

TITLE PAGE

86. ^{II}Verarbeitung v. Benzinen über SiO_2 - haltige
Katalysatoren mit u. ohne Druck.
Treatment of benzine with catalizers containing
 SiO_2 , both with and without pressure.

Frame Nos. 294 - 307

Verarbeitung von Benzinen über SiO_2 -haltige
Katalysatoren mit und ohne Druck.

Fasszusammenfassung

Die drucklose Verarbeitung von Benzinen über silikatische Katalysatoren (katalytisches Kracken) führt nur zu geringen Uebers an flüchtigen Spalt- und Polymerisationsprodukten. Dem- entsprechend ist auch die dabei erzielte Verbesserung der Benzine nur gering. Die bei dieser Arbeitsschwerer fallende Men- ge an Flüssigkeiten (C_5, C_6) ist verhältnismäßig hoch. Die Zu- sackerzeugung dieser Kohlen ist die gleiche wie bei Verarbeit- ung von Mitteldiesel. Der i-Butanengehalt ist in beiden Fällen mit 80-90% vom Gesamtkohlen sehr hoch.

Verarbeitung von unaromatisierten Normalbenzinen unter H_2 -Druck über silikatische Katalysatoren bewirkt bei bedeutend verstärkter Spalt- und Polymerisationswirkung eine erhebliche Verbesserung der Benzinqualität. Um städtegerechte Benzine über silikatische Katalysatoren zu verbessern, trennt man die leichter Antizid durch Destillation ab und verarbeitet nachher nur das Rückverbleibe.

Durch Fahren unter H_2 -Druck über silikatische Katalysa- toren kann man aus Schwerenbenzen 97er D-Benzine, aber keine aromatischen Hochleistungsaggregatstoffe herstellen. Neubildung von Aromaten tritt in der L-Benzin-Fraktion kaum ein.

Dagegen sind die bei dieser Verfahrensweise durch Polymerisa- tion von Spaltprodukten neu entstandenen höhermolekularen Anteile stark aromatisiert. Diese Tatsache zeigt, daß die durch sil- ikatische Katalysatoren bewirkte Aromatisierung nur die Folge von Polymerisationen (von Olefinen) ist.

Zur aromatisierenden Polymerisation sind vorzugsweise die unter 150° siedenden Benzolanteile geeignet.

Die Spaltwirkung von synthetischem Al-Silikat ist unter gleichen Bedingungen viel stärker als die von natürlicher Bleich- erde. Als Folge davon ergibt sich bei Verwendung synth. Al-Silikat unter H_2 -Druck bei paraffinischen und naphthenischen Ausgangs-

benötigen höhere Vorkosten, letztere Spülstein und ist
 durch Abzug des Wertes des Abfalls bei Verwendung von
 Abwasser.

Bei Verwendung von gewaschenem Kalk (GV₂) werden
 die hochaktiven Stellen des sonst Al-Silikats schnell unwirksam,
 wenn dieser Kalk mit dem Sand etwa die gleiche Aktivität
 besitzt wie natürliche Kieselerde. Dagegen bestehen bei
 Verwendung von gewaschenem Kalk zwischen beiden Kalkverwen-
 dungen keine wesentlichen Unterschiede.

gen. Proc.

Es ist bekannt, daß sich Benzine mit Siedepunkten bis etwa 200°C durch katalytisches Cracken (drucklos) über silikatische Katalysatoren nicht vorteilhaft verarbeiten lassen. Bei Aufspaltung in Flüssiggas und zu wenig leichte (olefinische) Benzin-Anteile tritt nur eine geringe Verbesserung der OZ ein.

Schwerbenzine mit einem Siedebeginn von etwa 100°C lassen sich bei dieser Arbeitsweise nicht in siedegerechte Benzine überführen. Der Anteil an bis 100° siedenden Bestandteilen beträgt nur etwa 10 - 15 % bei einem Siedende des Spaltbenzins von 200 °C.

Die anfallende Menge Flüssiggas ist im Verhältnis zu den flüssigen Spaltbenzinprodukten groß. Die Zusammensetzung des Flüssiggases weicht von der beim Cracken von Mittelblei ermittelten kaum ab. Insbesondere ist auch hier der i-C₄-Gehalt im Butan (bei Verwendung synthetischer Katalysatoren) mit etwa 90% gleich hoch.

Wegen der Aufspaltung in niedrigsiedende Anteile tritt eine ebenfalls geringe Bildung von flüssigen Polymerisat ein. Dieses Polymerisat hat einen verhältnismäßig niedrigen AP, bei hohem spez. Gewicht, wozu nur das Vorhandensein größerer Mengen von Aromaten geschlossen werden kann.

Der AP des Spaltbenzins weicht dagegen nur wenig von dem des Ausgangsbenzins ab. In der Benzinfraction des Spaltproduktes finden sich demnach auch nur geringe Mengen neuoxtandener Aromaten. Die Aromatisierung hat bei silikatischen Katalysatoren demnach Polymerisation zur Voraussetzung wie die Isomerisierung Spaltung.

Es wurde versucht, durch Anwendung von Druck die Spaltung von Benzin über silikatische Katalysatoren zu fördern.

Bei Verarbeitung eines russischen L-Benzins über Si-Al-Katalysator unter H₂-Druck (s. Bericht 17 756 i. Fr. v. 26.11.40) ließ sich gegenüber der drucklosen Fahrweise ein erheblich stärkerer Effekt hinsichtlich Spaltung und OZ-Verbesserung erzielen. Die isomerisierende Spaltung zu

-4-

flüssigen Benzinkanteilen und die aromatisierende Polymerisation zu über 150° siedenden Ölen war bedeutend verstärkt worden. Bei dieser Fahrweise nähert man sich den Ergebnissen der Dehydrierung über Al_2O_3 -Katalysatoren, wenn auch die nach beiden Verfahren erhaltenen L-Benzine in ihrer Zusammensetzung völlig voneinander abweichen. (s. Bericht 17 779 i v. 30.11.40).

Für die weiteren Arbeiten in dieser Richtung wurden verschiedene andere Benzine herangezogen.

Tab. 1 enthält die Ergebnisse, die mit 3 verschiedenen russischen L-Benzinen (leicht und schwer) erhalten wurden (P 1463 Gesamtbenzin und Benzin $> 90^{\circ}$ sowie P 1464).

Die drucklose Fahrweise verändert die Benzine ungewollter je leichter etc sind. P 1464 (leicht) gibt bei 450° um Durchsatz = 1,2 im 1-Stundenzyklus nur 2,5% Gas + Koks. Dem geringen Umsatz entsprechend steigt die OZ nur um knapp 1 Punkt an. Das Polymerisat (4,4%) hat zwar niedrigeren AP als das Ausgangsprodukt, doch liegt er mit $+ 35^{\circ}$ noch hoch. Trotz dieser als sehr gering zu bezeichnenden Änderungen sind 2,4 % C_3C_4 gebildet worden.

Unter den gleichen Arbeitsbedingungen wird der über 90° siedende Anteil von P 1493 (schwer) bereits weitgehender verändert. Die Gas+Koksmenge wird größer, die Anteile bis 100° nehmen zu und die OZ wird um etwa 4 Punkte verbessert. Der AP des Polymerisats sinkt auf $+ 11^{\circ}$. Die Menge C_3C_4 ist dagegen kaum anders als bei P 1494 (2,9%). Die C_3C_4 -Vergasung hat folgende Zusammensetzung:

18,7	Vol.-%	C_3H_6	
63,3	"	"	C_3H_8
3,5	"	"	C_4H_8
37,0	"	"	C_4H_{10} mit 89,4 % i- C_4H_{10}
4,5	"	"	C_5

Beim Fahren mit H_2 bei einem Gesamtdruck von 25 atm (H_2 -Partialdruck = 22 at) wird der erreichte Umsatz bedeutend größer, die Gas+Kokoverluste steigen stark an.

Das leichte Benzin (P 1464) wird wieder weniger verändert als die schweren. Der AP der Polymerisate sinkt stark ab (auf -16 bis $-29,5^{\circ}$). Die Ausbeute an C_3C_4 wird gegenüber der drucklosen Fahrweise eher niedriger.

Die Zusammensetzung ist folgende:

7,64 Vol.-%	C_2H_6	
21,30 " "	C_3H_8	
9,30 " "	C_4H_{10}	
52,70 " "	C_4H_{10}	mit 85,0 % 1- C_4H_{10}
9,06 " "	C_5	

In den Spaltbenzinen nehmen vor allem die leichten Anteile bis 70° zu. Die Verbesserung der Grund-OZ ist bei P 1464 (leicht) nicht erheblich (knapp 3 Punkte), das verbleite Benzin hat sogar schlechtere OZ.

Bei den Druckversuchen liegen die Jodzahlen der Spaltbenzine tiefer als bei den Versuchen ohne Druck.

Die schweren L-Benzine (P 1493 Gesamt und P 1493 $>90^\circ$) geben beim Cracken unter H_2 -Druck günstigere Ergebnisse. Die Grund-OZ steigt um 9-10 Punkte an, die des verbleiten Benzins bei P 1493 (Gesamt) um 4 Punkte (bei 420° Cracktemp.), bei P 1493 $>90^\circ$ um 11 Punkte (bei $450^\circ C$ Cracktemperatur). Bei letzterem Benzin ist auch die Neubildung von Anteilen bis 90° mit 37,5 % erheblich. Bei allen Spaltungen unter H_2 -Druck betragen die Gas-+Koksverluste 19,2 - 26,5%.

Durchsatzverminderung von 1,2 auf 0,6 l/l/Std und Erhöhung des H_2 -Partialdruckes von 18,5 auf 21,3 at führte bei dem leichten Benzin zu:

- Verminderung der Ausbeute an flüssigen Produkten, (einschl. C_3, C_4)
- höheren Gas-(+Koks)Verlusten,
- schwereren siedenden Benzinen
- weniger ungesättigten im Benzin,
- aromatischerem Polymerisat,
- niedrigeren Siedende des Polymerisats.

Weitere Ergebnisse mit einem anderen (schweren) russ. L-Benzin (P 1465) enthält Tab.2. Für diese Versuche wurde sowohl mit synth. Al-Silikat wie mit natürlicher Bleicherde (Terruna K 6108) gearbeitet.

Durchsatzverminderung in Verbindung mit Erhöhung des H_2 -Partialdruckes äußert sich bei beiden Katalysatoren in:

- a) Minderausbeute an flüssigen Reaktionsprodukten,
- b) Erhöhung der C_3O_4 -Menge,
- c) Erhöhung der Gas-+Koksverluste,
- d) Herabsetzung der Jodzahl des Benzins,
- e) Erhöhung des Aromatengehaltes des Polymerisats
(und Benzins)
- f) Heraufsetzung des Siedepunktes des Polymerisats.

Am Gesamtumsatz gemessen ist der synth.Katalysator erheblich aktiver als Terrana (6108), doch ist in diesem Fall seine Spaltwirkung zu stark. Terrana gibt unter H_2 -Druck (25 at) bei geringerem Gesamtumsatz bessere Benzinausbeuten bei geringerer Vergasung.

Die mit synth. Al-Silikat erhaltenen Benzine sind bei nur wenig veränderten AP erheblich leichter und leichtsiedender als die mit Terrana unter gleichen Bedingungen erhaltenen, ihre Grund-OZ liegt 1-2 Punkte höher (Einfluß der Siedekurve). Die Pb-Empfindlichkeit ist bei dem über synth. Al-Silikat erhaltenen Benzin bei niedrigem H_2 -Partialdruck (19,3 at) und hohem Durchsatz (1,2 Ltr/Ltr/Std) schlechter als bei dem über Terrana erhaltenen (17,6 gegen 21,1 Punkte). Bei hohem H_2 -Partialdruck (21,8 at) und kleinem Durchsatz (0,6 Ltr/Ltr/Std) aber bedeutend besser (21,5 gegen 15 Punkte).

Durchsatzverminderung und Erhöhung des H_2 -Partialdruckes führt bei K 6108 zu nur geringer Beeinflussung des Siedeverhaltens des Benzins (etwas schwerer), das etwas bessere Grund-OZ (0,5 Punkte), aber schlechtere Pb-Empfindlichkeit bekommt; bei K 6052 aber zu einem beträchtlich leichter siedenden Benzin mit geringerer Grund-OZ (1,2 Punkte weniger) aber guter Pb-Empfindlichkeit.

Die C_3-C_4 -Vergasung enthält bei den Druckversuchen zwar weniger Gesamtolefine als bei den Versuchen ohne Druck, die Menge an Butylen ist aber auffallenderweise höher.

Der $i-C_4$ -Gehalt der Vergasung scheint durch den Druck herabgesetzt zu werden.

Die bisher behandelten Benzine hatten ein Siedende von höchstens 150°C ; sie bestanden praktisch nur aus Paraffinen und Naphthenen (im Verhältnis von etwa 1:1).

Für die Versuche wurden weiterhin ausgesprochene Schwerbenzine mit Siedegrenzen zwischen etwa $100-200^{\circ}\text{C}$ herangezogen, die in ihrer Zusammensetzung außerdem erhebliche Unterschiede aufwiesen (Tab. 3).

Das ziemlich aromatenreiche (27,5%) Hydrierungs-Schwerbenzin aus estn. Schieferöl gab bei Verarbeitung über synth. Silikat unter 35 at Druck bei 12,7 bzw. 14,5 % Gas+Koks 52,8 bzw. 59,0 % untersiedegerechtes 150° -er L-Benzin mit der Grund-OZ 59,5 bzw. 74, die durch Zusatz von 0,12 Pb in beiden Fällen auf 90 anstieg.

Der über 150° siedende Anteil hat nicht so tiefen AP wie die entsprechend gefahrenen russ. L-Benzine. Dieser Anteil ist bei Schwerbenzinen kein reines Polymerisat, weil die Ausgangsbenzine schon erhebliche Mengen $>150^{\circ}$ siedender Anteile enthalten.

Durchsatzverminderung und gleichzeitige Erhöhung des H_2 -Partialdruckes führt zu:

- Steigerung der Ausbeute an 150° -Benzin,
- Verminderung der Ausbeute an $>150^{\circ}$ siedenden Anteilen,
- geringer Steigerung der Gesamtausbeute an flüss. Prod.,
- geringer Erhöhung der Vergasung,
- leichter siedendem Benzin (150° er)
- höherer Grund-OZ, aber schlechterer Pb-Empfindlichkeit,
- Aromatischeren Rückstand $>150^{\circ}$ mit höherem Siedende.

Paraffinreiches Ost-Texas-Schwerbenzin (P 1392)

mit nur 6 % Aromaten gibt unter vergleichbaren Bedingungen (25 at) erheblich höhere Vergasung als das estn. Schieferbenzin (34,6% gegen 14,5%). Das entstandene 150° -er L-Benzin hat bei höherem AP weniger Anteile bis 100° und nur Grund-OZ = 63 (gegen 73 bei estn. Benzin), die mit 0,12 % Pb auf 80,2 steigt (90 bei estn. Benzin).

Druckverminderung auf 15 at bei gleichzeitiger Erhöhung des Produkt-Partialdruckes wirkt sich ausbeutemäßig in

einen erheblichen Rückgang der Verluste (Gas+Koksa) von 34,6% auf 19,5% aus. Gleichzeitig nimmt die Benzinausbeute von 44,2% auf 51,6% zu und das Benzin (bis 150°) wird verbessert. Es hat mehr leichtsiedende Anteile, höheren AP, bessere Grund-OZ und Pb-Empfindlichkeit.

Die >150° siedenden Anteile haben ebenfalls zugenommen. Ihr Aromatengehalt wird kaum vermehrt, aber der Siedepunkt wird herabgedrückt.

Druckerhöhung von 25 auf 45 at führt bei sonst gleichen Bedingungen zu geringerer Vergasung (26,3% gegen 34,6%) bei gleichbleibender Ausbeute an 150er Benzin, aber vermehrter Ausbeute an flüssigen Anteilen >150°.

Die Qualität der 150er Benzine ist fast gleich. (AP und Pb-Empfindlichkeit sind bei 45 at etwas höher als bei 25 at).

In den >150° siedenden Anteilen geht der Aromatengehalt bei Druckerhöhung auf 45 at etwas zurück. Der Siedepunkt dieser Fraktion liegt tiefer als bei 25 at.

Druckerhöhung von 25 at auf 45 at und gleichzeitige Erhöhung des Produktpartialdrucks führt zu:

- a) Höherer Ausbeute an flüssigen Produkten (Benzin bis 150° und >150 Siedendes)
- b) Mehr C_3C_4
- c) Geringeren Gas- + Kokeverlusten.
- d) Leichteren und leichter siedenden Benzin (150°er)
- e) Höherer OZ und Pb-Empfindlichkeit (bei höherem AP)
- f) Verkehrung der Aromaten in den >150° siedenden Anteilen bei gleichem Siedende dieses

Aus dem mittelölhaltigen (paraffinischen) Trag-Schwerbenzin ließ sich bei einer Vergasung von 22,5% nur 32,6% Benzin (-150°) mit OZ (+0,12 %Pb) = 66 (85) in geradem Durchgang gewinnen. (Tab.4)

Die verhältnismäßig hohe Jodzahl dieses Benzins (8,15) läßt auf katalytische Spaltung des Mittelölteils schließen. Der Rückstand >150° setzt sich demnach aus Mittelölkrückstand (hoher AP) und wenig Polymerisat (niedriger AP) zusammen, wodurch der hohe AP des Gesamtückstandes >150° erklärbar wird.

302

303

Tabelle 1

Katalysator: Z 6752 (synth.-Al-Silikat)

Temp.	Einspr. prod.	450°	450°	450°	Einspr. prod.	420°	Einspr. prod.	450°	450°
Dr:	P1464				P1463		P1463		
1/1/std		1,2	1,2	0,6	0,6	0,6	1,2	0,6	0,6
Druck at		-	25	25	(schwer)	25	(schwer)	-	25
H.Part-		18,	18,5	21,3		21,5		-	22
druck at					(Ges.-		-90°		1000
16Gas/1	(Licht)	-	500	1000	bi)	1000			
Cl									
Dauer		1	1	1		1		1	1
Std									
Bi-150°		90,7	74,1	68,5		63,7		86,2	61,8
>>150°		4,4	4,7	4,0		8,3		5,9	8,2
C ₃ O ₄		2,4	2,0	0,7		1,6		2,9	3,1
Gas+									
Koks		2,5	19,2	26,8		26,4		4,4	26,9
Bi-150°									
sp.Gew.	0,716	0,710	0,706	0,708	0,738	0,724	0,745	0,734	0,718
AP	51,77	51,5	51	51,5	52,55,3	48	52	49,5	45,8
Beginn	47	43	36	42	63	40	-	66	32
-70°	13,5	19,5	28,5	20,5	1,0	13	-	-	21,5
-90°	51,5	56,0	63,5	57	20	28	-	12,5	37,5
-100°	73,0	74,5	79	75	43	47,5	12	38	52,5
Z	132/98	134/99	140/99	150/99	147,0/98	150/	159°	150/99	150°
Jodzahl	0,75	6,3	3,5	2,5	0,53	- 99	0,5	7,7	4
92 (M.M)	67,8	68,5	70,5	70,5	70	79,5	68	71,5	77
-0,12Pb	90	91	-	86	89,5	93,5	84	88,5	95
>150°									
sp.Gew.		0,892	0,890	0,866		0,874		0,854	0,876
AP		35	-17	-20		-16		11	-29
Beginn		166°	158°	153°		155°		152°	158°
-200°		23	57,5	74		69,8		69,5	75
-250°		44	74,5	85		82,5		84,5	89
Z		360/61	360/4	330/98		360/96,5		345/82	250°/98,5
RU		19	6	2		3,5		1,2	1,5
Karaff	48,5				49,5				
Kolof	1,0				1,5				
Kaphth	46,0				46,5				
KArac	4,5				3,0				
Vers Nr.		3521	3523	4211		3522		3516	3518

Tabella 2

Katalysator	Einsgr. prod.	K 5752 (synth. Al-Silikat)		K 6108 (Terrana)	
		450°	450°	450°	450°
Temp.					
Druck at H ₂ Part. --	P1465	0,6 25	1,2 25	0,6 25	1,2 25
Druck at 16-g/101	(schwer)	21,8 1000	19,3 500	21,8 1000	19,3 500
Dauer		1	1	1	1
% H ₂ -150°		56,9	64,7	77,5	85,4
% C ₂ H ₄		6,7	6,9	5,6	4,0
% C ₃ H ₈		2,2	0,9	0,3	0,1
+Koks		34,2	27,5	15,9	10,5
H ₂ -150°					
spez. Gew.	0,739	0,716	0,718	0,730	0,728
AP	51,7/55,2	46,5	47,2	49,8	50,8
Beginn	63	32	38	51	50
-70°	1	23	18,5	4	5
-90°	18	46,5	39	23,5	25,5
-100°	36,5	63,5	59,5	46,5	46
E	150°/98	147°/	146°/	143°/99	147°/99
Stoßzahl	0,50	1,5	3,8
GE (H.H.)	69	73	74,2	72,2	71,7
+0,12Pb	88	94,5	91,8	87,2	93,8
>150°					
spez. Gew.		0,882	0,880	0,852	0,848
AP		-27	-25	0	3,5
Beginn		159°	158°	153°	159°
-200°		71	74	76,5	78
-250°		85,5	96	85	89
E		330°/98	300°/98,5	335°/98	315°/97
RU		2	1,5	2	3
% Paraffine	48,5				
% Olefine	1,0				
% Naphthene	46,0				
% Aromater	4,5				
Veru. Nr.		3524	3525	1251	1252

Zusammensetzung:
 1208 Vol% C₂H₆
 37,50 " " C₃H₈
 9,95 " " C₄H₁₀
 52,60 " " C₄H₁₀ 1)
 7,87 " " C₅

1) mit 74 % 1-C₄H₁₀

Tabelle 3

Zetalyse: K 5752 (synth. Al-Silikat)

Temp.		450°	450°	450°	450°		450°	450°
D. Einrepr. grad.		0,6	0,6	0,6	0,6	Einrepr. grad.	1,2	0,6
IGas/1 G1		350	1000	1000	500	prod.	500	1000
Druck P1392		15	25	45	45	P1317	25	25
H ₂ -Part.								
druck at		10,1	22,3	40,1	35,2	KW	16,6	22,2
Dauer		1	1	1	1	515 921	1	1
E1 -150°		51,6	44,8	44,9	50,0		52,8	57,0
SMEO		28,0	22,0	28,6	22,5		37,8	27,8
% C ₂ C ₄		0,9	0,6	0,2	3,5		0,7	0,7
Gas								
+Koks		19,5	34,6	20,3	24,0		12,7	14,5
E1 -150°								
Spez.Gew	0,786	0,724	0,736	0,732	0,718	0,788	0,755	0,734
AP	54/80,5	47,5	45,2	47,2	47,8	41	40,5	39,5
Beginn	110°	31	41	44	28	102°	38	36
-70°		16	9	9	23		12,5	16
-90°		26,5	18,2	18,5	35		25,0	28
-100°		32	25,5	28	42,5		35,0	39,5
E		155°/0,82	154°/3,3	155°/99	156°/99		154°/99	155°/99
Jodsahl								
OZ (H.H)	44	63,5	63	63	67,8	54	69,5	74
+0,12 Pb	67,2	89,5	80,2	83	87	75,5	90	90
-150°								
Spez.Gew.		0,812	0,808	0,802	0,818		0,826	0,834
AP		35,8	37,8	40,2	26,8		25	17,5
Beginn		157	154	154	157		157	154
-200°	90,2	82,5	78,8	85	82,8	94,5	82,5	78,5
-250°		94,8	93,5	96	94		94,8	92,5
E		155°/98	157°/323	155°/99	156°/98,8	155°/98	154°/98	155°/98,5
alkst	1,5			1	1,2	2	1,8	1,5
Paraffine	64					51,0		
Kolefine	1					1,0		
Diaphthene	29					20,5		
Arachsten	5					27,5		
Verst.Nr.		4216	4209	4219	4220		4217	4218

Tabella 4

Katalysator Tempt.	K 6752		K 6752		K 6108			
	Einapr. 450°	450°	Einapr. 450°	450°	450°	450°	450°	
Du	prod.	0,6	prod.	0,5	0,5	1,2	0,5	1,2
1 Gas/3 Öl	R1381	1000		1070	1000	500	500	290
Druck		25	CV b	25	25	25	15	15
H ₂ -Partdruck atm		20,9		20,8	20,8	18	10,8	11
Deiter		1		1	1	1	1	1
% Bi-150°		32,6		79,7	81,1	85,6	82,7	87,2
% 150°		43,8		11,4	7,5	8,6	7,5	7,2
% C ₃ C ₄		1,0		-	-	-	-	-
% Gas-Kohl		22,6		8,9	11,4	5,8	3,8	5,6
Bi-150° (165°)								
spez. Gew.	0,772	0,710	0,810	0,810	0,809	0,805	0,808	0,806
AP	59,5	50,8	-12,3/48	48,5°	-15,1	-15	-11,5	-13,7
Beginn		34,0	65	68	69	65	60	54
-70°		19	3,5				17,5	3
-90°		34,5	1,0	13,2	9,5	13,5	14	15
-100°		43	27,5	32	27	31,5	33	35
B		154/99	170/99	166/99	165/99	154/99	163/99	163/99
Wahl	(Bi-150°)	8,15	0,0	1,21	0,39	1,42	1,81	
0% (M.M)		33	75,7	79,5	78	73	77	78,3
+0,12 Pb		33	90	85	94,5	93,7	94	92,8
Bi-150° (165°)								
spez. Gew.		0,796		0,902	0,881	0,876	0,878	0,874
AP		49,5		-2,4	-3,2	-16	-22,5	-20,5
Beginn		113°		168°	169°	162°	166°	165°
-200°		69,5	75,2	43,5	61,5	85	79,2	80
-250°		92,5	93,8	63,8	79,0	93,5	90,5	91
B		270/98	291/98,5	360/81	350/94	313/	312/	338/93
Rü		2		15	6	1,5	1,2	1,5
(Bi-250°)		1,5						
% Paraffine		85,0	22,5					
% Naphthene			17,0					
% Olefine		1	2,5					
% Aromaten		14,0	58,0					
Verb. Nr.		4210		3532	1355	1356	1357	1358