

Tabelle 5-6: Störende Bestandteile in Dieselkraftstoffen ⁷⁾

Art der Störung	Chemische Natur der Störbestandteile
Unzureichende	Diolfine, Olefine, Mercaptane, Stickstoffverbindungen (z.B. Pyrrole, Carbazole), Sauerstoffverbindungen (z.B. Naphthensäuren, Aldehyde)
Korrosionsneigung bei Lagerung und Anwendung	Mercaptane, Naphthensäuren, Schwefel, Sulfide, Disulfide
Unzureichendes Kälteverhalten	Festparaffine
Unzureichende Zündwilligkeit	Olefine, Aromaten

Für mittelschnell- und langsamlaufende Motoren werden Dieselkraftstoffe vom Schweröltyp verwendet. Sie bestehen i.a. aus Topprückständen der Destillation von Rohölen oder aus Mischungen dieser Topprückstände mit Dieselkraftstoff. Das wichtigste Qualitätskriterium ist die geforderte Viskosität. Die Einstellung der daneben geforderten Eigenschaften wie Schwefelgehalt, Zündwilligkeit, Kälteverhalten erfolgt durch Auswahl geeigneter Mischungskomponenten. Genormte Mindestanforderungen oder Definitionen für Dieselkraftstoffe vom Schweröltyp existieren in Deutschland nicht.

5.1.3 Flugturbinenkraftstoffe 8-12)

Die mit den heutigen Turbinenstrahltriebwerken erzielbaren Fluggeschwindigkeiten umfassen einen sehr weiten Bereich von etwa halber Schallgeschwindigkeit (600 km/h) bis zu dreifacher Schallgeschwindigkeit (Mach 3); bei Militärmaschinen werden noch höhere Werte erreicht. Die Anforderungen an die Kraftstoffe für den Unterschall- und den Überschallbereich weisen einige charakteristische Unterschiede auf. In Tabelle 5-7 sind amerikanische Spezifikationen einiger augenblicklich verwendeter Turbinenkraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis zusammengestellt.

Tabelle 5-7: Technische Spezifikationen einiger Flugturbinenkraftstoffe

Eigenschaften			JP-1	JP-4	JP-5
Siedeverhalten:	Vol.%	min.	20%, 200°C	20%, 143°C	10%, 204°C
	bei °C		-	50%, 188°C	-
			-	90%, 243°C	-
Siedeende	°C	max.	300	-	288
Rückstand	Vol.%	max.	1,5	1,5	1,5
Verlust	Vol.%	max.	1,5	1,5	1,5
Dichte bei 15°C	g/cm ³	min.	0,775	0,751	0,788
		max.	0,825	0,802	0,845
Abdampfrückstand	mg/100 ml	max.	7	7	7
Oxidationsbeständigkeit	mg/100 ml	max.	-	14	14
kin. Viskos. (-34°C)	c.St	max.	15	-	16,5
Dampfdruck (Reid)	at		-	0,14-0,21	-
Kristallisationspunkt	°C	max.	-50	-58	-48
Heizwert (Hu)	kcal/kg	min.	10 200	10 200	10 200
Korrosionsgrad (Kupfer)		max.	1	1	1
Aromatengehalt	Vol.%	max.	20	25	25
Olefingehalt	Vol.%	max.	5	5	5
Schwefelgehalt	Gew.%	max.	0,20	0,4	0,4
Mercaptanschwefel	Gew.%	max.	0,001	0,001	0,001
Rußpunkt	mm	min.	20	-	19
Rußflüchtigkeitsindex		min.	-	52	-
Thermische Stabilität (Fuel Coker)					
ΔP nach 5h	mm Hg	max.	76	76	-

Die grundsätzlichen Anforderungen an die Kraftstoffe dienen in erster Linie der Betriebssicherheit und berücksichtigen dabei ökonomische Gesichtspunkte.

Wichtig für die Betriebssicherheit ist eine ununterbrochene Brennstoffzufuhr. In großen Flughöhen herrschen niedrige Außentemperatur (z.B. -55°C in 12 km Höhe) und niedriger Luftdruck. Diese Bedingungen können zur Verstopfung der Kraftstoff-Filter durch Auskristallisieren von Kraftstoffanteilen (mangelndes Kälteverhalten) oder Vereisung durch Wasser im Kraftstoff führen. Ebenso gefährlich ist eine Dampfblasenbildung im Leitungssystem (zu hoher Dampfdruck). Durch Verdampfung können auch erhebliche Kraftstoffmengen verloren gehen.

In den Spezifikationen für die angegebenen Turbinenkraftstoffe (Tabelle 5-7) ist der Dampfdruck über das Siedeverhalten bzw. den Reid-Dampfdruck festgelegt; die Anforderungen an das Kälteverhalten nennen als Kristallisationspunkte Maximaltemperaturen um -50°C . Das Wasseraufnahmevermögen der Kraftstoffe darf nur gering sein.

Mängel in der Brennstoffzufuhr sollen im wesentlichen auch durch Begrenzung der Werte für den Kraftstoff-Rückstand bei einer Abdampftemperatur von 232°C vermieden werden; der Abdampfrückstand darf nach 16stündiger Sauerstoffeinwirkung auf den Turbinenkraftstoff nicht wesentlich ansteigen (Oxidationsbeständigkeit, DIN 51799).

Die Viskosität des Kraftstoffes beeinflusst sowohl die der Brennkammer in der Zeiteinheit zugeführte Kraftstoffmenge, wie auch deren Zerstäubung und damit den Verbrennungswirkungsgrad. Da während der einzelnen Flugphasen sehr verschiedene Temperaturbereiche durchlaufen werden, muß die Viskositäts-Temperaturkurve flach verlaufen.

Der auf das Gewicht und auf das Volumen bezogene Energieinhalt (Heizwert) soll möglichst hoch sein, um damit den Flugzeugen ein hohes Nutzlast/Kraftstoff-Verhältnis und einen kleinen Tankraum zu gestatten.

Es besteht eine Abhängigkeit zwischen der Qualität des Ausbrandes und der chemischen Struktur von Kohlenwasserstoffen. Bei Normaldruckverbrennungen nimmt die Vollständigkeit der Verbrennung in folgender Reihenfolge zu:

Bicyclische Aromaten < Monocyclische Aromaten <
Monocyclische Aromaten mit Seitenketten Bicyclische
Naphthene < Cycloolefine < Monocyclische Naphthene <
Paraffine

Aromatische Kohlenwasserstoffe neigen dazu, mit rußender Flamme zu verbrennen, einen Teil ihres Energieinhaltes in Form der schädlichen Flammenstrahlung abzugeben und Rußablagerungen zu bilden. Aus diesen Gründen wird in den Spezifikationen auch der Aromatengehalt der Turbinenkraftstoffe begrenzt. Eine geeignete Labor-Kennzahl für die Güte der Verbrennungseigenschaften ist der Rußpunkt (RP) nach ASTM D 1322. Daraus läßt sich der Rußflüchtigkeitsindex (RFI) nach folgender Gleichung erhalten:

$$\text{RFI} = \text{RP} + (0,42 \times \text{Destillatmenge bis } 204^{\circ}\text{C (in Vol.\%)})$$

Olefine neigen zur Gumbildung und haben eine schlechte Lagerstabilität. Ihr Anteil soll 5% nicht überschreiten.

Mit zunehmender Fluggeschwindigkeit steigen die Anforderungen an die Flugkraftstoffe, besonders bezüglich der **T h e r m o - s t a b i l i t ä t**, stark an; da bei hohen Fluggeschwindigkeiten der in den Tragflächentanks mitgeführte Kraftstoff stark erhitzt wird. Mangelnde Thermostabilität zeigt sich in der Neigung, bei Erwärmung unlösliches Material entweder im Kraftstoff oder an den erwärmten Stellen auszuscheiden ³⁰⁾.

Im Laboratorium wird die Thermostabilität von Flugturbinenkraftstoffen meist mit dem sog. ASTM-CRC-Fuel-Coker nach ASTM D 1660 bestimmt. Dabei wird der Druckabfall (in mm Quecksilbersäule) an einem Kraftstofffilter nach 5 Stunden Versuchsdauer gemessen; die Temperatur des Vorheizers beträgt dabei 148°C (300°F), die Temperatur des Filters 204°C (400°F) und der Kraftstoffdurchfluß 2,72 kg/h (6 lb/h).

Berechnungen über die am Ende eines Transatlantikfluges von 3 bis 3 1/2 Stunden Flugzeit bei der Concorde und bei der Boeing 2707 zu erwartenden Kraftstofftemperaturen gibt Tabelle 5-8.

Tabelle 5-8: Kraftstofftemperaturen in Überschallflugzeugen²⁹⁾

Kenngröße		Concorde	Boeing 2707
Fluggeschwindigkeit	Mach	2,05	2,7
Max. Hauttemperatur	°C	135	250
Kraftstofftemp. im Tank	°C	85	120-130
Kraftstofftemp. am Brenner	°C	150	160-170

Anhaltspunkte über die zu erwartende Temperaturbelastung der Flugturbinenkraftstoffe gibt für einen größeren Geschwindigkeitsbereich Abb. 5-4.

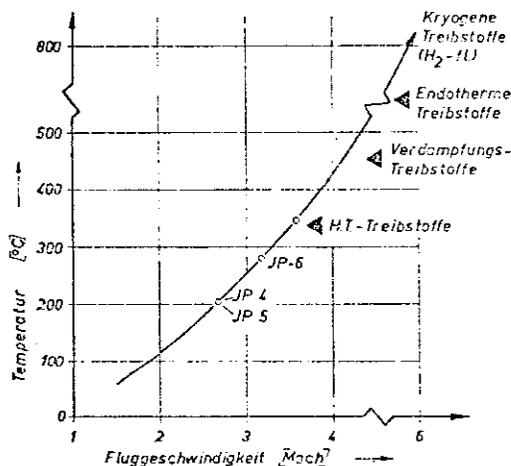


Abb. 5-4: Temperaturbelastung der Flugturbinenkraftstoffe in Abhängigkeit von der Fluggeschwindigkeit⁸⁾

Hochtemperatur-Kraftstoffe, wie sie hier behandelt werden, sind danach nur etwa bis Mach 4 brauchbar. Bei höheren Flugeschwindigkeiten können die auftretenden Wärmemengen durch die Wärmekapazität des Kraftstoffes allein nicht mehr aufgenommen werden. Zusätzlich müssen dann Verdampfungs- oder endotherm verlaufende chemische Vorgänge (z.B. thermisches Spalten, Dehydrieren, Depolymerisieren) mit zur Kühlung herangezogen werden. Kryogene Kraftstoffe (flüssiger Wasserstoff, flüssiges Methan, Äthan oder Propan) vereinigen gut ausnutzbare Kühlleistung und gute Brenneigenschaften. Sie sollten deshalb im oberen Geschwindigkeitsbereich besonders geeignet sein.

Außer von der Temperatur und der Verweilzeit hängt die thermische Beständigkeit der Hochtemperaturkraftstoffe von ihrer Zusammensetzung, Konstitution und Reinheit ab. Kohlenwasserstoffe zeigen folgende Reihenfolge ihrer Thermostabilität:

Olefine < Paraffine < Naphthene < unsubstituierte Aromaten
Die Thermostabilität hochreiner Kohlenwasserstoffe ist mit Ausnahme der für die Olefine bei Temperaturen unter 300°C gut²⁹⁾. Geradkettige Paraffine sind thermisch stabiler als Isoparaffine, haben aber einen zu hohen Kristallisationspunkt; Aromaten sind als Flugturbinenkraftstoffe ungeeignet wegen ihrer schlechten Verbrennungseigenschaften.

Die thermische Unbeständigkeit bei Düsenkraftstoffen wird in der Hauptsache durch geringe Mengen von Verbindungen verursacht, die Schwefel, Stickstoff, Sauerstoff oder Metalle enthalten. Ihre Wechselwirkung mit atmosphärischem oder im Kraftstoff gelöstem Sauerstoff führt über radikalische Reaktionen zur Bildung von Harzen, Lacken und Rückständen, welche für die Instabilität eines Kraftstoffes charakteristisch sind³⁰⁾.

Während im Bereich bis etwa Mach 3 die Raffinerien geeignete Kraftstoffe zur Verfügung stellen können, z.B. durch Hydro-

kracken von paraffinischen Erdölfraktionen, ist die Kraftstoffentwicklung für den Bereich um und über Mach 3 noch keineswegs abgeschlossen. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit, der Verfügbarkeit und des Brennverhaltens werden sich auch diese Kraftstoffe überwiegend auf der Basis von Kohlenwasserstoffen aufbauen. Geeignet erscheinen dabei nur Kraftstoffe mit vorwiegend isoparaffinischer und naphthenischer Struktur von extrem hoher Reinheit und einer Siedelage im Bereich von 200 bis 300°C.

5.2 Raffination der Rohprodukte der verschiedenen Kohlehydrierverfahren zu marktgerechten Kraftstoffen

5.2.1 Allgemeines

Bei der Kohlenhydrierung ist die Zusammensetzung der Rohprodukte - im Gegensatz zur Kohlenwasserstoffsynthese - außer vom Katalysator und den Reaktionsbedingungen noch stark von der Einsatzkohle abhängig.

Hier sollen - wegen der verfügbaren guten Analysendaten - die Hydrierprodukte zweier hochflüchtiger amerikanischer Kohlen miteinander verglichen werden (Tab. 5-9). Als Vertreter einer hochflüchtigen Steinkohle kann dabei die Illinois-6-Kohle mit 43,0% Flüchtigen Bestandteilen (i.waf) und 10,4% Sauerstoff (i.waf) gelten. Die Wyodak-Mine-Kohle mit 49,1% Flüchtigen Bestandteilen (i.waf) und 18,1% Sauerstoff (i.waf) liegt im Übergangsbereich zwischen Flammkohle und Braunkohle und kann in Bezug auf die Zusammensetzung ihrer Hydrierprodukte als niedrigflüchtige Braunkohle angesehen werden. Die untersuchten Produktfraktionen stammen aus einer einstufigen H-Coal-Versuchsanlage der Hydrocarbon Research Inc. (HRI). Es wurde unter jeweils gleichen Reaktionsbedingungen (435°C, 185 atm) mit Co-Mo-Al₂O₃ als Katalysator gearbeitet.

Tabelle 5-9: Zusammensetzung einzelner Siedefractionen der Reaktionsprodukte aus der Hydrierung einer hochflüchtigen Steinkohle und einer niedrigflüchtigen Braunkohle ¹³⁾

Produktfraktion	Einsatzkohle	
	Illinois-6-Steinkohle Gew. %	Wyodak-Mine Braunkohle Gew. %
<u>Benzin: C₄-204°C</u>		
Anteil am Gesamtflüssigprodukt	26,1	32,9
Zusammensetzung:		
Paraffine + Olefine	12,0	18,9
Naphthene	65,5	59,6
Aromaten { Alkylbenzole	17,6	14,2
{ 2-Ring-Aromaten	7,0	5,9
Phenole	0,90	1,71
	<u>100,0</u>	<u>100,3</u>
<u>Destillat 204-343°C</u>		
Anteil am Gesamtflüssigprodukt	38,8	27,4
Zusammensetzung:		
Paraffine + Olefine	6,5	12,3
Naphthene	28,8	14,4
Aromaten { 1-Ring	12,6	6,7
{ 2-Ring	40,4	44,2
{ 3-Ring	6,6	14,9
Phenole	2,0	2,8
Andere Nicht-KW	3,1	4,7
	<u>100,0</u>	<u>100,0</u>
<u>Destillat 343-493°C</u>		
Anteil am Gesamtflüssigprodukt	17,9	20,1
Zusammensetzung:		
Paraffine + Olefine	1,4	7,8
Naphthene	7,0	4,8
Aromaten	76,3	74,2
Phenole	1,5	0,6
Andere Nicht-KW	13,8	12,6
	<u>100,0</u>	<u>100,0</u>
<u>Fraktion 493°C</u>		
Anteil am Gesamtflüssigprodukt	17,2	19,6

Der Gehalt an Aliphaten nimmt mit steigendem Siedebereich deutlich ab. Er ist jedoch bei allen Fraktionen in den Produkten der Braunkohle deutlich höher als in denen der Steinkohle. Cyclische Kohlenwasserstoffe bilden die Hauptkomponenten aller Fraktionen. Dabei bleibt der Gesamtanteil der Naphthene und Aromaten in den Einzelfraktionen nahezu konstant. Während jedoch im Benzinbereich die Naphthene weit überwiegen, bestehen die höheren Fraktionen hauptsächlich aus Aromaten.

Bei den Verbindungen mit Heteroatomen ist deren Zunahme mit steigender Siedetemperatur besonders deutlich. Tabelle 5-10 gibt Elementaranalysen von Produkten der Einstufenhydrierung von Illinois-6-Kohle (10,4% O; 3,54% S; 1,05% N) am Co-Mo-Katalysator bei 440°C und 185 at.

Tabelle 5-10: Elementaranalysen von Produktfraktionen aus der Hydrierung von Illinois-6-Kohle 13)

Fraktion	Anteil in Gew. %				
	C	H	O	S	N
C ₅ - 82°C	83,6	16,4	-	-	-
82°C - 190°C	84,9	12,6	2,2	0,1	0,2
190°C - 357°C	88,9	10,9	-	0,1	0,1
357°C - 524°C	88,9	7,8	2,4	0,4	0,5
524°C	89,3	6,6	2,0	2,1	-
Kohlerückstand	84,1	4,9	3,1	7,9	-

Der Sauerstoffanteil ist bei Braunkohlen erheblich höher als bei Steinkohlen. Entsprechend enthalten normalerweise auch die Hydrierprodukte der Braunkohle größere Anteile an O-haltigen Verbindungen, meist als sog. Teersäuren (Tab. 5-9).

Über den Gehalt der Hydrierprodukte an Schwefel- und Stickstoffverbindungen in Abhängigkeit von der Kohlenart läßt sich nichts Allgemeingültiges sagen, da der Gehalt an diesen Heteroatomen bei Stein- und Braunkohlen verschiedener Herkunft stark schwankt.

Das Hydrierbenzin genügt noch nicht den heutigen Anforderungen: Es hat eine zu niedrige Oktanzahl, da die cyclischen Kohlenwasserstoffe überwiegend aus Naphthenen bestehen; infolge des hohen Schwefelgehaltes weist es eine schlechte Bleiempfindlichkeit auf; der hohe Sauerstoffgehalt begünstigt Korrosion. Durch hydrierende katalytische Raffination kann gleichzeitig der Schwefel-, Stickstoff- und Sauerstoffgehalt des Produktes herabgesetzt werden. Die restlichen "Teersäuren" lassen sich dann durch eine Laugenwäsche entfernen. Die Oktanzahl kann durch teilweises bis nahezu vollständiges Dehydrieren der Naphthene zu Aromaten, verbunden mit einer Isomerisierung der Paraffine auf den gewünschten Wert gebracht werden. Diese gleichzeitig ablaufenden Reaktionen können entweder an weitgehend schwefelfesten oxidischen Katalysatoren (DHD-Verfahren, Hydroforming) oder nach einer Schwefel-Feinreinigung mit besserer Ausbeute an Edelmetall-Trägerkatalysatoren (Reformieren) ablaufen. Das Hauptproblem bei der Herstellung eines guten Hydrierbenzins ist also die möglichst vollständige Entfernung der Heteroatome, besonders des Schwefels.

Braunkohlen- und Steinkohlenrohbenzine sind trotz der gezeigten Unterschiede in ihrer Zusammensetzung so ähnlich, daß sie in gleicher Weise veredelt werden können. Das Braunkohlenbenzin mit seinem höheren Paraffingehalt braucht i. a. zur Erreichung der gleichen Oktanzahl etwas strengere Aromatisierungsbedingungen. Zusammen mit dem höheren Sauerstoff-Gehalt des Rohbenzins führt das zu einer etwas niedrigeren Fahrbenzinausbeute.

Die Fraktion von 204-343°C (vergl. Tab. 5-9) hat - auch als Braunkohlenhydrierprodukt - wegen des hohen Aromatengehaltes als Dieselkraftstoff eine unzureichende Zündwilligkeit (Cetanzahl) und als Düsentreibstoff zu schlechte Verbrennungs- und Kälteeigenschaften (Stockpunkt). Ohne Nachbehandlung kann diese Fraktion nur als Heizöl verkauft werden. Durch eine nachgeschaltete Gasphase-Hydrierung an einem hydrieraktiven

Katalysator läßt sich jedoch der Aromatengehalt soweit senken, daß ein brauchbares Dieselöl und eventuell auch ein guter Düsentreibstoff entstehen. Meist dürfte aber ein hydrierendes Spalten (Hydrokracken) zu einer Benzinfraktion mit hohem Gehalt an cyclischen Kohlenwasserstoffen günstiger sein, aus der sich durch Reformieren ein hochklopffestes Fahrbenzin herstellen läßt.

Die Gasölfraktion von 343 bis 493°C (Tab. 5-9) dient hauptsächlich zum Anreiben der Kohle und wird damit in den Sumpphase-Reaktor zurückgeführt. Überschüssige Fraktionsanteile können als Heizöl verkauft oder durch Gasphase-Hydrierung zu niedrigeren Fraktionen gespalten werden.

Tabelle 5-11: Benzine deutscher Hydrierwerke ¹⁴⁾

Werk	Leuna Braunkohle Bk-Schwelteer	Scholven Steinkohle	Gelsenberg Steinkohle
Flüssigphase bei at	250	300	700
Gasphase bei at	250	300	300
Dichte, bei 15°C, g/cm ³	0,719	0,738	0,740
Siedepunkt, °C			
Anfang	45	44	46
Ende	139	156	151
Zusammensetzung, %			
Paraffine	51,5	37,5	36,5
Olefine	1,0	1,0	0,5
Naphthene	38,0	53,0	54,0
Aromaten	8,5	8,5	9,0
Octanzahl (MOZ)			
ohne Bleitetraäthyl	71	73	73
mit 0,12% Bleitetraäthyl	90	91	91

Beispiele für Benzine, wie sie in Deutschland vor 1945 in großtechnischen Anlagen durch Hydrierung von Braun- und Steinkohle hergestellt wurden, gibt Tabelle 5-11.

Wie schon in Tabelle 5-9 zeigt sich, daß Braunkohlenbenzine gegenüber Steinkohlenbenzinen einen niedrigeren Gehalt an cyclischen Kohlenwasserstoffen und damit eine niedrigere Oktanzahl aufweisen.

Im Gegensatz zu modernen Fahrbenzinen, die durch Anwendung von Reformierverfahren hohen Aromatengehalt aufweisen, fällt bei unveredelten Kohlehydrierbenzinen die Oktanzahl mit steigendem Siedepunkt ab. So hat z.B. das Scholven-Steinkohlenbenzin bei einem Siedeende von 156°C eine MOZ von 73 und bei 135°C eine MOZ von 75,5. Die Einstellung der erforderlichen Oktanzahl erfolgte damals durch Wahl des Siedeendpunktes. Bei ähnlicher Oktanzahl weist das Braunkohlenbenzin den niedrigsten Siedeendpunkt auf.

Nach Zusatz von 0,12% Bleitetraäthyl (0,13% sind augenblicklich in der BRD maximal zulässig) ergibt sich eine MOZ von 90 bzw. 91, die etwa einem heutigen Normalbenzin entspricht. Da jedoch heute ein niedrigerer Bleigehalt und ein höherer Siedeendpunkt erwünscht sind, wäre für diese Benzine eine nachgeschaltete Veredelungsstufe zur Erhöhung der Oktanzahl notwendig, wie sie ähnlich schon vor 1945 für die Herstellung von Flug- und Hochleistungsbenzin angewandt wurde.

Um durch Dehydrierung aromatenreiche Hochleistungskraftstoffe aus naphthenischen Benzinen im Siedebereich von $90-185^{\circ}\text{C}$ herzustellen, wurde in Deutschland das DHD-Verfahren (Druck- H_2 -Dehydrierung) entwickelt (vergl. Kap. 2.1.4.5.2). Das Verfahren arbeitet bei 50-60 at Gesamtdruck (30-40 at H_2 -Druck) und einer Reaktionstemperatur von $500-530^{\circ}\text{C}$; die Umsetzung wird an einem Katalysator aus Al_2O_3 und 10-12% MoO_3 im Festbett durchgeführt. Neben der Naphthen-Dehydrierung als Hauptreaktion finden statt: Isomerisierungsreaktionen von Paraffinen, Naphthenen und Aromaten, sowie in geringerem Maße Hydrocrackreaktionen und eine Entschwefelung der Produkte. Während des Prozesses kommt es allerdings auch zu Koksablagerungen auf dem

Katalysator (etwa 0,2% beim Steinkohlen- und etwa 0,5% beim Braunkohlenhydrierbenzin), was seine Aktivität vermindert und nach 100 oder mehr Betriebsstunden (bei Steinkohlenbenzin) eine oxidative Regeneration (etwa 1/3 der Gesamtbetriebszeit) erforderlich macht. Zur Erreichung dieser relativ langen Arbeitsperioden müssen an das Einsatzprodukt folgende Reinheitsanforderungen gestellt werden:

Schwefel unter 0,01%, Stickstoff unter 0,0015%,
Sauerstoff unter 0,15% ¹⁵⁾

Bei der Reaktion entstandene Olefine können im letzten der hintereinandergeschalteten DHD-Reaktoren bei 300°C hydriert werden. - Die Ausbeute an Benzinen mit einer MOZ von 80 bis 82 (ohne Blei) betrug in diesen Anlagen 80 bis 85 Vol.%, ausgehend von Steinkohlebenzin.

Die Zusammensetzung eines Benzins mit einem Siedebereich von 85 bis 185°C als Einsatzprodukt für das DHD-Verfahren und die Zusammensetzung des im DHD-Reaktor gewonnenen Endproduktes gibt Tabelle 5-12.

Tabelle 5-12: Einsatzbenzin und Produktbenzin beim DHD-Verfahren ¹⁶⁾

	Einsatz-Schwerbenzin %	DHD-Produkt-Benzin %
Aromaten	10	66
Naphthene	51	8
Paraffine	38	25,5
Olefine	<u>1</u>	<u>0,5</u>
	100	100

Heute würde eine Oktanzahlverbesserung der Hydrierbenzine wahrscheinlich nach dem neueren Reformier-Verfahren an Edelmetall-Träger-Katalysatoren durchgeführt, wie es beim H-Coal-Verfahren (s. Abschn. 5.2.3) besprochen werden soll. Diese Katalysatoren ergeben eine bessere Klopfestigkeit und gleich-