

**EUR 1676.d**

REPRINT

EUROPÄISCHE ATOMGEMEINSCHAFT - EURATOM  
Gesellschaft für Kernenergie in Schiffbau und Schifffahrt mbH - G.K.S.S.

DESTILLATION VON TERPHENYLGEMISCHEN  
MITTELS DÜNNSCICHTVERDAMPFER

von

W. HAUBOLD (Interatom)

1964



Bericht abgefasst von Interatom  
Internationale Atomreaktorbau GmbH, Bensberg/Köln, Deutschland  
Vertrag Nr. 002-61-1 PNID

Sonderdruck aus  
ATOMKERNENERGIE  
Jg. 8 - Heft 10 - 1963

## HINWEIS

Das vorliegende Dokument ist im Rahmen des Forschungsprogramms der Kommission der Europäischen Atomgemeinschaft (EURATOM) ausgearbeitet worden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Euratomkommission, ihre Vertragspartner und alle in deren Namen handelnden Personen :

- 1<sup>o</sup> — keine Gewähr dafür übernehmen, dass die in diesem Dokument enthaltenen Informationen richtig und vollständig sind oder dass die Verwendung der in diesem Dokument enthaltenen Informationen oder der in diesem Dokument beschriebenen technischen Anordnungen, Methoden und Verfahren nicht gegen gewerbliche Schutzrechte verstößt;
- 2<sup>o</sup> — keine Haftung für die Schäden übernehmen, die infolge der Verwendung der in diesem Dokument enthaltenen Informationen oder der in diesem Dokument beschriebenen technischen Anordnungen, Methoden oder Verfahren entstehen könnten.

*This reprint is intended for restricted distribution only. It reproduces, by kind permission of the publisher, an article from "ATOMKERNENERGIE", 8. Jahrgang, Heft 10 - 1963, 343-345. For further copies please apply to Verlag Karl Thiernig KG — 8 München 9, Pilgersheimer Strasse 38 (Deutschland).*

*Dieser Sonderdruck ist für eine beschränkte Verteilung bestimmt. Die Wiedergabe des vorliegenden in „ATOMKERNENERGIE“, 8. Jahrgang, Heft 10 - 1963, 343-345 erschienenen Aufsatzes erfolgt mit freundlicher Genehmigung des Herausgebers. Bestellungen weiterer Exemplare sind an Verlag Karl Thiernig KG — 8 München 9, Pilgersheimer Strasse 38 (Deutschland), zu richten.*

*Ce tiré-à-part est exclusivement destiné à une diffusion restreinte. Il reprend, avec l'aimable autorisation de l'éditeur, un article publié dans «ATOMKERNENERGIE», 8. Jahrgang, Heft 10 - 1963, 343-345. Tout autre exemplaire de cet article doit être demandé à Verlag Karl Thiernig KG — 8 München 9, Pilgersheimer Strasse 38 (Deutschland).*

*Questo estratto è destinato esclusivamente ad una diffusione limitata. Esso è stato riprodotto, per gentile concessione dell'Editore, da «ATOMKERNENERGIE», 8. Jahrgang, Heft 10 - 1963, 343-345. Ulteriori copie dell'articolo debbono essere richieste a Verlag Karl Thiernig KG — 8 München 9, Pilgersheimer Strasse 38 (Deutschland).*

*Deze overdruk is slechts voor beperkte verspreiding bestemd. Het artikel is met welwillende toestemming van de uitgever overgenomen uit „ATOMKERNENERGIE“, 8. Jahrgang, Heft 10 - 1963, 343-345. Meer exemplaren kunnen besteld worden bij Verlag Karl Thiernig KG — 8 München 9, Pilgersheimer Strasse 38 (Deutschland).*

## EUR 1676.d

REPRINT

DESTILLATION VON TERPHENYLGEMISCHEN MITTELS DUNN-SCHICHTVERDAMPFER von W. HAUBOLD (Interatom).

Europäische Atomgemeinschaft - EURATOM.  
Gesellschaft für Kernenergie in Schiffbau und Schifffahrt mbH - G.K.S.S.  
Bericht abgefasst von Interatom.  
Internationale Atomreaktorbau GmbH, Bensberg/Köln, Deutschland.  
Vertrag Nr. 002-61-1 PNID.  
Sonderdruck aus „Atomkernenergie“, Jahrgang 8 - Heft 10 - 1963 - Seiten 343-345.

Versuche zeigen, daß der Dünnschichtverdampfer für die kontinuierliche Reinigung organischer Kühlmittel sehr geeignet ist. Etwa 84 Gew.-% der hochsiedenden Terphenylrückstände sind bei 0,5 Torr und 350° C destillierbar, wobei ein großer Teil der Hexaphenyle flüchtig ist.

## EUR 1676.d

REPRINT

DESTILLATION OF TERPHENYL MIXTURES BY MEANS OF THIN FILM EVAPORATOR by W. HAUBOLD (Interatom).

European Atomic Energy Community - EURATOM.  
Gesellschaft für Kernenergie in Schiffbau und Schifffahrt mbH - G.K.S.S.  
Work performed by Interatom.  
Internationale Atomreaktorbau GmbH, Bensberg/Köln, Deutschland.  
Contract No. 002-61-1 PNID.  
Reprinted from "Atomkernenergie" Vol. 8 - No. 10 - 1963 - pp. 343-345.

Based upon experimental results the suitability of the thin film evaporator for continuous purification of organic coolants is evaluated. About 84 % by weight of the high-boiler residues of terphenyl are distillable at 0,5 mm Hg and 350° C, a substantial portion of the hexaphenyls being volatile.

## EUR 1676.d

REPRINT

DESTILLATION OF TERPHENYL MIXTURES BY MEANS OF THIN FILM EVAPORATOR by W. HAUBOLD (Interatom).

European Atomic Energy Community - EURATOM.  
Gesellschaft für Kernenergie in Schiffbau und Schifffahrt mbH - G.K.S.S.  
Work performed by Interatom.  
Internationale Atomreaktorbau GmbH, Bensberg/Köln, Deutschland.  
Contract No. 002-61-1 PNID.  
Reprinted from "Atomkernenergie" Vol. 8 - No. 10 - 1963 - pp. 343-345.

Based upon experimental results the suitability of the thin film evaporator for continuous purification of organic coolants is evaluated. About 84 % by weight of the high-boiler residues of terphenyl are distillable at 0,5 mm Hg and 350° C, a substantial portion of the hexaphenyls being volatile.

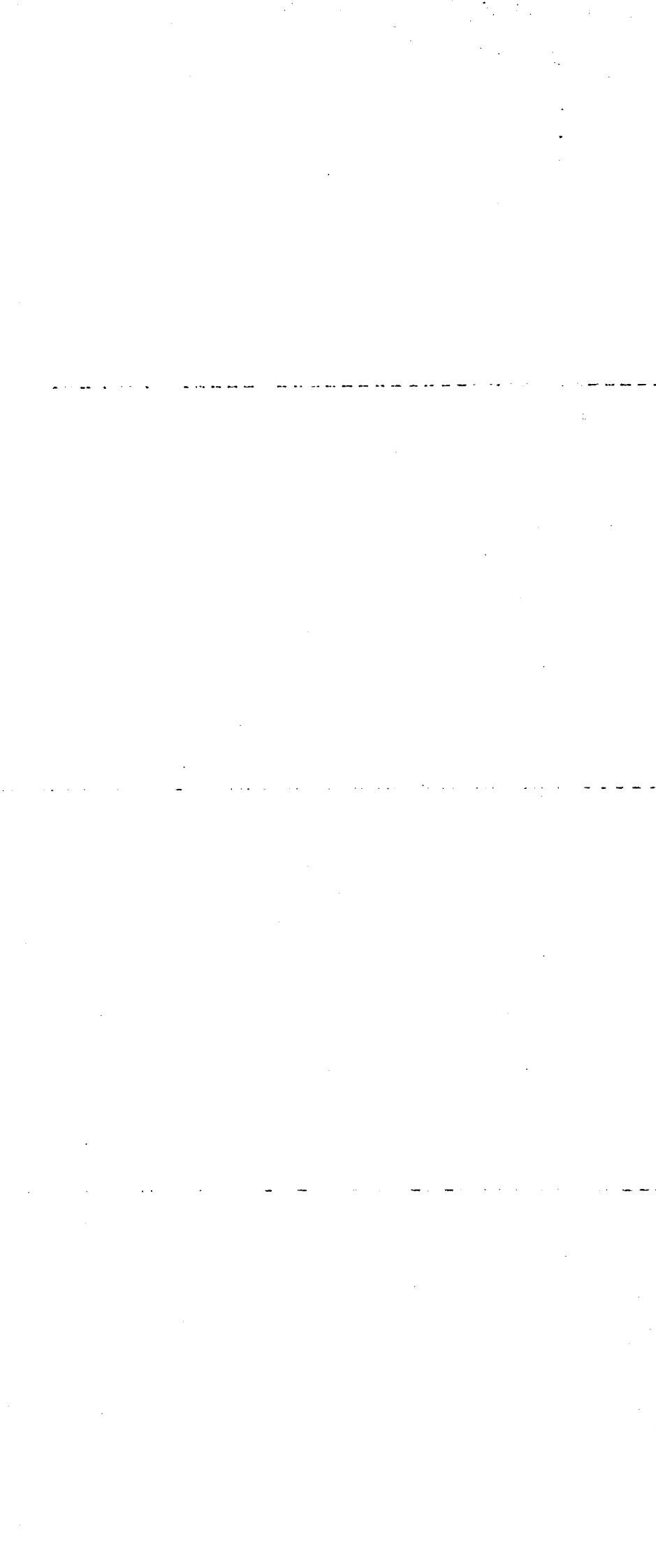
## EUR 1676.d

REPRINT

DESTILLATION OF TERPHENYL MIXTURES BY MEANS OF THIN FILM EVAPORATOR by W. HAUBOLD (Interatom).

European Atomic Energy Community - EURATOM.  
Gesellschaft für Kernenergie in Schiffbau und Schifffahrt mbH - G.K.S.S.  
Work performed by Interatom.  
Internationale Atomreaktorbau GmbH, Bensberg/Köln, Deutschland.  
Contract No. 002-61-1 PNID.  
Reprinted from "Atomkernenergie" Vol. 8 - No. 10 - 1963 - pp. 343-345.

Based upon experimental results the suitability of the thin film evaporator for continuous purification of organic coolants is evaluated. About 84 % by weight of the high-boiler residues of terphenyl are distillable at 0,5 mm Hg and 350° C, a substantial portion of the hexaphenyls being volatile.



# ATOMKERNENERGIE

Unabhängige Zeitschrift für die Anwendung der Kernenergie in Wissenschaft, Technik und Wirtschaft

Herausgeber: Prof. Dr. E. Bagge, Kiel · Prof. Dr.-Ing. K. Bammert, Hannover · Dr. K. Diebner, Flensburg · Prof. Dr.-Ing. W. Fucks, Aachen · Dr. W. Junkermann, Oberhausen · Prof. Dr. C. Keller, Zürich · Prof. Dr. R. Knebel, Bad Nauheim · Prof. Dr. H. W. Knipping, Köln · Prof. Dr. W. Kroebel, Kiel · Prof. Dr. H. Langendorff, Freiburg · Prof. Dr. G. Ortner, Wien · G. Thiemig, München  
Schriftleitung: Prof. Dr. W. Kliefoth, Geesthacht/Elbe.

Verlag Karl Thiemig, München 9, Pilgersheimer Straße 38

Gleichzeitig Publikationsorgan

der Studiengesellschaft zur Förderung der Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt e.V., Hamburg 36, Neuer Wall 34

Heft **10** Oktober 1963 8. Jahrgang

## Destillation von Terphenylgemischen mittels Dünnschichtverdampfer

Von W. Haubold, Bensberg

Interatom, Internationale Atomreaktorbau GmbH, Bensberg/Köln

### Zusammenfassung

Versuche zeigen, daß der Dünnschichtverdampfer für die kontinuierliche Reinigung organischer Kühlmittel sehr geeignet ist. Etwa 84 Gew.-% der hochsiedenden Terphenylrückstände sind bei 0,5 Torr und 350°C destillierbar, wobei ein großer Teil der Hexaphenyle flüchtig ist.

### Summary

Based upon experimental results the suitability of the thin film evaporator for continuous purification of organic coolants is evaluated. About 84% by weight of the high-boiler residues of terphenyl are distillable at 0,5 mm Hg and 350°C, a substantial portion of the hexaphenyls being volatile.

### 1. Einführung

Organische Kühlmittel werden unter der Einwirkung von energiereicher Strahlung und Temperaturen über 450°C allmählich zersetzt, wobei als Reaktionsprodukte neben Wasserstoff und Methan in der Hauptsache (mehr als 97 Gew.-%) Verbindungen mit höherem Siedepunkt als das Ausgangsprodukt gebildet werden. Diese höher siedenden Produkte (HSP) müssen bei organisch gekühlten Leistungsreaktoren laufend im Maß ihres Entstehens aus dem Kühlmittel entfernt werden, um eine Verschlechterung des Wärmeüberganges und anderer physikalischer Eigenschaften zu vermeiden. Vakuumdestillation hat sich als Mittel zur Kühlmittelreinigung bewährt und wird im allgemeinen (z. B. beim OMRE [1], beim Piqua-Reaktor [2] und beim EOOR [3]) als Flash-Destillation in einem Bypass ausgeführt.

Neuere Erkenntnisse über das Zustandekommen der Oberflächenverschmutzung von Brennelementen führten zu der Forderung, den Gehalt des Kühlmittels an organischen und anorganischen Partikeln auf einem sehr niedrigen Niveau (unter 10 ppm) zu halten. Diese Forderung kann man zwar durch Flash-Destillation leicht erfüllen, der Prozeß muß jedoch

aus Gründen der Partikelbildungsgeschwindigkeit mit höherem Durchsatz gefahren werden als zur Regelung des HSP-Gehaltes notwendig wäre. Will man verhindern, daß der HSP-Gehalt des Kühlmittels infolge der erhöhten Destillationsrate unter den als zweckmäßig ermittelten Wert von 30 Gew.-% sinkt, so muß die Destillation bei höherer Temperatur durchgeführt werden, um neben dem Terphenyl auch einen Teil der HSP in den Kreislauf zurückführen zu können.

Aufgrund von Untersuchungen über Zusammensetzung und Eigenschaften der HSP ist bekannt, daß sie größtenteils aus höheren Polyphenylen bestehen [4] und unter technischen Bedingungen (20 Torr, 420°C in der Destillationsblase) zu mindestens 56 Gew.-% destillierbar sind [1]. Bei Temperaturen über 450°C wird jedoch die Zersetzung der Polyphenyle so erheblich, daß eine Erhöhung der Zulauftemperatur des Kühlmittels beim Flash-Destillationsverfahren von bisher 370°C auf über 420°C bald zu einer Verkrustung der Heizflächen führen würde.

Das Verfahren der Dünnschichtverdampfung ermöglicht dagegen infolge der äußerst kurzen Verweilzeit im Verdampfer und der ständigen Entfernung der Destillationsrückstände von den Heizflächen durch die Umlaufwischer eine Destillation ohne pyrolytische Schädigung des zu destillierenden Gutes (und damit ohne Heizflächenverkrustung). Der Dünnschichtverdampfer erschien daher für die Destillation der hochsiedenden Produkte des organischen Kühlmittels besonders geeignet.

Durch Versuche, die im Rahmen eines Assoziierungsvertrages mit EURATOM durchgeführt wurden, sollte festgestellt werden, ob der von der Firma Samesreuther gebaute SAMBAY-Dünnschichtverdampfer in der Lage ist, Terphenyl-HSP-Gemische zu trennen und wie hoch der unter technischen Bedingungen noch destillierbare Anteil der HSP ist.

## 2. Versuche

### 2.1 Destillationsanlage

Die Destillationsversuche wurden im Technikum der Firma Samesreuther & Co. GmbH, Butzbach/Hessen, mit einer Versuchsanlage des SAMBAY-Dünnschichtverdampfers Type L50el durchgeführt. Über die Konstruktionsmerkmale des benutzten Dünnschichtverdampfers ist an anderer Stelle ausführlich berichtet worden [5], hier seien nur die wichtigsten Baugrößen angeführt:

Heizfläche	0,08 m <sup>2</sup>
beheizte Länge	575 mm
lichter Durchmesser der Verdampferrohre	50 mm
Gesamthöhe des Verdampfers	1430 mm
Kraftbedarf für Antrieb	0,54 kW
Drehzahl der Wischerwelle	700/900 U/min
Umlaufgeschwindigkeit der Wischer	2,4 m/s

Die Beheizung des Verdampfers erfolgt durch Widerstandsheizung; Vakuum (bis 10<sup>-3</sup> Torr) wird mit einer Ölpumpe erzeugt. Das Destillat wird in zwei Stufen kondensiert: in der ersten bei etwa 170°C, in der zweiten bei etwa 30°C.

### 2.2 Zusammensetzung der Terphenylgemische

Zur Destillation gelangten zwei Terphenylprodukte der Farbenfabriken Bayer, Leverkusen: Roh-Terphenyl und Rückstände der Terphenyldestillation; eine Zusammensetzung der Bestandteile beider Gemische zeigt Tab. 1.

Tab. 1: Zusammensetzung der Terphenylgemische

	Roh-Terphenyl		Rückstände der Terphenyldestillation	
	Gew.-%	mittl. Molekulargew.	Gew.-%	mittl. Molekulargew.
Diphenyl	2,5	154	2,8	154
o-Terphenyl	10,5	230	0,5	230
m-Terphenyl	45,3	230	7,1	230
p-Terphenyl	22,5	230	3,8	230
1. HSP-Fraktion	3,8	255	15,8	253
2. HSP-Fraktion	4,8	294	20	295
3. HSP-Fraktion	7,1	373	20	350
4. HSP-Fraktion	3,5	624	15	451
5. HSP-Fraktion	—	—	5	620
6. HSP-Fraktion	—	—	10	885
HSP insgesamt	19,2	376	85,8	416
mittl. Molekulargew.	256		386	

Die Rückstände der Terphenyldestillation dienten bei den Versuchen als Modellsubstanz für die nicht zur Verfügung stehenden radiolytischen hochsiedenden Produkte. Ihre Zusammensetzung wurde durch Hochtemperatur-Gaschromatographie sowie durch fraktionierte Destillation und Sublimation im Vakuum in Verbindung mit Bestimmungen des mittleren Molekulargewichtes der einzelnen Fraktionen ermittelt. Abb. 1 gibt die prozentuale Verteilung der Molekulargewichte der HSP in Form eines Diagrammes wieder. Aus dem Diagramm, den Daten der Vakuumdestillation und den Dampfdrücken der Polyphenyle [6] läßt sich der Anteil der

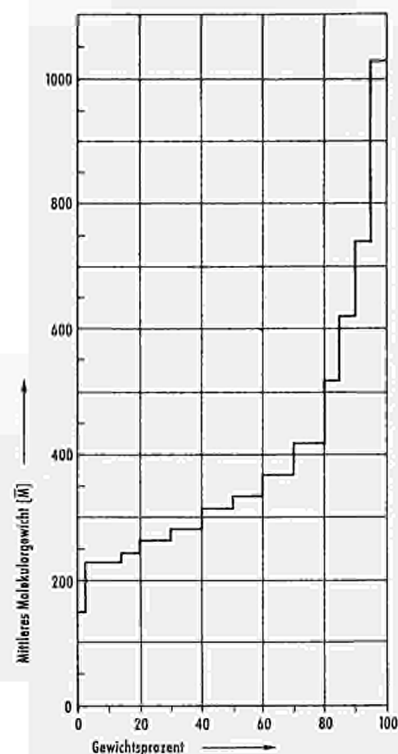


Abb. 1: Prozentuale Verteilung der Molekulargewichte der HSP.

Polyphenyle in den Rückständen der Terphenyldestillation wie folgt abschätzen<sup>1</sup>:

$$\begin{aligned} \text{bis } \phi_3 : 20\% ; \quad \phi_4 : 40\% \\ \phi_5 : 5\% ; \quad \phi_6 : 15\% \\ \phi_7 : 5\% ; \quad > \phi_7 : 15\% \end{aligned}$$

Ein Vergleich mit Werten über die Zusammensetzung der Destillationsrückstände bestrahlter Kühlmittel [4; 6] ergab weitgehende Übereinstimmung; Santowax-R-HSP enthalten gleichfalls mehr Quaterphenyle (36%) als Hexaphenyle (29%), während Santowax-OM-HSP reicher an Hexaphenylen sind (63%). Im allgemeinen liegen die mittleren Molekulargewichte der HSP bestrahlter Kühlmittel höher (OMRE-Kühlmittel: 400 bis 530) als die von pyrolytischen HSP (Bayer-Produkt: 416), jedoch hängt dies u. a. von der Bestrahlungsdauer ab.

### 2.3 Versuchsdurchführung

Mit jedem der beiden Terphenyl-Produkte wurden drei Versuche gefahren, und zwar bei Verdampfertemperaturen  $T_{II}$  von 250, 300 und 350°C und einem Druck von etwa 0,5 Torr. Das Terphenyl wurde zunächst in einem mit Dampf beheizten Behälter aufgeschmolzen, auf etwa 170°C erwärmt und dann mit einer Dosierpumpe (regelbar von 0—20 kg/h) kontinuierlich dem Verdampfer zugeführt. Die Dosierung wurde so eingestellt, daß ein möglichst hell gefärbtes Destillat erhalten wurde. Der Umlaufwischer lief mit 660 U/min. Die Anlage arbeitete bei allen sechs Versuchen sofort einwandfrei und ohne Störungen. Der Rückstand war in allen Fällen tief-

<sup>1</sup>  $\phi$  bezeichnet eine Phenyl- oder Phenylengruppe;  $\phi_3$  ist also Terphenyl,  $\phi_4$  Quaterphenyl usw.

schwarz gefärbt und lief ohne Schwierigkeit aus dem Verdampfer ab. Nur bei Versuch 6 (Destillation von Rückständen der Terphenyldestillation bei 350°C) war der Rückstand sehr zähflüssig und erstarrte in der Vorlage bereits während des Herabtropfens; die Bedingungen dieses Versuchs stellen also wahrscheinlich die obere Grenze der Destillierbarkeit dar. Die Dosierung wurde bei Versuch 2 zu hoch gewählt; das Destillat war daher etwas von mitgerissenen Rückständen verunreinigt.

Tab. 2: Versuchsdaten der Terphenyldestillation

Vers.-Nr.	Produkt	Druck [Torr]	<sup>2)</sup> T <sub>H</sub> [°C]	<sup>3)</sup> T <sub>B</sub> [°C]	<sup>4)</sup> T <sub>A</sub> [°C]	Dosierung [kg/h]	Destillatmenge [g]	Rückstandmenge [g]	Farbe des Destillats
1	Roh-Terphenyl	0,6	250	172	158	3,9	1840	95	hellgelb
2		0,6	300	205	162	12,4	1970	100	braungelb (verunreinigt)
3		0,6	350	197	185	10,8	1800	2	zitronengelb
4	Rückstände der	0,4	250	194	173	3,4		850	zitronengelb
5	Terphenyl-	0,5	300	220	170	4,5		440	goldgelb
6	Destillation	0,5	350	230	175	3,8		170	gelb-orange

<sup>2)</sup> T<sub>H</sub> Temperatur der Heizflächen  
<sup>3)</sup> T<sub>B</sub> Temperatur der Brüden  
<sup>4)</sup> T<sub>A</sub> Temperatur des Aufgabekapfs

#### 2.4 Analyse der Destillationsprodukte

Von Destillat und Rückstand jedes Versuchs wurden das mittlere Molekulargewicht  $\bar{M}$  (kryoskopisch in Benzol) sowie der Gehalt an Diphenyl, o-, m-, p-Terphenyl und HSP (gaschromatographisch) bestimmt, ferner in einzelnen Fällen auch der Aschegehalt. Die Analysenergebnisse sind in den Tab. 3 und 4 zusammengefaßt.

Tab. 3: Mittlere Molekulargewichte und HSP-Gehalte der Destillationsprodukte

Vers.-Nr.	Produkt	T <sub>H</sub> [°C]	Gew. % dest.	Destillat		Rückstand	
				$\bar{M}$	HSP Gew. %	$\bar{M}$	HSP Gew. %
1	Roh-Terphenyl	250	95,0	231	16,5	360	90,1
2		300	95,0	235	17,0	340 <sup>5)</sup>	59,4 <sup>5)</sup>
3		350	99,0	258	19,1	350 <sup>5)</sup>	—
4	Rückstände der	250	50,0	258	75,8	486	100
5	Terphenyl-	300	71,0	280	80,3	645	100
6	Destillation	350	86,0	318	84,7	804	100

Tab. 4: Zusammensetzung der Destillationsprodukte

Vers.-Nr.	Produkt	T <sub>H</sub> °C	Gewichtsprozente im									
			Destillat					Rückstand				
			Diph.	o-Terph.	m-Terph.	p-Terph.	HSP	Diph.	o-Terph.	m-Terph.	p-Terph.	HSP
1	Roh-Terphenyl	250	0,2	9,6	46,4	27,3	16,5	—	—	5,6	4,3	90,1
2		300	0,3	10,2	45,0	27,5	17,0	0,2 <sup>5)</sup>	2,4 <sup>5)</sup>	22,4 <sup>5)</sup>	15,6 <sup>5)</sup>	59,4 <sup>5)</sup>
3		350	0,3	9,6	44,0	27,0	19,1	nicht bestimmt				
4	Rückstände der	250	0,3	0,7	14,5	8,7	75,8	—	—	—	—	100
5	Terphenyl-	300	1,4	0,7	11,0	6,6	80,3	—	—	—	—	100
6	Destillation	350	0,3	0,3	9,1	5,6	84,7	—	—	—	—	100

<sup>5)</sup> Dosierung zu hoch; Trennung unvollständig  
<sup>6)</sup> Wert zu niedrig, Vorlage verunreinigt

Der Aschegehalt wurde von den Destillaten der Versuche 3 und 6 bestimmt; er betrug in beiden Fällen 15 ppm gegenüber Ausgangsgehalten von 40 ppm (bei Roh-Terphenyl) bzw. 1,9 Gew.-% (bei den Rückständen der Terphenyldestillation). Der Aschegehalt der Destillate kann wahrscheinlich noch gesenkt werden, wenn vor Beginn der Versuche die erforderlichen Reinigungsmaßnahmen an Anlageteilen und Gefäßen vorgenommen werden.

### 3. Versuchsergebnisse

Die Versuche haben einwandfrei erwiesen, daß der SAMBAY-Dünnschichtverdampfer für die Destillation von Terphenylgemischen und Terphenylrückständen (höhere Polyphenyle) sehr geeignet ist. Rückstände der Terphenyldestillation (pyrolytische hochsiedende Produkte) waren bei 0,5 Torr und 350°C Verdampfer Temperatur zu 86 Gew.-% destillierbar. Da in diesen Rückständen neben 14,2% Diphenyl und Terphenyl 85,8% HSP (mittleres Molekulargewicht 416) enthalten waren, ergibt sich für die HSP unter den genannten Bedingungen eine Destillierbarkeit von 83,7%. Aus Abb. 1 geht hervor, daß bei einer 86%igen Destillation der Rückstände in der letzten Fraktion Polyphenyle mit Molekulargewichten bis etwa 515 auftreten; d. h., daß noch ein großer Teil der Hexaphenyle destillierbar ist.

Diese Befunde stimmen mit neueren Untersuchungen über die Destillierbarkeit von Rückständen des OMRE-Kühlmittels überein [6]: HSP aus Core III A ist bei 2 Torr und 427°C in der Destillationsblase zu 82,8% destillierbar; HSP aus Core II zu 80%. Auch bei diesen Destillationen wurden in den letzten Fraktionen mittlere Molekulargewichte über 500 gefunden. Um den Dünnschichtverdampfer nicht allzu groß auslegen zu müssen, dürfte es zweckmäßig sein, das zu reinigende Kühlmittel vorher einer Flash-Destillation zu unterwerfen, wobei die HSP auf etwa 80% angereichert werden könnten.

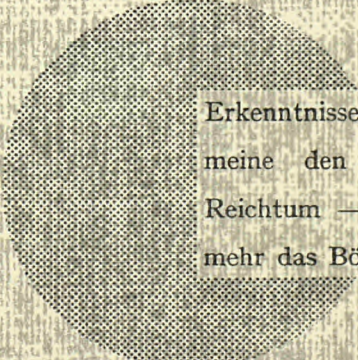
(Eingegangen am 29. 6. 1963)

#### Literatur

- [1] Haraldsen, G. O.: OMRE Coolant Purification. NAA-SR-4526 (1960)
- [2] Bley, W. N., und R. W. Burkhardt: Piqua OMR Purification System Development. NAA-SR-5073 (1960)
- [3] Organic Coolant Reactor Program, Quarterly Report, January 1 — March 31, 1961. IDO-16705 (1961)
- [4] Keen, R. T., R. A. Baxter, R. H. J. Gercke und W. L. Orr: Radiolysis Products of Polyphenyl Coolants. Part I, In-Pile Loop Irradiations. NAA-SR-4355 (1962)
- [5] Schneider, R.: Ein neuer Dünnschichtverdampfer. Chem.-Ing.-Techn. 27, 257 (1955)
- [6] Perret, J. D.: unveröffentlichte Arbeit (Atomics International 1963)







Erkenntnisse verbreiten ist soviel wie Wohlstand verbreiten — ich meine den allgemeinen Wohlstand, nicht den individuellen Reichtum — denn mit dem Wohlstand verschwindet mehr und mehr das Böse, das uns aus dunkler Zeit vererbt ist.

Alfred Nobel

CDNA01676DEC