Laboratorium voor Chemische Technologie

Verslag behorende
bij het processchema
van

M. VAN BUREN

onderwerp:

DE BEREIDING VAN

VINYLCHLORIDE

adres: LAAN VAN POOT 408A
DEN HAAG

datum:
OKTOBER 1962

1994

DE BEREIDING VAN VINYLCHLORIDE

oktober 1962.

M.van Buren
Laan van Poot 408A
Den Haag

INHOUD.

I.	Inleiding	pag. 1
II.	Mogelijke bereidingsmethoden en proceskeuze.	2
III.	Beschrijving van het proces en tekening	6
IV.	Fysische grootheden	9
V.	Massabalans	9
VI.	Energiebalans	12
VII.	Beschrijving van de apparatuur	14
VIII.	Literatuurlijst	18

o-o-o-o-o-o

I.Inleiding.

Vinylchloride is bij kamertemperatuur en atmosferische druk een kleurloos en brandbaar gas met een aangename zoete geur. Het heeft de formule $CH_2=CHCl$ en een moleculairgewicht van 62,5.Vinylchloride heeft een gevaarlijke toxische werking.(1) Het kookpunt ligt bij -13,9°C. Beneden deze temperatuur is vinylchloride een kleurloze vloeistof.

De verbinding werd in 1835 voor het eerst bereid door Regnault uit dichloorethaan en een alcoholische oplossing van kaliumhydroxide.In 1872 werd door Reboul vinylbromide verkregen uit acetyleen en broomwaterstofgas.Omstreeks 1912 werd de polymerisatie van vinylbromide en later van vinylchloride ontdekt door Ostromislensky.(2)Echter pas in 1930,bijna 100 jaar na de ontdekking van het monomeer,begon men met de bereiding van polyvinylchloride op grote schaal.

Het enige toepassingsgebied van vinylchloride bleek namelijk de polymerisatie te zijn.Ook thans nog wordt vrijwel alle geproduceerde vinylchloride gebruikt voor de vervaardiging van polyvinylchloride.

Deze plasticindustrie heeft zich byzonder snel ontwikkeld, dankzij de vele toepassingsmogelijkheden.De eigenschappen van polyvinylchloride zijn namelijk binnen bepaalde grenzen sterk te variëren;van rubberachtig tot zeer hard.Ze is bestand tegen luchtoxidatie,is onbrandbaar en bezit in zuivere toestand zeer goede diëlektrische eigenschappen.Bovendien is deze plastic gemakkelijk te bewerken.

Voorts is vinylchloride te copolymeriseren met vinylideenchloride en met vinylacetaat.
De snelle groei van deze industrie in de laatste jaren wordt het best geïllustreerd met de volgende cijfers.
In 1955 was de produktie van Polyvinylchloride in de Verenigde Staten van Amerika 240 000 ton, in de rest van de vrije wereld 210 000 ton en in de communistische landen 85 000 ton; totaal 535 000 ton.(3)
Voor 1962 worden de produkties geschat op 580 000 ton in de Verenigde Staten (4), 65 000 ton in Duitsland,65 000 ton in Engeland, 50 000 ton in Italië en 6o 000 ton in Japan.
Voor 1965 wordt een wereldproduktie verwacht van ca. 1,5 miljoen ton.
Het lijkt dus alleszins verantwoord nieuwe vinylchloridefabrieken te bouwen,teneinde aan de nog steeds stijgende vraag te kunnen blijven voldoen.

II.Mogelijke Bereidingsmethoden.

Er bestaan drie methoden voor de bereiding van vinylchloride.
A. Uit dichloorethaan,door een behandeling met een oplossing van natriumhydroxide in methanol.Dit was vroeger het belangrijkste industriële proces in de Verenigde Staten.Een groot nadeel is dat de helft van het chloor voor onmiddelijk verder gebruik verloren is,omdat het wordt omgezet in natriumchloride:

$$CH_2Cl-CH_2Cl + NaOH \longrightarrow CH_2{=}CHCl + NaCl + H_2O$$

Voor laboratoriumproeven is deze methode echter zeer geschikt.

B.De thermische kraking van dichloorethaan:

$$CH_2Cl-CH_2Cl \longrightarrow CH_2=CHCl + HCl$$

Deze gasfaseakraking geschiedt bij 300 à 400 °C op een kontakt-katalysator,waarvoor puimsteen of actieve kool wordt gebruikt, of bij 500 à 600 °C in lege buizen.

De dichloorethaan wordt verkregen door chlorering van etheen in de vloeistoffase met een $FeCl_3$-katalysator,of in de gasfase met een $CaCl_2$-katalysator.

C. De directe synthese van vinylchloride uit acetyleen en zoutzuurgas.De reactie vindt plaats in een wijd temperatuur-gebied,speciaal in aanwezigheid van een kontaktkatalysator die kwikchloride of zouten van andere zware metalen bevat.

Met een actieve katalysator,die $HgCl_2$ bevat,wordt reeds vinyl-chloride verkregen bij 25°C.(5)

$$CH\equiv CH + HCl \longrightarrow CH_2=CHCl$$

Het is een exotherme reactie,waarbij 22,8 Kcal/mol vrijkomt.

Dit laatste proces wordt het meest gebruikt voor de bereiding van vinylchloride op industriële schaal.

Het reactieverloop is eenvoudig en selectief en geeft een hoge opbrengst vinylchloride.

Mede op grond van het feit dat de grondstof etheen,voor de processen A en B ,steeds meer nodig zal zijn voor de bereiding van polyetheen,hebben wij voor ons processchema voor de bereiding van vinylchloride, de directe synthese gekozen, en wel volgens de methode van Dr.Alexander Wacker,zoals die in Duitsland tot ontwikkeling is gebracht.

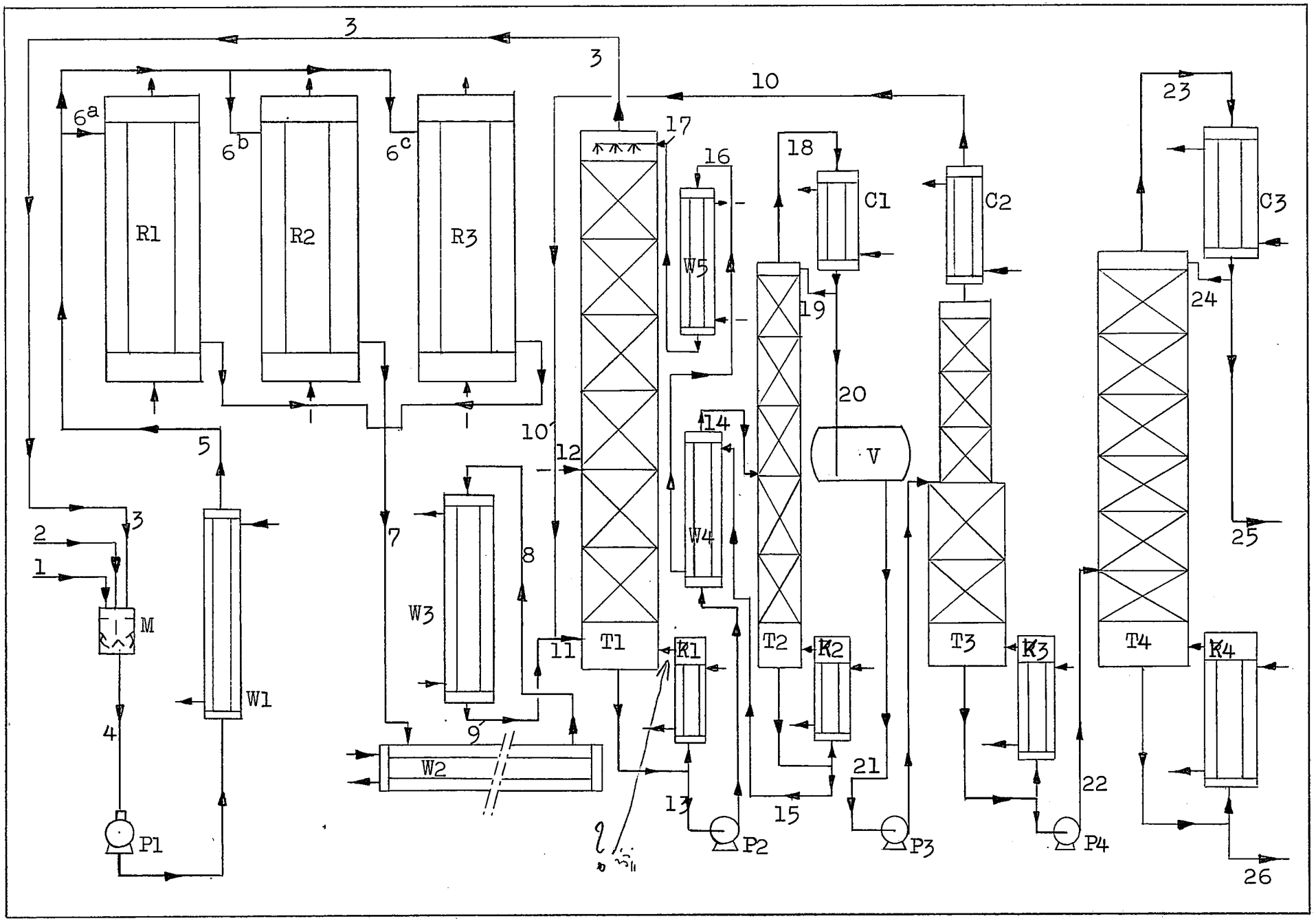
Bij dit proces wordt een mengsel van zoutzuurgas,acetyleen en stikstof in een buisreactor over een katalysator geleid. De stikstof dient om de temperatuur in de reactor beter te kunnen regelen.Een deel van de acetyleen en het zoutzuurgas wordt omgezet in vinylchloride,waarbij 22,8 kcal/mol aan warmte vrijkomt. Deze warmte wordt afgevoerd met koelwater.De reactie vindt plaats bij een temperatuur tussen 100 en 180 °C.,afhankelijkvan de ouderdom van de katalysator.De katalysator bestaat uit actieve kool geimpregneerd met bariumchloride en mercurichloride,resp.30 en 1%.(6)Als de katalysator nieuw is,is een temperatuur van 110°C in de reactor voldoende.De levensduur van de katalysator bedraagt ongeveer een jaar.Aan het einde van deze periode is de temperatuur in de reactor opgelopen tot 180°C.

Het verkregen gasmengsel wordt na koeling gezuiverd.Hiervoor wordt het achtereenvolgens door een absorptietoren en drie destillatietorens geleid.De destillatiekolommen werken onder een druk van4,5 atmosfeer.In de absorptie toren wordt de vinylchloride opgelost in trichloorethyleen.In de destillatiekolommen wordt de vinylchloride achtereenvolgens gezuiverd van trichloorethyleen, acetyleen en zoutzuurgas, en van de laatste onzuiverheden.(8)

De geproduceerde vinylchloride moet gestabiliseerd worden met bv. hydrochinon of tertiair butylcatechol in een concentratie van ca.55 p.p.m. om voortijdige polymerisatie tegen te gaan. Deze stabilisator dient voor de polymerisatie weer verwijderd te worden door destillatie of wassen met een 5-20% oplossing van NaOH,waarna de vinylchloride nog moet worden gewassen en gedroogd.(1)

Indien de vinylchloride direct voor polymerisatie wordt gebruikt, is deze stabilisatie niet nodig,maar kan volstaan worden met een laatste zuivering die bestaat uit een wassing met een 15% NaOH oplossing en een droging over $CaCl_2$.(7)

Gezien de stijgende vraag naar vinylchloride achten wij een fabriek met een capaciteit van 13 000 ton per jaar voor Nederland verantwoord.Deze fabriek is het best te integreren in een chemisch bedrijf dat kan beschikken over een voldoende hoeveelheid acetyleen aangezien het transport hiervan duur is.Trichloorethyleen kan worden verkregen door kraking van tetrachloorethaan,waarbij tevens zoutzuurgas vrijkomt.
Zou in dit bedrijf tevens de mogelijkheid bestaan polyvinylchloride te maken,dan kan de stabilisatiefase worden overgeslagen,hetgeen een aanzienlijke kostenbesparing met zich brengt.



Schema van de bereiding van Vinylchloride.

III. Beschrijving van het proces.

In een gasmenger (M) worden droog en zuiver zoutzuurgas en zuivere acetyleen met recyclegas, dat naast zoutzuurgas en acetyleen 22 vol.% stikstof bevat, gemengd, en via een blower (P1) naar een voorverwarmer (W1) gepompt. Hierin wordt het gasmengsel dat een temperatuur heeft van ca. 15°C verwarmd tot 120°C met behulp van stoom van 192°C en 13 atm. Het voorverwarmde gasmengsel splitst zich over een twaalftal reactoren (R1, R2, enz), waarvan er slechts drie zijn getekend. De reactoren zijn cylindervormig en voorzien van verticale buizen, waardoor van onder naar boven koelwater stroomt om de reactiewarmte af te voeren. De temperatuur in de reactor mag niet te hoog oplopen om nevenreacties tegen te gaan. Om een goede temperatuurregeling mogelijk te maken wordt stikstof gecirculeerd. De reactor bevat ca. 4 m^3 katalysator, die tussen de buizen is aangebracht. Het gas passeert het katalysatorbed van boven naar beneden. Het gasmengsel dat de reactoren verlaat met een temperatuur van ongeveer 120°C, bevat 20 mol.% vinylchloride, en 0,3% dichloorethaan, dat als bijproduct in de reactor is ontstaan.
De productgassen van de verschillende reactoren worden weer in één leiding verzameld en in een gaskoeler (W1) gekoeld tot 50°C met behulp van koelwater. In een volgende koeler worden de gassen gekoeld tot 10°C met behulp van kokende freon van -5°C.
De gekoelde gassen worden nu samen met de topgassen van de ontgassingstoren (T3) onder in de absorptietoren (T1) gevoerd. Deze toren is gevuld met 2" Raschigringen, waarover koude trichloorethyleen stroomt, die boven in de toren wordt toegevoerd. Hierin lost de vinylchloride en het gevormde dichloorethaan op, terwijl het zoutzuurgas, de acetyleen en de stikstof met een weinig trichloorethyleen over de top verdwijnen en teruggevoerd worden naar de gasmenger om opnieuw door de reactoren gevoerd te worden, nadat verse HCl en acetyleen is toegevoegd. De absorptietoren is voorzien van een ketel, waaraan warmte wordt toegevoerd door middel van stoom van 120°C. De temperatuur op de bodem van de toren is 35°C. De trichloorethyleen die de bodem verlaat bevat 15 mol.% vinylchloride en voorts een weinig dichloorethaan, zoutzuurgas en acetyleen.
Deze oplossing wordt door een centrifugaalpomp (P2) tegen een druk van 4,5 atm. in door een warmtewisselaar (W4) naar de trichloorethyleen-recovery toren gepompt. In de warmtewisselaar wordt de oplossing verwarmd tot 110°C.

De benodigde warmte wordt geleverd door de warme trichloorethyleen,die de bodem van de recoverytoren (T2) met een temperatuur van 130°C verlaat, en daarbij afkoelt tot 50°C. In een volgende koeler wordt de trichloorethyleen verder afgekoeld tot -17°C met kokende freon van -30°C.(W5),en boven in de absorptiekolom gevoerd.Om de hoeveelheid trichloorethyleen constant te houden in de kolom,wordt halverwege de toren ongeveer 72 kg per uur vers oplosmiddel toegevoerd.
De warme oplossing van vinylchloride in trichloorethyleen wordt in het midden van een 6m. hoge destillatietoren gebracht,die gevuld is met 2" Raschigringen.In deze kolom wordt de vinylchloride gescheiden van de trichloorethyleen.(T2)De bodem temperatuur bedraagt 130°C en de toptemperatuur bedraagt 30°C,de kooktemperatuur van vinylchloride bij 4,5 atm. praktische kenner?
Het bodemproduct is zuivere trichloorethyleen dat via de warmtewisselaars W4 en W5 wordt teruggevoerd naar de absorptietoren.De druk in de recoverytoren is voldoende om de vloeistof over te drukken naar de absorptietoren, die onder atmosferische druk werkt.
De vinylchloride damp,die ook nog wat zoutzuurgas,acetyleen,dichloorethaan en trichloorethyleen bevat,resp. 3; 3; 1,4; en 2 mol.%,verdwijnt over de top en wordt gecondenseerd in de condensor (C1) met behulp van kokende freon van -5°C.Van de gecondenseerde vinylchloride wordt 1/3 deel als reflux gebruikt,terwijl de rest opgevangen wordt in een voorraadvat (V). Uit het vat wordt deze vloeistof met een centrifugaalpomp P3 naar de ontgassingstoren T3 verpompt.Deze toren bestaat uit twee sectie van ieder bijna 3m. lengte en is gevuld met 2" Raschigringen.De vinylchloride wordt op de grens van beide secties in de kolom gebracht.Op de kolom is een condensor aangebracht waarin de vinylchloridedamp wordt gecondenseerd met kokende freon van -5°C.Alle gecondenseerde vinylchloride dient als reflux voor de kolom. De nietcondenseerbare gassen HCl en acetyleen verdwijnen over de top en worden samengebracht met de voedingsgassen van de absorptietoren.Het bodemproduct,dat een temperatuur heeft van ongeveer 35°C bevat naast vinylchloride nog 1,4 mol.% dichloorethaan en 2,1 mol.% trichloorethyleen.
Deze verontreinigingen worden verwijderd in de laatsts destillatiekolom(T4). De ruwe vinylchloride wordt naar deze toren verpompt met een centrifugaalpomp(P4),die er voor zorgt dat ook in deze kolom een druk heerst van 4,5 atm. De vinylchloridedamp verdwijnt over de top en wordt gecondenseerd in condensor (C3),en voor 4/5 deel als reflux gebruikt,terwijl de rest als zuivere vinylchloride wordt afgelopen naar opslagtanks,waarin de vinylchloride onder druk wordt bewaard.Het bodemproduct bevat dichloorethaan,trichloorethyleen en een kleine hoeveelheid vinylchloride.Hieruit kan de trichloorethyleen eventueel worden teruggewonnen.

IV. Fysische grootheden, gebruikt bij de berekeningen. (9), (10), (11)

	Mol. gew.	Dichtheid. 0°C., 1 atm. in kg/m³.	Enthalpie. 25°C. in kcal/kg.	Soort. warmte. in kcal/°C. kg.	Verd. warmte. 4,5 atm. in kcal/kg.
HCl	36,5	1,64	-605	0,19	
C_2H_2	26	1,17	+2082	0,40	
N_2	28	1,25	0,0	0,25	
CH_2=CHCl	62,5	1,16	-402	0,21 (G) 0,38 (L)	71,0
CH_2ClCH_2Cl	99	1,46	-368	0,29	
CHCl=CCl_2	131,5	1,26	-400 (aangenomen)	0,22	58,0

V. Massabalans.

De massastromen zijn in tabellen opgenomen. Hierin staan onder elkaar van iedere stroomlijn opgegeven: fase; druk, in atmosfeer; temperatuur in °C. en de maasastomen in kg/sec en gmol/sec.

De nummering van de stroomlijnen komt overeen met de cijfers in de tekening.

M A S S A B A L A N S

Nr.leiding	1	2	3	4	5	6[a,b]	7	8	9	10	11	12	13
Fase	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	L	L
Druk	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temp.	20	20	0	15	120	120	120	50	10	0	10	20	35
HCl	0,25		0,40	0,65	0,65	0,054	0,40	0,40	0,40	0,004	0,404		0,004
36,5	7,00		10,90	17,90	17,90	1,49	10,90	10,90	10,90	0,11	11,01		0,11
C_2H_2		0,18	0,29	0,47	0,47	0,039	0,29	0,29	0,29	0,003	0,293		0,003
26		6,90	10,90	17,80	17,80	1,48	10,90	10,90	10,90	0,11	11,01		0,11
N_2			0,34	0,34	0,34	0,03	0,34	0,34	0,34		0,34		
28			6,45	6,45	6,45	0,54	6,45	6,45	6,45		6,45		
CH_2=CHCl							0,42	0,42	0,42		0,42		0,42
62,5							6,80	6,80	6,80		6,80		6,80
CH_2ClCH_2Cl							0,01	0,01	0,01		0,01		0,01
99							0,10	0,10	0,10		0,10		0,10
CHCl=CCl_2			0,08	0,08	0,08	0,007	0,08	0,08	0,08		0,08	0,02	5,00
131,5			0,61	0,61	0,61	0,05	0,61	0,61	0,61		0,61	0,15	38,00
Totaal	0,25	0,18	0,95	1,38	1,38	0,115	1,38	1,38	1,38	0,007	1,387	0,02	5,44
	7,00	6,90	28,86	42,76	42,76	3,56	35,76	35,76	35,76	0,22	35,98	0,15	45,12

M A S S A B A L A N S (vervolg)

Nr.leiding	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Fase	L	L	L	L	G	L	L	L	L	G	L	L	L
Druk	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Temp.	110	130	50	-17	30	30	30	30	35	30	30	30	90
HCl	0,004				0,006	0,002	0,004	0,004					
36,5	0,11				0,16	0,05	0,11	0,11					
C_2H_2	0,003				0,004	0,001	0,003	0,003					
26	0,11				0,16	0,05	0,11	0,11					
N_2													
28													
$CH_2=CHCl$	0,42				0,63	0,21	0,42	0,42	0,42	1,92	1,50	0,42	0,001
62,5	6,80				10,20	3,40	6,80	6,80	6,80	30,80	24,00	6,80	0,02
CH_2ClCH_2Cl	0,01				0,015	0,005	0,01	0,01	0,01				0,01
99	0,10				0,15	0,05	0,10	0,10	0,10				0,10
$CHCl=CCl_2$	5,00	4,98	4,98	4,98	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02				0,02
131,5	38,00	37,90	37,90	37,90	0,23	0,08	0,15	0,15	0,15				0,15
Totaal	5,44	4,98	4,98	4,98	0,685	0,228	0,457	0,457	0,45	1,92	1,50	0,42	0,03
	45,12	37,90	37,90	37,90	10,90	3,63	7,27	7,27	7,05	30,80	24,00 ~~30,80~~	6,80	0,27

VII. Energiebalansen

Alle warmtehoeveelheden zijn opgegeven in KW.

E1. Voorverwarmer.

De voedingsgassen worden verwarmd tot 120 °C. met stoom van 190 °C.

Hiervoor is nodig 176 KW.

R1, R2, .. Reactoren.

Warmtestromen:

	+	-	
voeding	+ 206	+ 110	productgassen
reactiewarmte	+ 54	+ 150	afgevoerde warmte door koelwater
	+ 260	+ 260	

E2. Gaskoeler.

De productgassen worden gekoeld tot 50 °C met koelwater .

Afgevoerd wordt 113 KW.

E4. Gaskoeler.

De productgassen worden verder gekoeld tot 10 °C. met kokende freon.

Afgevoerd wordt 65 KW.

T1. Absorptietoren.

Warmtestromen:

	+	-	
voeding	+ 645	+1350	topgassen
T.C.E. invoer	-8750	-9000	bodemproduct
ketel	+ 455		
	-7650	-7650	

E4. Warmtewisselaar.

Het bodemproduct van de absorptietoren wordt verwarmd tot 110 °C. met behulp van het bodemproduct van destillatietoren T2, dat daarbij wordt afgekoeld tot 50 °C.

De warmteoverdracht bedraagt daarbij 370 KW.

T2.Trichloorethyleen recoverytoren.

Warmtestromen:

	+	-	
voeding	-8650	- 890	topproduct
ketel	+ 192	+ 232	condensor
		-7800	bodemproduct
	-8458	-8458	

T5.Trichloorethyleen koeler.

De trichloorethyleen wordt gekoeld tot -17°C. met behulp van kokende freon.

De warmteoverdracht bedraagt hierbij 310 KW.

T3.Ontgassingstoren.

Warmtestromen:

	+	-	
voeding	- 890	+ 16	topproduct
ketel	+ 643	+332	condensor
		-595	bodemproduct
	- 247	- 247	

T4.Destillatietoren.

Warmtestromen:

	+	-	
voeding	- 595	- 539	topproduct
ketel	+ 697	+ 705	condensor
		- 64	bodemproduct
	+ 102	+ 102	

VII. Beschrijving van de apparatuur.

Aan de hand van de massabalans en de energiebalans werd de grootte van de apparaten berekend. Hieronder volgen de afmetingen van de apparatuur zoals die in het schema zijn aangegeven.

M. Gasmenger.

Type: Duriron, met een diameter van 0,30 m. en een hoogte van 0,50 m.

P1. Gaspomp.

Type: Roots' Blower, met een capaciteit van $60 m^3/min$.

Diameter aanzuigleiding: 0,25 m. Toerental: 380

E1. Voorverwarmer.

Diameter: 0,55 m. Totale hoogte: 3,30 m.

Aantal buizen: 145. Lengte van de buizen: 3,00 m.

Diameter van de buizen: $25/32 \times 10^{-3}$ m.

Oppervlakte buizen; 35 m^2.

Diameter gasinlaat en gasuitlaat: 0,30 m.

Diameter stoominlaat: 0,04 m.

R1, R2,.. Reactoren.

Diameter: 1,50 m. Totale hoogte: 4,54 m. 12x

Aantal buizen: 340. Lengte van de buizen: 4,00 m.

Diameter van de buizen: $38/46 \times 10^{-3}$ m.

Oppervlakte van de buizen: 196 m^2.

Diameter gasinlaat en gasuitlaat: 0,10 m.

Volume katalysator: 4 m^3.

E2. Gaskoeler.

Diameter: 0,70 m. Totale hoogte: 3,35 m.

Aantal buizen; 154 (14 passes van 11 buizen)

Lengte van de buizen: 6,00 m.

Diameter van de buizen $25/32 \times 10^{-3}$ m.

Oppervlakte buizen: 72 m^2.

Diameter gasinlaat en gasuitlaat 0,30 m.

E3. Gaskoeler.

Diameter: 0,75 m. Totale hoogte: 3,35 m.

Aantal buizen: 256. Lengte van de buizen: 3,00 m.

Diameter van de buizen: 25/32 x 10^{-3} m.

Oppervlakte van de buizen: 60 m^2.

Diameter gasinlaat en gasuitlaat: 0,30 m.

Diameter freonuitlaat: 0,05 m.

T1. Absorptietoren.

Diameter :1,10 m. Totale hoogte: 8,40 m.

Diameter gasinlaat:0,30 m.

Diameter gasuitlaat: 0,25 m.

K1. Ketel van de absorptietoren.

Diameter: 0,50 m. Totale hoogte: 1,28 m.

Aantal buizen: 92. Lengte van de buizen:1,0 m.

Diameter van de buizen: 25/32 x 10^{-3} m.

Oppervlakte van de buizen: 7,2 m^2.

Diameter gasuitlaat: 0,20 m.

P2. Centrifugaalpomp.

Type: Begeman.

Diameter aanzuigleiding: 0,06 m.

Toerental: 1750.

Diameter van de waaier: 0,41 m.

E4. Warmtewisselaar.

Diameter: 0,65 m. Totale hoogte: 2,32 m.

Aantal buizen: 215. Lengte van de buizen: 2,00 m.

Diameter van de buizen:25/32 x 10^{-3} m.

Oppervlakte van de buizen: 34 m^2.

E5. Koeler van trichloorethyleen.

Diameter: 0,45 m. Totale hoogte: 2,26 m.

Aantal buizen: 89. Lengte van de buizen: 2,00 m.

Diameter van de buizen: $25/32 \times 10^{-3}$ m.

oppervlakte van de buizen: 14 m^2.

T2. Trichloorethyleen recoverytoren.

Diameter: 0,70 m. Totale hoogte: 6,20 m.

Diameter gasuitlaat: 0,15 m.

C1. Condensor van de recoverytoren.

Diameter: 0,60 m. Totale hoogte: 1,31 m.

Aantal buizen: 185. Lengte van de buizen: 1,00 m.

Diameter van de Buizen: $25/32 \times 10^{-3}$ m.

Oppervlakte van de buizen: 13,2 m^2.

Diameter gasinlaat: 0,15 m.

Diameter freonuitlaat: 0,10 m.

K2. Ketel van de recoverytoren.

Diameter: 0,50 m. Totale hoogte: 1,28 m.

Aantal buizen: 82. Lengte van de buizen: 1,00 m.

Diameter van de buizen: $25/32 \times 10^{-3}$ m.

Oppervlakte van de buizen: 6,4 m^2.

Diameter gasuitlaat: 0,20 m.

V. Voorraadtank.

Diameter: 1,00 m. Lengte: 2,50 m.

P3. Centrifugaalpomp.

Type: Begeman.

Diameter aanzuigleiding: $\geqslant$ 0,025 m.

Toerental: 1350.

Diameter van de waaier: 0,20 m.

T3. Ontgassingstoren.

Diameter van de topsectie: 0,90 m.

Hoogte van de topsectie: 2,80 m.

Diameter van de bodemsectie: 1,20 m.

Hoogte van de bodemsectie: 2,80 m.

Diameter gasuitlaat: 0,25 m.

C2. Condensor van de ontgassingstoren.

Diameter: 0,60 m. Totale hoogte: 1,81 m.

Aantal buizen:180. Lengte van de buizen: 1,50 m.

Diameter van de buizen: $25/32 \times 10^{-3}$ m.

Oppervlakte van de buizen; 19 m^2.

Diameter gasinlaat:0,25 m.

Diameter freonuitlaat:0,10 m.

K3. Ketel van de ontgassingstoren.

Diameter: 0,60 m. Totale hoogte: 1,31 m.

Aantal buizen: 182. Lengte van de buizen: 1,00 m.

Diameter van de buizen: $25/32 \times 10^{-3}$ m.

Oppervlakte van de buizen: 14,3 m^2.

Diameter gasuitlaat: 0,40 m.

P4. Centrifugaalpomp.

Type:Begeman.

Diameter aanzuigleiding: 0,025 m.

Toerental: 1350.

Diameter van de waaier: 0,20 m.

T4. Destillatietoren.

Diameter: 1,30 m. Totale hoogte: 6,40 m.

Diameter gasuitlaat: 0,40 m.

C3. Condensor van de destillatietoren.

Diameter: 0,85 m. Totale hoogte: 1,88 m.

Aantal buizen: 380. Lengte van de Buizen: 1,50 m.

Diameter van de buizen: $25/32 \times 10^{-3}$ m.

Oppervlakte van de buizen: 40,5 m^2.

Diameter gasinlaat: 0,40 m.

Diameter freonuitlaat: 0,16 m.

K4. Ketel van de destillatietoren.

Diameter: 0,85 m. Totale hoogte: ~~1x88mx~~ 2,35 m.

Aantal buizen: 400. Lengte van de buizen: 1,50 m.

Diameter van de buizen: $25/32 \times 10^{-3}$ m.

Oppervlakte van de buizen: 46,5 m^2.

Diameter gasuitlaat: 0,40 m.

VIII. Literatuurlijst.

1. Blout, E.R., Mark, H., Monomers, Interscience Publishers Inc. New York, 1951.

2. Schildknecht, C.E., Vinyl and Related Polymers, Wiley & Sons Inc. New York, 1952.

3. Smith, W.M., Vinyl Resins, Reinhold, 1958.

4. van Krevelen, Prof. Dr. D.W., College Proceskunde der Polymeren, 1962,

5. Wibaut, J.P. en van Dolfaen, J., Rec. trav. chim., 55, 636, (1932)

6. BIOS Final Report No. 811.

7. FIAT Final Report No. 867.

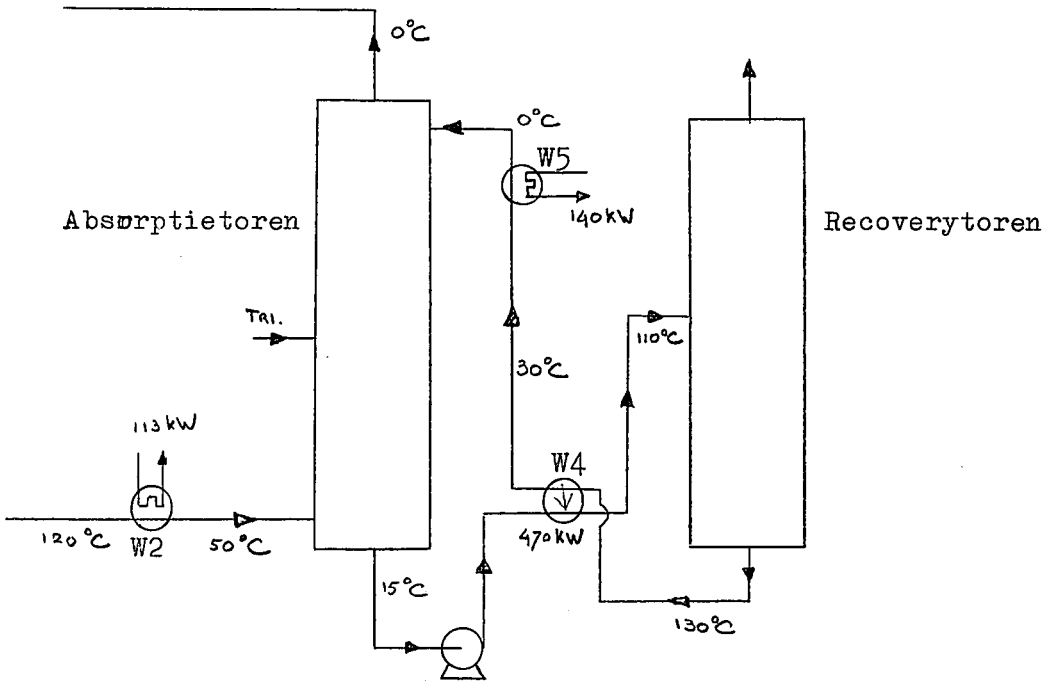
8. BIOS Final Report No. 1290.

9. Perry, J.H., Chemical Engineers' Handbook, 3rd ed., McGraw Hill, New York, 1950.

10. Rossini, F.D., Selected Values of Chemical Thermodynamic Properties, Nat. Bur. of Standards, 1952.

11. Timmermans, J., Physico-Chemical Constants of Pure Organic Compounds, Elsevier, Amsterdam, 1950.

-o-o-o-o-o-



Verbeteringen behorende bij het processchema van M.van Buren.

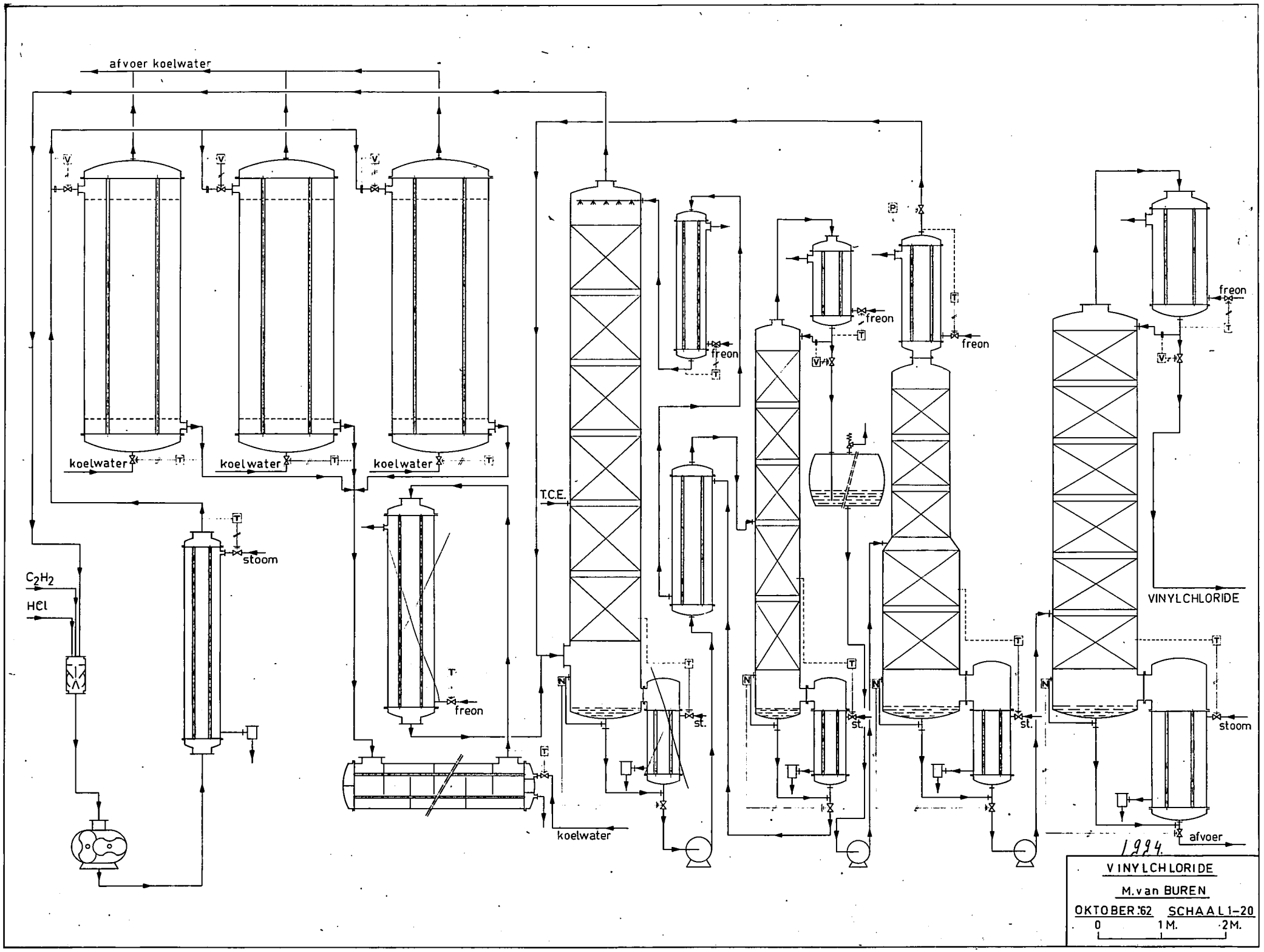
1° De productgassen die de reactor verlaten, worden afgekoeld tot 50°c in de gaskoeler W2. Koeler W3 komt te vervallen.

2° Het bodemproduct van de absorptietoren heeft een temperatuur van 15°C i.p.v. 35°C. De ketel van de toren kan nu vervallen.

3° Dit bodemproduct wordt in de warmtewisselaar W4 verwarmd tot 110°C met het bodemproduct van de recoverytoren, dat daarbij afkoelt van 130 tot 30°C. De overgedragen hoeveelheid warmte is 470 kW.

4° De trichloorethyleen wordt bij 0°C boven in de absorptietoren ingevoerd. De afgevoerde warmte in koeler W5 bedraagt nu 140 kW.

De nieuwe situatie is hierboven schematisch weergegeven.


afvoer koelwater
koelwater
koelwater
koelwater
stoom
C_2H_2
HCl
freon
T.C.E.
koelwater
st.
st.
st.
freon
freon
freon
freon
VINYLCHLORIDE
stoom
afvoer
1994.
VINYLCHLORIDE
M. van BUREN
OKTOBER '62
SCHAAL 1-20
0
1 M.
2 M.