

00000608

Y. ...

Abteilung für
Schafflichkeitsprüfung
Dr. Gr./Bu

Lehrstuhl für ...
A.Nr. 2078
Expi.Nr. 6



ZB
M
Ans I/2

untersuchung über die Bedeutung der Synol-
und Oro-Synthese im Rahmen der schon beste-
henden Methanol-, Isobutyl- und Fettsäure-
Synthese.

Bag Target
3043 -30/4.02

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Entwicklung des Alkohol-Gebietes	
a) Natürliche Alkoholquellen	1
b) Methanol- und Isobutylöl-Synthese	1
c) Oxo- und Synol-Synthese	2
2. Deutschlands Bedarf und Erzeugung an Alkoholen	3
3. Alkohol-Erzeugung bei den verschiedenen Synthesen	4
4. Gestehpreise und Anlagekosten für Synol-Alkohole und Oxo-Alkohole mit Olefinsynthese	5
5. Gestehpreise und Anlagekosten für Oxoalkohole mit Olefin-Synthese bei Kombination mit anderen chemischen Verfahren (Dimerisierung, Dehydratisierung)	5
6. Gestehpreise und Anlagekosten für Oxoalkohole aus gekauften Olefinen	7
7. Einsatzfähigkeit der Alkohole in Form von Sulfonaten auf dem Waschmittel-Gebiet	
a) Textilhilfsmittel und Feinwaschmittel	8
b) Weisswaschmittel	9
8. Alkohole als Ausgangsmaterial für die Seifen-Herstellung (Konkurrenz zur Paraffinfettsäure-Synthese)	9
9. Zusammenfassung	10
10. Anlage:	12

Übersicht über die in der vorliegenden
Notiz erwähnten Zahlen und Betrachtungen

00000610

Betr.: Untersuchung über die Bedeutung der Synol- und Oxo-Synthese im Rahmen der schon bestehenden Methanol-, Isobutylöl- und Fettsäure-Synthese.

1. Entwicklung des Alkohol-Gebietes.

- a) Natürliche Alkoholquellen
- b) Methanol- und Isobutylölsynthese

Natürliche Rohstoffe waren noch bis vor nicht allzulanger Zeit fast ausschliesslich die Quelle für die Gewinnung von Alkoholen. Unter den durch Gärung erzeugten Alkoholen nahm und nimmt auch heute noch der Äthylalkohol mit einer Produktion von zur Zeit ca. 400 000 tato die bedeutendste Stellung ein, demgegenüber der Anfall aller übrigen Alkohole belanglos ist. In nennenswerten Mengen von ca. 2 000 tato wird lediglich noch Methanol bei der Holzverkohlung gewonnen. Mit der Aufnahme der synthetischen Herstellung von Methanol aus Kohlenoxyd und Wasserstoff im Jahre 1923 ist jedoch der Bedarf und die Produktion an diesem Synthese-Alkohol von Jahr zu Jahr gestiegen und hat heute bereits die Produktion aus natürlichen Rohstoffen überflügelt. Die stetig ansteigende Nachfrage war vor allem durch die Entwicklung der Kunststoff- und Sprengstoffindustrie gegeben. Für das Jahr 1944 wird ein Methanol-Bedarf von ca. 500 000 t vorausgeschätzt, von dem jedoch nur die Hälfte als Friedensbedarf anzusehen ist. Er soll gedeckt werden durch Produktionen in Ludwigshafen, Leuna, Auschwitz und Heydebreck.

Parallel mit der Steigerung der Methanol-Produktion verlief die Entwicklung der Isobutylölsynthese, durch die es gelang, bisher schwer zugängliche Alkohole, wie Propanol, Isobutanol, Isocamylalkohol, Isohexylalkohol und Isoheptylalkohol, herzustellen. Diese werden hauptsächlich verwendet für die Herstellung von Lösungsmitteln, Weichmachern, und Hochleistungstreibstoffen. Nach Ausbau der Fabrikations-Anlagen in Leuna, Oppau, Auschwitz und Heydebreck kann im Jahre 1944 mit einer Gesamtfabrikation an Rohisobutylöl in Höhe von ca. 1,3 Mill. t gerechnet werden, was einer Produktion an höheren Alkoholen mit einer Kettenlänge von C₃ - C₁₂, vornehmlich Isobutylalkohol von ca. 400 000 tato entspricht. Diese beiden Synthesen haben bis vor kurzem vollauf genügt, den Alkoholbedarf zu decken. An Alkoholen der Isobutylölsynthese war sogar stets in gewissen Produkten ein Überschuss vorhanden, der nur durch Weiterverarbeitung auf Benzin untergebracht werden konnte. Im Rahmen dieser beiden Gross-Synthesen hatte die synthetische Gewinnung von Alkoholen nach anderen Verfahren nur untergeordnete Bedeutung.

In den letzten Jahren ist durch die Entwicklung auf dem Textilhilfsmittelgebiet die Alkoholsituation in ein neues Stadium getreten. Sulfonate aus Alkoholen der Kettenlänge C₁₄ - C₁₈ hatten sich als ausgezeichnete Waschmittel gezeigt. Es entstanden verschiedene Handelsprodukte, so z.B. das Böhme-Produkt "Gardinol" und das I.G.-Produkt "Cyclanon", welche als wirksame Substanz beide Alkohol-Sulfonat-Gemische enthielten. Alkohole der benötigten Kettenlänge waren aber weder durch die Isobutylölsynthese noch durch eine andere Synthese erhältlich, sondern wurden durch Spaltung von Spermöl und Reduktion

natürlicher Fette gewonnen. Der Alkoholverbrauch für die Herstellung derartiger Waschmittel war anfänglich nur gering. So verbrauchte z.B. die I.G. Ludwigshafen im Jahre 1938 lediglich 1 200 jato Spermöl-Alkohol. Die Firma Böhme intensivierte dieses Gebiet durch Propagierung ihres Feinwaschmittels "Fewa". Durch die Erkenntnis, dass die Kombination Alkohol-Sulfonat + Soda auch für die Weisswäsche ein vorzügliches Waschmittel darstellt, stieg natürlich der Bedarf an Alkoholen schlagartig an. Böhme brachte ein mit Soda eingestelltes Alkohol-Sulfonat unter der Bezeichnung "Sekurit" heraus, welches vor allem in den gewerblichen Grosswäschereien eingesetzt wird. Infolge der billigen Fett- und Fettalkoholpreise, die die Herstellung von Alkohol-Sulfonaten zu Gestehpreisen von ca. RM 30.- % kg (40%ige Ware) gestatteten und infolge der hohen Waschkraft dieser Alkohol-Sulfonate war eine Konkurrenz derartiger Waschmittel mit Seife, besonders im Hinblick auf das in den Grosswäschereien immer mehr angewandte Mehrlaugenverfahren durchaus gegeben.

c) Oxo- und Synolsynthese

Die weitere Entwicklung derartiger Waschmittel wurde jedoch durch Kriegsausbruch und die damit verbundene Rohmaterialverknappung unterbrochen. Ein Teil der für die Alkohol-Sulfonat-Herstellung benötigten Alkohole musste durch Reduktion synthet. Paraffinfettsäuren ohne Rücksicht auf deren hohen Gestehpreise hergestellt werden. Damit hatte die Synthese höherer Alkohole mit einer Kettenlänge von mehr als C₁₃ an Reiz gewonnen. Auf Grund zum Teil vorliegender Arbeiten wurden zwei Alkoholverfahren so weit entwickelt, dass grössere Versuchsanlagen geplant werden konnten. Es waren dies die Synol- und die Oxo-Alkohol-Synthese. Beide Verfahren gestatteten die Herstellung von Alkoholen der gewünschten Molekülgrösse. Die Wirtschaftlichkeit dieser Verfahren ist in folgenden 3 Aktennotizen eingehender untersucht worden:

- 1) Synol. (Akt. Notiz Nr. 1802 vom 28.3.1942)
- 2) Synol neue Fassung. (Akt. Notiz Nr. 2077 vom 22.4.1942)
- 3) Die Gewinnung von Alkoholen, insbesondere Waschalkoholen C₁₂-C₁₈, nach dem Oxo-Verfahren unter Zugrundelegung der CO+H₂ Mitteldruck-Benzin-Synthese. (Akt. Notiz Nr. 2076 vom 28.3.1942)

Durch diese beiden neuen Synthesen ist der Bereich synthetisch herzustellender Alkohole von bisher C₁ - C₁₃ (Methanol- und Isobutylölsynthese) nunmehr über C₁₃ hinaus bis ca. C₂₅ erweitert worden.

Da aber sowohl beim Synol- als auch beim Oxo-Verfahren Alkohole anfallen, die im Siedebereich der Isobutylölkohole liegen, ist in der vorliegenden Notiz der Versuch unternommen worden, die einzelnen Synthesen in Bezug auf ihre Leistungsfähigkeit und ihre Wirtschaftlichkeit abzugrenzen und zu vergleichen. Zu diesem Zweck wird einleitend der Bedarf den bestehenden bzw. geplanten Produktionen der einzelnen Verfahren gegenübergestellt und anschliessend untersucht, welche Rolle in diesem Bedarfsplan die Oxo- und Synol-Alkohole spielen können und wieweit vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit ihr Einsatz verantwortet werden kann. Ausserdem werden verschiedene Möglichkeiten diskutiert, die eine Deckung des Alkohol-Bedarfes gestatten bzw. einer solchen gleichkommen.

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über Bedarf und Erzeugung in den verschiedensten Alkoholen.

2. Deutschlands Bedarf und Erzeugung an Alkoholen.

Alkohol	Erzeugung durch	Bedarf bzw. vorausgesch. Bedarf t	Mögliche Erzeugung 1944 t	Überschuss bzw. Fehlbedarf t
A. Methanol	Gärung	400 000	400 000	
B. Methanol	Methanol-Synthese	500 000	500 000	
C. Rohisobutylöl	Isobutylöl "		1 300 000	
entspricht			entspricht	
Höhere Alkohole gesamt	" "		325 000	
Propanol	" "	24 000	24 000	
Isobutanol	" "	177 000	177 000	
Isocetylalkohol -Frakt.	" "	20 000	20 000	
C ₆ -C ₇ - Alkohol	" "	10 000	25 000	15 000
C ₈ -C ₉ - "	" "	ca. 6 600	4 800	1 800
C ₁₀ -C ₁₁ - "	" "	4 000	2 000	2 000
C ₁₂ -C ₁₃ - "	" "	10 900	7 500	3 000
D. Natürliche Fettalkohole C ₁₅ - C ₁₈				
1935		2 600		
1941		10 000		
1942		30 000		

Aus ihr geht hervor, dass der Bedarf an sämtl. Alkoholen bis C₁₃ durch die Produktion aus der Methanol- und Isobutylol-Synthese gedeckt werden kann. Lediglich in den Alkoholen der C-Zahl C₈ - C₁₃ liegt eine Mindererzeugung vor, die jedoch - wie wir noch später sehen werden - durch Oxidierung von Olefinen die im Prozess des Isobutylolverfahrens mit anfallen, ausgeglichen werden kann. An C₆ - C₇-Alkoholen ist sogar ein Überschuss von ca. 15 000 t vorhanden, d.h. aber, dass neue Synthesen, bei denen Alkohole dieses Siedebereiches zwangsläufig mit anfallen, keinen Fortschritt gegenüber der Isobutylolsynthese darstellen, sofern sie diese nicht in Bezug auf Gestehkosten und Qualität der Alkohole übertreffen.

3. Alkoholerzeugung bei den verschiedenen Synthesen.

00000613

Die Produkt-Verteilung von Alkoholen, die nach dem Synol-, Oxo- und Isobutylöl-Verfahren gewonnen werden, zeigt die folgende Übersicht. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Alkohol-Anfall aus der Oxo-Synthese unter der Voraussetzung zustande kommt, dass im Rahmen der Oxo-Synthese die benötigten Olefine nach der Benzol-Fahrweise aus Kohlenoxyd und Wasserstoff hergestellt werden und somit die Oxo-Synthese als ein für sich abgeschlossenes Verfahren betrachtet wird. Der Fall, dass die Oxo-Synthese auf gekaufte Olefin - Kohlenwasserstoffgemische bestimmter Siedebereiche angewandt wird, wird später behandelt.

Verfahren:	Synol-Synthese	Oxo - n.Olefinsynthese	Isobutylöl x)
Es werden erhalten aus:	100 T. Primärprodukt (Wasser-u. Gasol-frei gerechnet) d i r e k t	100 T. Primärprodukt (Wasser-u. Gasol-frei gerechnet) d. Oxiert d. Olefine	100 T Primärprodukt (Wasser-u. methanol-frei gerechnet) d i r e k t
<u>Gesamtalkohole</u> [C ₁ - C ₂₃]	34,70	58,73	86,50
C ₁ - C ₅	8,60	8,78	76,00 ¹⁾
C ₆ - C ₈	5,40	24,60	7,50
C ₉ - C ₁₁	6,15	6,85	2,50
C ₁₂ - C ₁₈	10,50	14,20	0,50
C ₁₉ - C ₂₃	4,05	9,00	-
<u>Kohlenwasserstoff-artige Nebenprod.</u>	59,55	49,00	13,50

x) Hier ist der Verlust bei der Aufarbeitung des Primärproduktes unberücksichtigt gelassen.

1) darin kein C₁ und C₂

Während der Anteil der C₁ - C₁₁-Alkohole beim Synol fast 58% des Gesamt-Alkohol-Anfalles ausmacht, beträgt er bei den Oxo-Alkoholen sogar 71%.

Alkohole dieses Siedebereiches sind aber entsprechend der vorhergehenden Aufstellung nach Ausbau der Isobutylölfabrikation im Überfluss vorhanden. Ihr Mitfall ist für beide Synthesen in Bezug auf die überblickbare Bedarfslage als Nachteil zu werten, sofern nicht der Gegensatz zu den Oxo- und Isobutylölalkoholen zum grössten Teil geradkettig -, einen neuen Bedarf erzeugen.

Das Interesse, das den beiden Synthesen zukommt, beschränkt sich dadurch auf ihre Fähigkeit, Alkohole der C-Zahl C₁₂-C₁₈ zu erzeugen, die bisher lediglich durch Hydrierung bzw. Spaltung von natürlichen Fetten gewonnen werden konnten, aber nicht auf synthetischem Wege zugänglich waren.

Der Anteil an solchen Alkoholen, die für den Waschmittelsektor erforderlich sind, also von Alkoholen mit der C-Zahl von C₁₂ - C₁₈ beträgt 30% bei der Synol- und ca. 24% bei der Oxo-Synthese.

4. Gestehpreise und Anlagekosten für Synolalkohole und Oxoalkohole mit Olefinsynthese.

Der Bedarf an Alkoholen dieses Siedebereiches lag nach Tabelle 1 bei ca. 30 000 t. Sollte dieser durch Synthesalkohole gedeckt werden, so müsste also entweder eine Synol-Synthese mit einer Leistung von

300 000 t Primärprodukt

oder eine Oxo-Synthese mit einer Verarbeitung von

ca. 200 000 t Primärprodukt

(spezifischen)

erstellt werden. Die Anlagekosten für zwei derartige Anlagen dürften nicht wesentlich unter denen liegen, wie sie für eine Produktion von nur 100 000 tato Primärprodukt in der früher erwähnten Kalkulation vorausgeschätzt worden sind und die betragen:

RM 2 310.-/t Gesamt-Alkohole nach dem Synol-Verfahren und

RM 1 650.-/t " " " " Oxo-Verfahren.

Bezieht man aber die Anlagekosten auf die Waschalkohole, so ergeben sich folgende Zahlen:

RM 7 620.-/t Waschalkohole nach dem Synol-Verfahren und

RM 6 850.-/t " " " " Oxo-Verfahren,

also

für 30 000 tato Waschalkohole nach dem Synol-Verfahren RM 240 Mio.

bzw. " 30 000 tato Waschalkohole nach dem Oxo-Verfahren RM 205 Mio.

Die geringere Kapitalinvestierung spricht zugunsten des Oxo-Verfahrens, sogar in der nach unserer Ansicht abwegigen Form der "Oxo-Synthese mit vorgeschalteter eigener Olefinbeschaffung". Jedoch wird dieser Unterschied evtl. durch die für die Anwendungstechnik geeignete Qualität der Synolalkohole ausgeglichen.

Die auf Basis der obigen Anlagewerte und für den obenerwähnten Spezialfall der Oxo-Synthese ermittelten Gestehkosten der Alkohole waren bei einer Produktion von 100 000 tato Primärprodukt folgende:

Alkohole:	<u>Synol-Verfahren</u>		<u>Oxo-Verfahren</u>	
	<u>Gesamt</u>	<u>Wasch</u>	<u>Gesamt</u>	<u>Wasch</u>
Anfall:	34 700	10 500	42 630	14 100
Gestehpreis: x)	44.-	58.-	45.-	74.-

Diese Gestehpreise ergeben sich bei entsprechender Bewertung der Nebenprodukte und liegen mit RM 45.- % kg noch RM 10.- % kg über denjenigen der Isobutylöl-Alkohole, die im Durchschnitt RM 35.- % kg betragen. Gestehpreismässig würden demnach die Synol-Alkohole den Oxo-Alkoholen überlegen sein.

x) Die in dieser A.N. genannten Preise für Synol- und Oxoalkohole beruhen sich für die zum grössten Teil durch Veresterung gereinigten und destillierten Alkohole.

5. Gestehpreis und Anlagekosten für Oxoalkohole mit Olefin-Synthese bei Kombination mit anderen chemischen Verfahren (Dimerisierung, Dehydratisierung).

Hier muss jedoch auf eine Überlegung hingewiesen werden, die in der Aktennotiz Nr. 2076 eingehend behandelt worden ist und die zeigt, dass von der Gestehpreis-Seite der Waschalkohole die Oxo-Reaktion der Synol-Synthese trotzdem ebenbürtig sein kann. Die Überlegung besteht darin, dass die im Primärprodukt enthaltenen Olefine, die bei späterer Oxidierung den unerwünschten Anfall niedrigsiedender Alkohole ergeben, zu höheren Olefinen dimerisiert werden und diese höheren Olefine dann das Ausgangsmaterial für die Oxidierung bilden. Durch diesen zwischengeschalteten Prozess der Dimerisierung würde es gelingen, der Anfall von 71 % niedrigsiedender Alkohole auf rund 17 % zurückzudrängen und dafür den Anteil an Waschalkoholen auf rund 75 % zu steigern. Der Gestehpreis und die Anlagekosten der Gesamtalkohole erhöhen sich dadurch natürlich, und zwar der Gestehpreis von RM 45,-/kg auf RM 55,- / kg und die Anlagekosten von RM 1 650.- auf RM 2 260.-/jato Alkohol. Bezieht man jedoch die Kosten auf die Waschalkohole allein, so ergibt sich eine Senkung der Gestehpreise von RM 74.- auf RM 60.- und der Anlagekosten von RM 6 850.- auf RM 3 030.-/t.

Diese Senkung der Anlagekosten bedeutet aber eine Verminderung der Kapitalinvestierung von früher RM 205 000 000.- auf 90 000 000.- für die gleiche Produktion von 30 000 jato Waschalkohole.

Übersichtshalber sind diese Daten nochmals mit den bereits früher erwähnten in der folgenden Tabelle kombiniert, wobei jedoch teilweise die für eine geringere Waschalkoholproduktion errechneten Anlagekosten für eine solche von 30 000 jato übernommen worden sind:

Produkt-Verteilung:	Synol - Synthese	Oxo-Synthese	
	Sonstige Verteilung der Alkohole über den ganzen Siedebereich	mit Olefin - Synthese Bei Oxidierung sämtlicher Primärolefins 49 - 300°	Bei Dimerisierung der niedrigeren Olefine nachschl. Oxidierung der Olefine 170 - 300°
Gesamtalkohole			
Gestehkosten RM / kg ¹⁾	44,-	45,-	55,-
Anlagekosten RM / t bez. a. Alkohole allein	2 310,-	Synthese 1 220,- Oxidierung 430,- 1 650,-	Synthese 1 670,- Oxidierung 590,- 2 260,-
Waschalkohole			
Gestehkosten RM / kg ¹⁾	58,-	74,-	60,-
Anlagekosten RM / t bez. a. Waschalkohole allein	7 620,-	Synthese 5 670,- Oxidierung 1 180,- 6 850,-	Synthese 2 240,- Oxidierung 790,- 3 030
Anlagekosten feins Produktion v. 30 000 Jato Waschalkohole RM	240 000 000,-	205 000 000,-	90 000 000,-

Die hohen Preise für die Waschalkohole erklären sich dadurch, dass bei beiden Synthesen ein grosser Teil niedrigsiedender Alkohole anfällt, die vernünftigerweise nur mit den Preisen bewertet werden können, wie sie gleiche Alkohole - in diesem Fall also Isobutylalkohol - besitzen, denn sie werden ja in dieselben Verwendungsgebiete eingesetzt wie letztere. Der sich dadurch ergebende Mindererlös ist den Gestehkosten der Waschalkohole zugeschlagen und ergibt dann die oben erwähnten Zahlen.

¹⁾ Unter Berücksichtigung der Nebenerlöse.

Wenn auch vielleicht die vorstehend angestellten Überlegungen mehr theoretischer Natur sind, da die Qualität der durch Dimerisierung mit anschliessender Oxierung erhaltenen Produkte noch nicht genauer bekannt ist, so vermitteln sie doch eine Vorstellung von den Möglichkeiten, die dem Oxo-Verfahren eigen sind. Ein derartiges Ergebnis, wie es durch Kombination der Oxo-Reaktion mit anderen chemischen Reaktionen erreicht worden ist, ist dem Synol-Verfahren nur durch direkte Beeinflussung der Synthese, d.h. also durch veränderte Verfahrens- und Katalysator-Bedingungen, möglich. Natürlich steht auch ihm die Möglichkeit offen, seinen unerwünschten Mehranfall an niedrigsiedenden Alkoholen nach Dehydratisierung auf die soeben geschilderte Weise unterzubringen - aber nur in Kombination mit dem Oxo-Verfahren.

Die angeführten Beispiele sind von ganz allgemeinem Interesse.

Da die Oxierungskosten - bezogen auf Oxierungsprodukte - ca. RM 8,- und die Dehydratisierungskosten ca. RM 5,- ausmachen, erscheint es durchaus nicht abwegig, Alkohole durch diese nacheinandergeschaltete Reaktion zu verlängern. Eine solche CH_2 -Verlängerung würde nach überschlägigen Schätzungen für einen Alkohol mittleren Mol-Gewichtes von ca. C_{10} etwa RM 13,- betragen, wobei der durch die Oxierung bewirkte Gewichtszuwachs durch die Verluste etwa eben aufgezehrt sein dürfte. Wenn dadurch Verwendungsmöglichkeiten für bisher nicht einsetzbare Produkte geschaffen würden, wäre ein solcher Prozess von besonderem Vorteil.

Anstelle dieser bei Aufbau längerer Ketten natürlich unwirtschaftlicher Methode könnte aber bei Unterbringung niedrigsiedender Alkohole verschiedener Siedebereiche nach Dehydratisierung durch geeignete Kombination der Olefine vorher das gewünschte Dimerisat erzeugt und dieses dann der Oxierung unterworfen werden ¹⁾.

Somit käme dem Oxo-Verfahren weitgehend der Charakter einer Veredelungsreaktion zu. Es ist bereits beabsichtigt, davon praktisch Gebrauch zu machen, indem die bei der Verarbeitung bestimmter Isobutylöl-Fractionen anfallenden stark olefinhaltigen Kohlenwasserstoffe - wie schon eingangs erwähnt - oxiiert werden sollen, um dadurch die Alkoholbasis zu verbreitern.

6. Gestehpreise und Anlagekosten für Oxoalkohole aus gekauften Olefinen.

Ihren wirtschaftlich grössten Wirkungsgrad wird die Oxoreaktion dann erreichen, wenn natürlich anfallende und damit preiswert einsetzbare Olefinquellen als Ausgangsmaterial zur Verfügung stehen und nicht eine besondere Primärsynthese mit zwangsläufigem Anfall anderer Produkte zwecks Olefin-Beschaffung aufgebaut werden muss. Dem theoretisch durchgerechneten Fall einer Herstellung von 23 000 tato Waschalkoholen aus einer zugekauften olefinreichen Fraktion 170-300° wurde ein Preis von RM 20,- % kg Fraktion zugrunde gelegt. Es ist dabei an gekrachte Mineralöle, olefinische Abfallöle anderer Erzeugungen (z.B. Neutralteil des Isobutylöls), evtl. estnisches Schieferöl u. dgl. gedacht. Die Neutralteile sind zum Erlös des Dieselöls (aus Mineralöl) mit RM 16,- je 100 kg gutgeschrieben. Hierbei ergeben sich Gestehpreise der Waschalkohole von etwa RM 45,- % kg, jedoch ist der Kapitalaufwand relativ gering und beträgt - umgerechnet auf eine Produktion von 30 000 tato Waschalkohole -

ca. RM 16 000 000,- entsprechend ca. RM 520,-/t Waschalkohole.

¹⁾ Eben bekanntgewordenen Versuchen zufolge ergibt die Oxierung dimerisierter Olefine (M 4) nur etwa 50 % Ausbeute. Die oben erwähnte Kettenverlängerung hätte natürlich eine Verbesserung auf beispielsweise 90 % Ausbeute zur wirtschaftlichen Voraussetzung.

x)

Einsatzfähigkeit der Alkohole in Form von Sulfonaten auf dem Waschmittel-Gebiet.

Im Laufe der vorliegenden Untersuchungen sind nunmehr folgende Wasch-alkohol-Preise erwähnt worden:

	O x o - S y n t h e s e			
	Synol-Synthese Zwangsflußige Verfei- lung der Alkohole über den ganzen Siedebereich	mit Olefin - Synthese Bei Oxidation mittel. Primärolefine 40 - 300°	Bei Oxidation der nied. Olefine mittel. Oxidation der Olefine 170 - 300°	m. gek. Olefinen RM 20,- bis 50,- Olefine 170-300° (Kracköl, Schieferöl u. dgl.)
	RM	RM	RM	RM
Gestehkosten für 100 kg Waschalko- hole C ₁₂ - C ₁₈	58,-	74,-	60,-	45,- 1)2)
Anlagekosten je t bez. a. Waschalko- hole allein	7 620,-	6 850,-	3 030,-	520,-

1) Dieselöl-Quotschrift RM 16,- % kg

2) Setzt man zwecks besserer Vergleichbarkeit RM 27,- % kg Olefingemisch, d. i. den Preis des Syntheseclefins ein, so ergeben sich Waschalkohol-Gestehkosten von RM 59,- % kg.

a) Textilhilfsmittel und Feinwaschmittel.

Es ergibt sich die Frage, ob Alkohole mit derartigen Gestehpreisen als Rohmaterial für die Herstellung von Produkten auf dem Waschmittel-Gebiet von Interesse sind. Selbstverständlich ist dies der Fall, solange eine allgemeine Rohmaterial-Verknappung vorhanden ist. Unter normalen Verhältnissen jedoch, in denen wieder mit strengem Massstab die Gestehkosten der Produkte gemessen werden, dürfte es unwahrscheinlich sein, dass Alkohole mit Gestehpreisen um ca. 60 Rpf in grösserem Massstab ein geeignetes Rohmaterial für die Waschmittel-industrie bedeuten. Sofern durch Sulfierung der Alkohole Alkoholsulfonate erzeugt werden, werden diese für das spezielle Textilhilfs- und Feinwaschmittel-Gebiet auch bei höheren Preisen Verwendung finden können. Diese Mengen, die auf diesem Sektor eingesetzt werden können, sind jedoch relativ klein; betrug doch die gesamte Textilhilfsmittel-Erzeugung der I.G. - also die Herstellung von Produkten wie Cyclanon, Igepon, Igepal, Emulphor, Soromin, Nekal u. dgl. im Jahre 1939 nicht mehr als ca. 11 000 t Handelsware = ca. 5000 t wirksame Substanz und im Jahre 1940 nur ca. 8 000 t Handelsware = ca. 3 600 t wirksame Substanz.

Welche Rolle unter normalen Verhältnissen auch auf dem Textilhilfsmittel-Gebiet dem Gestehpreis zugeschrieben wird, ist in den Anfängen der Mersol-Entwicklung deutlich geworden. Damals wurde uns die Aufnahme einer grösseren Produktion von Mersol von der C.K. mit dem Hinweis abgelehnt, dass Mesapon N bei gleicher Wirksamkeit mit Cyclanon letzterem in Bezug auf seinen Gestehpreis unterlegen sei. Auf diese Tatsache sei an dieser Stelle nochmals kurz hingewiesen.

x) Hier ist angenommen, dass die Sulfonate durch Sulfierung der reinen Alkohole und nicht der Alkohol-Kohlenwasserstoff-Gemische gewonnen werden. Die Gestehpreise der auf diese verschiedene Weise erhaltenen Sulfonate dürften sich nicht merklich voneinander unterscheiden. Dies wird erst dann der Fall sein, wenn für die Sulfonat-Herstellung nicht die Alkohole bzw. das Alkohol-Kohlenwasserstoff-Gemisch, sondern das Olefin-Gemisch direkt sulfuriert würde. Diese Möglichkeit ist in der vorliegenden A.H. jedoch nicht näher untersucht, da wir beabsichtigen, in einer besonderen Arbeit die verschiedenen Verfahren der Sulfonat-Herstellung vergleichend zu betrachten.

b) Weisswaschmittel.

Wesentlich grösser kann der Alkoholsulfonat-Bedarf werden, wenn auch nach dem Kriege Waschpulver, also Weisswaschmittel auf Alkoholsulfonat-Basis aufgebaut werden. In diesem Falle würde jedoch die Höhe des Gestehtpreises noch von viel grösserer Bedeutung werden als bei der Verarbeitung der Alkohole auf Textilhilfsmittel. Ebenso wie auf letzterem Gebiet würden auf dem Gebiet der Waschpulver die Alkohole vor allem mit einem Produkt, zu konkurrieren haben, welches heute schon zu wesentlich günstigeren Preisen in grösstem Ausmasse bei fast gleicher Wirksamkeit erzeugt wird, nämlich mit Mersol. Der Gestehtpreis von Mersol liegt zurzeit bei ca. RM 38,- / kg und wird nach Umstellung auf Erdölbasis noch weiter zurückgehen. Wir sind der Ansicht, dass der geringe Unterschied, der zwischen den auf Alkohol-Basis und den auf Mersol-Basis erzeugten Waschmitteln hinsichtlich Konfektionierung der Fertigprodukte, Abfüllung auf den Verpackungsmaschinen, Versprühbarkeit und dergl. nicht derart ist, dass die bestehende Preisdifferenz zwischen den beiden Rohmaterialien dadurch überbrückt werden kann. Als weiterer Konkurrent auf diesem Gebiet ist natürlich mit der später einmal wieder zur Verfügung stehenden natürlichen Fettsäure mit Preisen, die noch wesentlich unter denen der Alkohole liegen, zu rechnen.

8. Alkohole als Ausgangsmaterial für die Seifen-Herstellung
 (Konkurrenz zur Paraffinfettsäure-Synthese)

Nur in einem Falle besteht Aussicht, dass grosse Mengen Alkohole bei den vorliegenden hohen Gestehtpreisen Einsatz finden können, nämlich dann, wenn sie durch Alkalischemelze direkt in Seife überführt werden, und somit in Wettbewerb mit den durch Verseifung von synthetischen Paraffinfettsäuren erhaltenen Produkte treten. Nach den bei uns vorliegenden Unterlagen erwartete Oppau Ende 1941 einen Gestehtpreis für Seifenfettsäure von ca. RM 1,- / kg bei einem Paraffinpreis von RM 31,- je 100 kg und unter Berücksichtigung der Gutschriften für die Nebenprodukte.

Für die Wittener Fabrikation waren von Oppau die Gestehtkosten bei einem Paraffinpreis von ebenfalls RM 31,- / kg mit ca. RM -,75 bis RM -,80 je kg vorausgeschätzt.

Wir glauben, dass bei derartigen Preisen der Seifenfettsäure aus der Paraffinoxydation Seifen, die durch Alkalischemelze aus Alkoholen gewonnen werden, zumindest nicht teurer eintreten als Verseifungsprodukte aus synthetischen Paraffinoxydationsfettsäuren.

Vorläufige überschlägige Schätzungen lassen bei einem Alkohol-Kohlenwasserstoff-Gemisch mit ca. 70 % Alkoholen zum Preise von ca. RM 40,- einen Gestehtpreis der fettsauren Salze 100 %ig in Form ihres Rohsalzes (enthält ca. 8 % freies Aetznatron) in Höhe von ca. 70 Rpfg/kg erwarten gegenüber den oben genannten Paraffinoxydationsfettsäure-gestehtpreisen von RM -,75 bis RM 1,- je kg. Besonders wären für die Herstellung von Fettsäuren auf dem Wege der Alkalischemelze die Synol-Alkohole infolge ihres unverzweigten Charakters geeignet. Es ist beabsichtigt, die Möglichkeit des Austausches der Paraffinoxydation durch eine Synol-Synthese mit anschliessender Alkalischemelze vom wirtschaftlichen Standpunkt noch näher zu untersuchen.


1) Bei Bewertung der Neutralteile mit RM 8,- / kg haben die Alkohole hierin einen Wert von RM 54,- / kg (würde man bewerten d. " " " 25,- / kg, so würden sich ergeben 4kg Alkohole = RM 46,-)

9. Zusammenfassung.

Eine Zusammenfassung der einzelnen kritischen Betrachtungen führt in grossen Zügen zu folgenden Ergebnissen:

1. Der derzeitige und auch jetzt schon überschaubare zukünftige Bedarf an niederen Alkoholen bis $\sim C_{10}$ kann weitgehend durch den in Gang befindlichen Isobutylol-Ausbau gedeckt werden. Neue Synthesen, die einen wesentlichen Anteil an diesen niederen Alkoholen aufweisen, stellen somit keinen Fortschritt dar.
2. Ein Bedarf an höheren Alkoholen über C_{12} für die Waschmittel-Herstellung ist unter den jetzigen Verhältnissen ohne weiteres in grosser Masse vorhanden. Somit würde sowohl die Oxo- wie auch die Synol-Synthese eine Entlastung bringen können. Andererseits ist zu bedenken, dass im Mersol-Verfahren eine bereits gross-technisch durchentwickelte Synthese vorliegt, die Produkte gleicher Wirksamkeit und zu wesentlich geringeren Gestehpreisen wie die auf Basis von Alkohol erzeugten liefert, sofern letztere auf Sulfonate verarbeitet werden. Bei Heranziehung des Erdöls als Rohstoff würde sich dieser Vorsprung des Mersols noch erheblich vergrössern.
Deshalb ist nach unserer Ansicht nur eine Verarbeitung höherer Alkohole auf fettsaure Salze durch Alkalischmelze von Interesse, soweit Fettsäure neben Mersol unbedingt erforderlich ist. Ein solches Verfahren steht der Paraffinoxydation gestehpreismässig zumindest nicht nach, ist ihr aber in bezug auf Qualität der durch Alkalischmelze hergestellten Seifen überlegen.
3. Es ist zu prüfen, ob die Höherwertigkeit der Fettsäuren aus dem Synol-Verfahren gegenüber den Oxo-Fettsäuren den weitaus höheren Kapitalaufwand rechtfertigt für den Fall, dass man für eine Oxo-Synthese geeignete Olefine aus vorhandenen Anlagen beziehen kann.
4. Sofern nicht ein geradkettiger Aufbau der Alkohole erforderlich ist, ist die Oxo-Synthese für die Produktion zusätzlicher Alkohol-Mengen vorzuziehen, da sie sowohl vom Standpunkt der Kapitalinvestierung und der Gestehkosten dem Synol-Verfahren überlegen ist und ausserdem als Veredlungsreaktion weitgehend zwangsläufige Anfälle von Alkoholen und Olefinen durch Kombination mit anderen chemischen Reaktionen in Alkohole gewünschter Siedebereiche umarbeiten kann.
5. Die Synol-Synthese wird dann ihre Bedeutung erhalten, wenn für die chemische Weiterverarbeitung unverzweigte Alkohole (z.B. höhere Alkohole für die Fettsynthese) benötigt werden, die nach dem Oxo-Verfahren oder anderen Verfahren nicht herstellbar sind und dadurch wirtschaftliche Überlegungen in den Hintergrund treten.

Die hier gezogenen Schlussfolgerungen sind gebildet aufgrund von Kalkulationsvorausschätzungen, die teils zur Grundlage effektive Versuchsergebnisse hatten, teils diesen aber mit wahrscheinlichen Annahmen vorgreifen. Auch die Versuchsergebnisse sind noch nicht als endgültige zu betrachten. Diese ist vorliegende Arbeit als ein Versuch zu betrachten, den behandelten Fragenkomplex in seiner voraussichtlichen Entwicklung kritisch zu durchleuchten.



Anlage

Übersicht über die in der vorliegenden
Notiz erwähnten Zahlen und Betrachtungen.

- D. Herrn Dir. Dr. Schneider
- " Dir. Dr. Bütefisch
- " Dir. Dr. v. Staden
- " Dir. Dr. Herold
- " Dir. Dr. Giesen
- " Dr. Wenzel

AWP Berlin
AWP Me

00000620

10. Übersicht über die in der vorliegenden Notiz
erwähnten Zahlen und Betrachtungen.

Grundlage der Betrachtung	Synol - Synthese Bei gleichartiger Rohstoffgrundlage 100 000 jato Primärprodukt flüssig (wasser- u. gasolfrei) "Synol-Fahrweise"	Oxo - Synthese CO-H ₂ -Synthese 100 000 jato Primärprodukt flüssig (wasser- u. gasolfrei) "Benzin-Fahrweise" (olefinreich)	Oxo - Synthese m. gekauften Olefinen 50000 jato eingesetzte olefinreiche Fraktion 170-300° RM 20,-/kg x) 50 % Olefinex)	Isobutylol - Synthese 100 000 jato höhere Alkohole ab C ₃ (wasserfrei)	
Produkt-Verteilung:	Zwangsläufige Verteilung der Alkohole über den ganzen Siedebereich	Bei Oxidierung sämtlicher Fraktionolefine 40 - 300 (Fall 1)	Bei Diserisierung der niederen Olefine, Oxidierung der Olefine 170-300 (Fall 3)	Zwangsläufige Verteilung	
Alkohole bis 400° und zwar: C ₁ - C ₅ C ₆ - C ₈ C ₉ - C ₁₁ C ₁₂ - C ₁₈ C ₁₉ - C ₂₃	34 700 jato 8 600 5 400 } 58 % 6 150 10 500 } 30 % 4 050 } 12 %	58 730 jato 8 780 24 600 } 71 % 8 250 } 14 100 } 24 % 3 000 } 5 %	42 630 jato 7 530 } 17 % - } 31 900 } 75 % 3 200 } 8 %	26 300 jato - - - 23 600 } 89,7 % 2 700 } 10,3 %	86 500 jato 76 000 } 7 500 } 99,5 % 2 500 } - } 500 } 0,5 %
Kohlenwasserstoff- artige Nebenprodukte	59 550 "	49 000 "	53 100 "	28 300 " xx)	13 500 "
Gesamtalkohole Gestehkosten RM %kg 1) Anlagekosten RM/t bez. a. Alkohole allein	44,- 2 310,-	45,- Synthese 1 220,- Oxidierung 430,- 1 650,-	55,- Synthese 1 670,- Oxidierung 590,- 2 260,-	59,- Synthese - Oxidierung 490,- 490,-	ca. 35,- bis 40,- 1 450,-
Waschalkohole Gestehkosten RM %kg 1) Anlagekosten RM / t bez. a. Waschalkohole allein	58,- 7 620,-	74,- Synthese 5 070,- Oxidierung 1 780,- 6 850,-	60,- Synthese 2 240,- Oxidierung 790,- 3 030,-	59,- Synthese - Oxidierung 520,- 520,-	-
Anlagekosten für eine Produktion von 30000 Jato Waschalkohole RM	230 000 000,-	205 000 000,-	90 000 000,-	16 000 000,-	

1) Unter Berücksichtigung der Nebenerlöse

x) Annahmen
xx) Dieselöl-Gutschrift!

Aktennotiz

betr.: Neutralteil aus Carbonsäurefabrik für Oxoreaktion.
Besprechung am 2.6.42 in Me 127 zwecks weiterer Versuche zur Um-
setzung von Neutralteil aus der Carbonsäurefabrik nach dem Oxo-
Verfahren

Anwesend die Herren	Dr.Gericke	Org. Abteilung
	Dr.Troitzsch	" "
	Dr.Wenzel	Hauptlaboratorium
	Dr.Gemassmer	"

Es sollen weitere Versuche im halbtechnischen Maßstabe durchgeführt werden um genaue Unterlagen über die Qualität und die Ausbeute an Alkoholen zu erhalten, die mit Hilfe des Oxo-Verfahrens aus Neutralteil der Carbonsäurefabrik erhältlich sind. Es soll eine größere Menge des bei der Verschmelzung der Isobutylölfraktionen 160 - 180° und 200 - 290° freiwerdenden Neutralteile verarbeitet werden.

Dr.Gericke beabsichtigt, ca Mitte Juni 1942 etwa 20 to Neutralteil aus der Fraktion 160 - 180° zur Verfügung zu stellen. Dieser Neutralteil soll durch Dr.Wiedemann in Bau 13a dehydratisiert werden und sodann in der Oxo-Anlage 458a umgesetzt werden. Falls notwendig, soll der Neutralteil in 458a vor der Umsetzung destilliert werden. Das umgesetzte alkoholhaltige Produkt wird, falls notwendig in 458a durch einfaches Überreiben von hochsiedenden Nebenreaktionsprodukten getrennt werden und sodann wieder der Carbonsäurefabrik zur Verschmelzung zugeleitet werden. In der Carbonsäurefabrik sollen durch Verschmelzung in mehreren Großchargen die Umsetzbarkeit und die Ausbeuten sowie die Qualität der Säure ermittelt werden. Der davon übrig bleibende Neutralteil soll wieder dehydratisiert und oxiert werden. Dieser Versuch soll darüber entscheiden, ob man den Neutralteil nur einmal oder mehrfach mit demselben Effekt der Oxierung unterwerfen kann.

Bis Ende Juni 1942 wird Dr.Gericke ca 20 to des Neutralteiles aus der Isobutylölfraktion 200 - 290° zur Verfügung stellen können. Die Weiterverarbeitung soll genau gleich wie bei dem Neutralteil aus der Fraktion 160 - 180° erfolgen.

Ein Teil der in der Oxo-Anlage in Alkohole umgewandelten Neutralteile wird Herrn Dr.Zorn zur Verfügung gestellt werden, um die Einsatzfähigkeit der Alkohole zur Herstellung von Esterölen zu prüfen.

Ca. 5 m³ umgesetzter Neutralteil 200 - 290° die seit längerer Zeit bereits in 458a lagern, werden in der zweiten Junihälfte von Dr.Gericke übernommen werden und in der Carbonsäureanlage verschmolzen werden. Es wurde darauf hingewiesen, daß dieses Produkt nicht einwandfrei in der Oxo-Anlage umgesetzt wurde. Es enthält neben Alkohol auch noch Aldehyd.

Verteiler: Herr Dir.Dr.Herold
" Dr.Gericke
Versuchslaboratorium 2

Gemassmer

An

Herrn Dr. Metzger
Me 127

Betr.: Umsetzung von Neutralteil aus der Esterölfabrik nach dem Oxo-Verfahren

Wir erhielten von Ihnen Anfang Mai im Faß Nr. 83/125 ca. 300 Liter Neutralteil der in Me 13 a dehydratisiert worden war. Das Produkt wurde, da es sehr dunkel gefärbt war, durch einfaches Übertreiben in einer Destillationskolonne gereinigt. das destillierte Produkt wies folgende Kennzahlen auf:

Dichte bei 20° = 0,823

CO-Z. = 20,5

OH-Z. = 43

S.Z. = 7

V.Z. = 20,4

J.Z. (Hanus) = 111

Phosphorschwefelsäurelösliches 96 %

Engleranalyse:

96°	140°	153	159	165	140	173	179	185	192	200	208	215	221	227	235	241	273	307°
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	94°

Nach dem Siedebereich müßte also das mittlere Molekulargewicht der olefinischen Anteile bei 150-160 liegen und daher einem C₁₁/C₁₂ Olefin entsprechen.

Das Produkt wurde in der Oxo-Versuchsanlage Me 458 a umgesetzt und wies nach der Umsetzung folgende Kennzahlen auf.

Dichte bei 20° = 0,860

OH-Zahl = 202

CO-Z. = 0,0

J.Z. (Hanus) = 23

A.Z. = 1,6

V.Z. = 15,0

Phosphorschwefelsäurelösliches = 96 %

Engleranalyse:

159°	219	226	230	235	240	245	250	253	258	266	278	291	311	330	354	363	C°
	10	15	20	25	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	°

Dem Siedeverhalten nach zu schließen, ergibt sich für die enthaltenen Alkohole ein mittleres Molgewicht von 180, was einem C₁₂-Alkohol entspricht.

Zur Abtrennung von den hochsiedenden Neben- und Folge-Reaktionsprodukten wurde das Produkt einer einfachen Destillation unterworfen, wobei die über 320° siedenden Anteile im Blasensumpf belassen wurden.

Das Destillat geht Ihnen mit diesem Schreiben zu.



Dr. Wenzel
Dr. Gemäßner

Kennzahlen

aliphatischer Verbindungen.

KP in °C											KP in °C
380	C23 Br.Z. 497 J.Z. 78,8 M.G. 322	C21 CO.Z. 181 M.G. 310	C20 OH.Z. 188 M.G. 298	C19 S.Z. 188 M.G. 298	C21 F.Z. 170	C19 OH.Z. 373 M.G. 300	380	HP 100			
370	C22 Br.Z. 520 J.Z. 82,9 M.G. 308	C20 CO.Z. 180 M.G. 296	C19 OH.Z. 187 M.G. 284	C18 S.Z. 197 M.G. 284	C21 M.G. 326	C18 OH.Z. 352 M.G. 288	370				
360	C21 Br.Z. 544 J.Z. 86,3 M.G. 294	C19 CO.Z. 199 M.G. 282	C18 OH.Z. 208 M.G. 270	C17 S.Z. 208 M.G. 270	C20 F.Z. 174	C17 OH.Z. 442 M.G. 272	360				
350	C20 Br.Z. 572 J.Z. 90,6 M.G. 280	C18 CO.Z. 209 M.G. 268	C17 OH.Z. 218 M.G. 256	C16 S.Z. 210 M.G. 256	C19 F.Z. 188	C16 OH.Z. 434 M.G. 258	350				
340	C19 Br.Z. 602 J.Z. 95,2 M.G. 266	C17 CO.Z. 220 M.G. 254	C16 OH.Z. 231 M.G. 242	C15 S.Z. 231 M.G. 242	C18 F.Z. 197	C15 OH.Z. 459 M.G. 244	340				
330	C18 Br.Z. 635 J.Z. 100,5 M.G. 252	C16 CO.Z. 233 M.G. 240	C15 OH.Z. 246 M.G. 228	C14 S.Z. 246 M.G. 228	C17 F.Z. 208	C14 OH.Z. 487 M.G. 230	330				
320	C17 Br.Z. 672 J.Z. 106,5 M.G. 238	C15 CO.Z. 248 M.G. 226	C14 OH.Z. 262 M.G. 214	C13 S.Z. 262 M.G. 214	C16 F.Z. 218	C13 OH.Z. 519 M.G. 216	320				
310	C16 Br.Z. 715 J.Z. 113,2 M.G. 224	C14 CO.Z. 265 M.G. 212	C13 OH.Z. 280 M.G. 200	C12 S.Z. 280 M.G. 200	C15 F.Z. 231	C12 OH.Z. 554 M.G. 202	310				
300	C15 Br.Z. 762 J.Z. 120,6 M.G. 210	C13 CO.Z. 283 M.G. 198	C12 OH.Z. 307 M.G. 186	C11 S.Z. 307 M.G. 186	C14 F.Z. 246	C11 OH.Z. 596 M.G. 188	300				
290	C14 Br.Z. 817 J.Z. 129,5 M.G. 196	C12 CO.Z. 305 M.G. 184	C11 OH.Z. 326 M.G. 172	C10 S.Z. 326 M.G. 172	C13 F.Z. 262	C10 OH.Z. 644 M.G. 174	290				
280	C13 Br.Z. 879 J.Z. 139,5 M.G. 182	C11 CO.Z. 330 M.G. 170	C10 OH.Z. 355 M.G. 158	C9 S.Z. 355 M.G. 158	C12 F.Z. 280	C9 OH.Z. 700 M.G. 160	280				
270	C12 Br.Z. 952 J.Z. 151 M.G. 168	C10 CO.Z. 360 M.G. 156	C9 OH.Z. 390 M.G. 144	C8 S.Z. 390 M.G. 144	C11 F.Z. 301	C8 OH.Z. 767 M.G. 146	270				
260	C11 Br.Z. 1039 J.Z. 164,5 M.G. 154	C9 CO.Z. 395 M.G. 142	C8 OH.Z. 431 M.G. 130	C7 S.Z. 431 M.G. 130	C10 F.Z. 326	C7 OH.Z. 849 M.G. 132	260				
250	C10 Br.Z. 1143 J.Z. 181 M.G. 140	C8 CO.Z. 438 M.G. 128	C7 OH.Z. 483 M.G. 116	C6 S.Z. 483 M.G. 116	C9 F.Z. 355	C6 OH.Z. 950 M.G. 118	250				
240	C9 Br.Z. 1270 J.Z. 201 M.G. 126	C7 CO.Z. 492 M.G. 114	C6 OH.Z. 550 M.G. 102	C5 S.Z. 550 M.G. 102	C12 F.Z. 280	C5 OH.Z. 1077 M.G. 104	240				
230	C8 Br.Z. 1434 J.Z. 226,5 M.G. 112	C6 CO.Z. 561 M.G. 100	C5 OH.Z. 637 M.G. 88	C4 S.Z. 637 M.G. 88	C11 F.Z. 301	C4 OH.Z. 1245 M.G. 90	230				
220	C7 Br.Z. 1632 J.Z. 259 M.G. 98	C5 CO.Z. 652 M.G. 86	C4 OH.Z. 758 M.G. 74	C3 S.Z. 758 M.G. 74	C10 F.Z. 326	C3 OH.Z. 1474 M.G. 76	220				
210	C6 Br.Z. 1905 J.Z. 302 M.G. 84	C4 CO.Z. 778 M.G. 72	C3 OH.Z. 934 M.G. 60	C2 S.Z. 934 M.G. 60	C9 F.Z. 355	C2 OH.Z. 1807 M.G. 62	210				
200	C5 Br.Z. 2287 J.Z. 362 M.G. 70	C3 CO.Z. 967 M.G. 58	C2 OH.Z. 1218 M.G. 46	C1 S.Z. 1218 M.G. 46	C8 F.Z. 390		200				
190			C1 OH.Z. 1751 M.G. 32		C7 F.Z. 431		190				
180					C6 F.Z. 483		180				
170					C5 F.Z. 550		170				
160					C4 F.Z. 637		160				
150					C3 F.Z. 758		150				
140					C2 F.Z. 934		140				
130					C1 F.Z. 1218		130				
120							120				
110							110				
100							100				
90							90				
80							80				
70							70				
60							60				
50							50				
40							40				
30							30				
20							20				

Olefine Aldehyde Alkohole Säuren Ester Diöle

Erklärung:

- Br.Z. - Bromzahl: mg Brom, die 1g Substanz anlagert.
- J.Z. - Jodzahl: g Jod, die 100g Substanz anlagert.
- CO.Z. - Carbonylzahl: mg KOH, die der Säuremenge entsprechen, die bei der Reaktion von 1g Substanz mit Hydroxylaminchlorhydrat frei werden.
- OH.Z. - Hydroxylzahl: mg KOH, die der Säuremenge entsprechen, die zum Verestern von 1g Substanz nötig ist.
- S.Z. - Säurezahl: mg KOH, die 1g Substanz verbraucht.
- E.Z. - Esterzahl: mg KOH, die zur Verseifung von 1g Substanz nötig ist.
- KP - Siedepunkt: Der obere Strich gibt ungefähr den Siedepunkt der unverzweigten endständigen Verbindung bei 760 mm Hg an.

Erg. Wert
3048 - 30/4.02