

Ruhrchemie Aktiengesellschaft

Drahtwort: Ruhrchemie Oberhausen-Holten
Schlüssel: Rudolf Meyer Code

Reichsbankgirokonto Oberh.-Störstraße
Kontonummer 332/82

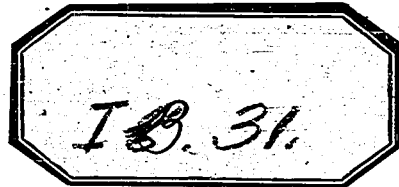
Postcheckkonto:
Essen Nr. 20623

Fernruf: Amt Oberhausen-Schld.
Orts- u. Bezirksverkehr 611 51
Fernverkehr 602 44

Reichsamt für Wirtschaftsausbau
Berlin
z.Hd.v. Herrn Dr. Altpeter
Kaiser-Wilhelm-Institut
Mülheim-Ruhr

Lurgi, Friedberg/Hessen
z.Hd.v. Herrn Dr. Herbert
Brabag, Schwarzheide
z.Hd.v. Herrn Prof. Steinbrecher
I.G. Farbenindustrie, Ludwigshafen
z.Hd.v. Herrn Dr. Scheuermann
Rheinpreussen, Homberg/Niederrhein

Oberhausen-Holten, den 26.8.1944
Abtg. FL Roe/Fu.



Betr.: Reichsamtversuche.

Unter Bezugnahme auf das Rundschreiben des Sonderbeauftragten des Gebeckem vom 18. Juni dieses Jahres übersenden wir Ihnen beifolgend unsere Stellungnahme zu den Ergebnissen der Reichsamtversuche.

Heil Hitler!

RUHRCHEMIE AKTIENGESELLSCHAFT

6 Anlagen

Stellungnahme der RGH zu den Reichsanstversuchsergebnissen.

A. Versuchsdurchführung und Auswertung.

1. Die Versuche sind mit grosser Sorgfalt durchgeführt worden, so dass gegen die vorgelegten experimentell gewonnenen Daten keine Einwände zu erheben sind.
2. Wir erkennen an, dass die vorgenommene Auswertung die vergleichende Beurteilung der verschiedenen Katalysatoren gut ermöglicht, so dass alle entscheidenden Eigenschaften deutlich erkannt werden können.
3. Für weitere Versuche erziehen wir einige Änderungen in Vorschlag. Wir empfehlen, folgendes zu vereinbaren:
 - a) Für die bei der Auswertung benutzten Begriffe wird eine Begriffsbestimmung festgelegt.
 - b) Für die angewandten Begriffe werden einheitliche, rechnerisch verwertbare Abkürzungen festgelegt.
 - c) Die sauerstoffhaltigen Verbindungen sind unter Zerlegung in OH -Anteile und Wasser in die Rechnung einzusetzen.
 - d) Die Rechnungswaise wird formelsässig festgelegt.
 - e) Ausbeuteangaben sind auf ganze Zahlen abzurunden.
 - f) Die Teilnehmer verpflichten sich, im Verkehr untereinander und mit den Reichsstellen jeder Ausbeuteangabe hinzuzufügen, für welchen Inertengehalt und für welchen $(\text{CO} + \text{H}_2)$ -Umsatz sie gültig ist.
 - g) Falls nichts anderes vermerkt wird, sind bezogen auf alle Ausbeuteangaben auf höhere Kohlenwasserstoffe ohne Methan.
4. Für die Durchführung dieser Vorschläge bei der Auswertung weiterer Versuche stellen wir unsere in den Anlagen niedergelegte Vorarbeit zur Verfügung. Ein Zahlenbeispiel für eine Auswertung unter Benützung von Abkürzungen und unter Abzug des Sauerstoffs als Wasser liegt bei.
5. Die Angabe des Inertengehaltes und des Umsatzes bei der Ausbeute kann beispielsweise in der Form erfolgen, dass diese beiden Grössen in Klammern hinzugefügt werden.
 $A(15/70) = 103 \text{ g/Noba Sy-Gas}$ würde bedeuten, dass aus einem Noba Sy-Gas mit 15% Inerten bei einem $(\text{CO} + \text{H}_2)$ -Umsatz von 70% eine Ausbeute von 103 g höhere Kohlenwasserstoffe ohne Methan erzielt wurde.
 $A(0/100)$ würde für inertenfrees $(\text{CO} + \text{H}_2)$ -Gemisch bei 100% Umsatz gelten.

B. Vernehmprotokolle.

1. Fahrweise.

- a) Offenbar um den Vergleich zu erleichtern, haben alle Teilnehmer schliesslich freiwillig ungefähr die gleiche Fahrweise eingestellt. Es dürfte sich empfehlen, dies für wei-

Sare Versuche als verbindlich zu vereinbaren.

- b) Die einzuhaltende Höchsttemperatur muss bei weiteren Versuchen genauer festgelegt werden.

Katalysatoren, welche die vereinbarte Höchsttemperatur von 225° erreichen bzw. überschreiten, sind nicht als betriebsreif anzusprechen.

3. Kontaktsorten.

a) Kohlenstoff-Abscheidung.

Die gefährlichste Eigenschaft, welche ein Katalysator zeigen kann, ist die Neigung zur Kohlenstoff-Abscheidung. Ein verstopfter Crosserol braucht u.H. Kochen und Konnte, ehe er wieder verwendungsbereit ist. Die dadurch entstehende Produktionsstörung kann durch eine etwaige höhere Ausbeute nicht ausgeglichen werden. Katalysatoren, welche Kohlenstoff-Abscheidung nicht mit Sicherheit vermeiden können, sind nicht als betriebsreif anzusprechen.

Wenn also eine Bewertung der Katalysatoren vorgenommen werden soll, so muss zunächst unterschieden werden zwischen denjenigen Katalysatortypen, welche sogleich über die ganze Laufzeit störungsfrei durchgeföhren werden konnten und denjenigen, welche in Folge Kohlenstoff-Abscheidung unterbrochen werden mussten, wobei mehrfache Unterbrechung als besonders erschwerend zu gelten hätte.

b) Sauerstoffhaltige Produkte.

Bei der Bewertung des Gehaltes an sauerstoffhaltigen Produkten ist zu berücksichtigen, dass diese auf einfache Weise in Glycerine übergeföhrt werden können. Ein derartiges Verfahren wird bei der HCH bereits im grossen angestellt.

Sauerstoffhaltige Produkte können also wohlweise als solche oder als Glycerine bewertet werden.

c) Beschaffenheit des Paraffins.

Bei der Bewertung des Paraffins ist eine etwa für die Fettsäureherstellung erforderliche Hochhydrierung als unerwünscht anzusehen (Entscheidung des Reichsausschusses vom 21.7.43).

d) Aufarbeitungsverhältnis H_2 : 1 CO.

Unter den bereits angestellten Versuchen zeigte der Kobaltphosphors-Katalysator das günstigste Aufarbeitungsverhältnis, obgleich auch er das H : C -Verhältnis im Wassergas noch nicht erreicht hat. Ein mindestens gleich günstiges Verhalten zeigte der von HCH als zweite PH-ung benutzte Katalysator. Leider wurde dieser Versuch durch Feindeinwirkung unterbrochen. Seine durch uns vorgenommene vorläufige Auswertung liegt bei. Sie lässt nicht nur ein günstiges Verbrauchsverhältnis, sondern auch eine niedrige Kohlenbildung erkennen.

3. Kontaktleistung.

Bezogen auf das eingebrachte Kontaktgewicht zeigte der HCH-Katalysator weitaus die grösste Leistung, wie folgende Gegenüberstellung zeigt:

Ofen-Nr.:	1	2	3	4	5	6
tato/t Kator:	0,32	0,40	0,23	0,14	0,59	0,38

4. Kontaktszusammensetzung, Herstellung und Vorbereitung.

Wie bereits mit Rundschreiben des Gebechen vom 16.2.43 bekanntgegeben wurde, enthalten die RGH-Eisenkatalysatoren ausser erheblichen Mengen Kupfer nur Kalk und Kieselgur. Ihre Rohstoffversorgung ist somit gesichert. Die RGH-Eisenkatalysatoren können ferner in den bestehenden Katorfabriken ohne Änderung derselben hergestellt werden.

Es bleibt festzustellen, wie weit diese Voraussetzungen der technischen Anwenzbarkeit auch für die anderen geeigneten Eisenkatalysatoren zutreffen. Für einen Brabag-Eisenkatalysator wurde beispielsweise seine Herstellbarkeit in den bestehenden Katorfabriken gelegentlich der Fettsäurebesprechung beim Reichsamt am 21.7.43 verneint. Die gleichen Feststellungen wären auch zu treffen für etwa notwendige Vorbehandlungen, z.B. mit konzentriertem Kohlenoxyd.

C. Schlussfolgerungen; Planung.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse und der Planung weiterer Versuche ist vor allem die Änderung zu berücksichtigen, welche die Lage auf diesem Gebiete seit der Vereinbarung der Versuche erfahren hat.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass es entgegen der in der Besprechung vom 8.5.43 mehrfach geäußerten Absicht nicht möglich ist, einen besten Katalysator unter den bereits vorhandenen auszuwählen. Vielmehr ist die Entwicklung auf dem Gebiete der Eisenkatalysatoren noch voll im Fluss und scheint offenbar, im Gegensatz zum Kobalt, auch in verschiedenen Richtungen zu verlaufen. Letzteres liegt in der grösseren katalytischen Wandelbarkeit des Eisens naturgemäss begründet und ist zu begrüssen.

So z.B. ist Rheinpreussen neuerdings ⁴⁷⁷ für die Schaffung von Eisenkatalysatoren für wasserstoffreiche Gase bemüht, während wir es in Gegenteil für einen besonderen Vorteil der Eisenkatalysatoren halten, dass man mit ihnen Wassergas unmittelbar und leichter verarbeiten kann als mit Kobaltkatalysatoren. Zur Klärung dieser und anderer Fragen, z.B. Eisensynthese mit Kreislauf, sind weitere Versuche erforderlich. Diese sollten jedoch nach unserer Meinung zur Entlastung vor allem des durchführenden Werkes nach Möglichkeit vereinfacht werden.

Wie der Sonderbeauftragte, Herr Dr. Köhler, bereits in der Besprechung vom 8.5.43 ausführte, sind die Ergebnisse dieser Versuche nicht ohne weiteres auf den Grossbetrieb übertragbar. Sie können also nur allgemein unterrichtende Bedeutung haben. Daher sollte man in Zukunft die Auswertung und vor allem die Untersuchung der gebildeten Produkte wesentlich vereinfachen. Es dürfte beispielsweise genügen, wenn die Siedelage der gebildeten Produkte in grossen Zügen festliegt, ohne dass wie bisher regelmässig eine Aufteilung in Fraktionen von einzelnen Molekülgrössen erfolgt. Weitere Vorschläge zur Vereinfachung werden wir in der Aussprache vorlegen.

In solcher vereinfachten Form sollte die Einrichtung der "Reichsamtversuche" weitergeführt werden als swanglos zu handhabende Möglichkeit, welche jedem der Beteiligten Gelegenheit bietet, durch orientierende Versuche seine dem Reichsamt gegenüber gemachten Angaben über die Leistungsfähigkeit neuer Katalysatoren unter Beweis zu stellen.

Abtg. Fl. 200/Pa.

RCH
FLO
777

Datum 9.2.-11.2.44		Beiz. Sten. 2088-2136		Reichsamt - Versuche; Ofen 6i		Rheinpreussen, 4. Fälllinie	
Sy-Gas-Menge E: 23,23 m³		Ergebnis-Menge 14,23 m³		ohne Methan		mit Methan	
R		n		Flussbeuten je m³		%	
1	—	a.	24.33	Sy-Gas	92,4	Sy-Gas	147,4
2	0.6125	b.	25.45	CO+H ₂	105,0	CO+H ₂	147,4
3	0.585	a+b	49.78	Sy-Gas	86,49	Sy-Gas	142,9
4	—	c.	1.42	CO+H ₂	94,42	CO+H ₂	150,4
6	0.642	d.	8.04	Σ(Olef.)	—	Σ(Olef.)	—
7	—	d.	8.04	Σ(Par.)	—	Σ(Par.)	—
Ges.-Prod. Olefine - Paraffine				Zähler			
C-Z	Menge %	Menge g	mp. Par.	Σ(Olef.)	g	Σ(Olef.)	g
Frakt. 1	—	—	—	Σ(Par.)	g	Σ(Par.)	g
1	—	4.000	—	Σ(CH ₂)	g	Σ(CH ₂)	g
2	—	3.000	—	Σ(CH)	g	Σ(CH)	g
3	—	2.667	—	Σ(CH ₂)	g	Σ(CH ₂)	g
4	—	2.500	—	Σ(CH)	g	Σ(CH)	g
5	—	2.400	—	Σ(CH ₂)	g	Σ(CH ₂)	g
6	—	2.333	—	Σ(CH)	g	Σ(CH)	g
7	—	2.286	—	Σ(CH ₂)	g	Σ(CH ₂)	g
8	—	2.250	—	Σ(CH)	g	Σ(CH)	g
9	—	2.222	—	Σ(CH ₂)	g	Σ(CH ₂)	g
10	—	2.200	—	Σ(CH)	g	Σ(CH)	g
11/2	—	2.174	—	Σ(CH ₂)	g	Σ(CH ₂)	g
13/4	—	2.148	—	Σ(CH)	g	Σ(CH)	g
5/4	—	2.129	—	Σ(CH ₂)	g	Σ(CH ₂)	g
11/4	—	2.114	—	Σ(CH)	g	Σ(CH)	g
12/4	—	2.087	—	Σ(CH ₂)	g	Σ(CH ₂)	g
7/2	—	2.057	—	Σ(CH)	g	Σ(CH)	g
Wdr. Alkoh.	—	—	—	Σ(CH ₂)	g	Σ(CH ₂)	g
Σ-G.	—	—	—	Zähler	3	Nenner	3

1.8.44

		Auswertung des R.A. - Versuchs RCH 2 Füllung												R.A. Vers. Rbr. 4 Füllung	
		12	48	60	72	96	108	120	132	144	156	168	0-158	0-696	
Betr.-Std.		4.88	16.42	5.77	5.79	11.84	6.10	5.95	5.97	6.06	6.07	6.08	80.64	353.0	
Nm ³ Eingang		3.39	11.02	3.71	3.66	7.30	3.64	3.59	3.63	3.66	3.70	3.73	50.94	207.8	
Nm ³ Ausgang		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Vol. %	CO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
"	SKW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
"	CO	38.6	38.6	38.6	38.6	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	39.2	
"	H ₂	48.3	48.3	48.3	48.3	48.4	48.4	48.4	48.4	48.4	48.4	48.4	48.4	48.4	
"	CH ₄	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	
"	C ₂ H ₆	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
"	N ₂	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1	
R ₂ gemessen		0.696	0.671	0.642	0.632	0.617	0.597	0.603	0.608	0.604	0.609	0.613	0.632	0.589	
R ₃ aus N ₂		0.735	0.682	0.672	0.623	0.612	0.580	0.598	0.598	0.650	0.609	0.622	0.630	0.558	
R ₇ ber. für n=1.0		0.774	0.689	0.675	0.621	0.622	0.643	0.605	0.614	0.639	0.637	0.666	0.653	0.583	
n aus R ₂		1.66	2.03	1.94	2.21	2.15	1.89	2.15	2.12	2.00	2.03	2.05	2.02	2.20	
n aus R ₃		1.87	2.19	2.13	2.01	2.10	1.81	2.11	2.07	2.27	2.03	2.09	2.02	1.89	
n zu R ₇		2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	
zur Rechnung benutztes	R	0.696	0.671	0.642	0.632	0.617	0.597	0.603	0.608	0.604	0.609	0.613	0.632	0.589	
Umsatz	U	39.6	45.0	43.7	51.6	53.4	56.5	55.5	55.5	54.3	55.1	54.3	51.3	58.8	
Co ₂ Verbr. M _{sp}	M _{sp}	3.5	7.2	10.2	3.6	5.1	4.9	4.9	5.8	4.2	5.8	4.2	5.9	7.4	
H ₂ Verbr. X	X	12.5	12.3	12.3	11.7	11.4	10.7	1.12	1.10	1.12	1.09	1.10	1.15	1.09	
A ₁	A ₁	71.4	76.9	81.4	88.9	91.1	99.3	95.1	95.0	94.9	96.8	94.8	87.9	98.3	
A ₂	A ₂	71.5	75.7	81.5	88.4	91.0	98.3	95.1	94.5	95.0	95.1	94.5	87.5	97.8	
A ₃	A ₃	180	165	162	165	163	163	162	161	166	163	161	164	157	

RCH-F.L. 778 Ruhrchemie A.-6. Oberhausen; 1. August 1944

Über die Berechnung der Ausbeute bei der Synthese höherer Kohlenwasserstoffe.

- A. Einleitung und Zeichenerklärung
- B. Die CO-Ausbeute
- C. Die H₂-Ausbeute
- D. Sauerstoff- und Grundalkoholanteile
- E. Die stöchiometrischen Grundbeziehungen
- F. Die Analysekontraktion
- G. Zerlegung der sauerstoffhaltigen Verbindungen in OH-Anteil und Wasser oder Sauerstoff
- H. Formelmässige Benutzung von Abkürzungen

A. Einleitung und Zeichenerklärung.

Bei den in Schwarzeide durchgeführten Reaktionsversuchen ist eine neue Rechenweise zur Ermittlung der Ausbeute bei der Synthese höherer Kohlenwasserstoffe entwickelt worden. Hierzu liegen wohl Erläuterungen vor, aber keine Beschreibung, in welcher die Rechenweise so vollständig erklärt ist, dass ein Dritter sie daraus ohne Zuhilfenahme mündlicher Auskunft verwenden könnte. Die Erfahrung hat gezeigt, dass eine Verständigung auf diesem Gebiet gewisse Schwierigkeiten bietet. Um

über die Art und Weise der Berechnung der Ausbeute (RAHW) im Vergleich mit den zwischen neu abgeleiteten Formeln besprechen zu können, wird im folgenden zunächst die RAHW beschrieben.

Gleichzeitig wird diese Rechenweise in die bei uns eingeführte, abkürzende Ausdrucksweise übersetzt, damit man die verschiedenen Berechnungsarten miteinander vergleichen kann. Die dabei benutzten Abkürzungen sind in der beigefügten Abhandlung erklärt. Darüber hinaus sind folgende Zeichen neu enthalten:

- o 1. als Mengenangabe: Restteile gebildeter Sauerstoff ($\frac{1}{2} O_2$), welcher chemisch gebunden in den sauerstoffhaltigen Produkten gefunden wird.
- 2. als hochgestellter Index: Zeichen für den bei Abzug von Sauerstoff gültigen Wert

- n^c Mittelwert für das H : C-Verhältnis in dem CH-Anteil der gebildeten Produkte ohne Methan, bei Abzug von Sauerstoff aus den sauerstoffhaltigen Verbindungen
- n_m^c wie vor, jedoch aus den Produkten einschl. Methan
- A_{CO}^c Ausbeute nach der Grundmolrechnung, kurz "CO-Ausbeute" genannt
- A_I^c Ausbeute nach der Idealgas-Grenzausbeuterechnung, kurz "Idealgasausbeute" genannt.

B. Die CO-Ausbeute.

- 100 - Kontraktion = Restvolumen R.
- Als Produkte aus Restvolumen und Prozentgehalt im Reingas werden die austretenden Mengen an Kohlenoxyd und Kohlendioxyd berechnet:
 $R \cdot CO^c$, $R \cdot CO_2^c$.
- Die gebildeten, bzw. verbrauchten Mengen ergeben sich als Differenzen dieser Produkte gegen die eintretenden Mengen:
 $a = CO - R \cdot CO^c$ $d = R \cdot CO_2^c - CO_2$.
- Die Bausteile verbrauchtes Kohlenoxyd abzüglich des gebildeten Kohlendioxyds geben die Bausteile gebildete Kohlenwasserstoffe CH_m^c (einschl. Methan): $c_m = a - d$.
- Zur Umrechnung der Bausteile CH_m^c in Gramm muss mit Molekulargewicht : 22,4^c multipliziert werden. Das Molekulargewicht von CH_m^c wird als Grundmolkonstante bezeichnet.

$$A_{CO}^c = \frac{\text{Grundmolkonstante}(a - d)}{22,4} = \frac{12 + 2c}{22,4}(a - d).$$

C. Die Idealgas-Ausbeute.

- Wie unter B 1. bis B 3. beschrieben, werden Kohlenoxyd- und Wasserstoff-Verbrauch ermittelt:
 $a = CO - R \cdot CO^c$ $b = H_2 - R \cdot H_2^c$.
- Division ergibt das Verbrauchsverhältnis: $X = \frac{b}{a}$.
- Man berechnet, wieviel des in eintretenden Gas enthaltenen (CO + H₂) bei dem gegebenen Verbrauchsverhältnis und vollständigem Umsatz verbraucht werden könnte (Idealgas):
 $J_X = CO(1 + X)$, bei H₂-Überschuss über H₂ in J_X .
- Aus einem Mol Idealgas könnte bei vollständigem Umsatz die Grenzausbeute erzielt werden. Diese wird aus der Analyse der flüssigen

und gasförmigen Produkte berechnet, wobei jede einzelne Stoffklasse fraktionsweise anteilmäßig an der Summe beteiligt ist.

5. Man berechnet den CO-Umsatz durch Division des verbrauchten durch das eingebrachte Kohlenoxyd: $U_{CO} = \frac{V}{CO}$.

6. Die Ausbeute an Kohlenwasserstoffen CH_{nO} beträgt dann:

$$A_1^0 = \text{Grenzausbeute} \cdot \text{Idealgasmenge} \cdot \text{CO-Umsatz}$$

$$= \text{Grenzausbeute} \cdot CO \left(1 + \frac{b}{a}\right) \cdot \frac{V}{CO}$$

$$= \text{Grenzausbeute} \cdot (a + b) \cdot V$$

D. Grenzausbeute und Grundgleichung.

Zur Klärung des Begriffs "Grenzausbeute" führen folgende Überlegungen. Diejenige Ausbeuteformel, welche die Grenzausbeute enthält, lautet: $A_1 = \text{Grenzausbeute} \cdot (a + b)$. Diese Ausbeute muss gleich sein der als A_1^0 aus der dritten stöchiometrischen Grundgleichung erhaltenen Ausbeute (siehe Anlage). Daher gilt:

Grenzausbeute $\cdot (a + b) = h \cdot (a + b + c)$. Hieraus folgt:

$$\text{Grenzausbeute} = \frac{h \cdot (a + b + c)}{a + b} \cdot h_1 \cdot 100$$

Bei reiner Kohlenwasserstoffbildung ist c gleich Null. Dann ist die Grenzausbeute gleich h_1 .

Zu dem gleichen Ergebnis führen Modellrechnungen. Beispielsweise kann Äthanol nach folgenden beiden Gleichungen erhalten werden:



In beiden Fällen entsteht aus 6 Bausteinen ($CO + H_2$) 1 Baustein C_2H_5OH in Form von Äthanol. In Form von Äthanol benötigt 1 Baustein C_2H_5OH jedoch 7 Bausteine ($CO + H_2$), auch:



Die Grenzausbeute aus 1 Baustein ($CO + H_2$) beträgt demnach:

für Äthanolbildung und Wasserstoffabgabe $221 g C_2H_5OH$
 für Äthanolbildung $192 g C_2H_5OH$

Für Äthanol beträgt das H:C-Verhältnis bei Sauerstoffabgabe $n^0 = 3,0$.

Dann ergibt sich für h_1 :

$$h_1 = \frac{221 \cdot 100}{221 + 192} = 53,2\%$$

Die reine Kohlenwasserstoffbildung hat somit die Grenzausbeute aus $CO + H_2$ von $53,2\%$. Bei Sauerstoffabgabe ist die Grenzausbeute an Äthanol $192 g C_2H_5OH$ aus $CO + H_2$ verbrauchten Bausteinen $221 g C_2H_5OH$ größer, als bei reiner $(CO + H_2)$ Verbrennung.

$$\text{Grenzausbeute} = \frac{(\text{CO} + \text{H}_2)\text{-Verbrauch für CH als Kohlenwasserstoff}}{(\text{CO} + \text{H}_2)\text{-Verbrauch für CH in C-haltigen Verb.}}$$

Im Falle des Ethans: Grenzausbeute = $\frac{7}{6}h_1 = \frac{7}{6} \cdot 92 = 223 \text{ g.}$

Die Grundmelkonstante ist gleich $12 + n_{\text{C}}^0$, für Ethan also $12 + 3 \cdot 0 = 15,0$.

2. Die stöchiometrischen Grundbeziehungen.

Nach der BAHW setzt sich die Gesamtausbeute zusammen aus dem als A_0^0 oder A_1^0 berechneten CH-Anteil und dem in den gebildeten Produkten enthaltenen Sauerstoff. Dementsprechend muss dieser Sauerstoff auch in den stöchiometrischen Grundbeziehungen enthalten sein, wenn diese die Gesamtvorgänge richtig wiedergeben sollen. Beim Rechnen mit Sauerstoffabgang muss daher die zweite stöchiometrische Grundgleichung durch das Glied CO erweitert werden. Man erhält dann folgende Gleichung, welche als dritte stöchiometrische Grundgleichung bezeichnet sei:



Diese Gleichung liegt der BAHW zu Grunde. Ihre algebraische Auswertung ist aus der Anlage zu entnehmen.

Es zeigt sich, dass die nach der BAHW durchgeführten Berechnungen für CO-Ausbeute bzw. Idealgasausbeute nach den gleichen Formeln erfolgen, welche sich aus der obigen stöchiometrischen Grundgleichung für A_2^0 bzw. A_1^0 ableiten lassen. Ein solches Formelnmaterial wird so steht lediglich insoweit, als durch Einführung der Grenzausbeute A_0^0 statt der Sauerstoff aus dem Nenner Ausdruck entfernt und in die Grenzausbeute übernommen wird:

BAHW:

$$A_0^0 = \frac{12 + n_{\text{C}}^0}{2} (a + b)$$

$$A_2^0 = \text{Grenzausbeute } (a + b)$$

$$= \frac{12 + n_{\text{C}}^0}{2} \cdot h_1 (a + b)$$

III. stöch. Grundgleichung:

$$A_2^0 = \frac{12 + n_{\text{C}}^0}{2} (a - 2) = h_2 (a - 2)$$

$$A_1^0 = h_1 (a + b + e)$$

F. Die Ausbeuterechnungen

Bei der RAE folgen die die n_1 und n_2 bestimmten Ausbeuten nicht nicht übereinstimmen. Es zeigt sich jedoch, dass die Übereinstimmung beider Ausbeuten dadurch gegeben ist, dass die beiden Kontraktionen in die gleiche Richtung sind und die gleiche Einstellung jeweils nur für eine einseitige bestimmte Kontraktion erreicht wird. Diese wird als "Analysekontraktion" bezeichnet und kann durch Probieren gefunden werden. In diesen zwei Verfahren man die ursprünglich durch Messung bestimmten die zwei bestimmten Ausbeuten so, dass bei der nachfolgenden Ausrechnung beide Ausbeuten den gleichen Zahlenwert ergeben. Dieser wird dann als richtig angesehen.

Dieser empirisch gefundenen Rechenweise liegt, wie nach Ableitung unserer neuen Formeln ersichtbar wurde, die n_1 - n_2 -Gleichung zu Grunde. Auch die beiden bei der RAE benutzten Ausbeutenformeln

$$n_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot 100 \quad (1) \quad n_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot 100 \quad (2)$$

enthalten mittelbar den Wert n bzw. n_0 , sowie verhältnismäßig das gleiche R . Die beiden Ausbeuten weichen um umso mehr voneinander ab, je mehr sich R von demjenigen Wert entfernt, welcher nach der Gleichung zu dem betreffenden n_0 gehört. Erfüllen n und R für das betreffende Gasanalysepaar die Bedingungen der n - R -Gleichung, so stimmen beide Ausbeuten überein.

Diese Verhältnisse gelten nicht nur für die beiden bei der RAE bisher schon benutzten Ausbeuterechnungen, sondern auch für zwei weitere, verschiedenartige Ausbeutenformeln (n_3 , n_4 , n_5). Zwei derselben (n_3 und n_4) ergeben dabei nach wesentlicher ~~Ersetzung~~ ~~Ersetzung~~ einander als die beiden bisher nach der RAE erhaltenen Ausbeuten. Man würde sich also zweckmäßiger dieser beiden neuen Formeln bedienen, wenn man in Zukunft noch auf das Probieren angewiesen wäre. Das ist aber nicht der Fall.

Mittels der n - R -Gleichung ist es möglich, zu jedem Gasanalysepaar bei gegebenem n das zugehörige Restvolumen (R_6 , R_7) und damit die Analysekontraktion zu berechnen. Es ist also:

$$\text{Analysekontraktion} = 100 - R_6 \quad (\text{bzw. } R_7).$$

G. Zerlegung der gasstoffhaltigen Verbindungen in CO_2 -Anteil und Wasser oder Sauerstoff.

Bei der RAE hat man sich dafür entschieden, bei der rechnerisch nötigen Zerlegung der gasstoffhaltigen Verbindungen

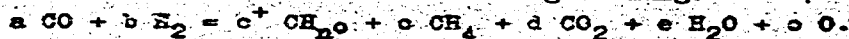
	Anteil aus den sauerstoffhaltigen Produkten, erhalten durch Abzug von	
	Wasser	Sauerstoff
Ansätze:		
CH-Anteil	$A = \dots \text{ g } C_2H_4$	$A^o = \dots \text{ g } C_2H_6$
O-Anteil	$Y = \dots \text{ g Wasser}$	$O = \dots \text{ g O}$
Gesamt-Ansätze	$A_{11} = (A + Y) \text{ g } C_2H_6O$	$O \text{ g } C_2H_6O$
H/C-Verhältnis, be- zogen auf die gebildeten Kohlenwasserstoffe; ohne Methan einschl. Methan	$\frac{A}{Y} = 2,0$	$\frac{A^o}{O} = 3,0$
Grundmolekulante	$\frac{A}{Y} = 2,0$	$\frac{A^o}{O} = 3,0$
Grenzmoleküle	$n_1 = \frac{2 \cdot 12 \cdot 2 + 4}{2 \cdot 12 + 4} = 208,3 \text{ g } C_2H_4$	$n_2 = \frac{2 \cdot 12 \cdot 3 + 6}{2 \cdot 12 + 6} = 1,192 = 223 \text{ g } C_2H_6$

Die Verteilung, welche bei Lösung von Wasserstoff Sauerstoff aus dem sauerstoffhaltigen Kohlenwasserstoff, wenn sich nur Wasserstoff, aus dem die Kohlenwasserstoffe gebildet werden, unter Anwendung gleicher, aber verschiedener Bedingungen überwiegt, wird durch die Verteilung für die Sauerstoff- und Wasserstoff-Verhältnisse in Lösung, wenn sich diese in der gleichen Menge von Kohlenwasserstoffen befinden.

Die Verteilung zur Berechnung der Kohlenwasserstoff-Ansätze wird sehr wohl angenommen zu sein, wenn die Grundmoleküle und Grenzmoleküle, wenn man sich die Kohlenwasserstoffe in der gleichen Menge von Kohlenwasserstoffen befindet, die Verteilung, wenn man sich die Kohlenwasserstoffe in der gleichen Menge von Kohlenwasserstoffen befindet.

Berechnung der Ausbeuten unter Einsatz des chemisch gebundenen
Sauerstoffs als solchen.

1. Die dritte stöchiometrische Grundgleichung:



2. Summengleichungen für die drei Elemente:

für Kohlenstoff: $a = c^+ + c + d$

für Sauerstoff: $a = 2d + e + o$

für Wasserstoff: $2b = n^0 \cdot c^+ + 4c + 2e$

3. Lösungen:

$$c_1^+ = \frac{2}{n^0 + 4} (a + b - 4c + o)$$

$$c_3^+ = \frac{2}{4 - n^0} (3a - b - 4d - e)$$

$$c_2^+ = (a - c - d)$$

$$c_4^+ = \frac{2}{n^0 + 2} (b - 3c + d + e)$$

$$d = \frac{n^0(a - o) + 2(a + 2c - b - o)}{n^0 + 4}$$

4. Ausbeuteformeln:

$$A_1^0 = \frac{12 + n^0}{22,4} \cdot \frac{2}{n^0 + 4} (a + b - 4c + o) \cdot 10 = h_1 (a + b - 4c + o)$$

$$A_2^0 = \frac{12 + n^0}{22,4} (a - c - d) \cdot 10 = h_2 (a - c - d)$$

$$A_3^0 = \frac{12 + n^0}{22,4} \cdot \frac{2}{4 - n^0} (3a - b - 4d - e) \cdot 10 = h_3 (3a - b - 4d - e)$$

$$A_4^0 = \frac{12 + n^0}{22,4} \cdot \frac{2}{n^0 + 2} (b - 3c + d + e) \cdot 10 = h_4 (b - 3c + d + e)$$

5. Bei Berechnung der Ausbeuten einschl. Methan werden:

$$n^0 = n^0 \quad \text{und} \quad c = \text{Null.}$$