gegen Nässe geschützt zur Reparatur einzusenden. Infolge der Natriumfüllung darf die beschädigte Düse keinesfalls mit Wasser in Berührung kommen.

Der Herd ist mit einer Schamotteausmauerung versehen. Beim Befüllen des Generators ist bis zur Höhe der Ausmauerung Holzkohle mit einer Körnung von 10×35 mm einzufüllen. Hierauf wird der Füllschacht mit normaler Holzkohle (Fahrkohle) oder Torfkoks gefüllt. Das Anzünden des Generators erfolgt mit einer Lunte oder einem Generatorstreichholz durch die Schnüffelklappe vor der Düse.

Tägliches Leerziehen des Generators ist nicht erforderlich. Vorteilhaft ist es jedoch, vor Beendigung der Fahrt nur noch so viel Kraftstoff aufzugeben, wie zur Erreichung des Fahrzieles notwendig ist und erst am anderen Morgen vor dem Starten aufzutanken. Beim Nachfüllen des Kraftstoffes während des Betriebes müssen Motor und Gebläse abgestellt werden, damit keine Luft angesaugt wird, die mit Generatorgas gemischt im Innern des Generators zu Verpuffungen führen kann. Vor dem Auffüllen des Kraftstoffes sind die im Füllschacht angesammelten Gase durch Einwurf eines brennenden Streichholzes abzubrennen.

Angefallene Schlacke und Asche kann durch die unter dem Rost angebrachte Aschentür entfernt werden. Hierbei ist der Rost herauszunehmen und ein Absperrblech in die Rostschiene einzusetzen, damit die unverbrauchte Kraftstoffüllung nicht nachrutscht. Nach der Säuberung des Aschenkastens wird der Rost wieder eingesetzt, das Absperrblech herausgenommen und die Aschentür wieder luftdicht verschlossen. Die Dichtflächen der Aschentür sind sauber zu halten und mit Graphitölgemisch zu bestreichen. Diese Reinigungsarbeiten sind täglich vorzunehmen. Bei größeren Fahrstrecken ist beim Nachlassen der Motorleistung und starkem Ansteigen des Unterdruckes an dem am Herdausgang angeschlossenen Unterdruckmesser zu entschlacken. Ein vollständiges Entleeren des Generators ist nur vorzunehmen, wenn gleichzeitig die gesamte Anlage gereinigt und durchgespült wird, was nach etwa 5000 km Fahrstrecke notwendig ist.

Durch zwei Rohrleitungen wird das Gas am Generator abgesaugt und zwei Fliehkraftreinigern, die rechts und links am Generator sitzen, zugeführt. Die Staubgefäße der Fliehkraftreiniger sind täglich bzw. alle 500 km zu entleeren. Von den Fliehkraftreinigern gelangt das Gas in je einen Gaskühler, die als Röhrenkühler mit rechteckigem Querschnitt in Form einer Stoßleiste in Höhe der Schnüffelklappe am Generator angebracht sind. Zur weiteren Reinigung des Gases ist in jeder Gasleitung ein Feinreiniger angeordnet. Diese beiden Feinreiniger sitzen ebenfalls rechts und links vom Generator.

Am Gasaustritt eines jeden Feinreinigers sitzt noch ein feinmaschiges Drahtsiebfilter als Sicherheitsfilter. Es hat die Aufgabe, Staubteile, die durch undichte Stellen im Stoffilter mitgerissen wurden, aufzuhalten. Die Säuberung der Feinreiniger und Sicherheitsfilter soll alle 5000 km, bei hohem Staubanfall entsprechend früher, erfolgen. Die Tuchfilter sind nach dem Herausnehmen durch Abklopfen oder Ausblasen mit Preßluft zu reinigen. Nachdem die Aschentür geöffnet ist, werden mit einem Wasserstrahl die Filtergehäuse gründlich durchgespült, bis aus dem Aschenkasten sauberes Wasser abfließt. Hierauf werden die unteren Deckel der Fliehkraftreiniger und die unteren Reinigungsstutzen der Filtergehäuse geöffnet, damit das Reinigungswasser abfließen kann. Steht Preßluft zur Verfügung, so empfiehlt es sich, die Reinigungsanlage hiermit trocken zu blasen.

Beim Einsetzen der Filter achte man darauf, daß am äußeren Filter, welches als Sternfilter gebaut ist, die Ketten ordnungsmäßig in den Falten des Stoffes liegen. Die Ketten sollen durch die Fahrerschütterungen hin und her schwingen und den Staub von dem Filtertuch beseitigen. Nachdem die Filter wieder eingesetzt sind, werden die Dichtflächen der Verschlußdeckel gesäubert, mit Graphitölgemisch bestrichen und die Anlage wieder dicht verschlossen.

Hinter dem Sicherheitsfilter werden die beiden Abgangsleitungen wieder hosenrohrförmig zusammengeführt und in einer Rohrleitung von 60 mm Durchmesser unter dem Wagenboden zum Gasluftmischer verlegt.

An den tiefsten Stellen dieser Rohrleitung werden zwei Kondenswasserbehälter mit Ablaßhähnen angebracht. Die Ablaßhähne sind so anzuordnen, daß sie bequem zu bedienen sind. Um die Gastemperatur beim Eintritt in den Motor möglichst auf etwa 25 bis 35° C herabzusetzen, kann die Rohrleitung durch Verlegung großer Rohrbogen verlängert werden; oder man baut einen Spezialgaskühler mit rechteckigem Querschnitt von 350×20 mm und 0,7 m² Oberfläche in der Rohrleitung zum Gasluftmischer ein. Dieser Spezialgaskühler ist gesondert zu bestellen.

Vor dem Eintritt in den Gasluftmischer passiert das Gas nochmals ein Sperrfilter (feinmaschiges Siebfilter). Dieses Filter soll stets sauber sein. Werden in dem Filter Unreinheiten festgestellt, so ist an der Anlage etwas nicht in Ordnung. Entweder sind die Filter schadhaft oder die Rohrleitung ist undicht.

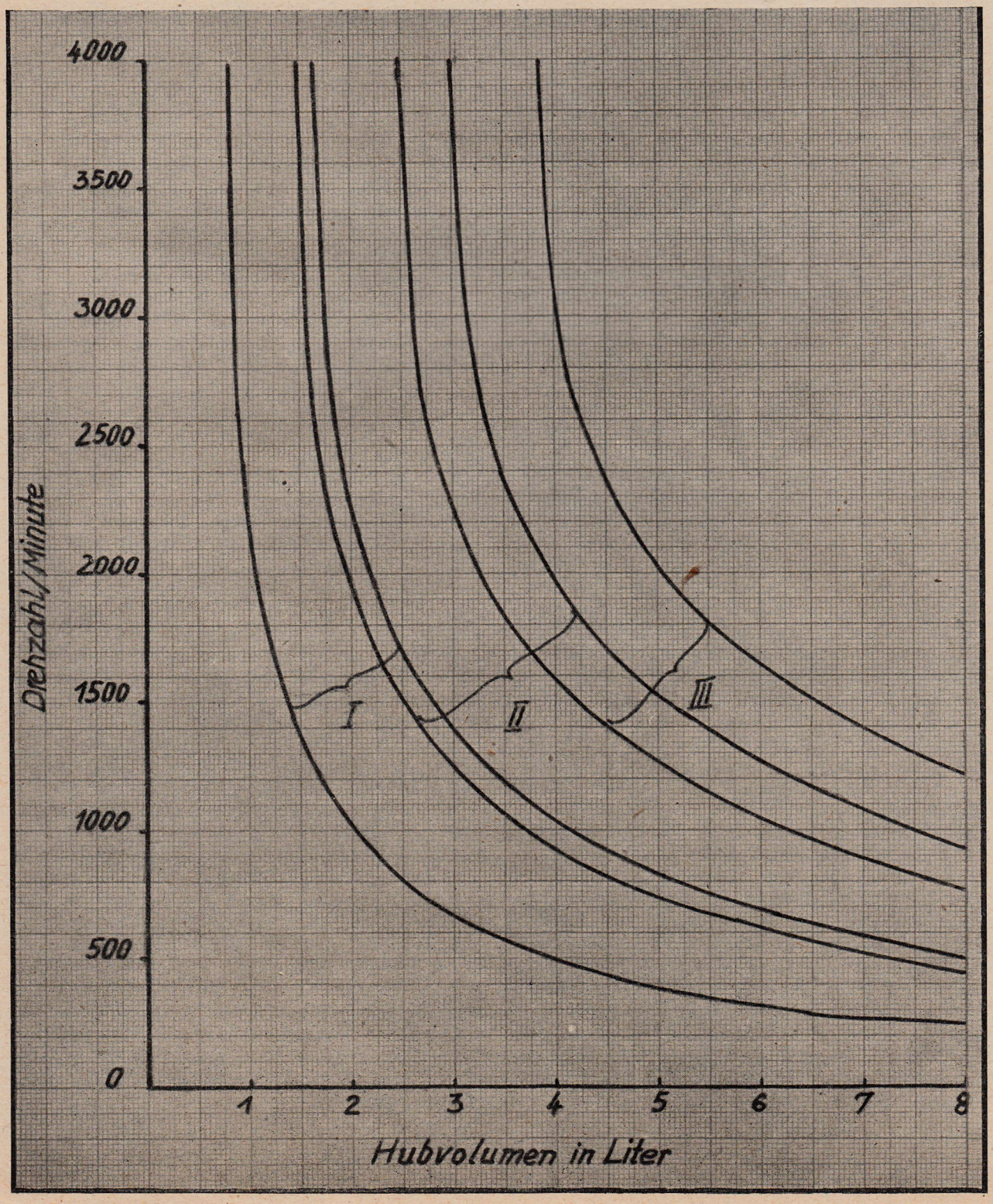
Der Gasluftmischer wird in zwei Ausführungen geliefert. Normal als Royal-Mischer oder auf Grund besonderer Bestellung als Spiwa - Mischer mit Schnellstartvorrichtung.

Der Luftansaugstutzen des Gasluftmischers ist bis außerhalb der Motorhaube zu verlängern, um Belästigungen der Wageninsassen durch austretende Gase zu vermeiden. Über dem Luftansaugstutzen ist ein Regenschutz anzubringen.

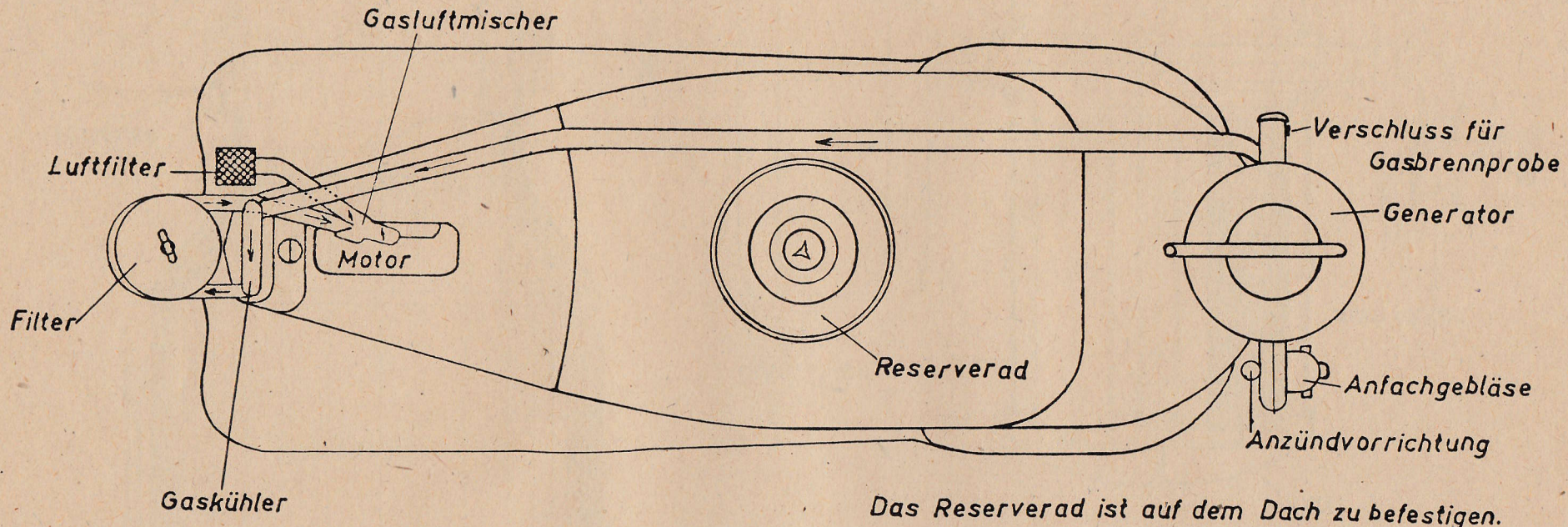
Die Generatoranlage wird zweckmäßig am Fahrzeugheck auf einer U- oder Winkeleisenschiene montiert. Am Füllschacht sind außerdem zwei Befestigungsösen angeschweißt, die durch Verstrebungen mit der Karosserie verbunden werden. Die Anlage soll möglichst senkrecht angebracht werden. Schräglage über 5° ist zu vermeiden.

Royal-PKW-Generator Typ I, II und III

Bestimmung der Generatorgröße für Kraftfahrzeuge mit Viertaktmotoren aus Hubvolumen und Drehzahl

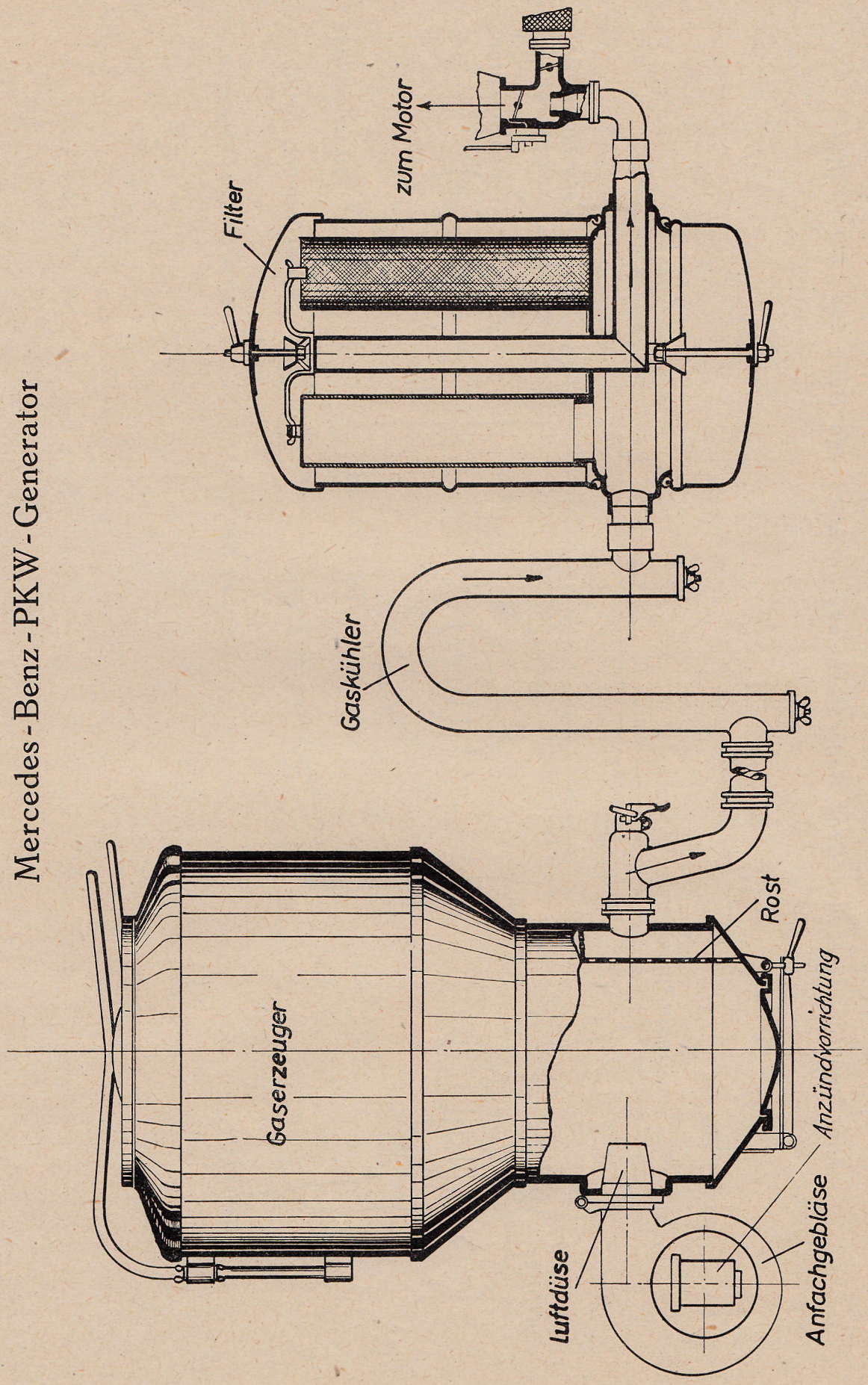


Anordnung der Mercedes Benz Generatoranlage am Mercedes Benz Typ 170 V PKW.



Das Reserverad ist auf dem Dach zu befestigen.

Mercedes-Benz-PKW-Generator



Mercedes-Benz PKW-Generator

Hersteller: Daimler-Benz A.-G., Stuttgart-Untertürkheim

Der Gaserzeuger ist ein Querstrom-Düsengenerator. Als Kraftstoff werden Holzkohle (Fahrkohle) und Holzkohle ähnliche Festkraftstoffe verwendet. Die Anlage, die nur in einer Größe hergestellt wird, ist in erster Linie für den Einbau in folgende PKW-Typen vorgesehen: Ford Eifel, Mercedes V 170, Opel Olympia. Sie kann jedoch auch in andere PKW entsprechender Motorgröße eingebaut werden. Der Verwendungsbereich ist aus anliegendem Kurvenblatt zu entnehmen. Die Anlage besteht aus folgenden Teilen:

1. Generator,
2. Gaskühler,
3. Filter,
4. Gasluftmischer,
5. Anfachgebläse.

Der Generator arbeitet ohne Wasserdampfzusatz. Die Luft wird seitlich durch eine Düse zugeführt. Die Düse besteht aus Grauguß und ist leicht auswechselbar. Im neuen Zustand hat sie eine Länge von 90 mm. Sobald die Düse auf etwa 60 mm abgebrannt ist, muß sie erneuert werden, da sich sonst das Feuerbett zu nahe an die Generatorwandung verlagert und Glühstellen sowie Wandzerstörungen hervorruft. Die Bohrung der Düse beträgt normal 16 mm Durchmesser. Bei Motoren unter 1,5 Liter Hubvolumen ist die Düsenbohrung durch Einsetzen eines Rohres auf 14 mm Durchmesser zu verkleinern. Zu beachten ist hierbei, daß das Einsatzrohr nicht ganz bis zum Düsenmund durchgehen darf, sondern etwa 2 bis 3 mm kürzer sein muß, da sonst ein zu starker Abbrand desselben entsteht. Bei Motoren über 2 Liter Hubvolumen ist die Düsenbohrung durch Aufbohren auf 18 mm Durchmesser zu vergrößern. Die angegebenen Werte gelten für den normalen Fahrbetrieb. Sofern das Fahrzeug ausschließlich im Stadtverkehr mit vielen Haltepausen eingesetzt ist, empfiehlt es sich, die Düsenbohrungen 2 mm kleiner, wie vorher angegeben, zu wählen.

Der Düse gegenüber sitzt der Rost, durch den das Gas hindurchströmt und hinter dem Rost abgesaugt wird. Der Rost ist bogenförmig ausgebildet. Bei Motoren über 2 Liter Hubvolumen ist der Rost zweckmäßig zu vergrößern, um selbst bei teilweisem Zusetzen durch Asche und Flugstaub noch genügend Gasdurchgang zu ermöglichen. Der Generator wird mit 24 kg Holzkohle gefüllt, die im Durchschnitt für 100 bis 130 km Fahrstrecke ausreichen. Sobald sich durch Leistungsabnahme und starken Temperaturanstieg in der Feuerzone ein Verbrauch der Kraftstoffüllung bemerkbar macht, ist Holzkohle nachzufüllen. Um zu weiten Abbrand zu vermeiden, empfiehlt es sich, alle 100 km Kraftstoff nachzufüllen. Nach viermaliger Füllung, was ungefähr 500 km Fahrstrecke entspricht, muß der Generator vollständig entleert und gereinigt werden. Zu diesem Zweck wird nach dessen Abkühlung die Bodenklappe geöffnet und der Kraftstoffrest sowie Schlacke und Asche entfernt. Nicht verbrauchter Kraftstoff kann nach Aussieben wieder verwendet werden. Der Rost wird nach oben herausgezogen und ebenfalls alle 500 km gereinigt. Vor dem Wiederaufsetzen der Füll- und Reinigungsdeckel sind die Dichtflächen gut zu säubern und mit Graphitölgemisch zu bestreichen. Am Gasabgangsrohr des Generators ist ein Schnellverschluß angebracht, an welchem nach dem Anfachen des Generators die Gasbrennprobe vorgenommen wird. Das Anzünden des Generators erfolgt durch die Düsenöffnung mit einem Spezial-Generatorzündholz. Das Gebläse ist schwenkbar und bei Einführung des Zündholzes in die Düsenöffnung hochzuklappen. Steht kein Generatorzündholz zur Verfügung, so ist die Anzündvorrichtung am Gebläse zu benutzen. Diese Anzündvorrichtung wird mit zerkleinerter Holzkohle (8-mm-Körnung) gefüllt und diese bei laufendem Gebläse mit einer Lunte entzündet. Sobald die Holzkohle fast vollständig abgesaugt ist, muß der Deckel der Anzündvorrichtung wieder geschlossen werden.

Durch eine am Boden des Fahrzeuges verlegte Rohrleitung wird das Gas vom Generator am Heck zum Gaskühler geleitet. Der Gaskühler ist ein Röhrenkühler, der zwischen Kühlerattrappe und Motorkühler, im Ventilatorsog liegend, untergebracht ist. Die Reinigung des Kühlers und der Rohrleitungen muß spätestens alle 10 000 km erfolgen. Zwei Reinigungsverschlüsse am Kühlereingang und Kühlerabgang erleichtern die Reinigung.

Die Reinigung des Gases erfolgt in einem Filter, der an zwei Tragarmen vor dem Motorkühler angeordnet wird. Das Gas tritt unten in den Filter ein, durchströmt die Filterschläuche von innen nach außen und wird unten seitlich abgesaugt. Ungefähr alle 200 km ist der obere Verschlußdeckel des Filters abzuheben, die Filterschläuche abzuhängen und durch kräftiges Schütteln von innen anhaftendem Staub zu befreien. Bei jedem Reinigen des Generators, d. h. alle 500 km, ist gleichzeitig das Filter gründlich zu säubern. Die Filterschläuche sind auszuschütteln und der im Filterunterteil angesammelte Staub auszuleeren. Beim Wiederaufsetzen des Filterober- und -unterteiles achte man darauf, daß die Dichtflächen sauber und mit Graphitölgemisch bestrichen sind, damit durch gutes Abdichten der Eintritt von Falschluft verhindert wird.

Als Gasluftmischer wird das Fabrikat Solex Typ 32 verwendet. Zur Erreichung einer raschen Startmöglichkeit und zum Bewegen des Fahrzeuges mit eigener Kraft beim Ein- und Ausfahren in Garagen ist gleichzeitig am Mischer ein Hilfsvergaser für Benzinbetrieb angeordnet.

Das Anfachgebläse arbeitet mit 6 Volt Spannung.

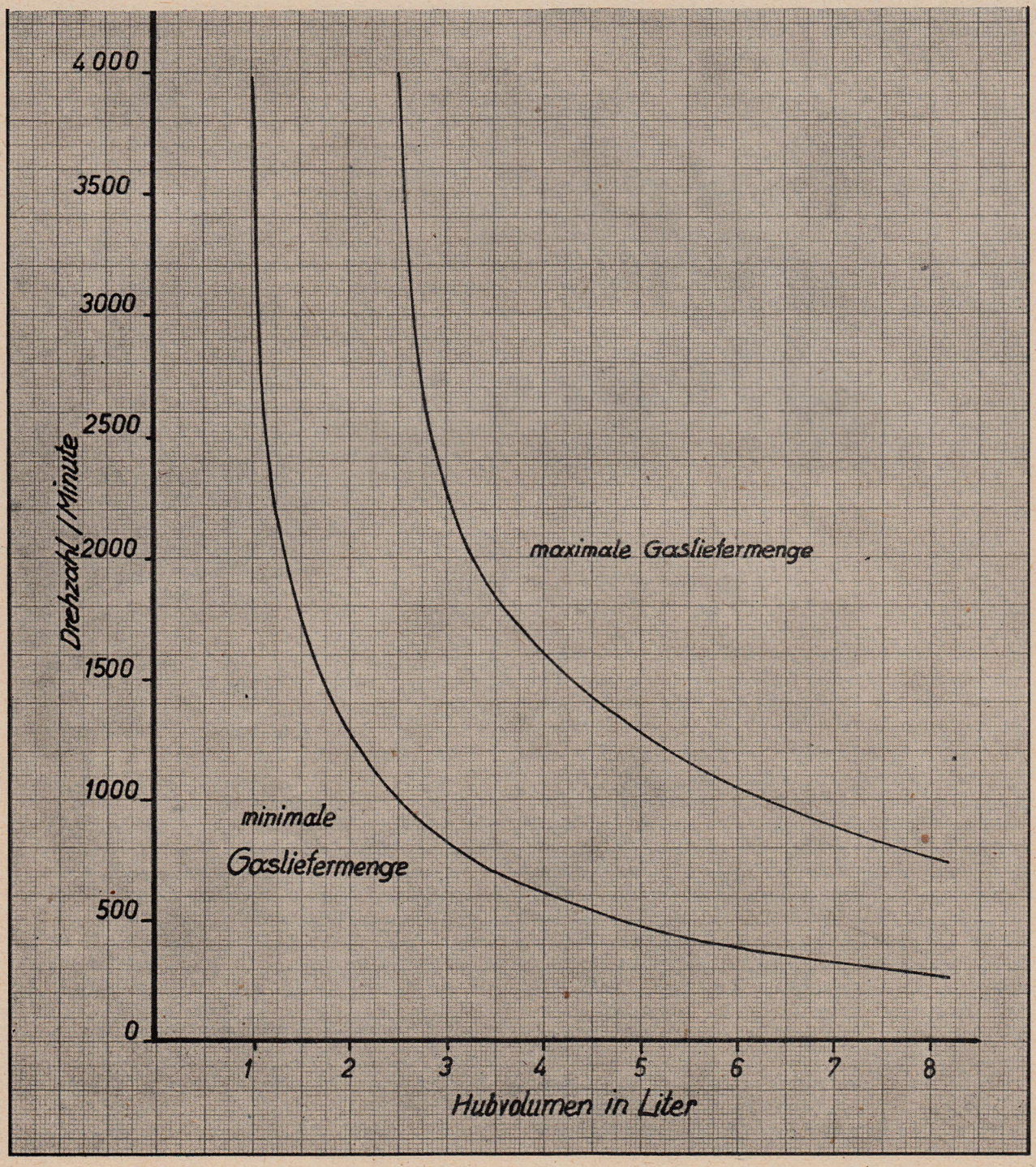
Für die obengenannten Kfz-Typen werden die Generatoranlagen mit den passenden Motorumbau- und Generatoranbauteilen als sogenannte Baukästen

geliefert. Soll die Anlage in ein anderes Fabrikat eingebaut werden, kann auf diese Befestigungsteile verzichtet werden, was bei der Bestellung zu berücksichtigen ist.

Zum teilweisen Ausgleich des infolge des geringeren Heizwertes des Generatorgases bei Otto-Motoren eintretenden Leistungsverlustes empfiehlt es sich, das Verdichtungsverhältnis zu erhöhen. Für den Mercedes-Benz-170-V-Motor beispielsweise wird im Austausch ein anderer Zylinderkopf geliefert, wodurch das Verdichtungsverhältnis von 1 : 6 auf 1 : 8,7 erhöht werden kann. Bei anderen Motorfabrikaten ist es angebracht, das Verdichtungsverhältnis durch Erniedrigung des Zylinderkopfes (Abhobeln und Abschleifen) bzw. Verwendung dünnerer Zylinderkopfdichtungen zu erhöhen. Da die mittleren effektiven Drücke bei Gengas infolge des geringeren Gemischheizwertes viel niedriger als beim Benzinbetrieb sind, kann die Verdichtung auf 1 : 8 ohne Bedenken erhöht werden.

Mercedes-Benz-PKW-Generator

Verwendungsbereich des Generators für Kraftfahrzeuge mit Viertaktmotoren nach Hubvolumen und Drehzahl



Allgemeines über Generatorgas-Betrieb in Personenkraftwagen

Von C. Menges.

Nachdem der Generatorgasbetrieb im Lastkraftwagen selbstverständlich geworden ist, lag der Wunsch nahe, die festen Kraftstoffe auch für Personenkraftwagen zu benutzen. Die anders gelagerten Betriebsverhältnisse, die geringere Belastungsmöglichkeit sowie der wesentlich kleinere Fahrzeugaufbau stellen jedoch andere Anforderungen an die Konstruktion des Generators und müssen bei der Entwicklung der Generatoren in Rechnung gestellt werden. Die Personenwagen-Generatoranlage muß deshalb, wenn sie brauchbar und wirtschaftlich einsatzfähig sein soll, folgenden Bedingungen entsprechen:

1. geringer Wartungsbedarf,
2. große Elastizität,
3. kleines Eigengewicht,
4. wenig Platzbedarf.

Während beim Lastkraftwagen der Fahrzeuglenker seine Tätigkeit in den meisten Fällen als Hauptberuf ausübt, hierfür ausgebildet ist, entsprechende Arbeitskleidung besitzt und auch in der Arbeitszeit beruflich die Fahrzeugwartung ausübt, liegen die Verhältnisse beim Personenkraftwagenfahrer meist anders. Abgesehen von den wenigen Einzelfällen, in denen Berufsfahrer zur Verfügung stehen, wird der PKW durchweg von Fahrern oder Fahrerinnen gesteuert, die den Wagen bei Ausübung ihres Berufes nur als notwendiges Beförderungsmittel benötigen. Sie sind daher mit den technischen und chemischen Vorgängen in der Maschine und in der Generatoranlage auch weniger vertraut, besitzen keine entsprechende Arbeitskleidung und verfügen kaum über die notwendige Zeit, täglich größere Wartungsarbeiten ausführen zu können. Die PKW-Generatoranlage muß daher bequem und ohne große Fachkenntnisse zu bedienen sein. Füllung, Anzünden und Entleeren des Generators müssen leicht und ohne größere Schmutzbelästigung durchgeführt werden können. Vorteilhaft ist daher derjenige Generator, der nicht täglich ausgeräumt werden muß und mit einer Generatorfüllung ein Höchstmaß an Kilometern ergibt. Ebenso muß die Säuberung der Reinigungsanlage sowie die Erneuerung des Filtermaterials mit einfachen Mitteln und geringstem Zeitaufwand möglich sein.

Im Gegensatz zum Motor des Lastkraftwagens besitzt der Motor des PKW keinen Drehzahlregler und hat daher einen wesentlich größeren Drehzahlbereich, der im Fahrbetrieb ausgenutzt wird. Sowohl im Stadtverkehr mit seiner Geschwindigkeitsbegrenzung auf 40 km pro Stunde als auch im Überlandverkehr mit den doppelt so hohen Geschwindigkeiten muß der Generator ein einwandfreies Gas liefern. Die Generatoranlage muß daher in der Gaslieferung sehr elastisch sein, damit beim plötzlichen Übergang von niedriger auf hohe Geschwindigkeit oder bei Bergfahrten innerhalb kürzester Zeit genügend Gas bereitsteht, um den erhöhten Gasbedarf des Motors zu befriedigen. Diese Forderung ließ sich nur mit Kraftstoffen großer Reaktionsfreudigkeit erfüllen. Holzkohle, holzkohleähnliche und Holz sind als sehr reaktionsfreudige Kraftstoffe hierfür besonders gut geeignet. Braunkohlenbriketts und Braunkohlen-Schwelkoks sind wohl auch als reaktionsfreudig zu bezeichnen, ergeben jedoch durch ihren erhöhten Aschenanfall im verhältnismäßig kleinen PKW-Generator leicht Schwierigkeiten und verlangen erhöhten Wartungsaufwand bzw. mechanisch betätigte Rüttelvorrichtungen. Bei Anthrazit, der durch seinen hohen Heizwert große Kilometerleistung pro Kilogramm Kraftstoff ergibt, versucht man in neuester Zeit auch im Personenkraftwagenbetrieb in Düsengeneratoren mit kleiner Feuerzone und hoher Temperatur, die sich Belastungsschwankungen rasch anpassen, die Reaktionsträgheit dieses Kraftstoffes zu überbrücken, und man hat bereits gute Erfolge erzielt.

Das Eigengewicht der Anlage soll möglichst gering sein. Aus preislichen Gründen sowie zur Erzielung rascher Beschleunigung, guter Bergsteigfähigkeit und hoher Geschwindigkeiten ist der PKW möglichst leicht gebaut. Er verträgt daher keine große Gewichtsbelastung, wenn man nicht eine so große Einbuße an zulässiger Belastung in Kauf nehmen will, daß ein bis zwei Personen weniger mit dem Fahrzeug befördert werden können. Der höchstzulässige Achsdruck für die Vorderachse und Hinterachse darf nicht überschritten werden. Hierauf ist vor Beginn der Umstellung bereits Rücksicht zu nehmen und durch Wiegen des Wagens sowie der Anlage einschließlich Füllung zu prüfen, ob man unterhalb dieser Höchstwerte bleibt. Der zulässige Achsdruck des Fahrzeuges kann hierfür aus dem Kraftfahrzeugbrief oder der Zulassungsbescheinigung entnommen werden. Die vorhandenen Achsdrücke des Wagens werden durch getrenntes Wiegen des Wagens, einmal mit der Vorderachse und einmal mit der Hinterachse auf der Waage stehend, ermittelt.

Die Generatoranlagen beim PKW werden sehr unterschiedlich angeordnet. Werden die Anlagen in der Blockbauweise angeliefert, d. h. wenn Generator und Reiniger zusammengebaut sind, ist es zu empfehlen, bei relativ schweren Anlagen diese am Heck des Fahrzeuges anzubringen und bei leichten Anlagen sie vor den Kühler zu setzen. Die beste Lastverteilung liegt zweifellos dann vor, wenn Generator und Filteranlage getrennt am Heck und vorm Kühler angeordnet werden. Eine günstige Gewichtsverteilung hat man auch dann, wenn der Generator auf einer Seite und die Reinigeranlage auf der anderen Seite des Wagens seitlich angeordnet werden.

Wird der Generator nur am Wagenheck angeordnet, so ist als zusätzliche Belastung der Hinterachse mindestens das Gewicht des Generators einschließlich der Füllung zur ermittelten Hinterachsbelastung hinzuzuzählen. Ist die Ausladung der Anlage sehr groß, so daß der Schwerpunkt der Anlage weit hinter der Hinterachse liegt und damit das Gewicht der Anlage über einen langen Hebelarm auf die Hinterachse wirkt, muß man das Generatorgewicht einschließlich Füllung bei der Berechnung bis zu 50 % erhöhen. Das gleiche gilt dann, wenn die

Anlage allein vor dem Kühler angebracht wird, für die Belastung der Vorderachse bzw. der Vorderreifen. Sind Vorratsbehälter für den Kraftstoff angeordnet oder ist die Mitnahme von Reservekraftstoff irgendwie vorgesehen, so ist das Gewicht des mitzunehmenden Kraftstoffes immer zu berücksichtigen und ist eventuell auf die Mitnahme von ein bis zwei Personen zu verzichten. Besonders zur Schonung der Reifen empfiehlt es sich, die Belastung nicht über den höchstzulässigen Wert zu steigern. Eventuell sind bei Neubeschaffungen von Reifen Reifenübergrößen anzufordern. Wenn es irgend möglich ist, soll man besonders bei Blockanlagen, am Heck angeordnet, die Hinterfedern verstärken. Erfolgt die Montage am Fahrzeugheck, so setzt man den Generator meist in den Kofferraum, um den Abstand von der Hinterachse möglichst klein zu halten und um das Fahrzeug nicht übermäßig so zu verlängern, daß eine Unterstellung in einer normalen PKW-Garage nicht mehr möglich ist. Zur Vermeidung von Hitze und Geruchsbelästigung der Insassen sowie wegen der Brandgefahr für Polster und Karosserieteile ist für gute Abschirmung des Generators durch Isolierung mit Asbest und Blechplatten zu sorgen.

Mancher geschickte Werkstattmeister oder Monteur baut die Generatoranlage so geschickt ein, daß von ihr kaum etwas zu sehen ist. Wenn dies auch im Hinblick auf ein gefälliges Äußeres des Fahrzeuges sehr zu begrüßen ist, so muß doch vor Übertreibungen gewarnt werden, da hierdurch leicht die gute Zugänglichkeit der Anlage bei ihrer Wartung erschwert wird und große Eingriffe in den Karosserieaufbau nicht zu umgehen sind.

Kleinere Generatoren werden vielfach vor dem Motorkühler montiert. Bei dieser Einbauart liegt der Generator im Blickfeld des Fahrers, was zweifellos für seine Betriebsüberwachung von Vorteil ist. Eine Isolierung gegen den Aufbau erübrigt sich hierbei ebenfalls. Nachteilig dürfte die leichte Empfindlichkeit gegen Beschädigungen bei Zusammenstößen sein. Gelangt ein Generator zur Verwendung, der für den seitlichen Einbau am Fahrzeug vorgesehen ist, so wird derselbe in Höhe der Spritzwand, also zwischen Vorderrad und vorderer Tür, angebracht. Meist wird es hierbei notwendig sein, die vorderen Kotflügel entsprechend abzuändern. Zweckmäßig wird der Generator auf der linken Fahrzeugseite und der Reiniger in gleicher Höhe auf der rechten befestigt. Bei dieser Anordnung wird eine günstige Gewichtsverteilung auf die Vorder- und Hinterachse erzielt, und man kommt mit verhältnismäßig kurzen Rohrleitungen aus.

Die Verlegung der Rohrleitungen hat so zu erfolgen, daß die Bodenfreiheit des Fahrzeuges nicht verringert wird und der Lenkungseinschlag der Vorderräder voll erhalten bleibt. Eine Durchführung der gasführenden Rohrleitungen durch das Wageninnere ist wegen der Vergiftungsgefahr für die Insassen bei Undichtheiten verboten. Die Leitungen sind so zu verlegen, daß keine Wassersäcke entstehen. An den tiefsten Stellen sind Entleerungsöffnungen anzuordnen, die zur leichten Bedienung mit Schnellverschlüssen zu versehen sind.

Die Ottomotoren der PKW sind für den Betrieb mit Flüssigkraftstoff einer Oktanzahl von 74 gebaut und haben daher ein niedriges Verdichtungsverhältnis. Man versucht daher durch Höherverdichtung den infolge des niedrigeren Gemischheizwertes des Generatorgases eintretenden Leistungsverlust möglichst klein zu halten. Generatorgas ist mit einer Oktanzahl von 105 und höher sehr klopffest, so daß eine Höherverdichtung möglich ist. Mit der Höherverdichtung steigen jedoch die Verbrennungsdrücke und hierdurch auch die Belastungen der Lager- und Triebwerksteile, die beim PKW-Motor wegen der hohen Drehzahlen und aus Gewichtsersparnis möglichst klein und leicht gehalten sind. Bei gleichem Verdichtungsverhältnis sind die Verbrennungsdrücke des Generatorgases durch den geringeren Gemischheizwert jedoch niedriger. Sie lassen daher eine gewisse Höherverdichtung zu, ohne die Lager und Triebwerksteile stärker zu beanspruchen. Durch ausgedehnte Versuche wurde ermittelt, daß man ohne Bedenken das Verdichtungsverhältnis im Gengasbetrieb bei Viertakt-Ottomotoren bis zu 1 : 8 erhöhen kann. Über dieses Verdichtungsverhältnis hinauszugehen ist gefährlich, da die mechanischen Beanspruchungen dann so hoch werden, daß leicht Schäden auftreten. Bei Zweitakt-Ottomotoren können durch die Höherverdichtung die Füllungs- und Spülverhältnisse so ungünstig beeinflußt werden, daß keine Leistungssteigerung, sondern ein Leistungsverlust, verbunden mit rauhem Gang des Motors eintritt. Es ist daher angebracht, vor der Umstellung solcher Maschine den Motorhersteller zu befragen, welches Verdichtungsverhältnis zu wählen ist.

Auf eine gute Füllung der Zylinder durch zweckmäßige Ausbildung des Ansaugrohres ist besonderer Wert zu legen. Meist sind die Ansaugrohre mit einer Gemischvorwärmung versehen, die bei Generatorgasbetrieb unbedingt abzuschalten ist, da sonst durch zu starke Aufheizung des Gasluftgemisches die Füllung schlechter wird. Die Temperatur des Gasluftgemisches soll im Ansaugrohr 25 bis 35° C betragen.

Die elektrische Anlage des Fahrzeuges ist bei Generatorgasbetrieb durch das Anfachgebläse sowie die längere Betätigung des Anlassers stärker beansprucht. Die normale Fahrzeugbatterie genügt diesen Anforderungen meist nicht, sie ist durch eine stärkere Batterie zu ersetzen, oder es ist eine zweite, parallel zu schaltende Batterie hereinzunehmen. Die Kapazität der Batterie soll möglichst 100—150 Ah betragen. Die Lichtmaschine muß daher auch mehr leisten, um die größere Batterie wieder genügend aufzuladen. Eventuell ist die stromregelnde Lichtmaschine in eine spannungsregelnde Lichtmaschine umzubauen oder gegen eine solche auszutauschen, da letztere eine erschöpfte Batterie schneller auflädt. Die Zündanlage ist durch Einbau einer Hochleistungszündspule sowie eines Zündverteilers mit steil ansteigender Verstellcharakteristik und zusätzlicher Handverstellung abzuändern. Bei der Bestellung dieser Teile ist genauer Motortyp anzugeben.

Arbeitsweise und Verwendungsbereich der gebräuchlichsten PKW-Generatoren sind aus nachstehenden Generatorbeschreibungen zu ersehen. Für die Auswahl der Generatorgröße gelten die gleichen Bedingungen wie bei den LKW-Generatoren.

Amtlich festgelegte Gütekennwerte für Generatorkraftstoffe

Kraftstoffgruppe	Teerfreie und teerarme Kraftstoffe					Teerhaltige Kraftstoffe		
Kraftstoff	Generator-Anthrazit	Generator-Steinkohlen-Schwelkoks	Generator-Braunkohlen-Schwelkoks	Holzkohle: Fahrkohle	Holzkohle: Feuerbettkohle	Holz	Generatortorf	Generator-**) Feinkornbriketts
Körnung bzw. Stückgröße mm	6—18	6—18	6—18	15—30	40—75	mindest. 10x20x50 höchst. 50x60x100	25—80	65 ⌀ 40 hoch
Unterkorn Gew. %	zusammen	zus. unter 10	zus. unter 10	unter 10 % bis 10 mm	unter 10 % bis 35 mm	unter 5	—	—
und Überkorn Gew. %	unter 10	Unterkorn unter 6	Unterkorn unter 6	unter 10 % bis 35 mm	unter 10 % bis 80 mm		—	—
Wasser Gew. %	unter 5	unter 11	unter 11	unter 10	unter 10	unter 30	über 20 unter 26	unter 15
Asche Gew. %	unter 3	unter 10	unter 20	unter 5	unter 5	—	unter 2,5	unter 7
Verbrennbarer Schwefel Gew. %	unter 1	unter 1	unter 1	—	—	—	unter 0,2	—
Flüchtige Bestandteile Gew. %	unter 8	über 3	über 5	—	—	—	—	—
Restteergehalt Gew. %	Teergehalt unter 2 %	unter 0,5	unter 0,1	unter 0,2	unter 0,2	—	—	—
Unterer Heizwert kcal/kg	über 7400	über 6600	über 5600	über 6500	über 6500	—	über 3300	4800
Schüttgewicht kg/m³	über 750	über 450	über 620	über 240	über 170	für Einheits-Tankholz*) über 300/rm	über 250	—

*) Einheitstankholz muß mindestens 30 Gew. % Laubholz enthalten.

**) Körnung der Trockenkohle 0—2 mm, Rückstand auf dem 2 mm Rundlochsieb nicht mehr als 10 %, 150 g Stückgewicht, höchstens 10 g Übergewicht. Druckfestigkeit an der Presse über 160 kg/cm².

Mittlere Umrechnungswerte
für den Vergleich des Verbrauchs an flüssigen und festen Kraftstoffen

Kraftstoff	1 Ltr. Benzin wird ersetzt durch kg	1 kg Benzin wird ersetzt durch kg	1 kg Dieselkraftstoff wird ersetzt durch kg
Holz	2,7	3,5	4,3
Torf	3,0	4,0	5,0
Braunkohlenbriketts	2,2	2,9	3,6
Braunkohlenschwelkoks	1,8	2,4	3,0
Steinkohlenschwelkoks	1,6	2,1	2,6
Anthrazit	1,3	1,7	2,1

Den angeführten Vergleichswerten liegt der Betrieb leichter und mittelschwerer Lastkraftwagen zu Grunde. Abweichungen nach oben und unten ergeben sich je nach Bauart und Handhabung des Generators. Schwere Lastkraftwagen ergeben bis zu etwa 20% günstigere Werte. Der Kurzstreckenbetrieb erhöht den Verbrauch im allgemeinen um 5 bis 10%.

Verbrauchszahlen, Wärmeverbrauch und Arbeitspreis für Generatorkraftstoffe im Vergleich mit Benzin-Benzol-Gemisch

Kraftstoff	Heizwert (Mittelwert) kcal/kg	Mittlerer Verbrauch kg/PSh	Wärmeverbrauch über den Generator kcal/PSh	Kraftstoffpreis Pf./kg	Arbeitspreis Pf./PSh
Holz	3700	1,0	3700	7,2	7,2
Torf	3400	1,2	4100	3,8	4,55
Braunkohlenbriketts	4800	0,8	3800	2,95	2,36
Braunkohlenschwelkoks	5800	0,65	3900	4,8	3,12
Steinkohlenschwelkoks	7000	0,55	3850	4,8	2,65
Anthrazit	7800	0,45	3500	5,6	2,52
Benzin-Benzol-Gemisch	10400	0,23	2400	50,0	11,50

Vergleich der Generatorkraftstoffe in Bezug auf den Verbrauch

Im Verbrauch kann gleichgestellt werden	Holz kg	Torf kg	Braunkohlenbriketts kg	Braunkohlenschwelkoks kg	Steinkohlenschwelkoks kg	Anthrazit kg
1 kg Holz =	—	1,12	0,82	0,67	0,60	0,48
1 kg Torf =	0,9	—	0,73	0,60	0,54	0,43
1 kg Braunkohlenbriketts =	1,24	1,36	—	0,82	0,73	0,59
1 kg Braunkohlenschwelkoks =	1,56	1,68	1,22	—	0,89	0,72
1 kg Steinkohlenschwelkoks =	1,70	1,88	1,38	1,12	—	0,81
1 kg Anthrazit =	2,06	2,30	1,70	1,38	1,22	—