

Ruhrchemie Aktiengesellschaft
Oberhausen-Holten
Abt.HL - Tr/Mm.

000196

27. September 1940.

~~000000~~

Herrn Dr. H a g e m a n n .

Sekretariat Hg.

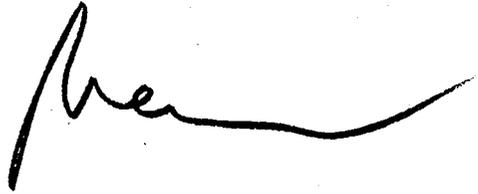
Eingang: 28. 9. 1940

Lfd. Nr.: 824

Beantw.: / 6

In der Anlage erhalten Sie einen Bericht über die
Addition von Schwefelsäure an Olefinen des Crackbenzins.

1 Anlage.



5. September 1940.

Die Addition von H_2SO_4 an Olefinen des Crackbensins.

(Herstellung von Estern hochmolekularer Kohlenwasserstoffe, die als Seifen bzw. Waschmittel Verwendung finden können.)

Die Herstellung von Fettalkoholsulfonaten und deren Verwendung als Waschmittel ist schon seit einiger Zeit bekannt und wird großtechnisch von der Böhmer Fettchemie A.-G., der Firma Stockhausen, Eschimmer u. Schwarz u.a.m. durchgeführt. Das Verfahren besteht hauptsächlich in der Hochdruckhydratierung der reinen Fettsäuren C_{14} C_{18} zu den entsprechenden Alkoholen und deren Veresterung mit rauchender H_2SO_4 , Chlorsulfonsäure, Phosphorschwefelsäure usw. Auch die Anlagerung von H_2SO_4 an hochmolekulare Olefinen allein oder in Mischung mit Paraffinen, d.h. also Crackbensin, Erdölfraktionen und dergl. mit und ohne Verwendung von Katalysatoren ist schon vor längerer Zeit durchgeführt worden (siehe Patentsammlung Müller - v.d. Werth Netz-, Dispergier- und Waschmittel S. 230 ff.). Doch arbeiten die meisten dieser Verfahren mit einem Lösungsmittel zum Verdünnen der H_2SO_4 , um die Heftigkeit der Reaktion etwas herabzusetzen. Der Überschuss an verwendeter H_2SO_4 ist z.T. recht bedeutend (50 % u. mehr), eine Abtrennung des nach der Neutralisation des Esters entstehenden H_2SO_4 erfolgt nicht. Die Möglichkeit von Verbesserungen war also durchaus gegeben und so wurde vor einiger Zeit mit einer Untersuchung der Einwirkung von H_2SO_4 auf Olefine begonnen.

Zunächst gelangte eine Crackbensinfraktion zum Einsatz, deren Siedebereich $210^\circ - 300^\circ$ betrug, mit einem Gehalt von ca. 50 % Olefinen aus J.Z. und Phosphor-Schwefelsäure-Absorption errechnet. Schon nach den ersten Versuchen ergab sich als hauptmögliche Schwierigkeit die Trennung der Paraffine von den gebildeten Estern bzw. deren Na-Salzen. Die Emulgierfähigkeit der Ester und Seifen, besonders der Fraktionen $C_{12} - C_{14}$, ist so groß, das beispielsweise größere Mengen C_{12} , CH_{13} und Pentan, die nach Abtrennung der

Hauptmenge Paraffin den Rest aus der wässrigen Phase der Seifen entfernen sollten, im Gegenteil vollständig mit in die Emulsionsschicht von Seifen und Restparaffin mit hineingehen und auch nach tagelangem Stehen keine Schichtenbildung erkennen ließen. Eine weitere erhebliche Schwierigkeit bot die Tatsache, daß beim Zusammengeben von H_2SO_4 und Crackbenzin die erforderliche tiefe Temperatur nicht gehalten werden konnte. Grundsätzlich ist bei diesen Reaktionen das Einhalten einer tiefen Temperatur (0° und tiefer) erforderlich, da bei erhöhten Temperaturen Verharzungen, Polymerisationen und Oxydationsreaktionen entstehen und somit neben einer schlechten Ausbeute nur schwarze, durch Harz- und Kohlenstoffabscheidung verunreinigte Reaktionsprodukte erhalten werden. Da ein genügend tiefes Vorkühlen bei der Schwefelsäure wegen ihres hohen ^{Erstar}Erstarrungspunktes (rauchende H_2SO_4 bei +6° 95%ige H_2SO_4 bei 0° - -2°) unmöglich war, ferner das Crackbenzin je nach Siedelage bei +10° - +2° zu erstarren beginnt, wurde beim Mischen der beiden Komponenten jedes Mal beobachtet, daß die feste Schwefelsäure zunächst langsam, dann durch die bei der Reaktion mit den Olefinen frei werdende Wärme immer schneller verflüssigt wurde, wodurch die Reaktion natürlich auch immer heftiger verlief und die schon oben erwähnten Nebenreaktionen eintraten. Diese Schwierigkeit ließ sich auch nicht umgehen dadurch, daß das Zugeben des Crackbenzins portionsweise erfolgte, da die Reaktionsdauer sehr verlängert wurde und Vergleichsversuche erkennen ließen, daß bestimmte kurze Reaktionsperioden optimale Ausbeuten an Seifen lieferten. Auch die Möglichkeit, durch weitgehende Außen- und Innenkühlung des Reaktionsgefäßes die frei werdende Wärme abzuführen, war nicht von Erfolg begleitet, die Reaktion verlief einfach zu stürmisch.

Die Säuremenge ist gleichfalls von Wichtigkeit für den Versuch. Im Anfang wurde etwas mehr (ca. 20 - 30 %) als die aus der Siedekennziffer des Einsatzproduktes errechnete theoretische Menge Schwefelsäure angewandt. Da diese Versuche nicht zum Ziele führten, (dies lag jedoch nicht an der Schwefelsäuremenge, sondern an der Inkonsistenz der Reaktions-

temperatur, wurde jedoch erst später erkannt) wurde vorübergehend die H_2SO_4 -Menge gewaltig erhöht, sie betrug zeitweilig 100 % und mehr der berechneten Menge. Der gewünschte Zweck wurde damit jedoch nicht erreicht, im Gegenteil komplizierte die beim Verdünnen mit Wasser auftretende Reaktionswärme (dadurch bedingtes starkes Rühren führte zu einer vermehrten Emulsionsbildung) und das beim Neutralisieren entstehende Na_2SO_4 (wodurch die Ausbeutebestimmung erschwert wurde) nur noch mehr. Daher wurde auch bald von dem großen Überschuss an Schwefelsäure wieder abgegangen.

Die Säurekonzentration ist ebenfalls ein Faktor, dessen Wichtigkeit nicht unterschätzt werden darf. Eine zu geringe Dichte ergibt nur unvollständige Sulfonierung und damit schlechte Ausbeuten, während eine zu hohe Konzentration der H_2SO_4 zu vermehrter Harzbildung und Oxydation führt.

Die freien Sulfonsäuren scheinen für sich und in Lösung nicht sehr beständig zu sein, jedenfalls konnte ein gut gelungener Versuch, der normalen Estergehalt zeigte, durch ca. 10-tägiges Stehenlassen beinahe wieder vollständig verseift werden, wobei aber nun neben der Schwefelsäure als weiteres Reaktionsprodukt die den Olefinen entsprechenden Alkohole auftraten, erkenntlich an der OH-Zahl und gegenüber dem Ausgangsprodukt erheblich höherer Dichte. Allerdings ist diese Reaktion nicht quantitativ, nebenbei treten auch wieder Olefine auf.

Die nach der Reaktion zwischen Säure und Crackbensin zugesetzte Wassermenge zum Verdünnen der H_2SO_4 und zur Abtrennung der Ester von der Paraffinschicht ist - was die Menge anbetrifft - ebenfalls wichtig, da eine zu große Wassermenge die Bildung von 3 Schichten - unten Säure mit geringen Mengen Ester, Mitte Ester, oben Paraffin - begünstigt, wodurch sich zwar die überschüssige Säure gut abtrennen läßt, andererseits der Ester aber stark verdünnt wird, so daß die Seifenlösung nach dem Neutralisieren mit konz. Na OH stark eingengt werden muß. Wegen des dabei auftretenden starken Schäumens bereitet dieses einige Schwierigkeiten. Eine Trennung von Paraffinschicht und Esterschicht durch die An-

wendung organischer Lösungsmittel gelang in keinem Falle.

Von Bedeutung scheint es auch noch zu sein, ob man beim Crackbenzin größere Siedebereiche oder eng geschnittene Fraktionen sulfoniert. Wurden bei vorliegenden Versuchen zunächst größere Siedestreifen eingesetzt, so kamen später eng geschnittene Fraktionen zur Anwendung, teils um das verschiedene Verhalten der Fraktionen selbst bei der Sulfonierung zu studieren, (Veränderung der Reaktionstemperatur, Olefingehalt, Säurekonzentration usw.) teils um aus diesen Fraktionen später durch saure Verseifung die entsprechenden Alkohole zu gewinnen. Sehr groß sind die gefundenen Unterschiede in den Versuchsbedingungen allerdings nicht, innerhin sind solche auch betreffs der Reinigung und Aufarbeitung vorhanden.

Zur Trennung der Paraffine von der Esterschicht wurde eine ganze Versuchsserie durchgeführt, um die optimalen Bedingungen zu erfassen. Angewandt wurden: Methanol, Ethanol, Propanol normal und iso, Butanol normal und sekundär, Aceton, Pentan, Tetrachlorkohlenstoff, Chloroform und Methyläthylketon. Als brauchbar erwiesen sich nur Methanol und Methyläthylketon, sowie kleine Mengen Butanol zur Zerstörung von Emulsionen. In Methanol sind die Seifen und Ester unlöslich, ferner ist Methanol in höheren Paraffinen nur sehr wenig löslich. Hinzu kommt, daß CH_3OH in gewissen Mengen die Emulsionsbildung verhindert. Durch eine wässrige Methanol-Lösung (20 - 50 % CH_3OH) gelingt eine schon recht gute Trennung der Paraffinschicht von dem Estergemisch, allerdings ist immer noch ein gewisser Teil der Paraffinschicht in der wässrigen Esterphase vorhanden und kann nur durch weitgehendes Verdünnen ausgefällt werden. Außerdem besteht bei der Anwesenheit größerer Mengen CH_3OH die Möglichkeit einer teilweisen Umesterung, besonders bei längerem Stehen. Trotzdem wurde CH_3OH längere Zeit zur Trennung der beiden Komponenten angewandt bis im Methyläthylketon ein Mittel gefunden wurde, das leicht und rasch ohne jede Komplikation eine Trennung Ester - Paraffinschicht ermöglicht. Außerdem läßt es sich durch Destillation leicht wiedergewinnen, sowohl aus der

Paraffinschicht, in der es nur wenig enthalten ist, als auch aus der wässrigen Esterschicht, aus der es mit Wasser zusammen abdestilliert werden kann. In Wasser ist Methyläthylketon nur wenig löslich, dagegen sind die Ester und Seifen praktisch damit mischbar. Ferner besitzt das Keton den Vorteil, daß es die Abtrennung des H_2SO_4 gestattet, bei längerem Stehen kristallisiert aus der Seifenlösung das Na_2SO_4 bei Anwesenheit von wenig H_2O in prächtigen Nadeln bzw. Spießen aus, ist dagegen viel H_2O vorhanden, so bilden sich nach einiger Zeit zwei Schichten, die untere besteht aus einer konzentrierten Na_2SO_4 -Lösung und enthält praktisch nur Spuren von Seifen. Mit Methanol läßt sich keine Abtrennung des Na_2SO_4 durchführen, ist viel H_2O und wenig CH_3OH vorhanden, geschieht nichts, bei umgekehrten Verhältnissen fällt auch ein Teil der Seifen mit aus.

Die nächste Schwierigkeit, das Durchschlagen der Reaktionstemperatur, konnte dadurch behoben werden, daß die Schwefelsäure vor der Reaktion mit dem Crackbenzin mit dem paraffinischen Rückstand eines vorherigen Versuchsgemischts wurde. Eine Kühlung war bei diesem Mischen unnötig. Anstelle des paraffinischen Rücklaufproduktes kann als Verdünnungsmittel für die Schwefelsäure auch Paraffin liquidum Verwendung finden. In der Patentliteratur sind u.a. halogenierte Kohlenwasserstoffe als Verdünnungsmittel vorgeschrieben, ein Vorgang wie oben ist jedoch nirgendwo erwähnt. Die Mischung H_2SO_4 - Paraffinschicht wird vor dem Zugeben des gekühlten Crackbensins ebenfalls so tief gekühlt, daß sie eine sirupartige Konsistenz annimmt (Temperatur $\approx 0^\circ$). Auf diese Weise wird ein Durchschlagen der Temperatur mit Sicherheit vermieden, allerdings ist noch eine Außenkühlung mit Eis oder Eiswasser erforderlich.

Was die Säuremenge anbelangt, konnte nach einer größeren Anzahl von Versuchen ermittelt werden, daß im allgemeinen ein Überschuß von 5 - 15 % der Theorie zur völligen Sulfonierung ausreichend ist bzw., falls so keine quantitative Addition von $\frac{1}{2} \text{SO}_4$ an die Olefine erreicht wird, hat auch ein größerer Säureüberschuß auf die Ausbeute keinen Einfluß.

000593

22222

Es ist nun nicht immer richtig - besonders bei breiteren Siedestreifen - das mittlere Molekulargewicht nur aus der Siedeanalyse bzw. eventuell noch aus der Olefinbestimmung nach Kattwinkel und der Jod-Zahl auszurechnen. In solchen Fällen hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, durch mehrere Parallelversuche die optimale Säuremenge zu ermitteln. Übrigens spielt hier - wie unten noch gezeigt wird - die Säurekonzentration auch eine Rolle.

Versuche zur Feststellung der Säurekonzentration ergaben, daß unterhalb 90 % H_2SO_4 die Ausbeute an Sulfonaten stark zurückgeht. Mit 92,5%iger H_2SO_4 wurden schwankende Ergebnisse erhalten, erst mit 95%iger H_2SO_4 wurden die Ausbeuten reproduzierbar. Es wurden dann noch Untersuchungen mit 97,5 100 und 105%iger Säure (d.h. rauchende H_2SO_4 mit 5 % SO_3) angestellt. Es zeigte sich, daß innerhalb dieses Konzentrationsbereiches die Ausbeuten nicht sehr verschieden waren. Da aber andererseits die Produkte mit der rauchenden H_2SO_4 häufig dunkler gefärbt waren als mit Schwefelsäure geringer Konzentration, so dürfte eine 95 - 97,5%ige Säure wohl die besten Ergebnisse zeitigen. Zu bemerken wäre hier noch, daß - wahrscheinlich durch den Verlauf des Crackprozesses bedingte-strukturelle Verschiedenheiten des Ausgangsproduktes für die Sulfonierung hier eine Rolle spielen können. Bei zwei verschiedenen Bensinen, die sonst nach der Siedeanalyse und dem Olefingehalt ziemlich gleich waren, lieferte einmal die 95%ige Säure, bei dem 2. Produkte die 105%ige Säure, die besten Ausbeuten. Also dürfte das schon oben erwähnte Ansetzen von Parallelversuchen unbedingt zweckmäßig sein.

Wie schon erwähnt, unterliegen die freien Halbestere bei längerem Stehen nach dem Verdünnen mit Wasser starker Hydrolyse. Daher ist nach dem Abtrennen der Paraffinschicht eine baldige Neutralisation der Sulfonsäuren unbedingt zweckmäßig. Diese Tatsache ist bereits bekannt (Fette u. Seifen 1938 S. 928 ff.) Beim Erhitzen werden auch die Seifen hydrolysiert, so daß erhöhte Temperaturen für die Sulfonate ausschalten.

10.11.1939

000203

Auf die Bedeutung des Wassereinsatzes zu dem Sulfonierungsgemisch bzw. der Menge desselben ist schon früher eingegangen worden.

Zum Schluß seien noch einige Beispiele angeführt nebst Ausbeuten.

Einsatzprodukt: Crackbensin Schmierölanlage.

Siedelage: 5 % bei 236° 50 % bei 251° 95 % bei 267°

mittleres Molgewicht $C_{14} = 198$ $D_{20} = 0,777$

Olefingehalt nach Kattwinkel: 49 % J.Z. = 70.

Einsatzmengen: 465 cm³ Frischprodukt

250 " paraffinisches Rücklaufprodukt

50 " H₂SO₄ (95,5 % H₂SO₄).

Die Säure und das Rücklaufprodukt wurden unter Außenkühlung mit Wasser innerhalb 10 Min. gemischt. Dabei erfolgte ein Temperaturanstieg auf 38°. Danach wurde das Gemisch auf +2° gekühlt. Das Crackbensin - auf -2° gekühlt - wurde innerhalb 5 Min. zugegeben, anschließend wurde noch 10 Min. gerührt. Die Temperatur stieg hierbei auf +5°. Danach wurden sofort 30 ccm H₂O und 100 ccm Methyläthylketon hinzugegeben. Es erfolgte ein Temperaturanstieg auf 20°.

Nach halbstündigem Absitzen im Scheidetrichter hatten sich 2 Schichten gebildet. Die untere Esterschicht wurde abgelassen und sofort mit 25%iger Na OH neutralisiert. Nach dem Stehen über Nacht hatten sich 17 g H₂SO₄ ausgeschieden. Nach dem Abfiltrieren wurde das Seifengemisch auf dem Ölbad erhitzt, um das Keton und Wasser abzutrennen. Hierbei wurden 80 ccm Keton zurückerhalten. Aus der Paraffinschicht konnten durch Abdestillieren noch 13 ccm Keton gewonnen werden.

Die Ausbeute an Rohseife betrug - nach Abzug des Wassergehaltes - 278 g oder 95 % der Theorie.

Anschließend wurde noch je ein Versuch mit 99%iger H₂SO₄ und mit 105%iger H₂SO₄ (5 % SO₃) durchgeführt. Die Ergebnisse waren aber nicht eindeutig trotz sonst völlig

gleichen Bedingungen bei allen 3 Versuchen. Die Ausbeute an Seife betrug bei der 99%igen Säure 91 % der Theorie, bei der Säure mit 5 % SO₃, 99 % der Theorie. Schwierigkeiten machte in allen Fällen das Mischen des Crackbensins mit dem Säure-Rücklaufprodukt, das mittels eines eisernen Löffels geschah, da sich die vorhandenen Rührer zum Durchrühren dieser zähen Masse nicht eigneten und ein Kneter, der für den vorliegenden Zweck wohl allein in Frage kommt, nicht zur Verfügung stand. Bei der kurzen Reaktionsdauer von nur 10 Min. ist ein intensives Durchkneten des Reaktionsgutes für eine gute Ausbeute sicher mit entscheidend. Es ist anzunehmen, daß die Ursache für die Diskrepanz in den Ausbeuten hierin zu suchen ist, zumal die Temperaturen usw. praktisch gleich waren.

Die Versuche mit der folgenden (C₁₅) Fraktion hatten folgende Ergebnisse:

Einsatzprodukt: Crackbensin Schmierölanlage.

Siedelage: 5 % bei 251° 50 % bei 270° 95 % bei 290°

mittleres Molgewicht C₁₅ = 212 D₂₀ = 0,778

Olefingehalt nach Kattwinkel: 44 % Jod-Zahl = 53

Einsatzmengen: 490 ccm Frischprodukt

45 ccm H₂SO₄ (97,5%ig)

250 ccm paraffin. Rücklaufprodukt.

Die Versuchsdurchführung war die gleiche wie bereits beschrieben. Innerhalb der Konzentrationen der Schwefelsäure von 95,5 % - 105 % (5 % SO₃) wurden auch hier keine nennenswerten Schwankungen in der Ausbeute an Seife beobachtet. Sie betrug über 90 % der Theorie.

Versuche mit den entsprechenden C₁₆- und C₁₇-Fraktionen zeigten, daß die Ausbeute an Seife mit steigender C-Zahl des Einsatzproduktes anscheinend fällt. Bei der C₁₆-Fraktion betrug sie im Mittel 85 %, bei der C₁₇-Fraktion 80 %, allerdings konnten hier aus Mangel an Einsatzprodukt nur 2 Versuche durchgeführt werden. Da der Olefingehalt des Crackbensins mit steigender C-Zahl fällt (C₁₆ = 40 %, C₁₇ = 29 %) ist möglicherweise ein vorheriges Verdünnen der Schwefelsäure mit dem paraffinischen Rücklaufprodukt bei

diesen Fraktionen nicht mehr erforderlich, da evtl. die Konzentration der Schwefelsäure für die Sulfonierung zu gering wird. Bei obigen Versuchen wurde sie rein schematisch stets noch durchgeführt. In dieser Richtung bedürfen die Ergebnisse mit der C₁₆- und C₁₇-Fraktion einer Überprüfung.

Versuche mit der C₁₃-Fraktion sind noch im Gange. Die Ergebnisse werden als Nachtrag zu vorliegendem Bericht noch später mitgeteilt.

ges. Rottig.

ges. Tramm.

0007-2

4. September 1940.

Kalkulation

002266

für Darstellung von ca. 8 500 t Natriumsulfonaten aus
15 000 t Produkt einer Siedelage zwischen ca. 200° und 300°
mit 40 % Olefingehalt.

1.) Materialverbrauch:

a) H ₂ SO ₄ 96 % 3 000 t à 35 RM =	RM	110 000
b) NaOH 4 800 t 25%ig à 4,75 RM =	"	240 000
c) Äthyl-Methyl-Keton 175 t à 1,50 RM =	"	260 000
d) Tensil usw.	"	100 000
		<hr/>
	RM	710 000

2.) Energie:

a) Elektr.Energie 200 kwh = 2,2 Pfg.	RM	30 000
b) Gas 400 000 m ³ à 2,2 Pfg. =	"	10 000
c) Wasser ca. 100 000 m ³	"	5 000
d) Dampf geschätzt für Heizung stdl. 1,5 t = 12 000 t à 2,50 RM =	"	30 000
e) Löhne 10 Mann u. 1 Vorarb. pro Schicht	"	90 000
f) Laborkosten	"	80 000
g) Reparaturen = 5 % der Anlagekosten	"	50 000
h) Generalien	"	20 000

3.) Kapitaldienst:

a) geschätzte Anlagekosten lt. anliegendem Schreiben W. 4405 v. v. -	RM	1 000 000
b) Amortisation und Verzinsung 15 % Summe 1.), 2.) und 3.) =	"	145 000
	RM	<hr/> 1 145 000

Bei 15 000 t Einsatz mit 40 % Olefinen = 6 000 t Olefinsatz
ist mit einer Olefinsatzung von 5 500 t zu rechnen. Ver-
sichtshalber sind die bisher nicht genau bekannten Verluste,
die nach Angabe von Herrn Dr. Rottig klein sein sollten,
mit 1 000 t einzusetzen, und zwar sollen 500 t auf Olefine
und 500 t auf Paraffine gerechnet werden. Die 5 500 t unge-
setzte Olefine ergeben 7 900 t Ester und ca. 8 400 t fertige

~~UNTERSCHRIEBEN~~

000207

Sulfonate. Setzt man die Olefine mit 50 Rpfg./kg ein, so
ergeben sich Einsatzkosten von 6 000 t à 500 RM = RM 3 000 000
9 000 t à 350 " = " 3 150 000

Summa: RM 6 150 000

Gutauschreiben sind nach Abzug des Verlustes
8 000 t Paraffine zum Preise von RM 350 = " 2 800 000
also Kosten des Einsatzes RM 3 350 000
zusügl. der Umwandlungskosten in Höhe von " 1 175 000
ergibt sich damit ein Preis von RM 4 525 000

oder pro kg fertiges Natriumsulfonat von RM -,53.

Bei dem Telefongespräch betonte ich, daß wir s.Zt. noch nicht die Versuche über die Reinigung des restlichen Paraffins abgeschlossen haben. Hier ist also noch eine gewisse Sicherheit. In den obigen Kalkulationen sind die Olefine absichtlich mit einem hohen Preis von 50 Rpfg. eingesetzt, da sich für die Schmierölerzeugung ein ähnlicher Wert der Olefine ergibt. Setzt man das Einsatzmaterial mit dem Durchschnittspreis von 350 RM ein, so ergibt sich ein Sulfonatpreis von 43 Rpfg. Bei Herabsetzung der Verluste auf 500 t würde sich der Preis der Sulfonate um weitere ca. 2 Rpfg. senken.

~~1940~~
4. September 1940.

003208

Anhang zur Kalkulation.

Schätzung der Anlagekosten.

1.) 6 Tanks à ca. 200 m ³	RH	60 000
2.) 5 Rührwerke à ca. 1 m ³	"	30 000
3.) Absetztürme 3 à 6 m ³	"	10 000
4 à 50 m ³	"	30 000
4.) Tiefkühlung	"	80 000
5.) Zwischentanks 6 Stück à 10 m ³	"	20 000
6.) 2 Blasendestillationen	"	150 000
7.) Rohrleitungen	"	200 000
8.) Meßaggregate	"	20 000
9.) Gebäude	"	150 000
10.) Platzvorbereitungen	"	120 000
11.) Motore	"	30 000
12.) Konstruktive Bearbeitung	"	50 000
13.) Sonstiges	"	150 000
		<hr/>
	RH	1 100 000
		<hr/>

