

Zusammenfassung.

Durch die Kochung verschiedener Hölzer mit Wasser unter Druck kann ein bedeutender Teil der Hemicellulosen gelöst werden. Besonders stark ist der Eingriff bei Laubhölzern und den Stengeln einjähriger Pflanzen. Die starke Einwirkung des Wassers beruht auf der Abspaltung von Essigsäure und Ameisensäure aus dem Holz, wodurch die Extraktlösung sauer und die Hydrolyse der Holzbestandteile wesentlich beschleunigt wird.

Die mit Wasser gelösten Stoffe bestehen neben geringen Mengen Pflanzenharz ausschließlich aus Kohlenhydraten, die durch fraktionierte Fällung mit Alkoholen in Mono- und Polysaccharide getrennt werden können. Dabei zeigen die Einjahrespflanzen deutliche Unterschiede von dem Holz der Fichte und der Buche. Während bei letzteren ein großer Teil der Hemicellulosen in langkettiger Form gelöst wird, gehen bei den einjährigen Pflanzen die Zucker meist in monomerer Form in Lösung.

Der nach der Wasserkochung verbliebene Holzurückstand zeigt gegenüber unbehandeltem Holz große Veränderungen. Vor allem das Lignin besitzt ein von normalem Holzlignin abweichendes Verhalten. Dies äußert sich in folgenden Punkten:

1) Ein Teil des im Holzurückstand enthaltenen Lignins kann mit Alkohol bei niedriger Temperatur gelöst werden.

2) Ein weiterer Teil des Lignins wird durch verd. Alkali zusammen mit Polysacchariden gelöst.

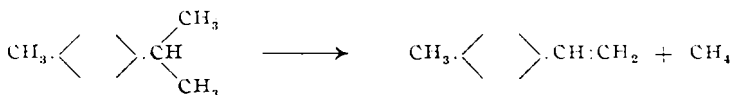
3) Das Lignin des Holzurückstands ist teilweise in Bisulfit unlöslich, so daß beim Sulfitaufschluß von vorextrahiertem Holz ein ligninreicher, schwer zerfaserbarer Zellstoff erhalten wird.

Bei nur kurzer Einwirkung des Wassers unter Druck gelingt es, wenige Procente des Holzes in Form einer äußerst labilen Lignin-Kohlenhydrat-Verbindung zu lösen und ein unverändertes Restholz zu erhalten. Größere Kohlenhydratmengen ohne Schädigung des Lignins aus dem Holz zu lösen, ist unmöglich. Dies kann nur dadurch erklärt werden, daß das Lignin mit den Kohlenhydraten im Holz chemisch verbunden ist. Durch die Aufspaltung dieser Bindungen geht das Lignin einerseits in einen leicht löslichen Zustand über. Andererseits kann es an den früheren Verknüpfungsstellen zu Kondensationsreaktionen kommen, wodurch ein Teil des Lignins höhermolekular und damit in Bisulfitlösung unlöslich wird.

78. Hans Breneck † und Hans Friedrich Müller: Die thermische Spaltung des *p*-Cymols.

[Aus d. Wissenschaftl. Hauptlaborat. d. Zellstoffabrik Waldhof, Werk Mannheim.]
(Eingegangen am 27. März 1942.)

Leitet man dampfförmiges Cymol bei hoher Temperatur durch ein glühendes Metallrohr, so findet eine thermische Spaltung statt, wobei die Isopropylseitenkette unter Abspaltung von Methan in eine Vinylseitenkette verwandelt wird. Man erhält aus Cymol das *p*-Methylstyrol.



Diese Umwandlung ist in einigen Patentschriften erwähnt, die die Herstellung von Styrol und seinen Homologen aus alkylierten Benzolderivaten behandeln¹⁾. Hierbei werden Benzolderivate wie Äthylbenzol, *n*-Propyl-

¹⁾ Dtsch. Reichs-Pat. 550055 (C. 1932 I, 3890); Amer. Pat. 1541175; Amer. Pat. 2036510.

benzol, Isopropylbenzol und Cymol über verschiedene Katalysatoren bei hoher Temperatur geleitet. Das Äthylbenzol erleidet bei der hohen Temperatur eine Abspaltung von Wasserstoff, Isopropylbenzol und Cymol dagegen eine solche von Methan. Man führt also zwei verschiedene Vorgänge nach demselben Verfahren unter Verwendung derselben Katalysatoren durch. Es schien uns aussichtsreich zu untersuchen, ob nicht für die Cymolspaltung ganz bestimmte Bedingungen gelten, um so die nach der Literatur mit relativ geringer Ausbeute verlaufende Umsetzung zu verbessern.

Als Ausgangsmaterial verwendeten wir das in der Sulfitzellstofffabrikation als Nebenprodukt anfallende Rohcymol, das 82—85% *p*-Cymol enthält. Um uns zu versichern, daß tatsächlich das *p*-Isomere vorlag, unterwarfen wir das durch Wasserdampfdestillation gereinigte Cymol der Oxydation mit Permanganat. Als Spaltprodukt wurde ein Gemisch von *p*-Oxyisopropylbenzoesäure und Terephthalsäure erhalten.

Das Rohcymol wurde verdampft und mittels Stickstoffs als Trägergas in einer eisernen Apparatur bei 650° über verschiedene Metallkatalysatoren in Netzform geleitet. Am Ende der Metallröhre befand sich ein Kühler, in dem die Reaktionsprodukte sofort stark abgekühlt und kondensiert wurden. Das dunkle Rohdestillat (etwa 85—90% des angewandten Rohcymols) wurde mit Wasserdampf destilliert. Das hellgelbe Destillat enthielt das gebildete *p*-Methylstyrol. Dieses konnte durch Titration mit Brom in Eisessig quantitativ bestimmt werden. Bei Verwendung von Kupfer- oder Eisen-Drahtnetzen wurden 36—38% Methylstyrol (bezogen auf das Ausgangsmaterial) erhalten. Dagegen bewirkte die Verwendung von Nickel- oder Platinnetzen eine sofortige Zersetzung des Cymols unter starker Kohleabscheidung, so daß in kurzer Zeit das Reaktionsrohr verstopft war.

Bei Verwendung sämtlicher Metallkatalysatoren zeigt sich an der Oberfläche der Metallnetze und an der Wandung der eisernen Röhre eine starke Kohleabscheidung. Dasselbe beobachtet man, wenn man die Röhre mit Kieselgel, Bimsstein, Quarzsplintern, Tonscherben usw. füllt. Wendet man dagegen Kohle selbst in geeigneter Form als Katalysator an und schaltet die störende Wirkung des metallischen Reaktionsrohres durch Verwendung einer Apparatur aus Supremaxglas oder Porzellan aus, so fällt die Kohleabscheidung fast vollständig weg, und man erhält bedeutend bessere Ausbeuten an Methylstyrol.

Wir erhielten bei der Anwendung von Kohle in Form von granulierter Adsorptionskohle, Koks oder Graphit 49—51% Methylstyrol, bezogen auf das Ausgangsmaterial, wenn als Trägergas Stickstoff verwendet wurde. Bei Anwendung von Kohlensäure konnte die Ausbeute an Methylstyrol bis auf 55% gesteigert werden. Wir nehmen an, daß die Kohlensäure mit dem Methan bei der hohen Versuchstemperatur nach:

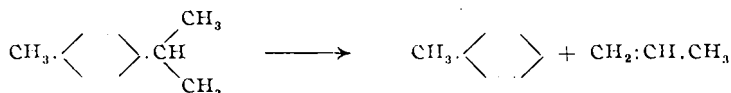


reagiert und so ein Teil des Methans aus dem Reaktionsgleichgewicht herausgenommen wird.

Neben der Anwendung günstiger Katalysatoren spielen bei der thermischen Spaltung des Cymols auch noch andere Faktoren eine Rolle. Die günstigste Temperatur ist 650°. Die Durchleitungsgeschwindigkeit richtet sich nach der Form des Reaktionsrohres; sie darf weder zu groß noch zu klein sein. Auch die Länge der Katalysatorschicht ist von großer Bedeutung. Ihre günstigsten Ausmaße müssen durch Versuche ermittelt werden. Schließlich ist die An-

wendung von Unterdruck für den Reaktionsverlauf nicht günstig, die Dämpfe werden anscheinend zu schnell durch die Reaktionszone gerissen, und man erhält schlechte Ausbeuten.

Die bei der thermischen Spaltung des Cymols entstehenden Produkte unterzogen wir einer genauen Untersuchung. Wir erhielten nach Kondensation ein Rohdestillat, das 85—90% des angewandten Rohcymols betrug. Die bei der Reaktion gebildeten Gase bestanden in der Hauptsache aus einem Gemisch von Wasserstoff und Methan, dem noch etwa 10% ungesättigte Verbindungen beigemischt waren. Aus dem Rohdestillat gewannen wir mittels Wasserdampfdestillation ein helles Destillat, 5—10% blieben als dunkles Öl zurück. Das Wasserdampfdestillat wurde einer Vakuumdestillation bei 14 mm unterworfen und zunächst in zwei Fraktionen geteilt. Bis 50° ging ein Gemisch von 65% Toluol und 35% Methylstyrol über. Die Bildung des Toluols ist auf folgende Nebenreaktionen zurückzuführen:



Das gebildete Propylen konnte im Gemisch der gasförmigen Reaktionsprodukte festgestellt werden. Über 50° destillierte ein Gemisch von Methylstyrol und unverändertem Cymol über. Das Styrol in reiner Form durch fraktionierte Destillation zu gewinnen, gelang auch bei Anwendung hochwirksamer Fraktionierkolonnen nicht. Eine Abtrennung konnte nur durch Polymerisation des Methylstyrols zu Polymethylstyrol und Abdestillieren des unveränderten Cymols oder durch Bromierung des Methylstyrols zu Dibrommethylstyrol erreicht werden. Die Menge des Methylstyrols im Destillat schwankt entsprechend den Versuchsbedingungen zwischen 55 und 70%.

Der mit Wasserdampf nicht flüchtige Teil des Rohdestillats wurde ebenfalls einer fraktionierten Destillation im Vak. unterworfen. Zwischen 80 und 300°/14 mm gingen verschiedene, immer dunkler gefärbte Öle über, die sämtlich ungesättigt waren und ein Gemisch verschiedenster Substanzen darstellten. Der Rest war undestillierbar. Die bei 185—230° destillierenden Fraktionen krystallisierten zum Teil. Bei den krystallisierten Körpern handelt es sich um ein Gemisch stark fluoreszierender, gut krystallisierender Stoffe. Ihre nähere Untersuchung soll noch erfolgen.

Hauptreaktionsprodukt der thermischen Spaltung des Cymols ist demnach *p*-Methylstyrol neben unverändertem *p*-Cymol, Toluol und höher siedenden Reaktionsprodukten. Seine Ausbeute beträgt im günstigsten Falle (bei Anwendung von Kohle) 54% des unreinen Rohcymols, 62.5% des in diesem enthaltenen *p*-Cymols. Diese Ausbeute kann erhöht werden, wenn man das bei der Reaktion unveränderte Cymol nach Abtrennung des Methylstyrols nochmals verwendet. Auch andere Benzolderivate mit Isopropylseitenkette lassen sich auf die gleiche Weise spalten. Wir bekamen unter Anwendung von Kohle als Katalysator bei Isopropylbenzol und Isothymol dieselbe Ausbeute an Styrolderivaten.

Dagegen konnten wir bei der Spaltung von Äthylbenzol und Methyläthylbenzol feststellen, daß Kohle gegenüber anderen Katalysatoren keinen Vorteil bietet. Es scheint somit die Kohle eine spezifische Wirkung bei der Methanabspaltung aus Isopropylseitenketten auszuüben.

Beschreibung der Versuche.

Destilliert man Rohcymol der Sulfitzellstofffabrikation mit Wasserdampf, so gehen 90% über. Das Destillat ist vollkommen farblos und enthält 90—92% des zwischen 174—177° siedenden *p*-Cymols neben höher siedenden Bestandteilen.

Oxydation des *p*-Cymols: 10 g Cymol-Wasserdampfdestillat werden in wäbr. Suspension innerhalb von 4 Stdn. mit 38 g Kaliumpermanganat oxydiert. Man säuert die filtrierte heiße Oxydationslösung gegen Kongopapier an. Die ausgefallene Terephthalsäure wird mit Diazomethan methyliert und als Dimethylester identifiziert. Im Filtrat scheiden sich beim Abkühlen schöne Krystalle von *p*-Oxyisopropylbenzoesäure ab. Den Rest der Säure erhält man durch Ausäthern der Oxydationslösung im Apparat. Insgesamt werden erhalten:

6.6 g Oxyisopropylbenzoesäure und 1.8 g Terephthalsäure (70% d. Th.).

Thermische Spaltung des Cymols mittels Metallkatalysatoren.

Man verwendet eine eiserne Apparatur, die aus einer 750 ccm fassenden Retorte mit anschließendem, waagrechttem Reaktionsrohr von 600 mm Länge und 25 mm Innendurchmesser besteht. Das Ende des Rohres ist etwas nach unten gebogen und trägt einen aufgeschweißten Wasserkühler. An das Reaktionsrohr schließt sich eine Vorlage an. Die nicht kondensierten Gase werden durch mehrere stark gekühlte Vorlagen in einen Gasometer geleitet. Das Reaktionsrohr ist in einem Schamotteofen gelagert und mit Gas beheizt. Die Temperaturmessung geschieht mittels eines Thermolements. Als Katalysatoren verwendet man Metallnetze aus reinem Metall, die zusammengerollt in das Eisenrohr gesteckt werden. Die Netzlänge beträgt 25—30 cm.

Zur Durchführung der Umwandlung wird das Reaktionsrohr zunächst unter Durchleiten von Stickstoff auf eine Temperatur von 650° gebracht, dann das in der Retorte befindliche Cymol zum Sieden erhitzt und der Dampf in einem langsamen Stickstoffstrom mit einer Geschwindigkeit von 70 bis 100 g/Stde. durch das glühende Rohr geleitet. In der Vorlage kondensiert sich eine dunkle Flüssigkeit. Diese wird der Vak.-Destillation unterworfen. Der Gehalt des Destillats an *p*-Methylstyrol, unverändertem Cymol und Toluol ist in der Tafel 1 angegeben.

Tafel 1.

Thermische Spaltung des Cymols unter Verwendung von Metallkatalysatoren und Stickstoff als Trägergas.

Temp. 650°, Durchleitungsgeschwindigkeit 60—80 g/Stde. Die Werte sind auf angew. Rohcymol bezogen.

Katalysator	Roh-Destillat	Wasserdampfdestillat	Methylstyrol	Toluol	Unverändertes Cymol	Höher sied. Prodd., undestillierbar
	%	%	%	%	%	%
Eisennetz	89.0	74.0	36.5	9.0	28.5	15.0
Kupfernetz	84.0	64.0	38.0	7.0	19.0	20.0
Aluminiumspäne . .	90.5	83.0	24.0	6.5	52.5	7.5
Nickelnetz	vollständige Zersetzung des Cymols unter Kohleabscheidung					

Thermische Spaltung des Cymols mittels Kohle als Katalysator.

Apparatur aus Supremaxglas oder Porzellan: Die 500 ccm fassende Retorte ist durch einen Schliff mit dem Reaktionsrohr, (25 mm lichte Weite, 600 mm Länge)

verbunden, dessen etwas nach unten gebogenes Ende direkt in einer stark gekühlten Vorlage endet. Das Reaktionsrohr steckt in einem weiteren Metallrohr, das von außen mit Gas beheizt wird und in einem Verbrennungsofen mit Schamottesteinen gelagert ist. Die Temperaturmessung geschieht mittels Thermoelements.

Als Katalysator wurde aus Sulfitablauge hergestellte, granuliert Adsorptionskohle (2—3 mm Korngröße), zerkleinerter Koks oder auf Asbest naß aufgeschlämmter Graphit verwendet. Man kann auch Quarzsplitter verwenden. Diese überziehen sich vollständig mit einer feinen Graphitschicht und wirken dann wie Graphit selbst. Die Versuche wurden in derselben Weise wie mit Metallkatalysatoren durchgeführt.

Tafel 2.

Thermische Spaltung des Cymols unter Verwendung von Kohle als Katalysator und Stickstoff als Trägergas.

Temp. 650°, Durchleitungsgeschwindigkeit 80—100 g/Stde. Die Werte sind auf angew. Rohcymol bezogen.

Katalysator	Roh-Destillat	Wasserdampf-Destillat	Methylstyrol	Toluol	Unverändertes Cymol	Höher sied. Prodd., undestillierbar
	%	%	%	%	%	%
Adsorptionskohle	86.0	80.0	50.0	8.0	22.0	6.0
Koks	87.5	79.0	50.0	8.0	21.0	8.5
Graphit auf Asbest	87.0	81.5	50.0	8.5	23.0	5.5
Quarzsplitter mit Kohle imprägniert	88.0	77.0	50.0	7.5	19.5	11.0

Verwendet man an Stelle von Stickstoff als Trägergas Kohlensäure, so werden die Ausbeuten noch erhöht.

Tafel 3.

Thermische Spaltung des Cymols unter Verwendung von Kohle als Katalysator und Kohlensäure als Trägergas.

Temp. 650°, Durchleitungsgeschwindigkeit 80—100 g/Stde. Die Werte sind auf angew. Rohcymol bezogen.

Katalysator	Roh-Destillat	Wasserdampf-Destillat	Methylstyrol	Toluol	Unverändertes Cymol	Höher sied. Prodd., undestillierbar
	%	%	%	%	%	%
Adsorptionskohle	87.0	77.0	53.0	7.5	16.5	10.0
Koks	86.5	76.5	54.0	7.5	15.0	10.0

Als günstigste Temperatur wurden 650° gefunden. Versuche bei 620° und 700° ergaben wesentlich schlechtere Ausbeuten. Die Durchleitungsgeschwindigkeit des Cymoldampfes richtet sich nach dem Volumen des Reaktionsraumes. Bei unserer Apparatur waren 70—100 g Cymol/Stde. am geeignetsten. Auch die Länge der erhitzten Kohleschicht ist von großer Bedeutung. Eine kurze Katalysatorschicht bei hoher Temperatur oder eine lange Schicht bei niedriger Temperatur zu verwenden, ist nicht günstig (Tafel 4).

Tafel 4.

Versuche mit verschiedenen langer Katalysatorstrecke im Reaktionsrohr.
Als Katalysator Adsorptionskohle.

Die Werte sind auf angewandtes Rohcymol bezogen.

Länge der Kohleschicht	Temperatur	Ausbeute an Methylstyrol %
8 cm	700°	44
25 cm	650°	54
65 cm	550°	40

Die Anwendung von vermindertem Druck verbessert nicht die Ausbeute an Methylstyrol. Im günstigsten Falle (300 mm) war zwar die Menge des aus dem Rohdestillat erhältlichen Wasserdampfdestillates größer, jedoch sein Gehalt an Methylstyrol gegenüber dem Versuch bei gewöhnlichem Druck geringer, so daß das Endergebnis keine Verbesserung brachte.

Aufarbeitung der destillierbaren Reaktionsprodukte.

Das Rohdestillat der Cymolspaltung läßt sich durch Wasserdampfdestillation in einen flüchtigen und in einen nicht flüchtigen Anteil trennen.

1) Wasserdampfdestillat: Destilliert man das Wasserdampfdestillat bei 14 mm, so bekommt man keine scharf trennbaren Fraktionen. Wir trennten das Gesamtdestillat zunächst in 2 Fraktionen. Von 23—50° bei 14 mm ging ein Gemisch von Toluol und Methylstyrol über. Destilliert man dieses Gemisch bei Atmosphärendruck, so geht zunächst reines Toluol über, dann ein Gemisch von Toluol und Methylstyrol. Zum Schluß polymerisiert sich der Rest des Styrols im Kolben. Am besten titriert man das Methylstyrol in dieser Fraktion mit Brom und kann so den Gehalt an Toluol und Methylstyrol bestimmen. Von 50—80° bei 14 mm destilliert der Hauptanteil der wasserdampfflüchtigen Produkte. Die Fraktion besteht aus einem Gemisch von Methylstyrol und unverändertem Cymol. Trotz Anwendung verschiedenster hochwirksamer Fraktionierkolonnen gelang es nicht, beide Stoffe rein zu erhalten. Man kann höchstens eine gewisse Anreicherung des Methylstyrols in einigen Fraktionen erzielen. Die Trennung beider Stoffe gelingt nur über die Polymerisation oder die Bromierung des Methylstyrols.

a) Polymerisation: 100 g der Fraktion Sdp.₁₄ 50—80° werden in ebensoviel Benzol gelöst und unter Kühlung und Rühren mit 1 g Zinntetrachlorid tropfenweise versetzt. Man erwärmt die sich braunrot färbende Lösung 2 Stdn. auf etwa 90°. Dann werden 10 g Calciumoxyd und 10 g Aluminiumhydroxyd in feiner Pulverform zugesetzt, noch 1 Stde. bei 90° gerührt und dann heiß filtriert. Das Filtrat engt man im Vak. ein, wobei das unveränderte Cymol abdestilliert und das Polymethylstyrol als glasige Masse zurückbleibt. Man erhitzt bis zu 140°/14 mm.

Das abdestillierte Cymol geht bei erneuter Destillation konstant bei 168°/760 mm über. Dieser Siedepunkt ist tiefer als der für Cymol in der Literatur angegebene (175—177°). Nach der Analyse und dem Oxydationsergebnis mit Permanganat handelt es sich jedoch um reines *p*-Cymol.

Behandelt man das durch Wasserdampf gereinigte Cymol der Sulfzellstoffabrikation mit Natrium, so färbt sich die Flüssigkeit dunkelrot, und es fallen gallertige Stoffe aus. Zum Schluß bleibt das Natrium blank. Das

überstehende Cymol wurde zunächst im Vak., dann bei 750 mm destilliert. Es zeigte dann den Sdp. 167—168°. Dem bei 175—177° siedenden Cymol scheint daher ein ungesättigter Körper beigemischt zu sein, der den Siedepunkt erhöht.

b) Bromierung: Eine zwischen 56° und 58° siedende Fraktion, bestehend aus einem Gemisch von Methylstyrol und Cymol, ergab bei Titration mit Brom in Eisessig 69.5% Methylstyrol. 22.5 g derselben Fraktion wurden in Eisessig gelöst und mit Brom in Eisessig in der Kälte bromiert, das überschüssige Brom mit verd. Lauge und Wasser entfernt und das bromierte Produkt im Vak. destilliert. Zwischen 55° und 65°/14 mm gingen 6.3 g unverändertes Cymol über. Das Dibrommethylstyrol destillierte zwischen 142—147°/14 mm (36 g). Es krystallisierte beim Stehenlassen durch. Aus Petroläther umkrystallisiert: Schmp. 45°.

0.2170 g Sbst.: 0.2919 g HgBr.

$C_9H_{10}Br_2$. Ber. Br 57.49. Gef. Br 57.24.

2) Wasserdampfrückstand: Destilliert man den dunklen Rückstand der Wasserdampfdestillation bei 14 mm, so geht von 80—300° ein öliges Gemisch verschiedenster Stoffe über. Die Fraktionen zwischen 185° und 230° krystallisieren zum Teil. Man kann die Krystalle durch Absaugen von den öligen Bestandteilen trennen. Nach Umkrystallisieren aus Methanol bekommt man eine Reihe von Krystallisaten, die sich durch verschiedene Löslichkeit in Methanol und ihre Fluoreszenzfarben unterscheiden. Diese Stoffe sollen noch näher untersucht werden.

Thermische Spaltung des Isopropylbenzols.

Technisches Isopropylbenzol von Heyl u. Co. wurde im Kohlendioxidstrom bei 650° über Koks geleitet. Das Wasserdampfdestillat wurde bei 14 mm fraktioniert. Bis 30° ging ein Gemisch von Benzol und Styrol über. Über 50° destillierte ein Gemisch von Styrol mit wenig unverändertem Isopropylbenzol. Die Fraktion wurde durch Bromierung getrennt, das Dibromstyrol auf Ton abgepreßt und aus Petroläther umkrystallisiert (Schmp. 74°).

0.2220 g Sbst.: 0.3169 g HgBr.

$C_9H_8Br_2$. Ber. Br 60.58. Gef. Br 60.75.

Über 50° siedet ein Gemisch von Styrol mit höher siedenden Produkten, die wir nicht näher untersucht haben. Die Gesamtausbeute an Styrol beträgt, bezogen auf das angew. Isopropylbenzol, 51.5%.

Thermische Spaltung des Isothymols.

Wir verwendeten techn. Isothymol von Heyl u. Co., das 80% reines Isothymol enthält. Trotz des hohen Siedepunkts von 236° läßt der Stoff sich doch glatt durch das Rohr leiten. Temp. 650°, Koks als Katalysator.

Das Roh-Destillat destilliert man am besten mit Wasserdampf im Vakuum. Fraktioniert man das so erhaltene Destillat bei 14 mm, so geht bis 100° ein Gemisch von Toluol und *m*-Cymol neben wenig *m*-Kresol über. Von 100—140° destilliert ein Gemenge von unverändertem Isothymol und Oxymethylstyrol. Das Gemisch wurde bromiert und das Tribromoxymethylstyrol destilliert (185—186°/14 mm).

0.5480 g Sbst.: 0.8250 g HgBr.

$C_9H_4OBr_3$. Ber. Br 64.33. Gef. Br 64.07.

Die Ausbeute an Oxymethylstyrol betrug 50.0% des eingesetzten technischen Isothymols.