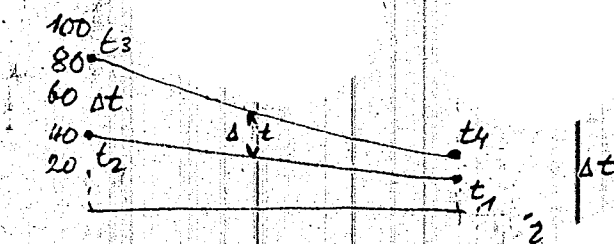
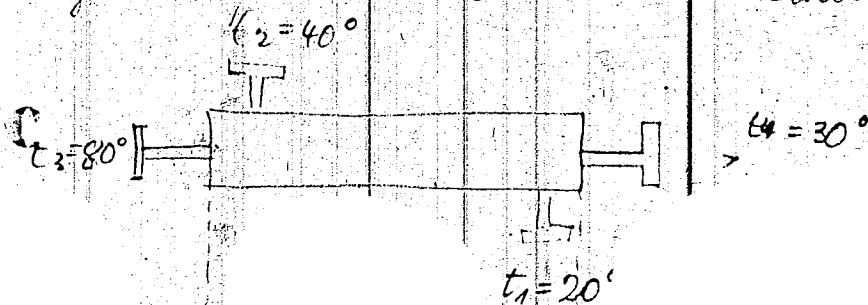


Berechnung von Wärmeaustauschern

①

Aus manuskript & können am
 Voraussetzung für alle Vorgänge ist ein stationä-
 rer Wärme flux, d.h. an jedem Punkt ist
 der Wärme übertragenden Fläche ist die Temperatur
 während des Kühl- oder Heizvorganges konstant.
 Wärme kann nur ausgetauscht werden,
 wenn zwischen den beiden Stoffen eine
 Temp. Differenz Δt da ist und je größer diese
 Differenz umso mehr Wärme wird ausgetauscht.
 Kälteren Medium

Wärme oder Kühlung ist egal, die
 Berechnung nutzt sich nach dem Verteilungsstyp



10667

- Wärme kann auf 3 Arten ausgetauscht
- 1) durch Leitung d.h. Wanderung der Wärme von Teilchen zu Teilchen innerhalb eines Stoffes wie sie z.B. in festen Körpern die z.B. an der warmen Innenseite einer Mauerwand durch dicke Mauer durch auf die kalte Außenseite. Aber auch bei Gasen u. Flüssigkeiten ohne Öffnung.
 - 2) durch Konvektion oder Mithras d.h. einen Gas oder Flüssigkeitsstrom der auf den zu beheizenden Körper zu kühlenden Flächen umher streicht, z.B. einer Heizheizung an dem Körper vorbei an die Wand der Heizkörper und an da wo kühlt.
 - 3) durch Strahlung die sich ohne materielle Träger vollzieht.

Nur die Wärmeübertragung nach diesen 3 Arten bestehen verschiedene Gesetzmäßigkeiten

10668

1) Wärmeleitung

Die Wärmemenge, die durch eine beliebige Wand im Beharrungsstande hindurchfließt ist nach dem

Fouriersches Gesetz

$$Q = \frac{\lambda}{s} \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$$

hierin mit:

Q = die Wärmemenge durch die Wand hindurchgehende Wärmemenge gemessen in kcal/h, also ein Wärmestrom

λ , die Wärmeleitfähigkeit des Wandmaterials
 (= Wärmemenge pro h durch 1 m² Wandfläche von der Stärke 1 m bei 1° Δt .)

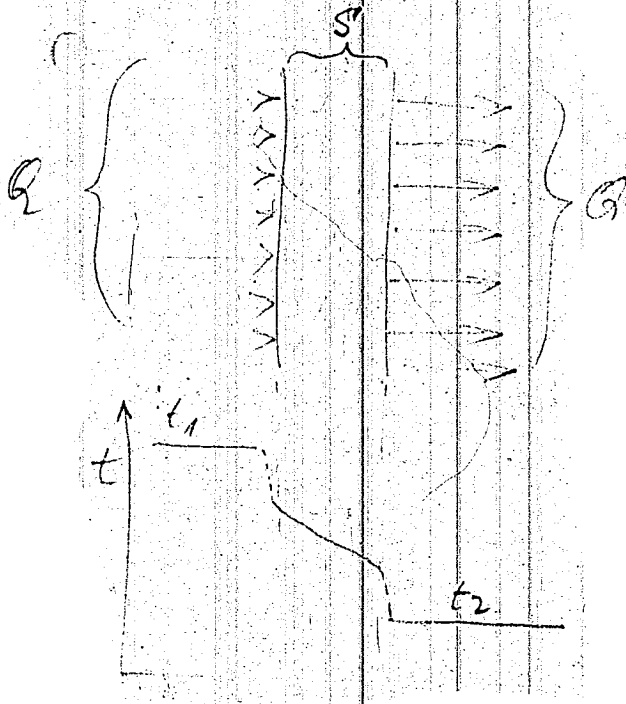
= Materialkonstante

z.B. Cu	20°	300	Kcal/m, °C, h
	Fe	40-50	
	Alu Stahl	10-30	
Isolierte Mauer		ca 1	
Kieselstein			10669
Wasser	100°	0.6	
W. Kumpfeisen		0.3	
Glas		0.02	

S = Wandstärke in Metern (4)

F = Wärmeaustauschfläche in m^2

t_1 u. t_2 = die auf den beiden Wandflächen
vorzustellenden mittleren
Temperaturen



gehört zu
Wärmeaustausch
paar

② Der Wärmedurchgang

F. h. also Wärmeübertragung durch Mitführung
oder Konvektion.

Bei der Berechnung von Heizleistungen und
Quadraten sind meistens meistens mit der
Temperatur der Bauteiloberfläche (außen)
die Temperatur t_1 und t_2 der beiden durch
die Bauteile getrennten Räume austauschenden
Luft (Raumluft oder Gas) gegeben und
es soll meistens die Größe der Heiz- oder Kühl-
fläche berechnet werden. Die Notwendigkeit
kann das wärmere Medium mittels der
beiden Kälteren Medium auf eine bestimmte
mittlere Temp. herunter zu kühlen.

Wärmer gleich für den
Wärmedurchgang (da der Temperatur-
unterschied $t_1 - t_2$ konstant ist)

$$Q_z = K \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$$

K = Wärmedurchgangszahl die angibt,
wieviel Wärme in Kcal pro Stunde
von dem einen Raum durch 1 m^2
Bauteilfläche auf den anderen
Raum je Stunde und °Celsius
 K wird bestimmt durch die Beziehung

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{s}{\lambda}$$

10671

also ist die Wärmeübergangs- (6)
zahl abhängig von

k_1 = Wärmeübergangszahl im Wärme-
abgebenden Stoff im Relpen Wandoberfläche

k = Wärmeleitfähigkeit der Wand, s deren
Wandstärke

k_2 = Wärmeübergangszahl im der kälteren
Wandoberfläche zum Wärmeaufnahme-
nden Stoff

k_e Wärmeübergangszahl von k_1 über aus-
reichend $k_{f, \text{Lac}}$ strömende auf 1 m^2 Heiz-

flächefläche bei 10°C zwischen

Wandoberfläche und dem Medium

übertragen wird. Sie sind abhängig von
Art der Stoffe, Viskosität, Dichte etc.)

und den Strömungsverhältnissen (Strömungs-

geschwindigkeit) abhängig

(siehe „Hütte“ usw.)

Hiermit ist die formale Berechnung von
Heizflächen ganz einfach.

⑦

Wärmeübergangskoeffizient k

kleine Wit die Wärmeübergangskoeffizienten

stark, dabei kann ausgedrückt als
(Strömungswiderstand)
 $\frac{1}{k}$ verglichen mit dem thermischen Leitwert

$$\text{Formel: } Q = F \cdot \frac{\Delta t}{\frac{1}{k}} \quad \text{bzw. } F = 1 \text{ m}^2 = Q = \frac{\Delta t}{\frac{1}{k}}$$

$$\text{Therm. Widerstand: } I = \frac{E}{W}$$

Also ist $\frac{1}{k}$ quasi ein Widerstand, welchen die Wärme dem Durchströmen der Wärme Menge entgegen setzt.

Bestimmt geht in k die Art der Strömung ein, also z.B. laminar oder turbulent. Der Grad der Turbulenz wird ausgedrückt durch die Reynoldszahl Re . Diese gibt

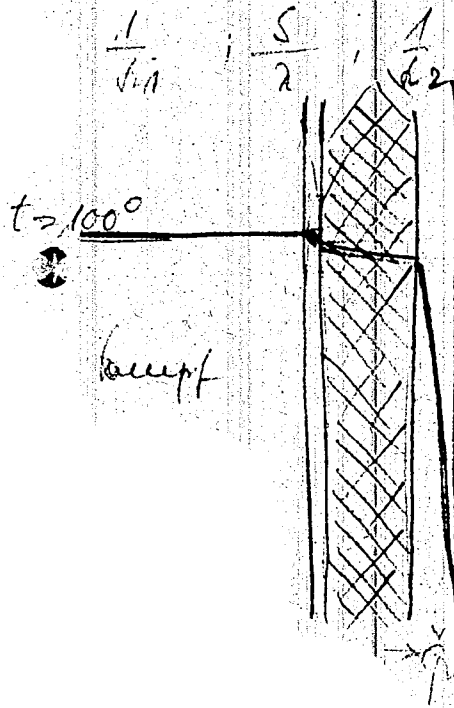
an, wie schnell zur Berechnung von k zu gehen. Wichtig ist im allgemeinen Reynoldszahl kritisch = 2320 unterhalb dessen keine turbulente Strömung besteht und somit der Wärmeübergang sehr schlecht ist.

10673

(8)

Die Temperaturdifferenz $t_1 - t_2$ wird bei
 Berechnung von Heiz- und Kühlflächen
 durch die arithmetische Mitteltemperatur
 ausgedrückt. Für genauere Rechnungen aber
 muß das Integral der Temp. Differenz
 über die ganze Länge l der Fläche der
 log. mittlere logar. Temp. Differenz eingesetzt
 werden.

Gemäß der Formel für R setzt man
 die aus verschiedenen Faktoren zusammen
 gesetzte R addiert
 genau die Teilwerte stand
 ein. Umrechnen setzt.



$$\Delta t = t_1$$

$$\Delta t = \frac{S}{\lambda}$$

$$\Delta t = t_2$$

$$\frac{S}{\lambda} = \frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2}$$

$$10674$$

Der Wärmeübergangszustand k_1 u. k_2
 sind nicht etwa durch einen besonders gestörten
 Zustand in der Berührung, etwa zwischen
 Medium und Wand verursacht, sondern vielmehr
 dadurch, daß die der Wand benachbarten
 Schichten des Mediums in Folge Reibung
 langsamer strömen und daß in dieser
 Grenzschicht des Mediums ein Wärmeübergangszustand
 entsteht.
 Siehe auch hierzu was über die Turbulenz
 des Stromes auf Seite 7 gesagt ist.

(9)

3) Wärmestahlung

gleich von Körpern hochmann

$$E = C \cdot F \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^4$$

E = die von einer heißen Körper abgegebene
Wärmemenge

Zusammenfassend kann gesagt werden:

a) man hält sich möglichst an bereits ausgeführte Formen von Apparaten, von denen die Wärmeströme, Gangzahlen aufgrund von Betriebsmessungen bekannt sind.

b) Reinigung möglichst leicht berücksichtigen

c) zur Erreichung eines guten Wärmedurchganges ist es notwendig den schlechtesten Wärmeübergang zu verbessern. Z. B. durch Erhöhung der Durchflussgeschwindigkeit (damit der Turbulenz) da eine Erhöhung der an die schon besseren Wärmeübergänge nichts bringt, wie dies aus dem folgenden Zahlenbeispiel zu ersieht ist.

Es ist z. B. bei einem Kühler:

$$\begin{aligned} \dot{Q}_1 &= 100 \text{ cal/m}^2, ^\circ\text{C, h} \\ \lambda &= 300 \text{ cal/m}^2, ^\circ\text{C, h} \\ S &= 0.003 \text{ m} \\ \dot{Q}_2 &= 10 \text{ cal/m}^2, ^\circ\text{C, h} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\dot{Q}_1} + \frac{S}{\lambda} + \frac{1}{\dot{Q}_2}$$

$$\frac{1}{K} = 0.01 \quad \mathbf{10677}$$

$$\frac{S}{\lambda} = 0.00001$$

$$\frac{1}{\dot{Q}_2} = 0.10$$

$$\frac{1}{K} = 0.11001$$

$$\underline{\underline{K = 9 \text{ kcal/m}^2, ^\circ\text{C, h}}}$$

(11)

Erhöht man durch verdoppelnde
Kapitalmenge den besseren Wärmeübergang
 $k_1 = 100$ auf 200, dann ist

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{200} + \frac{0,02}{300} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{K} = 0,1051$$

$$K = \underline{\underline{9,5}}$$

Erhöht man dagegen den schlechteren
Wärmeübergang $k_2 = 10$ auf $k_2 = 20$
dann ist

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{100} + \frac{0,02}{300} + \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{K} = 0,0601$$

$$K = \underline{\underline{16,6}}$$

Es haben wir also
+ braucht also nur halb so
groß zu sein für Verbesserung von
Es baut man daher statt
Röhrenkühlern auch ein Rohr-
kühler.

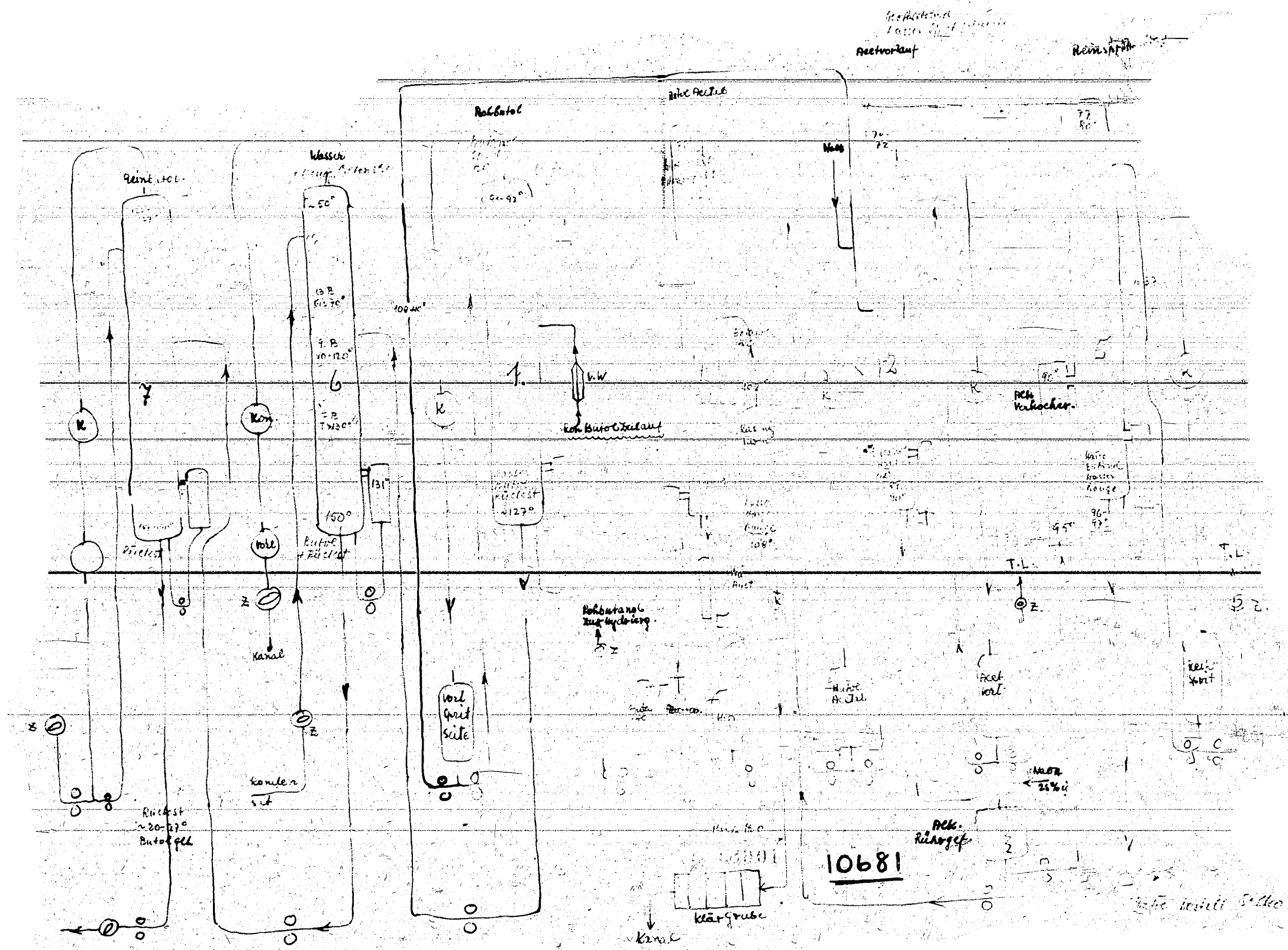
(12)

c. Hohe Durchflußgeschwindigkeiten
ergeben gute Wärmeübergangszahlen.

Die Wärmeübergangszahlen steigen etwa
proportional mit der Geschwindigkeit bei
doppelter Geschwindigkeit verdoppelt
beträgt man etwa die halbe Kühlfläche

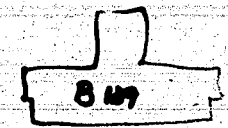
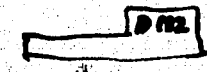
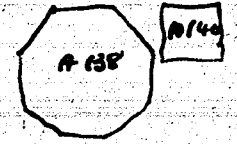
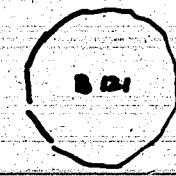
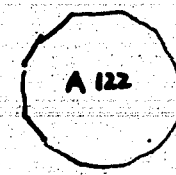
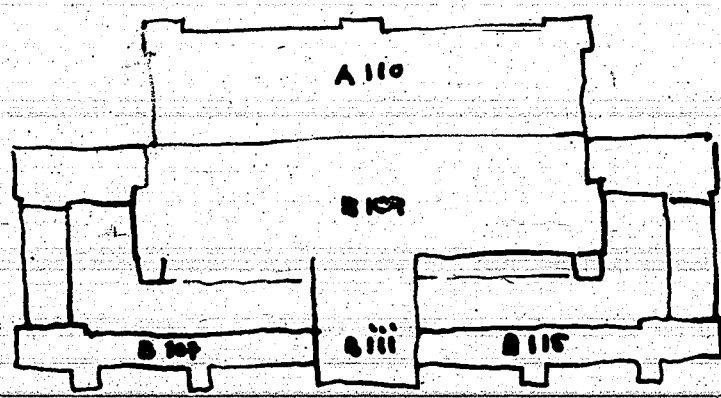
Tamilale 2 Pannale - Hecol.

10680

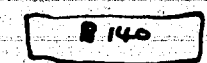
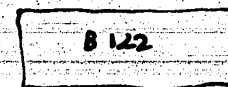
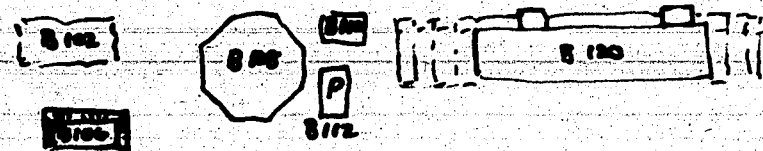




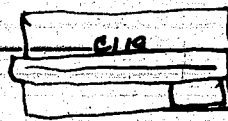
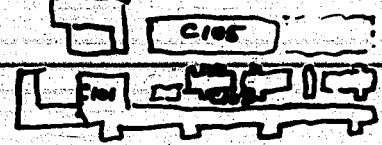
A



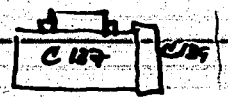
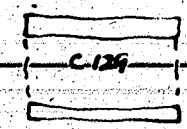
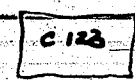
B



B 124

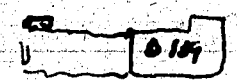
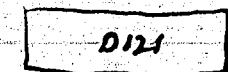
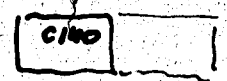
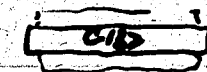
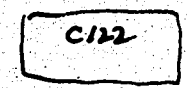
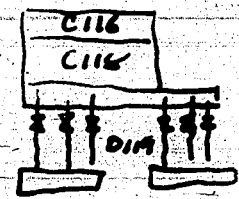
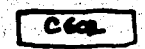


6/7



7/8

C



D

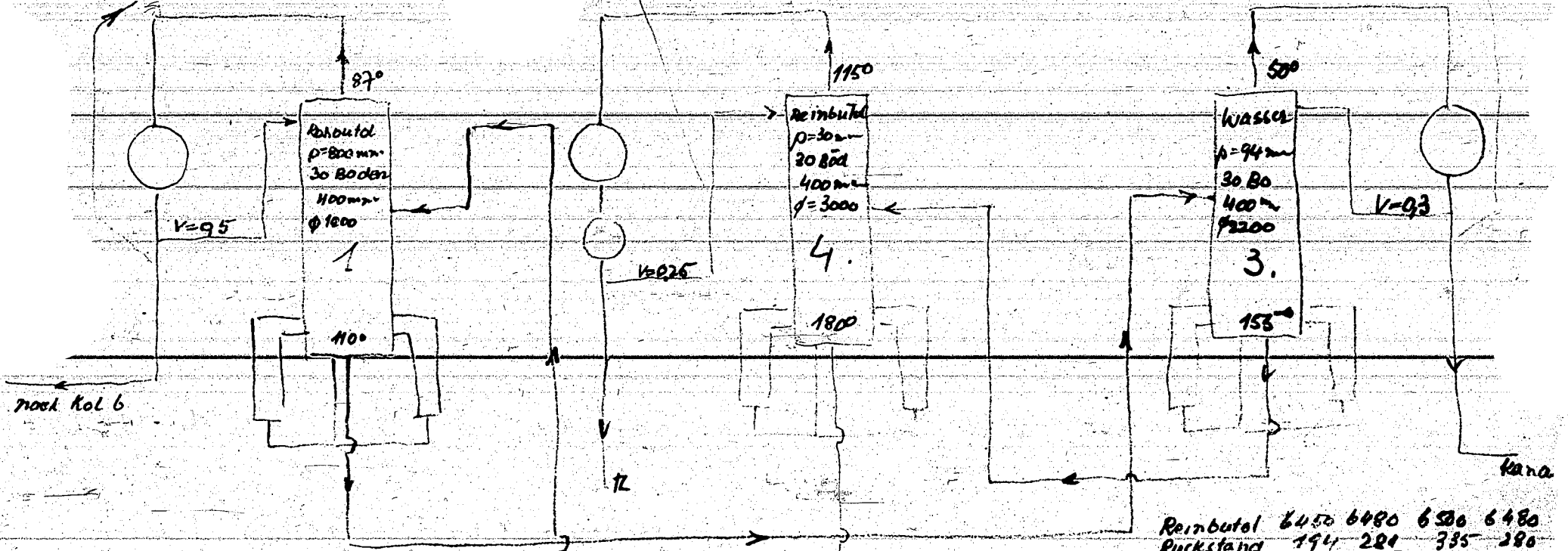
10682

Butol-Destillation

Butanol	103	193	315	193
Spirit	372	406	638	1276
Nasser	219	957	1492	2262
Ruckstand	31	38	41	39
	730	1594	2486	3770

Reinbutol 6375 6375 6375 6375

Wasser 1325 1461 189 446



Reinbutol	6450	6600	6500	6480
Nasser	1325	1461	189	446
Ruckstand	184	281	335	280
	7973	8222	7024	7201

Ruckstand 289 386 460 385

Reinbutol 6450 6480 6500 6480
Ruckstand 191 281 335 280
6641 6761 6835 6760

Reinbutol	6450	6480	6500	6480
Butanol	103	193	315	193
Spirit	372	406	638	1276
Nasser	1578	2418	1581	2709
Ruckstand	225	319	976	319
	8703	9816	9570	10926

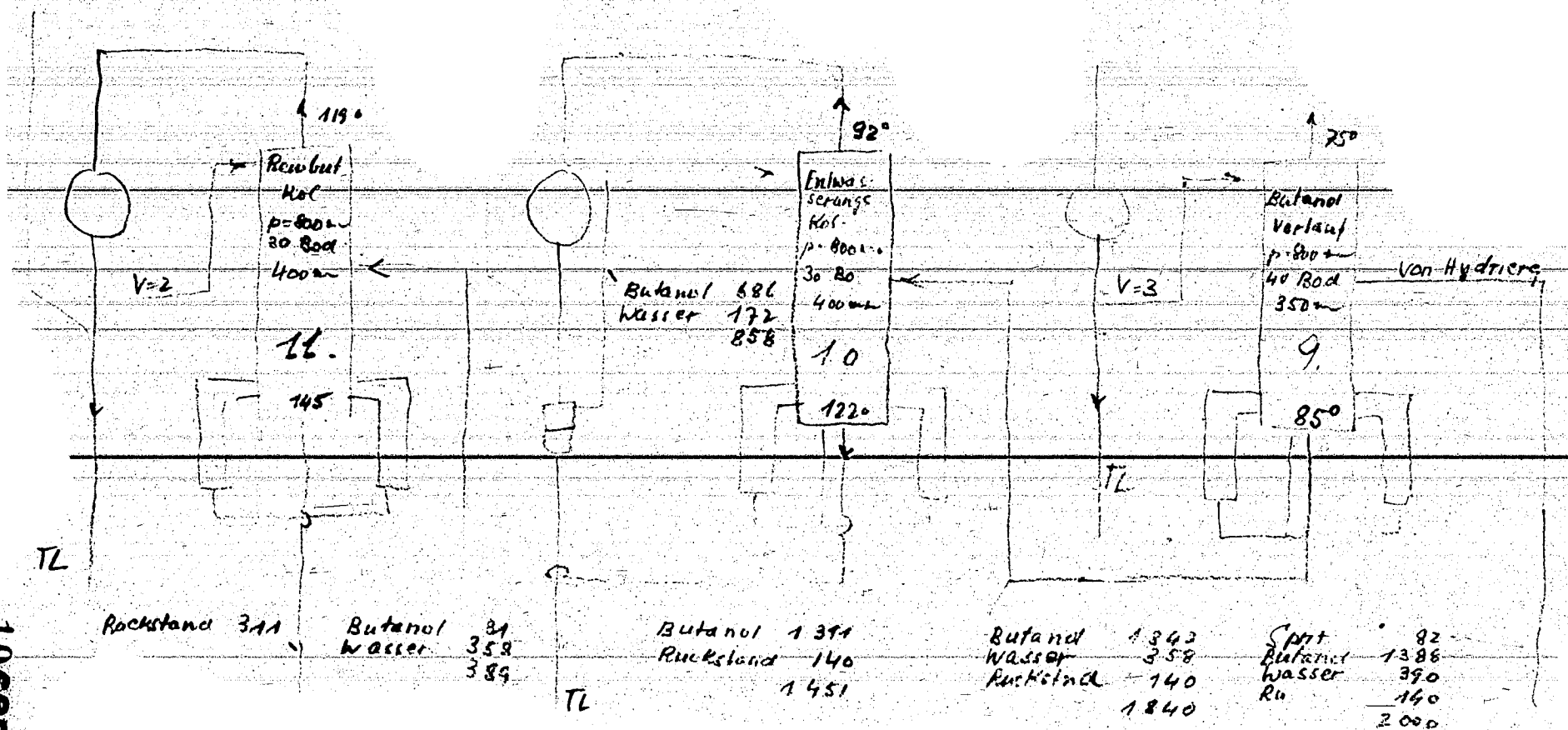
10683

Beat Motel West

Reimbursement 1140

Butanol 717
Wasser 580
1247

Sprit	82
Butanol	48
Wasser	32
	160



10685