

40680-i



440
1935: 88

Ueber

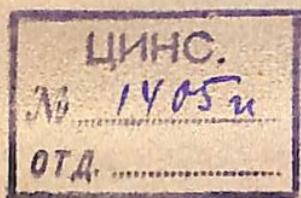
Schiffner
2759

Verdampfapparate und Verdampfstationen.

von

HUGO JELINEK

IN PRAG.

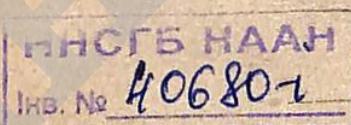


WIA

I. Abtheilung.



Separatabdruck aus der „Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen“, Jahrgang VI.



P R A G.



Druck von Dr. J. B. Pichl & Comp. — Selbstverlag.

1882.

Ueber Verdampfapparate und Verdampfstationen.

Von Hugo Jelinek in Prag.

(Mit Abbildungen auf Taf. XIV. und XV.)

Wenn wir „Péclet's Handbuch über die Wärme und ihre Anwendung in den Künsten und Gewerben“, deutsch bearbeitet von Dr. Carl Hartmann, II. Band, zur Hand nehmen, diesen aufschlagen und das 8. Kapitel des 9. Buches aufsuchen, so werden wir finden, dass dasselbe folgends betitelt ist:

„Abdampfapparate, in welchen die Wärme mehrmals benützt wird.“

Dieses Kapitel hat für den Zuckerfabrikanten und den Konstrukteur von Verdampfstationen in Zuckerfabriken einen derartigen Werth, dass ich dasselbe nicht blos citire, sondern wortgetreu wiedergebe.*)

Ich thue dies auch desshalb, damit der Leserkreis des nachfolgenden Aufsatzes mit dem Inhalte dieses für den Zuckerfabrikanten so hoch interessanten Kapitels bekannt wird, für den Fall, als derselbe das oben citirte Werk nicht bei der Hand hat, um nachsehen zu können.

Der nachfolgende Aufsatz soll gewissermassen eine Fortsetzung der in dem erwähnten Kapitel niedergelegten Ideen und deren that sächlicher Ausführung sein, wesswegen mir auch jener Theil der Leser, dem diese Citation Altes und Längstbekanntes wiedergibt, nicht zürnen wird.

Ich bemerke noch schliesslich, dass das Werk, dem dieses Kapitel entnommen ist, vor circa 25 Jahren geschrieben wurde.

8. Kapitel.

Abdampfapparate, in welchen die Wärme mehrmals benützt wird.

1418. Nach dem bei der Destillation Gesagten wird man leicht begreifen, dass dieselbe Wärme wiederholt angewendet werden kann und dass die Destillationsapparate mit multiplen Wirkungen, von

*) Mit spezieller Bewilligung des H. Verlegers obigen Werkes.

denen wir in 1298 ff. geredet haben, auch auf die Konzentration von Lösungen anwendbar seien. Der *Degraud'sche Apparat*, den wir weiter oben (1414)*) beschrieben haben, ist ein erstes Beispiel von der doppelten Anwendung der Wärme. In jedem besondern Falle aber gibt es Bedingungen zu erfüllen, die zuweilen unvereinbar mit einer wiederholten Benutzung des Dampfes sind, oder welche wenigstens die Anzahl der hervorzubringenden Wirkungen wesentlich beschränken.

1419. Zuvörderst, wenn die Abdampfung in der Luft bei der gewöhnlichen oder in einer Temperatur bewirkt werden soll, die unter der Siedehitze der Flüssigkeit ist, so erfolgt die Abdampfung durch Erneuerung der Luft, und es würde in diesem Falle ausserordentlich schwierig sein, die in dem Dampfe eingeschlossene Wärme mehrmals zu benutzen, da es sehr schwer hält, mit Luft vermengten Dampf zu kondensiren. Wenn aber die Flüssigkeit in einer verschlossenen Pfanne abgedampft wird, und zwar in einer Temperatur, die höher ist als ihre Siedehitze in der Luft, oder wenn das Sieden im luftleeren Raume stattfindet, so kann man die bei dem ersten Prozesse verbrauchte Wärme mehrmals benutzen, freilich mit verwickelten Apparaten, welche eine sorgfältige Konstruktion und Benutzung der Apparate voraussetzen, die aber eine wesentliche Brennstoffersparung veranlassen.

1420. Die Fig. 373 gibt einen senkrechten Durchschnitt von einem Apparate, der vor langerer Zeit von *Derosne* zur Konzentration des Rübensaftes angewendet worden ist, und bei welchem 1 Kilogr. Steinkohle 9 bis 10 Kilogr. Wasser verdampft. *A*, *B* und *C* sind drei in verschiedenen Höhen angebrachte Pfannen, welche von einem Roste *F* gefeuert werden; die abzudampfende Flüssigkeit wird in den Behälter *D* gebracht, von wo aus sie fortwährend in das Gefäss *E* abläuft, aus dem sie nach und nach den drei Pfannen *ABC* mitgetheilt wird. Sie durchströmt deren Böden auf langen Umwegen, welche durch viele niedrige Scheider an diesen verarbeitet werden, und nachdem die Flüssigkeit durch die drei Pfannen gegangen ist, vereinigt sie sich in dem Gefäss *M*. Die Pfannen sind mit Deckeln, die Wasserverschluss haben, versehen, sowie auch mit Röhren, welche Dämpfe in den doppelten Boden eines grossen metallenen, geneigt liegenden Kastens *H* führen. Indem diese Dämpfe durch den doppelten Boden strömen, verdichten sie sich und die Kondensationswasser vereinigen sich in dem Gefäss *R*. Der Behälter *K* gießt ununterbrochen in das Gefäss *L* aus, und aus diesem fällt die zu konzentrierende Flüssigkeit in den oberen Theil des Ka-

* Siehe *Picot-Hartmann* Wärme.

stens *I*, und nachdem sie die zahlreichen Krümmungen des Kastens durchlaufen hat, sammelt sie sich in dem Gefäss *S*. Dieses letztere speist das Gefäss *D*, und das Gefäss *M* speist den Behälter *K*; es wird jedoch dieser Apparat gar nicht mehr angewendet.

1421. Die Fig. 334 stellt eine Vorrichtung dar, die man vor einigen Jahren bei der Konzentration der Lösungen von kohlen-saurem Natron angewendet hat. Der Apparat besteht aus drei Pfannen *ABC*, die in verschiedenen Höhen auf einander folgen; die erste steht direct über der Feuerung des Rostes *F* und auf einem Ziegel-steingewölbe; die zweite ist mit einem Deckel mit Wasserverschluss versehen, und die Dämpfe, die in dieser Pfanne entstehen, verdichten sich in einem in der dritten Pfanne angebrachten Schlangenrohre. Jede Pfanne wird durch die folgende mittelst der Hähne *D* und *E* gespeist. Bei einem Verbrauche von 20 Kilogr. Steinkohlen in der Stunde müsste die Summe der Heizeroberflächen der Pfannen 10 Quadratmeter sein, während der Rost 0.21 Quadratmeter und der Querschnitt der Kanäle 0.07 hat. Durch diese Einrichtung vermehrt oder vermindert man den Nutzeffekt um $\frac{1}{3}$. Unter gewissen Umständen könnte man auch den in der ersten Pfanne hervorgebrachten Dampf benutzen, wenigstens während eines gewissen Theiles der Dauer der Konzentration.

1422. Wenn die Flüssigkeit in verschlossenen Gefässen abgedampft werden kann, so könnte man sich einer ähnlichen Einrichtung wie der bei der Destillation besprochenen bedienen; sie ist in Fig. 335 abgebildet. Wir wollen zuvörderst annehmen, dass die Abdampfung in der Luftleere stattfände. *AA'A''* sind drei Vakuum-pfannen mit doppeltem Boden, Schlangenrohr und allen Nebentheilen dieser Apparate. Der in der ersten erzeugte Dampf entwickelt sich durch die Röhren *B* und *C'* und vertheilt sich mittelst der Hähne *d* und *D'* in dem Schlangenrohre mit doppeltem Boden der zweiten; der Dampf der zweiten geht auf dieselbe Weise in das Schlangenrohr und den doppelten Boden der dritten durch die Röhren *B''* und *C''* und die Hähne *d''* und *D''* über. Die Dämpfe aus dieser letztern endlich strömen durch die Röhre *B''* aus und verdichten sich in einem der freien Luft ausgesetzten Schlangenrohre, wie bei dem Apparate von *Degrand*. *FF'I''* sind Hähne zur Entleerung der abgedampften Flüssigkeit; *GG'G''* sind die Behälter, die diese Sirupe aufnehmen und in denen man bei jedem Prozesse mittelst der Hähne *o o'o''* eine Luftleere herstellt; *II'I''* sind Hähne zur Entleerung dieser Behälter; *aa'a''* und *bb'b''* sind Hähne zum Rücklauf aus dem doppelten Boden und aus den Schlangenröhren; *NN'N''* sind die Behälter für das Kondensationswasser; *hh'h''* sind Speiseröhren für die Pfannen; *rr'r''* endlich sind Lufthähne.

Nachdem die Luftleere in dem Raume hergestellt ist und die Pfannen mit Sirup gefüllt sind, gelangt der Dampf in den doppelten Boden und das Schlangenrohr der ersten Pfanne; die Hähne $DD'D''$ und $dd'd''$ sind geöffnet, während alle übrigen geschlossen sind, und der kalte Sirup fliesst auf die Schlange, die der freien Luft ausgesetzt und in der Nähe der Pfanne A'' angebracht ist. Es wird nun jede Pfanne dieselbe Dampfmenge geben, weil die Verdampfung einer jeden von der durch die Kondensation des Dampfes von der vorhergehenden Pfanne entwickelten Wärme herkommt, wobei man stets die Wärme des Kondensationswassers und den Wärmeverlust durch die Abkühlung der Pfannen unberücksichtigt lässt. Nimmt man alsdann an, dass alle Pfannen eine gleiche Heizerfläche haben, so wird die Temperaturdifferenz des Siedens in den verschiedenen Pfannen konstant sein; es hängt daher Alles von der Temperatur des Siedens in dem letztern Kessel A'' und von der Temperatur des Generatordampfes ab; wenn diese letztere Temperatur 100° beträgt und die des Siedens in der Pfanne A'' 70° , so wird sie 80° in der Pfanne A' und 90° in der Pfanne A betragen. Wollte man, dass sie nur 80° in dieser letztern wäre, so würde die Temperatur des Dampfes in dem Generator einen Ueberschuss von 20° haben, und die Temperaturen in den Pfannen $A'A''$ würden 60° und 40° betragen. Waren aber die Heizerflächen der Pfannen A' und A'' zweimal grösser, als die der Pfanne A , so würden die Temperaturen von A' und A'' 70° und 60° sein.

Dies setzt aber voraus, dass die Heizerflächen einer jeden Pfanne nur hinreichen, und da sie stets grösser sind, so ist die benutzte Oberfläche veränderlich, und die Temperaturen der Flüssigkeit in den Pfannen werden einander weit näher stehen. Die Temperatur der ersten Pfanne wird zu gleicher Zeit von der Spannung in dem der freien Luft ausgesetzten Schlangenrohre, von dem Volum und von der Temperatur des eingeführten Dampfes abhängen, und da diese letztere konstant erhalten werden kann, indem man die Einströmungshähne in dem doppelten Boden und in dem Schlangenrohre mehr oder weniger dreht, und da die Menge des kalten, auf das der freien Luft ausgesetzte Schlangenrohr fallenden Sirups ebenfalls konstant erhalten werden kann, so könnte man die verlangte Wirkung entweder durch die Dauer des Prozesses, oder durch die Temperatur des Siedens in der ersten Pfanne erhalten. Die Temperaturen in den übrigen Pfannen können durchaus nicht bestimmt werden; sie werden abnehmend sein und die Unterschiede werden von der Ausdehnung der Heizerflächen und von der Temperatur des Kondensationswassers abhängen; es ist dies aber ohne Wichtigkeit. Der wesentliche Punkt besteht darin, eine gegebene Wirkung

in einer gegebenen Zeit hervorzubringen, während die Temperatur des Sirups in der ersten Pfanne bestimmt ist. Wir werden weiter unten sehen, dass diese Einrichtung bis auf drei Pfannen ausgedehnt werden kann.

Es wird hierbei vorausgesetzt, dass der Apparat auf solche Weise eingerichtet ist, dass man die Luftleere in den Pfannen nur ein- oder zweimal täglich, in den Behältern *N* und *G* aber nach jeder Operation herstellt. Da der Rückgang der Luft hauptsächlich durch Hähne bewirkt wird, so müssen dieselben mit der grössten Vorsicht angefertigt sein.

1423. Es würde gewiss sehr vortheilhaft sein, die Luftleere durch eine Luftpumpe herstellen zu lassen, welche mit dem Behälter für das Kondensationswasser in Verbindung stände, und die durch eine Hochdruckmaschine mit Expansion, aber ohne Kondensation betrieben würde; da der Dampf, nachdem er in der Maschine benutzt worden ist, zur Erhitzung angewendet wird, so würde die Triebkraft Nichts kosten, die Apparate würden vereinfacht, jeder Behälter für das Kondensationswasser mit der Pumpe mittelst eines Hahnes in Verbindung stehen, welcher es gestattete, den zweckmässigen Druck in der entsprechenden Pfanne zu erhalten; die letztere müsste daher mit einem Manometer versehen sein.

1424. Wenn man verschiedene und nur hinreichende Heizoberflächen anwenden wollte, so müssten die Temperaturüberschüsse im umgekehrten Verhältnisse zu den Oberflächen stehen. Wir wollen drei Konzentrationsgefässe und ein *vierter* zur Kondensation der Dämpfe aus dem letztern annehmen und die Kondensationsoberflächen mit $s s' s'' s'''$, die Temperaturen der Dämpfe und die des Wassers in dem letztern Kondensationsgefässe mit $t t' t'' t'''$ und mit T , die Gewichtsmengen des auf 1 Quadratmeter in der Stunde und auf den Grad der Temperaturdifferenz verdichteten Dampfes mit m bezeichnen; so werden die Dampfmengen, die gleichzeitig in den 3 ersten Gefässen erzeugt und in den folgenden verdichtet sind, sein: $m s (t - t')$, $m s' (t' - t'')$, $m s'' (t'' - t'')$, und die in dem letzten verdichtete wird sein: $m s''' (t''' - T)$. Da nun alle diese Grössen gleich sein müssen, so werden die Temperaturüberschüsse konstant sein, sobald die Heizoberflächen einander gleich sind; wenn sie verschieden sind, so werden sich die Temperaturüberschüsse leicht davon ableiten lassen; und inder man t kennt, so lassen sich daraus die Werthe von $t' t'' t'''$ ableiten. Die in jedem Apparate erzeugte Dampfmenge wird sich berechnen lassen, wenn man von dem weiter oben (1380 ff.) angegebenen Werthe von m ausgeht. Es ist weit vortheilhafter, gleiche Heizoberflächen anzuwenden, weil alsdann die Apparate dieselben sind und eine überschüssige Oberfläche es ver-

hindert, dass der Effekt nicht durch Einströmen einer geringen Luftmenge vermindert wird.

Die Frage, um die es sich hier handelt, ist von grosser Wichtigkeit bei allen den Prozessen, *bei welchen die zu verdampfende Wassermenge* bedeutend ist, *wie in den Zuckerraffinerien und Zuckerfabriken*.

1425. Ein ähnlicher Apparat wie der von Degrand ist in England von *John Reynolds* ausgeführt worden, um Salzsoole abzudampfen, allein er hat damit keinen Erfolg erreicht. Die Kondensationsoberflächen bestanden aus Röhren von kleinem Durchmesser, die äusserlich erhitzt wurden; diese Röhren wurden aber durch die Salzkristalle verstopft. Die Apparate mit multiplen Wirkungen können nur dann zu Konzentrationen von Salzlösungen benutzt werden, wenn dieselben nicht gesättigt werden sollen.

1426. Dagegen ist die Anwendung dieser Apparate für die Konzentration des Zuckerrübensaftes von Wichtigkeit; denn da der Zuckerrübensaft etwa 0.08 Zucker gibt, so muss man 92 Kilo Wasser abdampfen, um 8 Kilo Zucker darzustellen; es erfordert daher jedes Kil. Zucker etwa 2 Kil. Steinkohlen, wenn die Abdampfung direkt bewirkt wird.

1427. Das Prinzip der successiven Destillationen und Abdampfungen mit Benutzung derselben Wärme scheint zuerst im Jahre 1829 von *Pecqueur* versucht worden zu sein; später im Jahre 1845 sind ähnliche Apparate in Amerika und in mehreren anderen Ländern konstruiert worden.

1428. Die ersten Einrichtungen von *Pecqueur* bestanden in einem Fig. 318 ähnlichen Apparate, damit die Röhren die Freiheit hatten, die Form und die Länge zu verändern, ohne dass die Fugen verändert wurden. *Im Jahre 1834 nahm Pecqueur ein Patent auf einen Apparat, der in Fig. 336 dargestellt worden ist.* *) Das Ganze der Abdampfgefässe bildet einen senkrechten, oben offenen Cilinder, der durch kupferne Querplatten, die oben flach kugelförmig sind, in vier besondere Räume *ABCD* getheilt worden ist, die eben soviel besondere Pfannen bilden. Die untere Pfanne wird durch Dampf erhitzt, der in einem doppelten Boden zirkulirt; mit Hähnen versehene Röhren stellen die Verbindung einer Pfanne mit der vorhergehenden her, und gestatten, sie aus der untersten mittelst des Dampfdruckes, oder aus der obersten mittelst des Gewichtes der Flüssigkeit zu füllen; Abflusshähne, die in der Figur nur für die erste Pfanne angegeben worden sind, gestatten ihre Entleerung. Unter jedem Boden befindet sich eine dünne Kupferplatte, welche die Form einer Umdrehungsüberfläche hat, die an den Rändern des Cilinders befestigt

*) Wen erinnert diese Figur nicht an den Verdampfapparat Sistem Herbst?

ist, sich nach und nach senkt, und sich in der Mitte in der Art hebt, dass sie sich dem Boden des obern Kessels nähert; an diesem Punkte ist er mit einer Oeffnung versehen. Von dem untersten Theile dieser Platten gehen kleine kupferne Röhren nach ausserhalb, wo sie mit Hähnen versehen sind, die mit dem Raume in Verbindung stehen, in welchem die Luftleere hergestellt ist. Nimmt man nun an, dass die *vier Räume ABCD* mit der zu konzentrirenden Flüssigkeit angefüllt seien, dass sich in dem *obern Gefäss E* Wasser befindet, dass die Luftleere hergestellt sei, und dass man in den doppelten Boden des Gefässes *A* Dampf gelangen lasse, so wird sich bald das Sieden zeigen.*). Die Dämpfe werden sich auf dem Boden des Gefässes *B* verdichten und das durch diese Verdichtung herührende Wasser wird sich in den unteren Theilen des doppelten Bodens sammeln; die Flüssigkeit in *B* wird zum Sieden kommen und in den Räumen *C* und *B* werden sich dieselben Erscheinungen wiederholen. Nach einer gewissen Zeit werden die Flüssigkeiten in den Gefässen *ABCD* in vollem Sieden befindlich sein, jedoch mit abnehmenden Temperaturen. Dieser in Beziehung auf seine Prinzipien sehr gut eingerichtete Apparat lässt in Rücksicht auf die Einzelheiten Vieles zu wünschen übrig; sein Hauptnachtheil besteht darin, dass er eine zu geringe Kondensationsoberfläche hat.

1429. Im Jahre 1848 hat *Pecqueur* einen anders eingerichteten Apparat vorgeschlagen, der in Fig. 337 im senkrechten Durchschnitte dargestellt worden ist. Um die Dimensionen der Figur nicht zu sehr zu vergrössern, ist der zweite, dem ersten identische Kondensator weggelassen worden, und dieser letztere, der von dem vorhergehenden sich nur durch die fehlende Kuppel unterscheidet, vorausgesetzt, dass die Flüssigkeit, die er enthält, und die stets reines Wasser, dem atmosphärischen Drucke unterworfen ist. Die Einrichtung des Apparates ist die nachstehende:

Der Generator besteht aus einem Cilinder *A*, der auf einem gusseisernen Fusse *aa* steht; ferner aus einer Glocke *D*, deren oberer Theil mit Löchern durchbohrt ist, an welchen die Siederöhren *ddd*, die unten geschlossen und oben geöffnet, angebracht sind; aus dem Deckel *E* einer Esse *ee'*; aus einem Aschenfalle *F* und aus einem Roste *G*; aus zwei Scheidern *gg'g'* von feuerfestem Thone, um die Flamme zu nöthigen, die Oberflächen der Glocke und der Siederöhren zu umspielen, ehe sie in die Esse ausläuft; aus einem Schwimmer *f*, aus einem Ventile *f'* und aus einer Röhre *f''*. Der Schwimmer, das Ventil und die Röhre dienen dazu, die zu viele Flüssigkeit des Generators zum ersten konzentrirenden Kondensator zu leiten.

*) Vierfacher Etagen-Verdampfapparat.

Dieser erste Kondensator besteht aus einem Cilinder *B* mit einem gusseisernen Behälter *HH*, aus einer Platte *ii* mit Oeffnungen, mit welchen die Siederöhren *II*... luftdicht verbunden sind; aus einem Deckel *K*; aus einem Kasten *L*, in welchen der in dem Generator gebildete Dampf mittelst der Röhre *MM'* einströmt. Am oberen Theile dieses Kastens sind eben soviel kleine Röhren *ll*... angebracht, als Siederöhren *I* vorhanden sind; diese Röhren gehen fast bis zur Höhe der Siederöhren aufwärts, wo sie geöffnet sind; der kleine Hahn *m* dient zum Ablassen der Flüssigkeit, die durch den Dampf herbeigeführt, sich in dem Kasten niederschlagen würde; der Schwimmer *n*, das Ventil *n'* und die Röhre *n''* dienen dazu, die Flüssigkeit aus dem ersten Kondensator in den zweiten gelangen zu lassen.

Der zweite Kondensator, der in der Figur nicht angegeben worden, ist dem ersten gleich, und dies würde auch der Fall sein, wenn man einen dritten und einen vierten Kondensator anwenden wollte. *)

Die Deckel des Generators und des Kondensators werden mit Klauen statt mit Bolzen geschlossen, indem sie auf diese Weise leicht geöffnet oder verschlossen werden können, damit die Reinigung möglichst wenig Zeit kostet. Damit Flocken von der in dem Generator und in dem Kondensator siedenden Flüssigkeit nicht von dem Dampfe in die Röhren *M* und *N* u. s. w. mit fortgerissen werden, sind unter den Oeffnungen dieser Röhren trichterförmige Gefäße mit abgerundeten Rändern *xx'*... angebracht.

Der Refrigerator ist den konzentrirenden Kondensatoren gleich; jedoch hat er keine Kuppel, wenn Sirup konzentriert und geistige Flüssigkeiten destillirt werden sollen.

Man kann diesen Apparat zur ununterbrochenen Konzentration der Sirupe in der Luftleere anwenden. *Der Saft tritt in den Apparat durch Wirkung seines Gewichtes, oder einer Pumpe***), oder mittelst der auf dem Cilinder *A* angebrachten Röhre *V*, und strömt aus demselben aus, nachdem er in den Generator übergegangen ist, um in den ersten und in den zweiten Kondensator zu gelangen, und nachdem er in einem jeden dieser Apparate etwas konzentriert worden ist.

Der Konzentrationsgrad des Sirups richtet sich nach der grössern oder geringern Saftmenge, die man in den Apparat einströmen lässt.

Wenn das Klärsel den Generator bis zu der punktirenen Linie füllt, so hebt die grössere Menge den Schwimmer *f*, öffnet das Ven-

*) 5facher Verdampfapparat.

**) Da in erstem Körper sich Druck befindet.

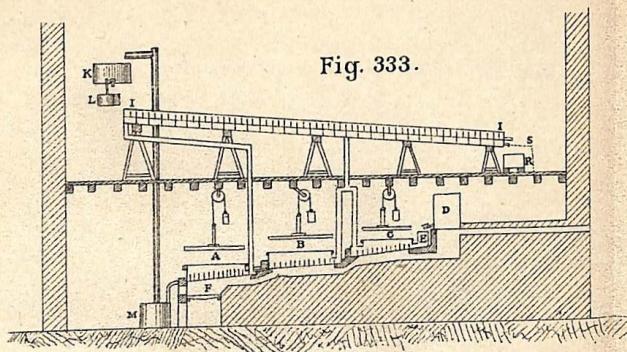


Fig. 333.

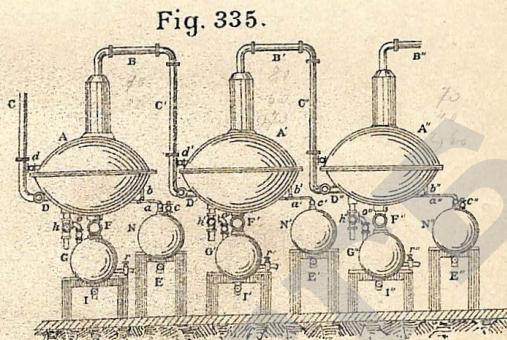


Fig. 335.

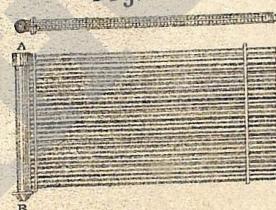


Fig. 318.

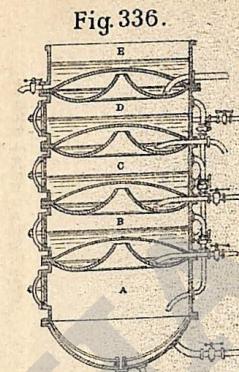


Fig. 336.

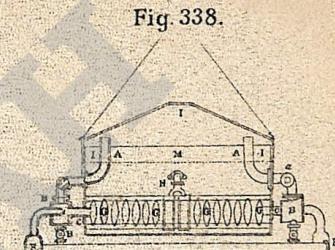


Fig. 338.

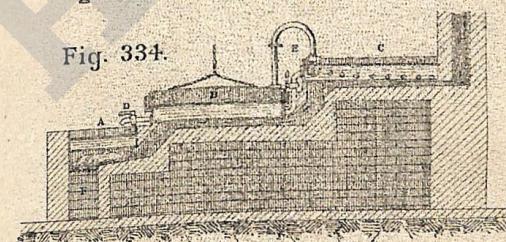


Fig. 334.

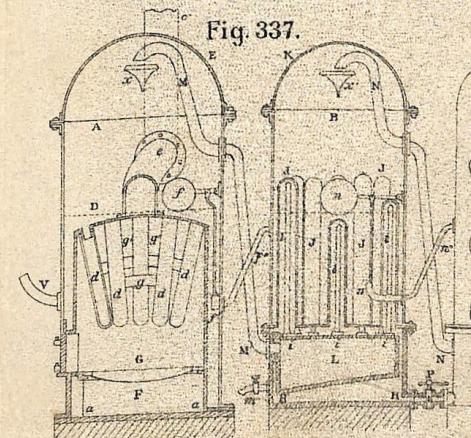


Fig. 337.

til f' und gelangt in den ersten Kondensator; und wenn es diesen letztern bis zur Höhe des Schwimmers n füllt, so hebt die höhere Füllung den Schwimmer, öffnet das Ventil n' und strömt mittelst der Röhre n'' aus dem Apparate aus. Es folgt aus dieser Einrichtung, dass der Stand der zu konzentrirenden Flüssigkeit sich stets in der durch die Stellung des Schwimmers bestimmten Höhe erhält.

Nachdem auf dem Roste gefeuert ist, bringt man den in den Generator eingeschlossenen Sirup zum Sieden. Der sich entwickelnde Dampf geht durch die Röhren M und M' und gelangt in den Kasten L , aus welchem er mittelst der kleinen Röhren $l l \dots$ in die Siederöhren $I I \dots$ läuft und dieselben erhitzt, die ihrerseits das in dem ersten Kondensator enthaltene Klärsel erhitzten. Dieser Dampf verdichtet sich und fällt als Wasser in das Gefäss H nieder. Der in dem ersten Kondensator gebildete Dampf geht mittelst der Röhren $N N'$ in den Kasten L des zweiten Kondensators über und erhitzt dort die Siederöhren $I' I' \dots$, indem er mittelst der kleinen Röhren $l' l' \dots$ zum obersten Theile von jenen gelangt.

Der sich in dem zweiten Kondensator bildende Dampf geht zu einem dritten über, wo er dieselbe Arbeit verrichtet wie in dem zweiten.

Eine mit H des letzten Kondensators in Verbindung stehende Luftpumpe stellt in diesem Behälter, sowie in dem obern Theile des darauf folgenden Kondensators die Luftleere her. Da der Druck in dem ersten Behälter H grösser ist, als in dem zweiten, und in diesem grösser als in dem dritten, so muss man den Hahn B nur einen Augenblick öffnen, um Wasser und Luft aus dem ersten Behälter H in den zweiten gelangen zu lassen. Das kalte Wasser gelangt unten in den Refrigerator und strömt oben warm aus. Der Abfluss des Sirups aus dem zweiten Kondensator, in welchem die Luftleere vorhanden ist, kann nur durch eine Saugpumpe oder durch zwei Rezipienten bewirkt werden, in denen die Luftleere beliebig hergestellt werden könnte.

Zweckmässiger ist es, zwei Rezipienten anzuwenden, die abwechselnd mit dem zweiten Kondensator in Verbindung gesetzt werden; es wird dies mittelst eines Dreiweghahnes bewirkt, so dass der eine Rezipient mit dem zweiten Kondensator verbunden wird, um gefüllt zu werden, während man den andern entleert.

Dieser Rezipient muss an seinem untern Theile mit einem Entleerungshahne versehen sein; sein oberer Theil wird in doppelter Verbindung, einestheils mit dem obern Theile des Generators mittelst einer mit einem Hahne versehenen Röhre, anderntheils aber mit dem Behälter H'' ebenfalls mittelst einer Röhre mit Hahn verbunden sein. Um daher den in dem einen Rezipienten enthaltenen

Sirup zu entleeren, während der andere Rezipient gefüllt wird, braucht man nur den dem Behälter entsprechenden Hahn zu verschliessen und den untern, sowie den dem Generator entsprechenden Hahn zu öffnen; der Sirup, auf den der Dampf drückt, wird sehr schnell abfliessen, und durch das Ausströmen des Dampfes wird angegeben, dass der Rezipient entleert ist. Jeder Rezipient muss auch mit Gläsern versehen sein, durch welche man in sein Inneres schauen kann, sobald er hinreichend gefüllt ist, damit der Sirup niemals in dem Behälter *H* angesaugt werden kann.

Dies ist die Einrichtung eines Sirup-Konzentrationsapparates, um *eine dreifache Bénutzung derselben Wärme zu haben, wodurch $\frac{2}{3}$ des Brennmateriales erspart werden.*

Man braucht nur einen Kondensator hinzuzufügen oder wegzunehmen, um einen Apparat mit *vier- oder zweifacher Benutzung derselben Wärme zu erhalten, so dass die Hälfte oder $\frac{3}{4}$ von dem Brennmateriale erspart werden.*

In Beziehung auf die physischen Erscheinungen, die in diesem Apparate entstehen, ist derselbe sehr zweckmässig, während er in praktischer Hinsicht wesentliche Nachtheile hat. Die erste, unmittelbar von dem Roste erhitzte Pfanne *A* kann fast gar nicht gereinigt werden, und die übrigen haben, obgleich im geringern Grade, dieselben Nachtheile.

1430. Ums Jahr 1845 hat der Amerikaner *Rillieux* einen Abdampfapparat durch Dampfkondensation nach denselben Grundsätzen, wie die hier aus einander gesetzten konstruiert. Es hat derselbe Aehnlichkeit mit einem Lokomotivkessel; nur werden die beiden Kästen an den Enden der Röhren, der erste von dem Dampfe, der verdichtet werden soll, und der andere von dem kondensirten Wasser eingenommen. Der die Röhren umgebende Raum ist mit der zu konzentrierenden Flüssigkeit angefüllt. Die sich bei dem Sieden entwickelnden Dämpfe strömen zuvöderst in die Kuppel der Pfanne, aus welcher sie durch eine weite Röhre ausströmen, um in die Röhren der folgenden Pfanne zu gelangen. Die zur Zirkulation der Dämpfe der zu konzentrierenden Flüssigkeit und des Kondensationswassers angewendeten Einrichtungen bieten nichts Eingenthümliches dar; dieselben sind verwickelt und haben den Hauptnachtheil des *Pecqueur*-schen Apparates, dass sie sich nur schwierig von den darin gebildeten Niederschlägen reinigen lassen.

1431. *Cail u. Comp.* haben sich 1850 auf einen Apparat patentiren lassen, der eine neue Einrichtung des Kondensators hat, bei welchem aber die Kondensationsröhren senkrecht stehen; er scheint nicht besonders zweckmässig zu sein.

1432. Die von *Robert* in seiner Runkelrübenzuckerfabrik zu *Selowitz* bei Brünn in Mähren angewendete Einrichtung scheint weit zweckmässiger zu sein. Sie besteht in einem senkrechten Kessel, der durch 2 horizontale Scheider, welche durch eine grosse Anzahl senkrechter Röhren mit einander verbunden sind, in 3 Abtheilungen getheilt ist. Die abzudampfende Flüssigkeit füllt einen Theil der obersten Abtheilung, die Röhren und die ganze untere Abtheilung an, während der Dampf in dem Zwischenraume zwischen den Röhren zirkulirt. In Beziehung auf die Anlagekosten hat diese Einrichtung wegen ihrer vielen Fugen dieselben Nachtheile, wie die vorhergehenden; allein die inneren Oberflächen der Röhren, sowie auch die Pfanne lassen sich sehr leicht reinigen, und auf den äusseren Oberflächen können keine Absätze entstehen, da sie von dem Dampf berührt werden.

1433. In Beziehung auf den Betrieb erhalten die Erfindungspatente von *Pecqueur* nur richtige Begriffe; anders ist es aber mit den seitdem genommenen Patenten. So hatte *Rillieux* angenommen, dass die Kondensationsoberflächen des Dampfes in dem Masse der Entfernung von der Pfanne schnell zunehmen müssten. Sein Apparat bestand aus 3 Pfannen, und die in der ersten erzeugten Dämpfe verdichteten sich gleichzeitig in den beiden anderen; eine Wirkung, welche nicht eher erfolgen konnte, ehe die Flüssigkeiten dieser beiden Pfannen in gleicher Temperatur zum Sieden gelangen konnten, und dennoch brachte *Rillieux* Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit in denselben ein. Es war demnach der Apparat wirklich nur ein doppelt wirkender, und er hatte nur dann eine dreifache Wirkung, wenn er den ersten Kessel mit Dampf aus einer Hochdruckmaschine ohne Kondensationsdruck speiste, und wenn die Wirkung des von der Maschine erzeugten Dampfes berücksichtigt wurde.

Diese Bemerkungen lassen sich auch auf den Apparat von *Cail* u. Co. anwenden; wenn nach diesen Konstrukteuren eine erste Abdampfpfanne, die mittelst eines Rostes oder durch Hochdruckdämpfe erhitzt wird, bei 100° kocht und durch ihren Dampf eine zweite Pfanne erhitzt, diese letztere aber eine dritte, und wenn die Luftleere in der zweiten Pfanne bei 0.60 Met. Quecksilber (welche 65 Graden für die Siedehitze entsprechen) und in der dritten Pfanne bei 0.70 Met. Quecksilber (45 Grad für den Siedepunkt entsprechend) erhalten wird, so muss die Heizoberfläche der ersten mit 1, die der zweiten mit 5 und die der dritten mit 20 bezeichnet werden. Zuvörderst kann die Wirkung der ersten, wenn sie mit einer Rostfeuerung versehen ist, nicht mit der der anderen verglichen werden, weil sie von der Stärke der Feuerung auf dem Roste abhängt, und weil sie in den sehr verschiedenen Verhältnissen von 20 bis 50 Kilo

Dampf auf das Quadratmeter und in der Stunde schwanken kann; der Vergleich könnte nur dann stattfinden, wenn die Erhitzung durch Dämpfe von bekannter Temperatur stattfände. Was nun die beiden anderen betrifft, so sind die Temperaturüberschüsse $100 - 65 = 35^\circ$ und $65 - 45 = 20^\circ$; es müssen sich daher unter diesen Umständen die Heizeroberflächen umgekehrt wie die Temperaturüberschüsse verhalten; die dritte Oberfläche müsste zur zweiten in dem Verhältnisse von 35 zu 20 oder von 1,75 zu 1, und nicht in dem von 20 zu 5 oder von 4 zu 1 stehen. Der fragliche Apparat ist eigentlich nur doppelt wirkend, da die Dämpfe gleichzeitig aus dem ersten in den zweiten und dritten strömen. Da endlich die beiden letzten Pfannen durch nur eine Röhre in Verbindung stehen, so würde sich darin nothwendig dieselbe Expansion bilden, und die Flüssigkeiten können darin nur bei gleicher Temperatur und unter der Bedingung eines gleichen Konzentrationsgrades ins Sieden kommen. Es könnte jedoch nach der Beschreibung die zweite Pfanne den Sirup bis 20° *Beaumé* konzentrieren, und in der dritten Pfanne könnte er von 25° bis zum Sieden gebracht werden. Aus dem Gesagten folgt nothwendig, dass sich Herr *Rillieux*, der Erfinder des Apparates, eine vollständige Rechenschaft von den physischen Erscheinungen, die in demselben entstehen, nicht gegeben hat.

1434. Kurz, es gebührt Herrn *Pecqueur* das Verdienst, zuerst die wahren Grundsätze der Destillation und Abdampfungen mit multiplen Wirkungen aufgestellt und zuerst angewendet zu haben. Der *Robert'sche* Apparat in der Fabrik zu *Selowitz* scheint unter den besten Bedingungen zu arbeiten.

1435. Es scheint sich jedoch noch eine vortheilhaftere Kombination finden zu lassen, als die von *Pecqueur* und *Robert* konstruierte. Jeder Apparat müsste aus einem senkrechten, in kugelförmige Hauben endigenden Cilinder bestehen, der eine oder mehrere Schlangenröhren enthielte, welche von Dampf durchströmt werden. Es ist dies sicher die einfachste Einrichtung, die man anwenden kann. Für jedes Schlangenrohr würde man nur zwei Fugen haben, und die Temperaturveränderungen würden sich darauf beschränken, die Windung der Röhren etwas zu verändern. Die Reinigung der Gefäße würde leicht durch ein Mannloch an der Kuppel des Cilinders bewirkt werden können und die Reinigung des Innern des Schlangenrohres ist unnütz, da es nur von dem Dampfe durchströmt wird. Die Kondensationswasserbehälter würden mit der Luftpumpe durch eine mit einem Hahne versehene Röhre in Verbindung stehen und auch mit einem Manometer versehen sein, um den innern Druck anzugeben.

Wir haben uns lange bei diesen Apparaten aufgehalten, weil

sie für die Runkelrübenzuckerfabrikation von Wichtigkeit sind, und weil sie es auch für andere Gewerbe sein können. Der *Degrand'sche Apparat* (1414) gehört ebenfalls zu den doppelt wirkenden, sobald die Verdichtung des aus dem Apparate mit Luftleere hervorgehenden Dampfes mit dem Sirup erfolgt. — Auch die *Lambeck'schen Kegel* haben zur Hervorbringung einer doppelten Wirkung des Dampfes gedient, indem man den von einer Verdampfung unter höherem Drucke herrührenden in einen zweiten Apparat gelangen lässt. —

1436. *Abdampfung der Flüssigkeiten unter Anwendung des Dampfes, nachdem er zusammengedrückt worden ist, als Erhitzungsmittel.* — In dem Vorhergehenden haben wir die Benutzung der Wärme des Dampfes zur Hervorbringung successiver Abdampfungen unter abnehmendem Drucke angegeben. *Pelletan* hat schon vor 1840 ein anderes Abdampfungsverfahren angegeben, welches darin besteht, mittelst einer Pumpe den Dampf anzusaugen, der in einer verschlossenen Pfanne erzeugt wird, und ihn zwischen doppelten Böden so zusammen zu pressen, dass seine Temperatur um mehrere Grade erhöht werden kann; dieser Dampf verdichtet sich, indem er neuen in der Pfanne bildet. Wenn das Kondensationswasser bei seinem Abflusse seine Temperatur mit der Speiseflüssigkeit des Kessels veränderte, und wenn kein Wärmeverlust durch die Wände stattfände, so ist es klar, dass man mit gleicher Wärmemenge eine unbestimmte Gewichtsmenge Wasser mittelst einer gewissen mechanischen Kraft abdampfen könnte. Da aber die Benutzung des Kondensationswassers zu viele Schwierigkeiten darbieten würde, so muss man darauf rechnen, dass sie bei 100° aufgegeben würde. Alsdann würde der Wärmeaufwand zur Verdampfung von 1 Kil. Wasser statt 650 Wärmeeinheiten nur 100 betragen, und mit 1 Kil. Dampf aus dem Generator könnte man 6.5 Kil. Wasser verdampfen. Nach der Angabe von *Pelletan* würde man nur 1 Kil. Kohle zur Abdampfung von 30 und selbst bis 100 Kil. Wasser verbrauchen. Es ist dies jedoch offenbar nicht möglich, da hierbei die zur Bewegung der Pumpen angewendete Kraft unberücksichtigt gelassen worden ist, weil das Kondensationswasser, wenigstens für die letztere Zahl, nicht bei 100° erhalten wird. *Pelletan* hat auch den Vorschlag gemacht, die Verdünnung in der Pfanne und die Zusammenpressung des Dampfes in dem doppelten Boden durch einen Dampfstrahl zu bewirken; es scheint jedoch, dass die erstere Einrichtung niemals versucht worden ist; die zweite ist sehr sinnreich und soll hier beschrieben werden.

M, Fig. 338, ist eine Pfanne mit hydraulischem Verschlusse, deren Deckel *II* durch ein Gegengewicht ins Gleichgewicht gesetzt worden ist. Diese zur Konzentration des Zuckerrübensaftes bestimmte

Pfanne wird durch ein auf dem Boden angebrachtes, doppeltes Schlangenrohr *GG* erhitzt. *AA* sind Saugröhren für die in dem Apparate gebildeten Dämpfe; sie sind mit Hähnen *aa* versehen; die Dampfstrahlen entstehen durch die Röhren *bb* in den Kästen *BB*, und dienen dazu, die Dämpfe mittelst der Röhren *AA* anzusaugen und sie mittelst der Röhren *cc* in das Schlangenrohr zu treiben; *DD* Dampffänge zur Inbetriebsetzung; *FF* Behälter, der den Zweck hat, das durch den aus dem Generator durch die Röhre *E* herbeigeführten Dampf mechanisch mit fortgerissene Wasser zurückzuhalten; *H* Röhre, durch welche das verdichtete Wasser zurückfällt. Man ersieht aus dieser Einrichtung, dass wenn man durch eine vorläufige Arbeit die Pfanne von Luft gereinigt hat, und wenn man alle Hähne öffnet, der Dampfstrahl, indem er durch die Düse *b* entweicht, den Dampf ansaugt, der sich in dem obern Theile der Pfanne bildet, ihn in derselben zusammendrückt, in das Schlangenrohr treibt, und dass die Erhitzung sowohl durch diesen Dampf, als auch durch den erfolgt, den der Generator liefert. Die Pfanne, mit welcher der hier beschriebene Versuch angestellt wurde, war 2.50 Meter lang und 1 Meter breit.

Man hat zuvörderst die Luft aus der Pfanne vertrieben und das Wasser bis zu 100 Grad erhitzt, indem man direkt Dampf einführte; alsdann hat man den Dampf in das Schlangenrohr übergehen lassen und die Hähne *aa* geöffnet; der Druck in dem Gefäss *F* ist auf 5 Atmosphären erhalten und in dem Schlangenrohre auf 0.873 Meter Höhe. Die in der Pfanne abgedampfte Wassermenge betrug 91.9 Kil. Bei einem ersten Versuche hatte man 40 Kil. Wasser in dem Schlangenrohre verdichtet. Indem man nun annahm, dass die von dem Generator gelieferte Dampfmenge bei beiden Versuchen dieselbe war, so würde daraus folgen, dass 40 Kil. Dampf 91.9 Kil. Wasser abgedampft haben, welches $\frac{91.9}{40} = 2.3$ Kil. Wasser auf

1 Kil. Dampf gibt. Die einzige Art und Weise, die Wirkung des Verfahrens kennen zu lernen, würde in einer vollständigen Kondensation des Dampfes bei seinem Ausgange aus dem Schlangenrohre bestehen. Das auf diese Weise erlangte Gewicht des Wassers; zu dem Wasser hinzugefügt, das aus dem Schlangenrohre ausgelaufen ist, würde das Gewicht des von dem Generator gelieferten und des aus der abzudampfenden Flüssigkeit sich entwickelnden Wasserdampfes darstellen; und da dieses letztere Gewicht leicht aus dem Sinken des Niveaus abgeleitet werden kann, so würde man das Verhältniss der verwendeten zu der produzirten Dampfmenge leicht finden; bis dahin, dass der Versuch angestellt worden ist, kann man nur Vermuthungen über die Wirksamkeit dieses neuen Abdampf-

mittels haben. Es scheint aber, dass diese Versuche nicht angestellt worden sind, oder dass wenigstens die Resultate den Erwartungen des Erfinders nicht entsprochen haben, denn er hat seine Untersuchungen nicht fortgesetzt.

1437. Es ist auch möglich, die von der Kondensation der Dämpfe herrührende Wärme zur Hervorbringung einer zweiten Abdampfung zu benutzen, wenn der Siedepunkt weniger hoch als der der erstern ist. Es kommen selbst Fälle vor, in denen dieser Prozess sehr leicht ausgeführt werden kann, z. B. in den Essigsäurefabriken muss man die rohe, mittelst der Destillation des Holzes erhaltene Säure einer neuen Destillation unterwerfen, um sie von einem Theile des Theer gehaltes zu befreien; man verbindet sie darauf mit Kalk, und die Lösung des essigsauren Kalkes muss alsdann bis zu einem gewissen Punkte konzentriert werden. Diese Konzentration kann aber durch die Wärme bewirkt werden, welche sich aus der Kondensation des Dampfes bei der Destillation der rohen Säure entwickelt; und zu dem Ende lässt man die Dämpfe, statt in ein Schlangenrohr, in Kalkmilch strömen; die Säure verbindet sich mit dem Kalke und die aus der Kondensation der Dämpfe und der Verbindung erfolgende Wärme konzentriert die Lösung des essigsauren Kalkes; dieses bereits 1835 von *Thomas* und *Laurens* angewendete Verfahren hat sehr gute Resultate gegeben.

Wenn wir nun, nachdem wir das Vorhergehende gelesen haben, uns fragen, welchen Fortschritt haben wir in der Verwerthung dieser Ideen und der Benützung der beschriebenen Konstruktionen von Abdampfapparaten nach nahezu 25 Jahren gemacht, so müssen wir uns gestehen, dass derselbe höchst unbedeutend ist, ja ich möchte behaupten, dass die Verdampfstationsanordnung in den Zuckerfabriken seit dieser Zeit nicht nur keinen Fortschritt gemacht hat, sondern dass wir eher einen Rückschritt zu verzeichnen haben. In den einzelnen Paragrafen des 8. Kapitels, welches ich oben reproduzierte, ist die Rede von Zwei-, Drei- und Fünfkörpern, welche zur Saftverdampfung empfohlen werden, und zum Theil auch verwendet wurden, wir finden da eine 2, 3, 4 und 5fache Verwendung desselben Dampfes.

Sehen wir uns in unseren Zuckerfabriken um, so werden wir wahrnehmen, dass sich in denselben höchst sporadisch Dreikörper befinden, während Vier- oder sogar Fünfkörper blos als ein fromer Wunsch in unseren Fachzeitschriften vorkommen. -- Erst neuester Zeit macht sich das Bestreben bemerkbar, Verdampfapparate mit multipler Verwerthung des Dampfes aufzustellen.*)

*) Nach Billieux's Patent oder blos als Tripleeffet nach gewöhnlicher Art.

In manchen Fabriken hatte man versucht, die 2. und 3. Produkte mittelst Retourdampf zu kochen, dies ist aber auch Alles und wurde wieder meistentheils aufgegeben, weil der Retourdampf fehlte, was, wie wir später sehen werden, auch eintreten musste. Man war im Gegentheile gezwungen, die Zugabe des direkten Dampfes zur Saftverdampfung zu vergrössern.

Die Art der Verzehrungssteuerermittelung in den Zuckarfabriken war die Ursache, dass sich die regsten Geister damit beschäftigten, die sinnreichsten Konstruktionen von Diffusionsbatterien zu konstruiren, welche Letzteren mit Rücksicht auf die geleistete schnelle und bequeme Arbeit Nichts zu wünschen übrig liessen als — hochgradige Rübenrohsäfte.

Viel zu verarbeiten und in Folge dessen viel zu verdampfen, wurde das Lösungswort. Man musste rasch Verdampfmittel schaffen. Wenn wir nun die angewendeten Mittel, um Vorhergehendes zu erreichen, die Revue passiren lassen, so werden wir finden, dass wo noch ein halbwegs richtig funktionirender Zweikörper sich befand, derselbe faktisch zum Simpleeffet degradirt wurde. Man bot alles Mögliche auf, um durch Zwischenkondensatoren, kräftige Brüdenpumpen mit Kaltwassereinspritzung, ja selbst patentirte Leitung der Brüdenwässer oder eigentlich der Heizbrüden des 2. Körpers aus dessen Heizsistem vermittelst Röhren grosser Dimensionen zur Kondensation der Luftpumpe eine hohe Leistungsfähigkeit der Verdampfstation zu erzielen. Was man anstrebte, hat man erzielt. Man hat die Leistungsfähigkeit der Verdampfstation erhöht, jedoch auf Kosten des Dampfkesselhauses. — Daher das Suchen nach allen möglichen und unmöglichen Konstruktionen und Rekonstruktion von Dampfkesseln, um den Kohlenverbrauch herabzumindern, der in vielen Fabriken ausserordentlich anwuchs.

Wir werden im Verlaufe dieses Aufsatzes sehen, dass eine Rekonstruktion unserer Verdampfstationen, auf der mehrmaligen Verwendung des Dampfes basirt, mancher Fabrik erlauben wird, z. B. mit den in derselben sich befindlichen Boullierkesseln alter Konstruktion aufzukommen und die Kohlenersparniss einfach durch Herabminderung ihrer Rostflächen unter den Dampfkesseln zu erzielen.

Es ist nicht nothwendig, Säfte von 12—15° Beaumé wegen kleinen Verdampfapparat-Heizflächen der Filtration und dem Vakuum zuzusenden, um diese erst im Vakuum direkt zu verdampfen, bevor man selbe auf Korn kochen kann.

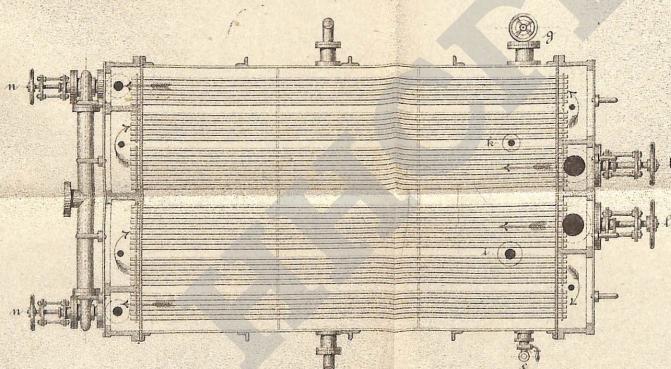
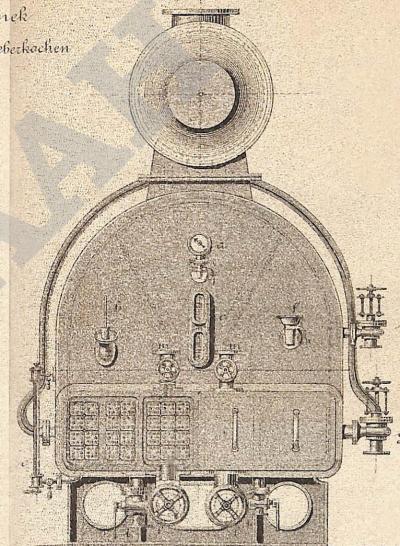
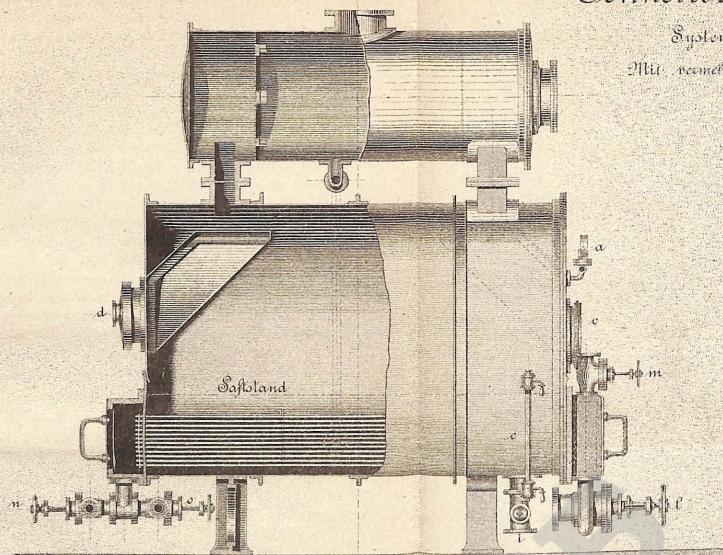
Wo ist aber der Fortschritt unserer Verdampfstationen gegen eine Verdampfstation, wie selbe sub Fig. 337 abgebildet und im

Schnellverdampf-Apparat.

Taf. XV.

System: Wellner - Delinek

Mit vermehrter Sicherheit gegen Überkochen



Abmaltur-Verzeichniss

- a Flammenmutter
- b Feuermonde
- c Schlangglas
- d Planstisch mit Achtknick
- e Schottenglas
- f Sollidehahn
- g Sollereinzugs-Pentil
- h Dampf-Ventil
- i Gasstahlrohrehahn
- k Schmutzwasserablaßhahn
- l Pentil zum Kochen mit Retourdampf
- m Pentil zum Kochen mit direktem Dampf
- n Pentil für abgehenden Dampf nach dem Retourdampfsummierer
- o Pentil für abgehendes Condensatorwasser nach dem Retourwasserzähmmer

§. 1429 des achten Kapitels beschrieben ist und schon im J. 1849, also vor 33 Jahren, vorgeschlagen wurde.

Die jetzige Nothlage der Zuckerfabrikation bringt den Zuckerfabrikanten dahin, der Verdampfstation sein Augenmerk zuzuwenden und in der *totalen* Reorganisation derselben sein Heil zu suchen. — Diese Reaktion kann nur nützliche Folgen haben. Denselben Geistern, denen die erwähnten wunderbaren Diffusionen gelungen sind, wird es vielleicht gelingen, noch sinnreichere Verdampfstationen zu schaffen, deren Endziel jedoch billigere Erzeugung hochgradiger Zuckersäfte sein wird, die der Verdampfstation von der Diffusion in sehr wässrigem Zustande geliefert werden.

Mit diesen Zeilen soll mein Schärflein beigetragen werden, und wünsche ich, dass dasselbe den Anstoss geben möchte, diese wahrhaft brennende Frage zur allseitigen Besprechung zu bringen.

Um dieses Ziel zu erreichen, werde ich die jetzt bestehenden Verdampfkörper speziell einer eingehenden Kritik unterziehen, und Vorschläge zur Beseitigung deren Mängel machen. Dasselbe soll mit dem Vakuum und schliesslich mit der ganzen Verdampfstation sammt Allem, was daran hängt, geschehen.

A. Die Verdampfapparate im engeren Sinne.

Alle bis jetzt bekannten Verdampfapparate lassen sich in zwei Hauptgruppen eintheilen u. z.

- a) in die Gruppe der Verdampfapparate mit aufrecht stehenden Körpern und
 - b) in die Gruppe der Verdampfapparate mit liegenden Körpern.
- Bei der Gruppe a) kann man wieder unterscheiden :
- α) jene Verdampfapparate, welche aufrechtstehende Heizrohre haben, mittelst einer Dampfkammer von aussen geheizt werden und der zu verdampfende Saft dieselben durchströmt;
 - β) solche Verdampfapparate, die mit kupfernen Heizschlangen versehen sind, durch welche der Heizdampf strömt, während die zu verdampfende Flüssigkeit ausserhalb derselben sich befindet. Finden sich blos sporadisch als Aushilfe.

Die Gruppe b) scheidet sich ebenfalls in Verdampfkörper mit Rohren aus Kupfer, Messing oder Eisen, die jedoch im Gegensatze von den Rohrapparaten der Gruppe α vom Heizdampf durchströmt werden und vom Zuckersaft umhüllt sind, und β in solche Verdampfkörper, welche statt der Rohre kupferne, langgestreckte Schlangen besitzen, welche wie bei β geheizt und verwendet werden.

Von allen diesen Konstruktionen haben sich die Letzteren, welche bei uns in Oesterreich sehr selten vorkommen, am Besten bewährt, wie wir später sehen werden.

Der Leser wird mir verzeihen, dass ich die einzelnen Apparate nicht in der Ordnung kritisiren werde, wie ich dieselben angeführt habe, sondern alle zusammen und in der Ordnung, wie es zu unserem Zwecke nöthig sein wird.

Vorerst will ich die Form derselben im Allgemein und jene Nachtheile beleuchten, welche durch dieselbe bedingt sind, und dann erst auf die Fehler der Heizflächenanlage selbst hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit bei gleichen Verhältnissen übergehen.

Wenn wir einen stehenden sogenannten Robert'schen Verdampfapparat, wie er bis zum Ende der 70er Jahre konstruirt wurde, auch jetzt noch zum Theile konstruirt wird, betrachten, so fällt uns vor allem Anderen der *ausserordentlich niedrige Steigraum* für den kochenden Saft im Vergleiche zur *hohen* Saftsäule und deren *kleinem* Flüssigkeitsspiegel in das Auge.

Es ist Jedermann bekannt, dass kochende Flüssigkeiten mit hoher Saftsäule und kleinem Flüssigkeitsspiegel sehr wild kochen. Die Ursache ist die, dass das Kochen eine Reihe von Explosionen unter hohem Druck sich entwickelnder Dampfblasen ist, während das ruhige Sieden niedriger Saftsäulen bei grossem Flüssigkeitsspiegel die Folge der verhältnissmässig niedrigen Spannung ist, unter der sich die Dampfblasen entwickeln. Dasselbe Verhältniss findet bei den meisten liegenden Verdampfapparaten, die einen liegenden Cylinder vorstellen, statt. Flüssigkeitssäulen $1\frac{1}{2}$ Meter hoch sind keine Seltenheiten, ja gerade nahezu Regel. Eine Flüssigkeit, die heftig stossweise kocht, gibt stets Anlass zu Verlusten, theils durch Ueberkochen, theils durch die abziehenden Dämpfe, welche Safttropfen in grösserer Menge fortführen, als wie ruhig siedende Flüssigkeiten.

Noch grösser sind die Verluste durch Ueberkochen, wenn die schützenden Seitenwände zum Ueberflusse niedrig sind. Beide diese Nachtheile sind beiden Sistemen in ihrer bisherigen Konstruktion gemein.

Die aufrechtstehenden Verdampfapparate haben wenigstens den Vorzug, dass ihre Wände senkrecht sind und die Schnelligkeit der zum Dome aufsteigenden Dämpfe eine gleiche bleibt. Es wird wenigstens den schweren Tropfen Gelegenheit geboten, in die kochende Flüssigkeit rückfallen zu können.

In raffinirter Weise wird dieses Letztere in den liegenden cilindrischen Verdampfapparaten alter Konstruktion verhindert. Immer rascher und rascher wird die Bewegung der abziehenden Dämpfe, da der Querschnitt des Steigraumes sich sogleich am Flüssigkeitsspiegel der kochenden Flüssigkeit ansteigend verringert. Und in demselben Verhältnisse gelangen die aufspritzen Safttheilchen in den Dom, um hier angelangt, für immer verloren zu gehen oder

erst durch besser oder schlechter konstruierte Saftfänger gefangen zu werden oder unter Umständen dieselben noch zu passiren, bevor sie das Kondensationswasser aus der Fabrik führt. Untersuchen wir nun die weiteren Verluste, die wir noch erleiden.

Wenn wir den nachtheiligen Folgen einer hohen Saftsäule weiter nachforschen, so werden wir finden, dass die mittlere Leistungsfähigkeit der Heizfläche eine bedeutend geringere wird u. z. um so geringer, je höher die Saftsäule ist. Nehmen wir an, wir hätten einen Verdampfapparat mit einer Flüssigkeitssäule von $1\frac{1}{2}$ Meter, wie oben angeführt, was gar keine Seltenheit ist. Der Verdampfapparat wäre ein Röhrenverdampfkörper (Sistem Robert). $1\frac{1}{2}$ Meter Saftsäule, blos Wasserdichtigkeit vorausgesetzt, üben auf die untersten Schichten der kochenden Flüssigkeit einen Mehrdruck von 0.148 Atmosfären aus. Gesetzt den Fall, der Vakuummeter zeige im 1. Körper eines Doubleffet eine Luftleere von 380 Mm. an, so repräsentirt dieses in diesem Falle auch einen Druck von 380 Mm. Quecksilber oder 0.5 Atmosfären absolut. Die Oberfläche der in diesem Verdampfapparate siedenden Flüssigkeit wird bei einer Temperatur von ca. 82°C sieden, während die unterste Schichte erst bei einem Drucke von $0.5 + 0.148 = 0.648$ Atmosf. oder bei 88°C sieden kann. Da die Heizfläche bei einem Robert'schen Verdampfapparat gleichmässig in einem Cilinder vertheilt ist, so wird die mittlere Siedetemperatur ca. 85°C sein.

Nehmen wir an, wir hätten einen anderen Verdampfapparat, der eine Flüssigkeitssäule von 0.5 Meter hat, so siedet die Flüssigkeit unter gleichen Verhältnissen der Luftleere ebenfalls bei 82°C an der Oberfläche, während der tiefste Punkt, der einen Druck von $0.5 + 0.05 = 0.55$ Atmosf. erleidet, erst bei ca. 84°C siedet; die mittlere Siedetemperatur beträgt demnach 83°C .

Vergleichen wir dieses Resultat mit dem Vorhergehenden, so finden wir eine Differenz von 2°C zu Ungunsten des Verdampfapparates mit hoher Saftsäule. Da jedoch die Leistungsfähigkeit zweier Verdampfapparate bei gleicher Heizfläche im geraden Verhältnisse steht mit der Temperaturdifferenz zwischen Heizdampf und kochender Flüssigkeit, so ist einleuchtend, dass der Verdampfapparat mit $1\frac{1}{2}$ Meter hoher Saftsäule gegen den Verdampfapparat mit 0.5 Meter hoher Saftsäule um 2°C nachsteht, was bei einer Temperaturdifferenz von ca. 20°C , wie selbe gewöhnlich in den Verdampfkörpern herrscht, ca. 10% ausmacht, d. h. der Verdampfkörper mit der $1\frac{1}{2}$ Meter hohen Saftsäule muss hier eine 10% grössere Heizfläche haben, um Gleches zu leisten wie der Verdampfkörper mit 0.5 hoher Saftsäule.

Welche Saftverluste, durch Nachziehen der zu verkochenden

Zuckersäfte, in Folge eines niedrigen Steigraumes entstehen, ist Jedermann bekannt, und brauche ich nicht weiter auszuführen.

Uebergehen wir nun zur Prüfung der Heizflächen und nehmen wir einen liegenden cilindrischen Verdampfkörper mit Heizrohren, die vom Heizdampfe durchströmt werden, vor.

Eine Zuckerfabrik, die ca. 2000 Metercent. Rüben in 24 Stunden verarbeitet, wird ca. 120 Pferdekraft in Maschinen benötigen, welche per Stunde und per Pferdekraft ca. 30 Kilo Dampf konsumiren und auch ebenso viel Retourdampf produzieren werden.

Dieser Retourdampf wird bei einer Spannung von 0.5 Atmosf. Ueberdruck oder 1.5 Atm. absoluter Spannung ein Volumen von 1.12 Kubm. per Sekunde repräsentiren.

Die Zuleitung dieses Retourdampfes in die Heizkammer des Verdampfapparates wird mittelst eines 0.250 M. Diam. haltenden Ventiles stattfinden, und wird der Retourdampf mit einer Schnelligkeit von 23 Meter pro Sekunde in dieselbe eintreten. Aus dieser Heizkammer werden ca. 400 St. Rohre, gewöhnlich 0.055 M. Diam. haltend, den Retourdampf aufzunehmen, zu kondensiren und in die rückwärtige Kondensationswasserkammer zu führen haben.

Da das Zuleitungsventil einen Diam. von 0.250 M. und in Folge dessen einen Querschnitt von 0.049 M. besitzt, und die 400 Heizrohre bei je 0.055 M. Diameter in Summa einen Querschnitt von $400 \times 0.00237 = 0.948$ Meter haben, so wird der Heizdampf dieselben mit einer Schnelligkeit von blos $\frac{49}{948} \times 23$ Meter = 0.052 Mtr. Anfangsgeschwindigkeit durchströmen. Mit anderen Worten, *er wird nahezu stagniren und das Kondensationswasser, welches sich beim Kochen bildet, wird höchst mangelhaft abgeführt, und dadurch die Leistungsfähigkeit des Verdampfapparates ausserordentlich erniedrigt.* In Folge schlechter Wärmeleitung der Heizfläche, bedingt durch den angeführten Uebelstand, geht ein grosser Theil des Heizdampfes unkondensirt fort und verloren. Um Strömung in den Rohren hervorzubringen, muss man dann kräftige Brüdenpumpen und Kaltwassereinspritzungen in die abgehenden Brüden anwenden oder letztere, wie früher angeführt, zum Luftpumpenkondensator führen.

Dass dies direkte Wärmeverluste sind, ist, wie ich glaube, nicht nöthig zu beweisen. Ebenso glaube ich, dass es nicht nöthig ist, weiter auf die Erklärung der Wärmeverluste einzugehen, welche bei der Expansion des Heizdampfes in der Heizkammer entstehen, da dieses zu bekannt ist.

Vergleichen wir nun die Konstruktion der jetzigen liegenden Heizrohre-Verdampfkörper mit den aufrechtstehenden sogenannten Robert'schen Verdampfapparaten, so werden wir finden, dass die Differenz in deren Uebelständen keine grosse ist.

Die senkrecht stehenden Rohre der Verdampfapparate sind leichter von Kondensationswasser rein zu halten, weil selbe eben senkrecht stehen und das Kondensationswasser wegen der eigenen Schwere rasch herunter läuft, während das Kondensationswasser aus der oberen Hälfte der liegenden Rohre aus einleuchtendem Grunde schwieriger zu entfernen ist. Die langsame Bewegung des Heizdampfes, noch dazu ungleichmässig die Heizrohre bestreichend, bleibt dieselbe, die Expansion ebenfalls. Das Kochen ist ein äusserst unregelmässiges und findet hauptsächlich bei dieser Art Verdampfapparate ein heftiges stossweises Kochen statt, was oft als gutes Kochen betrachtet wird, weiter aber nichts Anderes ist, als die verstärkte Wirkung der unter verhältnissmässig hohem Drucke sich entwickelnden Dampfblasen in Verbindung mit derjenigen der periodisch sich selbst vom Kondensationswasser reinigenden Heizrohre. Die Idee der Saftströmung durch die Rohre selbst ist eine verfehlte und rief eine Menge Verbesserungen hervor, als da sind: grosse Zirkulationsrohre äussere Zirkulationscylinder, Schneckengänge und Querwände im innern Heizraume etc. etc.

Auch bei den Rohrverdampfapparaten liegender Anordnung musste man zu diesen Palliativmitteln greifen, um die Heizdampfzirkulation zu verbessern. Die Rohre der stehenden Apparate lassen sich leichter reinigen, das ist auch Alles, was sie vor den liegenden Verdampfkörpern alter Konstruktion voraus haben.

Vergleichen wir mit diesen beiden Arten von Verdampfapparaten die liegenden Verdampfapparate cilindrischer Form mit Kupferschlangen, so kommen wir schon zu besseren Resultaten. Diese Art von Verdampfapparaten ist in Russland stark verbreitet. Was die Höhe der Saftsäule und die Beschränktheit des Kochraumes anbelangt, so haben sie dieselben Fehler wie die vorhergehend erwähnten Verdampfapparate. Anders gestaltet sich jedoch die Anlage des Heizsystems.

Dasselbe Rohr, welches den Retourdampf bei einem Diameter von 0.250 M. zur Heizkammer bringt, und somit einen Querschnittsflächeninhalt von 0.049 \square M. hat, übergeht in einen rectangulären Querkasten von nahezu demselben Querschnitte.

Aus diesem Querkasten gehen circa 19 kupferne Schlangen*) mit einem Diameter von 80 Mm. oder einem Querschnitt von 0.005 \square M. in den Saft Raum. Die Summe der Querschnitte der sämtlichen Schlangen ist $\approx 0.095 \square$ M. - Der mit der angenommenen Schnelligkeit von 23 Meter pro Sekunde eintretende Heizdampf wird daher mit einer Anfangsgeschwindigkeit vor $23 \times \frac{40}{95} = 11.8$ Meter

*) Als Muster dient mir ein von einer russischen Maschinenfabrik ausgeführter Verdampfapparat in Russland.

per Sekunde die Rohre durchfliegen und dieselben vom Kondensationswasser besser rein halten, als es bei den vorhergehenden 2 Sistemen der Fall ist, wesswegen auch diese Art von Verdampfapparaten stets eine bedeutend höhere Leistungsfähigkeit hat, als die beiden vorherangeführten Sisteme. Sie behalten jedoch die schädliche hohe Flüssigkeitssäule und den ebenso schädlichen kleinen Steigraum mit den anderen Sistemen, die wir beschrieben haben, gemein. Was den Dampfverlust anbelangt, der durch Nichtkondensirung der durch die Schlangen gehenden Dämpfe entsteht, so ist er ebenfalls zum Theil vorhanden, da die Schlangen im Verhältnisse zu ihrem Diameter zu kurz sind. Es befinden sich nämlich in einem solchen Apparate 15 Schlangen, deren grösste Länge 756" bei einem Diameter von 3" ist. Der Diameter ist in der Länge somit blos 252mal enthalten, was offenbar unkorrekt ist. Es muss ein grosser Theil des Dampfes unkondensirt durchgehen, da sie offen ausmünden.

Ausser diesen 15 Schlangen gibt es noch 4 Schlangen, die eine Länge von 504" haben, und die somit ein noch ungünstigeres Verhältniss repräsentiren. Die überschüssigen Dämpfe dieser Apparate gehen ebenfalls in ein offenes Retourd'eau, oder zur Brüdenpumpe, die oft mit Wassereinspritzung versehen ist, oder sogar wie früher in die Kondensatoren der Luftpumpe, welches Letztere meistentheils der Fall ist.

Würden diese Zwischenkondensatoren wenigstens Röhrenkondensatoren sein, so könnte man diese sonst absolut verloren gehende Wärme zu anderen Fabrikationszwecken benützen. Diese aufgezählten Mängel sind bei allen Kategorien der bis jetzt behandelten Verdampfapparate vorhanden und müssen bei Konstruktion eines besseren Verdampfapparates beseitigt werden. —

Ich will durch Beschreibung eines neuen Verdampfapparates, der unter den Namen *F. Wellner- H. Jelinek'scher* Verdampfapparat bereits in ca. 40 Fabriken und 74 Exemplaren aufgestellt ist, dem Leser einen Verdampfapparat vorführen, wo man diese Mängel zu beseitigen versuchte. — Bei der Konstruktion derselben sind wir von dem Grundsatze ausgegangen, dass man mit den alten Traditionen brechen muss, dass die traditionelle Form eine unzweckmässige ist, und dass man, um einen dem Zwecke entsprechenden Verdampfapparat zu konstruiren, und um den Anforderungen, die man an einen solchen Apparat stellen kann, gerecht zu werden, verpflichtet ist, ohne Rücksicht darauf, ob die Form eine mehr oder weniger gefällige ist, vorzugehen.

Wenn wir diese Verdampfapparate näher betrachten, so finden wir, dass selbe blos eine Flüssigkeitssäule von 0.5 Meter — 0.6 Meter beanspruchen, um die ganze Heizfläche, bestehend aus höch-

stens 20 Mm. Diam. haltenden Rohren oder Schlangen, mit Saft zu bedecken. Die Schlangengänge haben eine derartige Länge, dass der eintretende Heizdampf ganz kondensirt wird. Die Summe der Querschnitte sämmtlicher Heizrohre überschreitet nie den Querschnitt des Heizdampfzuleitungsrohres und bleibt somit die Anfangsgeschwindigkeit des in die Heizkammer eintretenden Dampfes eine stets gleiche, in unserem Beispiele also statt 0.055 M. und 11.8 M. volle 23 M. pro Sekunde erhalten; eine Geschwindigkeit, die so gross ist, dass die Rohre stets vollständig frei vom Kondensationswasser bleiben.

Welch' eine wichtige Rolle dieses spielt, ersieht man aus den direkten Abdampfversuchen, die mit Wellner-Jelinek'schen Verdampfapparaten im Grossen einen Transmissionskoeffizienten von 24 W.-E. pro Minute Quadratmeter und Temperaturdifferenzgrad Cels. ergaben, während die Verdampfapparate mit stehenden Rohren blos 16 W.-E. transmittirten. Liegende cilindrische Verdampfapparate mit Rohren geben noch geringere Resultate.

Um die nöthige Länge der Rohre bei den Wellner-Jelinek-Apparaten zu erhalten, sind dieselben schlängentörmig angeordnet in mehrere partielle Heizsysteme getheilt, oder man verwendet direkt Schlangen von der nöthigen Länge und dem angeführten Diameter. Die Wände des Steigraumes sind senkrecht und endigen erst in gewisser Höhe allmälig in einen Halbkreis. Der untere Boden ist flach, der Flüssigkeitsspiegel sehr gross. Die Brüdenabzüge zu den Hodek-Apparaten haben überall sehr weite Querschnitte und die Höhe der kochenden Flüssigkeit verhält sich zur Höhe des Steigraumes wie 1 : 5, daher ein Ueberkochen nahezu absolut unmöglich ist. Das Sieden ist nebstdem ein sehr ruhiges. Die Zirkulation des Saftes ist eine äusserst vehemente, weil die ganze Masse kontinuirlich kocht, was bei Apparaten mit hoher Saftsäule nicht der Fall ist.*)

Die Apparate selbst sind durch innere und äussere Versteifungen so fest konstruirt, dass man mit Ueberdruck in denselben kochen kann.

*) Welch' einen Einfluss eine rasche Bewegung der kochenden Flüssigkeit hat, ersieht man aus folgender tabellarischen Uebersicht eines Versuches, veröffentlicht in Nr. 18, 1881 des Journals des Fabricants de Sucre.

Saftgeschwindigkeit	0.312	22.7	Transmittirte
in Metern	0.640	33.6	Kalorien
per Sekunde	1.020	46.9	per Quadratm.
	1.640	69.9	

Aus diesem ist zu ersehen, dass derselbe Verdampfapparat auf die 3fache Leistung gebracht werden kann, wenn man die Schnelligkeit der Safterneuerung von 0.3 auf 1.6 Meter per Sekunde erhöht. Natürlich hat dieses blos auf die Grösse des Verdampfapparates Bezug und nicht auf die Dampfökonomie.

Ausser dem ist die Einrichtung getroffen, dass man entweder alle Heizsysteme mit Retourdampf oder direktem Dampf heizen kann, oder auch einige mit Retourdampf und andere zugleich mit direktem Dampf, ohne dass sich beide Heizdämpfe mischen. Die Apparate selbst sind schon im Jahre 1878 konstruiert und in Böhmen zuerst aufgestellt worden.

Eine Abbildung derselben unter Fig. 1, 2, 3, Taf. XV.

Unabhängig von der individuellen Eigenschaft der Verdampfkörper kann die Verdampfstation unter gleichem Verhältnisse derselben gut oder schlecht angelegt sein.

Was nennen wir gut angelegte Verdampfstation? Darauf kann man antworten: Eine gut angelegte Verdampfstation ist jene, wo wir mit der kleinsten Menge Heizmaterial den grössten Verdampfungseffekt erzielen. Dies kann aber wieder sehr relativ sein.

Wir können z. B. in einem Verdampfapparate mit 1 Kilo Dampf, durch rationelle Wiederbenützung der neu erzeugten Dämpfe mittelst Verdampfapparatsystemen mehrfacher Wirkung, 2, 3, 4, oder 5 Kilo Wasser verdampfen, und trotzdem kann man nicht behaupten, dass dieses die Lösung ist, welche zufriedenstellt; da es darauf ankommt, was das erste Kilo Dampf kostet, das wir zum Betriebe des Verdampfapparatsystems nehmen.

Es kann ebenso gut ein Tripleeffet unter Umständen sehr gute Resultate liefern, während ein Verdampfapparat mit 4facher Verdampfung schlechte Resultate geben wird.

Jede Änderung in dieser Hinsicht führt Konsequenzen mit sich, die man in Betracht ziehen, und denen man gerecht werden muss. Es steht eben Alles, was mit der Verdampfstation zusammenhält, im organischen Zusammenhange. Veränderungen im Dampfkesselhause, an den Betriebsmaschinen etc. wirken auf die Verdampfstation zurück, ebenso wie Änderungen in der Verdampfstation weitere Änderungen in der maschinellen Anlage bedingen. Und alle diese Veränderungen werden wieder durch örtliche Verhältnisse sehr beeinflusst. Um das Nachfolgende, nämlich die Beschreibung einer idealen, jedoch praktisch durchführbaren Verdampfstation allgemein verständlich zu machen und zu beweisen, dass diejenigen Anordnungen, die ich vorschlagen werde, richtig sind, muss ich die Theorie der Verdampfapparate mit einfacher und multipler Wirkung sowie jene Werkvorrichtungen, die damit im Zusammenhange stehen, ausführlich behandeln, was ich hiemit thun will, ehe ich zur praktischen Anwendung übergehe.

Ich beginne mit der Berechnung der Verdampfapparate, werde mit einem Simpleeffet anfangen und mit einem Quintupleeffet schliessen.

Ich werde die Temperatur, bei welcher konzentrirte Zuckerlösungen kochen, unberücksichtigt lassen und kochendes Wasser annehmen, da ich als höchsten Konzentrationspunkt für unfiltrirten Dicksaft die Dichte von 50% Balling bestimme, indem ich nämlich von dem Grundsätze ausgehe, dass hoch konzentrirte Zuckerlösungen schlecht filtriren, und werde im Verlaufe dieses Aufsatzes auf die weitere ökonomische Verkochung derselben zu Füllmasse zurückkommen.

Dicksäfte, welche 50% B. schwer sind, kochen bei gewöhnlichem atmosfärischen Druck nach Gerlach bei einer Temperatur von 102°C, und kann der difficile Rechner leicht die Korrekturen nach der folgenden Tabelle für kochende Zuckerlösungen an meinen Berechnungen anbringen, wenn er es für gut findet.

Nach Gerlach sieden Zuckerlösungen

10%	Bg. bei 100.4°C	60 %	Bg. bei 103.0°C
20 "	" 100.6 "	70 "	" 106.5 "
30 "	" 101.0 "	79 "	" 112.0 "
40 "	" 101.5 "	90.8 "	" 130.0 "

Im Augusthefte des vorigen Jahres der „Zeitschrift für Zuckerindustrie in Böhmen“ befindet sich ein Aufsatz von Herrn Professor Gustav Schmidt, der die Berechnung von Verdampfapparaten mit multipler Wirkung behandelt.

Ich werde nahezu dieselben Bezeichnungen der einzelnen Faktoren wählen, nur eine andere Ordnung in der Rechnung einschlagen, wie sie eben unserem Zwecke entspricht.

Als Normalspannung des Retourdampfes der Maschine werde ich überall 0.5 Atmosphären Ueberdruck mit einer dem entsprechenden Temperatur des Heizdampfes von 112°C annehmen. Ferner nehme ich an, dass der Dünnsaft mit einer Temperatur von 75°C von den Kohlenfiltern in den Verdampfapparat gelangt, dass das höchste Normalvakuum 608 Mm. beträgt, und dem entsprechend die Siedetemperatur des letzten oder Dicksaftkörpers 60°C ist.

In Folge dessen ist die ganze Temperaturdifferenz zwischen Heizdampf und der zu verdampfenden Flüssigkeit stets 52°C, welche beziehungsweise in 2, 3, 4 und 5 Theile getheilt wird, je nachdem wir es mit einem Zwei-, Drei-, Vier- oder Fünfkörper zu thun haben werden.

Die Heizflächen der betreffenden Verdampfkörper bestimme ich nicht in Voraus, ausser für den 1. Körper, während die weiteren Körperheizflächen durch Rechnung bestimmt werden. Ferner sollen die Körper multipler Wirkung keine andere Bestimmung haben, als den Saft zu verdampfen.

Die Bezeichnungen dieser einzelnen Faktoren mögen sein:

- t_0 = die Safttemperatur des in den Apparat eintretenden Saftes,
- t_1 = die Temperatur des jeweiligen siedenden Saftes,
- t_2 = die Temperatur des diesen Saft erhitzenden Dampfes,
- C = 22. der Transmissionskoëffizient, bezogen auf 1 \square M. Heizfläche per Minute und per 1° Celsius der Temperaturdifferenz $(t_2 - t_1)$, entsprechend dem Transmissionkoëffizienten für Wellner-Jelinek-Verdampfapparate,
- F = die Heizfläche der Verdampfapparate,
- Q = die Menge der per $x \square$ Meter und per Minute transmittirten Wärmeeinheiten = $FC (t_2 - t_1)$,
- λ_1 = derjenigen Wärmemenge, welche nöthig ist, um 1 Kilo Wasser von 0° C unter konstantem Drucke in Dampf von t_1 Temperatur zu verwandeln, in Kalorien ausgedrückt = $606.5 + 0.305 t_1$,
- r_2 = der latenten Wärme, welche bei der Kondensation im Heizraume abgegeben wird = $607 - 0.708 t_2$,
- Dg = dem Gewichte des Heizdampfes, der in den Heizrohren kondensirt wird, in Kilogramm ausgedrückt,
- Wg = dem Gewichte des Wassers in Kilogrammen verdampft an der Heizfläche des Verdampfapparates.

Es folgt,

$$\text{da: } Q = Dg r_2 \dots \dots \quad Dg = \frac{Q}{r_2} \quad \text{1. Gleichung}$$

$$\text{ferner } Q = Wg (\lambda_1 - t_0) \dots \quad Wg = \frac{Q}{\lambda_1 - t_0} \quad \text{2. } "$$

Verluste durch Abkühlung des Heizraumes schliesse ich von der Rechnung auch aus, da wir eine genügend vorhandene Retourdampfmenge annehmen, die die Verluste durch stetes Nachströmen ersetzt. Die Verluste durch Kondensation an den Wänden des Verdampfapparates seien in Folge guter Verhüllung Null.

Es steht Jedermann frei, die verschiedenen Verluste am Ende der Rechnung als Korrektur nach Belieben anzubringen.

I. Simpleeffet.

- $t_0 = 75^{\circ}$ C
- $t_1 = 60^{\circ}$ C
- $t_2 = 112^{\circ}$ C
- $t_2 - t_1 = 52^{\circ}$ C
- $F = 100 \square$ Meter
- $C = 22$ W.-E.
- $Q = 100 \times 22 \times 52 = 114430$ W.-E.

$$Dg = \frac{114400}{607 - 0.708 \times 112} = 216.3 \text{ Kilo Dampf}$$

$$Wg = \frac{114400}{606.5 + 0.305 \times 60} = 208 \text{ Wasser}$$

Es verdampft somit ein Simpleeffet per 100 \square Meter in der Minute 208 oder *per 1 \square M. und per Stunde 124 Ko. Wasser*, wenn dasselbe mit 75°C in den Apparat eintritt.

Zur Verdampfung von diesen 208 Ko. Wasser sind 216.3 Ko. Heizdampf nöthig, *es verdampft somit in diesem Falle 1 Ko. Heizdampf 0.96 Ko. Wasser*.

II. Doubleeffet.

$$\text{I. Körper } t_2 - t_1 = \frac{52}{2} = 26^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 112^{\circ}\text{C}$$

$$t_1 = 86^{\circ}\text{C}$$

$$t_0 = 75^{\circ}\text{C}$$

$$F = 100 \square \text{ Meter}$$

$$C = 22 \text{ W.-E.}$$

$$Q = 22 \times 100 \times 26 = 57200 \text{ W.-E.}$$

$$\lambda_1 - t_0 = (606.5 + 0.305 \times 86) - 75 = 557.73 \text{ W.-E.}$$

$$Dg = \frac{57200}{557.73} = 108.3 \text{ Kilo kondensirter Dampf}$$

$$Wg = \frac{57200}{557.73} = 102.5 \text{ Wasser}$$

$$\text{II. Körper } t_2 - t_1 = \frac{52}{2} = 26^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 86^{\circ}\text{C}$$

$$t_1 = 60^{\circ}\text{C}$$

$$t_0 = 86^{\circ}\text{C}$$

$$r_2 = 607 - 0.703 \times 86 = 546$$

$$\lambda_1 - t_0 = (606.5 + 0.305 \times 60) - 86^{\circ}\text{C} = 538.8$$

$$Q = Dg \cdot r_2 \quad (Dg = Wg_1) = 102.5 \times 546 = 55965$$

$$F = \frac{55965}{22 \times 26} = 97.84$$

$$Dg = 102.5 = \text{Kilo kondensirter Dampf}$$

$$Wg = \frac{55965}{538.8} = 103.8 \text{ Kilo verdampftes Wasser.}$$

Wir haben somit in beiden Körpern zusammen in der Minute per $197.84 \square \text{ M. Heizfläche} = 102.5 + 103.8 = 206.3 \text{ Kilo Wasser verdampft}$; und *per 1 \square Meter und 1 Stunde = 62.5 Kilo Wasser*.

Hiebei wurden 108.3 Kilo Heizdampf verwendet.

Wir haben demnach mit 1 Kilo Heizdampf 1.9 Kilo Wasser verdampft. Aus der Rechnung selbst geht hervor, dass der 2te Körper eine theoretisch kleinere Heizfläche *scheinbar* benötiget, da er weniger Heizdampf zu kondensiren hat, als der 1te Körper; denn während im ersten Körper 108.3 Kilo Dampf kondensirt werden, hat der 2te Körper blos 102.5 Kilo Dampf zu kondensiren. Ferner ist die Leistungsfähigkeit des II. Körpers per 1 Quadratm. Heizfläche und per 1 Kilo Heizdampf *scheinbar* grösser als im ersten Körper; denn im 1ten Körper verdampfen 100 Quadratmeter = 102.5 Kilo Wasser und 108.3 Kilo Dampf 102.5 Kilo Wasser, während im 2ten Körper 97.84 Quadratmeter Heizfläche 103.8 und 102.5 Dampf 103.8 Kilo Wasser per Minute verdampfen.

Dieses röhrt daher, weil der aus dem 1ten in den 2ten Körper herübergezogene Saft eine höhere Temperatur besitzt, als der im zweiten Körper siedende Saft und dieser Ueberschuss an Temperatur dient zur theilweisen Verdampfung desselben unter dem niedrigen Drucke, der im 2ten Körper herrscht, und kommt so der Heizfläche und dem Heizdampf des 2ten Körpers zu gute.

Im Allgemeinen kann man jedoch sagen, *dass beide Körper bei gleichen Temperaturdifferenzen gleiche Heizfläche haben sollen* und der Quadratmeter Doubleeffet die Hälfte der Verdampffähigkeit eines Simpleeffets besitzt, und desshalb muss derselbe bei gleicher Leistung 2mal so gross sein, während der Heizdampf im Gegentheile das doppelte Wasserquantum per Kilo Dampf verdampft.

Gerade so wie ein Simple- und Doubleeffet, wird ein Triple-, Quadruple- etc. Effet berechnet.

Ich will diese Rechnungen hier nicht weiter durchführen, um nicht ermüdend auf den Leser zu wirken, lasse aber eine Tabelle auf der nächstfolgenden Seite 29 folgen, welche die Resultate dieser Rechnungen übersichtlich darstellt.

Aus dieser Tabelle ersehen wir, dass im grossen Ganzen abgerundet:

Ein Kilo Dampf abgerundet 1, 2, 3, 4 oder 5 Kilo Wasser verdampfen wird, je nach dem, ob er in einem Ein-, Zwei-, Drei-, Vier- oder Fünfkörper zur Verwerthung kommt.

Wir sehen ferner, dass die Heizflächen ebenfalls in allen Körpern nahezu dieselbe Grösse haben sollen, da kein Grund vorhanden ist, die Temperaturdifferenz der einzelnen Körper grösser oder kleiner zu machen.

Wir finden, dass die folgenden Körper eines Multipleeffet immer ökonomischer arbeiten, als die vorhergehenden Körper. Dieses jedoch nur *scheinbar*, da die grössere Verdampfung in den nach-

Simple Effect	Double-effect			Triple-effect			Quadruplex-effect			Quintuplex-effect		
	I.		II.	I.		II.	I.		II.	III.	IV.	V.
	I.	II.	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1. $t_2 - t_1$, Temperaturdifferenz vor- ausbestimmt 52	52	26	26	17.3	17.3	17.3	13	13	13	13	10.4	10.4
2. t_2 , Heizdampftemperatur	112	112	86	112	94.6	77.4	112	99	86	73	112	101.6
3. t_1 , Temperatur des Kochenden Saftes	60	86	60	94.6	77.4	60	99	86	73	60	101.6	91.2
4. Manometer (Luftleere- messer) stand in Millimetern	608	304	608	112	442	608	27	300	434	608	—*)	207
5. Absoluter Druck in Millimetern	152	456	152	648	318	152	733	460	266	152	804*)	553
6. Kondensirte Heizdampf- menge per 1 Mtr. und 1 Stunde, in Kilogramm Verdampftes Wasser per 1 Mtr. und 1 Stunde, in Kilogramm	129.7	64.98	61.50	43.35	40.81	41.16	32.52	30.64	30.73	30.92	26.01	24.40
7. Verdampftes Wasser per 1 Mtr. und 1 Stunde, in Kilogramm	124.8	61.50	62.28	40.81	41.16	41.52	30.54	30.73	30.92	31.11	24.40	24.51
8. Apparate	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
9. Berechnete theoretisch nöthige Heizfläche, wenn der 1. Körp. $\equiv 100^*$)	100	100	97.84	100	96.2	99	100	95.5	98.0	100	100	95.1
10. 1 Kilo Heizdampf einge führt in den ersten Körper verdampft Kilo Wasser im Ganzen	0.9	1.96	2.85	3.79	—	—	—	—	—	—	4.72	—
11. Um 100 Kilo Wasser aus dem Saft zu verdampfen, sind nothwendig Kilo Dampf	III. 11	51.03	35.08	—	—	—	—	—	—	—	21.18	—
	I.	II.	III.	IV.	IV.	V.	—	—	—	—	—	—

*) n Anzahl der Körper.

*) Ist schon Druck.

*) 44 mm Ueberdruck.

*) und der eingezogene Saft 75°C warm ist.

folgenden Körpern blos darin ihre Ursache hat, dass der Siedepunkt in denselben ein niedrigerer als der Vorhergehende ist, und die Wärme des eintretenden Saftes stets höher ist als die des siedenden Saftes.

Wir finden ferner, dass die Heizflächen vom 2ten Körper an wieder grösser werden, und beim 5ten Körper sogar die Grösse der Heizfläche des 1ten Körpers überschreiten.

Dies findet seine Erklärung in Folgendem:

$$F = \frac{Q}{(t_2 - t_1) \cdot 22} = \frac{Wg (\lambda_1 - t_0)}{(t_2 - t_1) \cdot 22}$$

Sowohl $(t_2 - t_1)$ als auch 22 ist eine Konstante, während Wg sich, wie aus der Tabelle ersichtlich, ändert u. z. ist stets

$$Wg_2 < Wg_3 < Wg_4 < Wg_5 \text{ etc.}$$

Ebenso wird der Werth: $(\lambda_1 - t_0)$ in dem folgenden Körper stets grösser. Es wird demnach Q ebenfalls immer grösser und somit auch F . Diese Aenderungen in der Grösse sind aber so unbedeutend, dass bei einem Quintupleeffet ein und dieselbe Heizfläche 5mal wiederholt werden kann.

Ich kann mich bei dieser Gelegenheit nicht enthalten, mich gegen die extrem steigenden Heizflächen bei Apparaten, die zu einem Multipleeffet verbunden sind, auszusprechen. Es ist dieses theoretisch zwar kein grosser Fehler, da es zur Leistungsfähigkeit des Verdampfapparates weder etwas beiträgt, noch dieselbe vermindert, vorausgesetzt, dass die Verdampfapparate während der Kampagne ideal reine Heizfläche bewahren.

Werden die Heizflächen in den nachfolgenden Körpern grösser genommen, so stellen sich die Temperaturdifferenzen in den vorhergehenden Körpern von selbst grösser ein, da dieselben in verkehrtem Verhältnisse zu den Heizflächen stehen, vorausgesetzt, dass der nachfolgende Körper die Verdampfmenge des vorhergehenden zu kondensiren im Stande ist. Es ist blos der vorhergehende Körper gezwungen, per 1 Quadratm. und 1 Stunde mehr Wasser zu verdampfen, als eigentlich gleichberechtigt auf ihn entfallen sollte.

Dafür verdampfen die nachfolgenden Körper relativ weniger und im Ganzen bleibt die Verdampfung per 1 Quadrameter und Stunde ziemlich dieselbe.

Da sich aber die Heizflächen der letzten Körper mit aus dem Saft ausgeschiedener Kalkinkrustation belegen, und deren Kondensationsfähigkeit vermindert wird, verfiel man auf die Idee, dieselben grösser zu machen, um durch die Fläche zu ersetzen, was an Transmission verloren geht. Meiner Ansicht nach ist dieses unrichtig.

Um dieses klar zu machen, will ich ein spezielles Beispiel folgen lassen. Gesetzt den Fall, eine Zuckerfabrik hätte in 24 Stunden 300.000 Kilogramm Wasser aus ihren Säften zu verdampfen. Dieselbe bestellt einen Doubleeffet oder Tripleeffet mit senkrecht stehenden Röhren (Sistem Robert) und lässt sich ein Projekt über die Grösse des Apparates und Vertheilung der Heizflächen machen, oder bestimmt selbst die Vertheilung der letzteren.

Angenommen, es wird die Leistung des Verdampfapparates mit 30 Kilo resp. 20 Kilo Wasserverdampfung pro 1 Quadratmeter und 1 Stunde gerechnet, so ergibt sich, dass, wenn 22 Betriebsstunden pro Tag gerechnet werden, der Tripleeffet $\frac{300000}{22 \times 20} = 681.8$ Meter

haben soll. Würden wir dasselbe in einem Doubleeffet erzielen wollen, so wären hiezu 454.5 Quadratmeter nöthig sein. In beiden Fällen wird abgerundet u. z. gewöhnlich zum Nachtheile der Heizfläche.

Man wird z. B. bestellen 680 Quadratm. oder 450 Quadratm.

Die Vertheilung und Ausstellung dürfte vielleicht folgends ausfallen:

Bei dem Doubleeffet:

II. Körper à 150, I. Körper 150, II. Körper 150
a b

Der Mittelkörper kocht auf die beiden seitensstehenden; oder vielleicht unter günstigeren Auspizien:

I. Körper 180, II. Körper 270.

Der Tripleeffet würde vielleicht folgende Vertheilung finden:

I. Körper 180, II. Körper 225, III. Körper 275.

Ich konnte übrigens jede beliebige Vertheilung wählen. Die geschehene Wahl ist blos als Zufall zu betrachten, ebenso wie es auch gewöhnlich in der Praxis bis jetzt meist der Fall ist.

Eine mögliche Erhöhung der Temperatur des Heizdampfes im ersten Körper durch successive höhere Belastung des Retourdampfes muss ausgeschlossen werden, da dieses ebenfalls nicht geschieht und zum Theile auch nicht geschehen kann.

Was wird die Folge sein? Jedenfalls wird der Verdampfapparat im Anfange gut arbeiten und die geforderten 20 resp. 30 Kilo Wasserverdampfung liefern. Je mehr sich aber die Rohre im 3ten Körper vertragen, desto weniger wird der Apparat liefern und

schliesslich muss er gereinigt werden, um wieder seine ursprüngliche Leistung zu erlangen.

Dasselbe wäre auch eingetreten, wenn die Heizflächen im Verhältnisse von 1:1 oder 1:1:1 hergestellt worden wären, und zw. in derselben Zeit und in demselben Masse, wie eine einfache Rechnung auf vorangeführter Basis ergibt. Anders verhält sich jedoch die Sache, wenn statt 680 beziehungsweise 450 die Eintheilung so geschehe, dass man die Vertheilung folgends machen würde.

Doubleeffet	I. Körper 225	II. Körper 225
Extrazuschlag auf Verkrustung		100
Summa	I. Körper 225	II. Körper 325

Die 100 können begreiflicher Weise ebenfalls jede beliebige Zahl sein.

Desgleichen für den Tripleeffet abgerundet 690

I. Körper 230	II. Körper 230	III. Körper 230
Extrazuschlag auf Verkrustung	50	100
Summa	230	330

In beiden Fällen hat man wirklich Verdampffläche gewonnen, was ich wohl nicht zu beweisen brauche, denn ich habe wirklich Reserveflächen aufgestellt. Sobald jedoch die Verkrustung stärker wird, das Q dieser Reservefläche sich vermindert und endlich verschwindet, kommt das Q der unbedingt nothwendigen Heizfläche zur Verminderung; der Betrieb muss eingestellt werden, um den Apparat zu reinigen. Wäre es nicht besser, *diese Reserveflächen in einen einzigen Verdampfkörper zu vereinigen?* und einen solchen Reserveverdampfkörper neben dem thätigen Apparat aufzustellen, damit er sofort in Betrieb gesetzt wird, wie die Verkrustung der Röhren störend zu wirken beginnt? Warum haben wir Reservedampfkessel? Warum können wir nicht auch Reserveverdampfapparate haben? Es ist gar kein Grund vorhanden, der dies Nichtvorhandensein entschuldigen könnte. Ja nicht einmal der Grund des Kostenpunktes, wie leicht einzusehen ist.

Nach dieser Abschweifung wollen wir wieder zur eigentlichen Sache zurückkehren, und auf Grund der vor angeführten Rechnungen und Formeln eine Untersuchung anstellen, um zu sehen, welchen Fingerzeig uns dieselben geben, um unsere Verdampfapparate vollständig auszunützen, und die Verdampfstation mit dem übrigen Theile der Zuckerfabrik in rationellen Einklang zu bringen.

Die auf Seite 29 sich befindende Tabelle ist auf der Grundlage gerechnet, dass $t_2 - t_1 = \frac{52}{n}$ ist; wobei n die Anzahl der Verdampfapparate, die zusammen arbeiten, bedeutet. Als Normalstand des Luftleeremessers ist 608 Mm. angenommen, und der Retourdampf der Dampfmaschinen als auf eine halbe Atmosphäre gespannt; somit $t_2 = 112^\circ\text{C}$.

Die entsprechenden Heizflächen der einzelnen Körper wurden durch Rechnung bestimmt.

Störend auf das Resultat der Heizflächenberechnung wirkt die Temperatur des eingeführten Dünnsaftes, da dessen Wärme zum Theil zur sofortigen Dampfbildung benutzt wird, *ohne die Heizfläche der Verdampfapparate in Anspruch zu nehmen*. — Aus diesem Grunde entsteht auch die Variation der Heizflächen unter einander, welche doch gleich gross sein sollten, da die Temperaturdifferenzen gleich gross sind. Die berechneten Grössen sind jedoch *die dem regelmässigen Gange des ganzen Verdampfapparates entsprechenden natürlichen Grössen, so lange der eingezogene Saft 75°C Temperatur besitzt, und ändern sich, sobald diese Temperatur sich ändert*.

Bei dieser Gelegenheit erwähne ich nochmals, dass alle Rechnungen auf kochendes Wasser Bezug haben. — Wenn wir kochende Zuckersäfte annehmen, fällt die quantitative Leistung der Verdampfapparate etwas kleiner aus, da die Temperaturdifferenzen bei gleich bleibender Heizdampftemperatur kleiner werden, indem die Siedepunkte konzentrirter Zuckerlösungen höher liegen als die des Wassers. Die Konzentration der Zuckerlösungen nimmt in den einander folgenden Körpern stufenweise zu, und so auch die Temperaturdifferenz in verkehrter Proportion ab. Wenn wir dieses in Rechnung ziehen wollten, und zwar mit Zuhilfenahme der auf Seite 25 angeführten Tabelle über die Siedepunkte konzentrirter Zuckerlösungen, so würden wir finden, dass die ganze Temperaturdifferenz kaum um 4% kleiner wird, und diese Zahl ist auch in diesem Falle der Rektifikationskoeffizient, welcher an der Gesamttheizfläche anzubringen ist, u. z. in dem Verhältnisse, wie die Konzentration in den folgenden Körpern zunimmt. In Folge dessen müssten auch die folgenden Heizflächen wieder um diese Kleinigkeit grösser werden, als wie die Tabelle Seite 29 verlangt, und wir kommen zu dem Resultate, dass sich die Heizflächen der einzelnen Verdampfapparate zu einander verhalten sollen, wie $1:1:1\dots$, welches auch nahezu richtig ist, und in der Praxis auch empfohlen werden kann.

Der mit 75°C eingezogene Dünnsaft ist aber nicht nur massgebend für das Grössenverhältniss der Heizflächen, sondern von dessen Temperatur hängt es auch ab, wie viel Kilo Wasser 1 Kilo ver-

wendeten Heizdampfes verdampft. Je höher die Temperatur des eingeführten Saftes ist, desto mehr Wasser wird 1 Kilo Dampf aus demselben verdampfen. Diese erhöhte Leistung des Heizdampfes ist jedoch nur eine scheinbare, da diejenigen Kalorien, die zur Mehrverdampfung nötig sind, *nicht vom Heizdampfe, sondern von dem zugezogenen Saft mitgebracht werden* und einer fremden Wärmequelle entstammen. Hiebei werden die Kalorien des zugezogenen Saftes *bei multiplen Verdampfapparaten* ebenfalls *multiple* ausgenützt. Je höher die Temperatur des eintretenden Saftes ist, desto ökonomischer arbeitet der Verdampfapparat. Ich will hier ein praktisches Beispiel anführen:

Gesetzt den Fall, wir würden den Dünnsaft, ehe wir ihn in den 1. Verdampfkörper eines Verdampfapparates eintreten lassen, mittelst einer Pumpe und durch ein Schlangenrohr oder eine ähnliche Vorrichtung mit genügender Schnelligkeit und unter dem Drucke von 1 Atmosphäre Ueberdruck durch den Abzugskanal der Heizgase der Dampfkessel treiben, und auf 120°C erhitzen und erst dann in den Verdampfapparat eintreten lassen. Wir erhalten bei einem Doubleffet folgendes Resultat:

$$1. \text{ Körper: } t_2 - t_1 = \frac{52}{2} = 26^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 112^\circ\text{C}; t_1 = 86^\circ; t_0 = 120^\circ\text{C}$$

$$C = 22; F = 100 \square \text{M.}$$

$$Q = 22 \times 100 \times 26 = 57200 \text{ W. E.}$$

$$r_2 = (607 - 0.708 \times 112) = 527.7$$

$$\lambda_1 - t_0 = (606.5 + 0.305 \times 86) - 120 = 512.73$$

$$Dg_1 = \frac{57200}{527.7} = 108.3 \text{ Kilo kondensirter Heizdampf}$$

$$Wg_1 = \frac{57200}{512.73} = 111.1 \text{ Kilo verdampftes Wasser.}$$

$$2. \text{ Körper: } t_2 - t_1 = \frac{52}{2} = 26^\circ$$

$$t_2 = 86^\circ; t_1 = 60^\circ; t_0 = 86^\circ$$

$$C = 22; F \text{ unbekannt}$$

$$\lambda_1 - t_0 = (606.5 + 0.305 \times 60) - 86 = 538.8$$

$$r_2 = 607 - 0.708 \times 86 = 546$$

$$Wg_1 = Dg_2 \text{ s. ist } Q = Dg_2 r_2 = 111.1 \times 546 = 60660, \text{ woraus}$$

$$F = \frac{60660}{22 \times 26} = 106 \square \text{Mtr.}$$

$$Wg_2 = \frac{60660}{538.8} = 112.76 \text{ Kilo verdampftes Wasser.}$$

Es wurden demnach von 108.3 Kilo Heizdampf = 111.1 + 112.76 = 223.86 Kilo Wasser verdampft, oder mit 1 Kilo Heizdampf = 2.06 Kilo Wasser.

Während man unter gleichen Verhältnissen, jedoch bei 75°C warmen zugezogenen Saft *blos* 1.96 Kilo Wasser verdampfen würde.

Dieselbe Rechnung, für einen Tripleeffet ausgeführt, ergibt, dass man mit 1 Kilo Dampf = 3.09 Wasser statt wie früher 2.85 Kilo Wasser verdampfen würde.

Ich werde später nochmals bei Besprechung des Arrangements einer ganzen Verdampfstation auf diesen Gegenstand zurückkommen.

In der Praxis handelt es sich meist darum, gegebene Heizflächen zu verwerthen, aus welchem Grunde ich noch 2 Rechnungsbeispiele folgen lasse, die dem Leser als Leitfaden dienen sollen, wie man diese Rechnung durchführt, zugleich aber auch ein Bild geben werden, wie unzweckmässig es ist, ungleiche Heizflächen den Verdampfkörpern zu geben.

1. Beispiel: **Doubleeffet.** Die *Flächen* der beiden Körper sind *ungleich*. Es sind die dazu gehörigen *Temperaturdifferenzen* zu suchen, welche eine *Maximalleistung* beider Körper geben.

$$\begin{array}{ll} \text{1. Körper: } t'_2 = 112^\circ\text{C} & \text{2. Körper: } t''_2 = t''_1 - x^\circ\text{C} \\ t'_1 = x^\circ\text{C} & t''_1 = 60^\circ\text{C} \\ t_0 = 75^\circ\text{C} & t''_0 = t_1 = x \\ F_1 = 100 \text{ Q.-Mtr.} & F_2 = 150 \text{ Q.-Mtr.} \\ C = 22 & C = 22 \\ Q_1 = Q_2 & \end{array}$$

Wir haben vorerst die mittlere Temperatur x zu bestimmen:

$$\begin{aligned} Q_1 &= F_1 C (t'_2 - x) \\ Q_2 &= F_2 C (x - t''_1) \end{aligned}$$

Demnach auch: $F_1 C (t'_2 - x) = F_2 C (x - t''_1)$ und
 $F_1 (t'_2 - x) = F_2 (x - t''_1)$

woraus $x = \frac{F_1 t'_2 + F_2 t''_1}{F_1 + F_2}$. Die Werthe substituirt

gibt $x = \frac{100 \times 112 + 150 \times 60}{100 + 150} = 80.8^\circ\text{C}$

Es ist somit, wenn wir $t''_2 - t''_1 = d_n$ stets setzen:

$d_1 = 112 - 80.8 = 31.2$ die Temperaturdifferenz des 1. Körpers
und $d_2 = 80.8 - 60 = 20.8^\circ$ " " " 2. " 3* "

Es ist ferner $Q_1 = F_1 Cd_1 = 100 \times 22 \times 31.2 = 68640$ W.-E.
und $Q_2 = F_2 Cd_1 = 150 \times 22 \times 20.8 = 68640$ W.-E

Hieraus berechnet:

$$Dg_1 = \frac{Q_1}{r_2} = \frac{68640}{607 - 0.708 \times 112} = 130 \text{ Ko. Dampf}$$

$$Wg_1 = \frac{Q_1}{\lambda_1 - t_0} = \frac{68640}{(606.5 + 0.305 \times 80.8) - 75} = 123.7 \text{ " Wasser}$$

$$Dg_2 = Wg_1 = 123.7 \text{ " Dampf}$$

$$Wg_2 = \frac{Q_2}{\lambda_1 - t_0} = \frac{68640}{(606.5 + 0.305 \times 60) - 80.8} = 126.1 \text{ " Wasser}$$

Ferner ist $\frac{60}{100} Wg_1 = 74.22$ Ko. verdampftes Wasser per 1□ Mtr.

und 1 Stunde im 1. Körper

und $\frac{60}{150} Wg_2 = 50.44$ Ko. verdampftes Wasser per 1□ Mtr.

und 1 Stunde im 2. Körper.

Im Durchschnitte verdampft demnach dieser Doubleeffet, wo sich $F_1 : F_2 = 100 : 150$, nur 59.95 Kilo Wasser per 1□ Meter und per 1 Stunde.

2. Beispiel: **Tripleeffet**. Die Flächen der 3 Körper sind ungleich.

Es sind die dazu gehörigen Temperaturdifferenzen zu suchen, welche eine Maximalleistung aller 3 Körper geben.

1. Körper

$$t'_2 = 112^\circ \text{C}$$

$$t'_1 = x$$

$$t_0 = 75^\circ$$

$$F_1 = 100$$

$$C = 22$$

2. Körper

$$t''_2 = x$$

$$t''_1 = y$$

$$t_0 = x$$

$$F_2 = 150$$

$$C = 22$$

3. Körper

$$t'''_2 = y$$

$$t'''_1 = 60$$

$$t_0 = y$$

$$F_3 = 200$$

$$C = 22$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3$$

Daher auch $F_1 (t'_2 - x) = F_2 (x - y) = F_3 (y - t'''_1)$.

Bestimmen wir aus den Gleichungen 1 und 3 das x , so ist

$$x = \frac{F_1 t'_2 - F_3 y + F_3 t'''_1}{F_1}$$

Substituiren wir diesen Ausdruck in die Gleichungen 2 und 3 und bestimmen wir y , so erhalten wir:

$$y = \frac{F_1 F_2 t'_2 + F_2 F_3 t'''_1 + F_1 F_3 t'''_1}{F_1 F_2 + F_2 F_3 + F_1 F_3}$$

Die bekannten Werthe substituirt, gibt:

$$y = \frac{100 \cdot 150 \cdot 112 + 150 \cdot 200 \cdot 60 + 100 \cdot 200 \cdot 60}{100 \cdot 150 + 150 \cdot 200 + 100 \cdot 200} = 72^\circ\text{C}.$$

In Folge dessen ist $d_3 = 72 - 60 = 12^\circ\text{C}$ die Temperaturdifferenz des 3. Körpers.

Setzen wir $F_3 d_3 = P$, so ist auch $F_2 d_2 = F_1 d_1 = P$
weil $Q_1 = Q_2 = Q_3$ ist, woraus dann

$$d_1 = \frac{P}{F_1}; \quad d_2 = \frac{P}{F_2}; \quad d_3 = \frac{P}{F_3}.$$

Beim 3. Körper ist P bekannt $\equiv 12 \times 200 \equiv 2400$.

Folglich ist $d_2 = \frac{2400}{150} = 16^\circ\text{C}$ Temperaturdifferenz des 2. Körpers

$$\text{und } d_1 = \frac{2400}{100} = 24^\circ \text{C} \quad \text{, } \quad \text{, } \quad \text{, } \quad \text{, } \quad 1. \quad \text{, }$$

und es ist auch $112 - 24 = 88^\circ\text{C}$ die Kochtemperatur des 1. Körpers

$$88 - 16 = 72^{\circ}\text{C} \quad \text{"} \quad \text{"} \quad \text{"} \quad \text{2.}$$

$$Dg_1 = \frac{100 \times 22 \times 24}{607 - 0.708 \times 112} = \frac{52800}{527.71} = 100 \text{ Kilo Dampf}$$

$$Wg_1 = \frac{52800}{(606.5 - 0.305 \times 88) - 75} = 94.56 \text{ " Wasser}$$

$$Wg_2 = \frac{52800}{(606.5 + 0.305 \times 72) - 88} = 97.69 \text{ " Wasser}$$

$$Dg_3 \cdot Wg_2 \cdot \dots \cdot \dots \cdot \dots \cdot \dots \equiv 97.69 \quad \text{Dampf}$$

$$Wg_3 = \frac{52800}{(606.5 + 0.305 \times 60) - 72} = 95.00 \text{ " Wasser}$$

oder es wird verdampft per 1 Q.-Mtr. und 1 Stunde:

$$\text{im 1. Körper } \frac{94.56 \times 60}{100} = 56.73 \text{ Kilo Wasser}$$

$$\text{im 2. Körper } \frac{97.69 \times 60}{150} = 39.14 \text{ Kilo Wasser}$$

$$\text{im 3. } \quad " \quad \frac{95.50 \times 60}{200} = 28.65 \quad " \quad "$$

und im Durchschnitte 38,36 Kilo Wasser.

Sowohl im Tripleeffet, als auch im Doubleeffet bleibt der Dampfverbrauch derselbe wie im Doubleeffet und Tripleeffet der Tabelle Seite 29.

Wenn wir diese Wasserverdampfung pro 1 Q.-Mtr. Heizfläche mit derjenigen, die in der Tabelle Seite 29 angeführt ist, vergleichen, so sehen wir, dass die Leistungsfähigkeit per 1 Q.-Mtr. Heizfläche gesunken ist.

Während ein Doubleeffet mit der gleichen Temperaturdifferenz und berechneten Heizfläche durchschnittlich 62 Kilo Wasser pro 1 Q.-Mtr Heizfläche und pro Stunde verdampft, wird das Doubleeffet, bei welchem $F_1 : F_2 = 100 : 150$, blos 59 Ko. pro 1 Q.-Mtr. und 1 Stunde verdampfen, was circa 5% weniger ist. Beim Tripleeffet wird das Verhältniss noch ungünstiger. Ein Tripleeffet 1. Art verdampft pro 1 Q.-Mtr. und 1 Stunde ca. 41 Kilogramm Wasser, während der soeben berechnete Tripleeffet blos 38.36 oder ca. 6 1/2% weniger verdampft. Bei einem Quadruple- und Quintupeleffet wird diese Differenz noch grösser.

Für den praktischen Betrieb sind diese kleinen Differenzen von keinem grossen Belange. Die Konstatirung derselben ist jedoch immerhin von Wichtigkeit, weil sie beweisen, dass eine Vertheilung der Totalheizfläche eines Verdampfapparatsystems in ungleiche grosse Heizflächen nach der angeführten Weise nicht nur ungerechtfertigt ist, sondern auch schädlich sein kann, denn je grösser die Differenzen in den Flächen der einzelnen Körper werden, desto kleiner wird die Leistungsfähigkeit des ganzen Verdampfapparat-Sistemes per Ein Q.-Mtr. und Stunde.

Um einen Quadrupel- und Quintupeleffet unter denselben Voraussetzungen zu berechnen, verfährt man ganz in derselben Art.

Betrachten wir nun die Formel $Q = F Cd$, so sehen wir, dass wenn Q die Leistung des Verdampfapparates ausdrückt, dieses Q grösser wird, wenn blos ein einziger Faktor sich vergrössern lässt, und im Gegentheile kleiner wird, wenn die einzelnen Faktoren kleiner werden. Es ist natürlich, dass wenn F grösser gemacht wird, die Leistungsfähigkeit eines Verdampfapparates sich erhöhen muss. Es ist aber ebenso richtig, dass wenn man C oder d vergrössert, dasselbe eintritt. F kann man nur in der Art vergrössern, dass man neue Fläche hinzubringt, wogegen aber C vergrössert werden kann, ohne etwas Anderes zu thun, als die Transmissionsfähigkeit der Fläche zu erhöhen durch Reinhaltung derselben vom Kondensationswasser. Dieses ist aber auch der einzige mögliche Fall der Vergrösserung von C und kann durch eine heftige Strömung des Heizdampfes erzielt werden. Die Reinhaltung der Heizfläche von Inkrustation

bedingt deren Transmissionsfähigkeit und verhindert das Kleinerwerden von C .

Was die Temperaturdifferenz d anbelangt, so liegt es vollständig in unseren Händen, die Leistung eines Verdampfapparates in dieser Richtung zu erhöhen, vorausgesetzt, dass wir nicht schon die Maximalgrenze erreicht haben. Wie dieses geschehen kann, werden wir sofort erörtern.

Die Vergrösserung von d ist nach 2 Richtungen möglich u. z.:

1. Durch Erniedrigung des Siedepunktes der siedenden Flüssigkeit.
2. Durch Erhöhung der Temperatur des Heizdampfes.

Was die Erniedrigung des Siedepunktes anbelangt, so sind uns enge Grenzen gezogen. Die Erniedrigung des Siedepunktes hängt von der Verminderung des Luftdruckes ab, der auf der kochenden Flüssigkeit lastet.

Könnten wir im letzten Körper eines Verdampfapparates eine solche Luftleere erzeugen, dass wir blos einen absoluten Druck von 0.1 Atmosphäre behielten, so würde die Flüssigkeit bei ca. 46° C statt bei 60° kochen. Wir würden dadurch 14° C Temperaturdifferenz gewinnen und bei einem Total-Wärmegefälle von 52°, wie wir in unseren Rechnungen annehmen, die Leistungsfähigkeit des betreffenden Verdampfapparates um 27% erhöhen. Da dieses aber nicht möglich ist, und eine durchschnittliche 608 Mm. grosse Luftleere schon eine gute Luftleere genannt werden muss, so müssen wir uns soweit als möglich an den 2. Punkt halten. Die Ursache, warum wir keine höhere Luftleere erzeugen können und nicht einmal die Luftleere der Kondensationsdampfmaschine erreichen, liegt darin, dass während des Kochens des Zuckersaftes Zersetzungprodukte aus den dem Saft beigemengten organischen Körpern entstehen, die gasförmig sind, sich mit dem zu kondensirenden Wasserdampfe mischen und entweichen, somit auch zur Kondensation gelangen. Wasserdämpfe, denen Gase und Luft beigemengt sind, können nur schwer kondensirt werden. Und dieses ist auch Ursache, dass keine hohe Luftleere zu erzeugen möglich ist. Dass sich atmosphärische Luft den zu kondensirenden Dämpfen ebenfalls beimischt, glaube ich nicht weiter ausführen zu müssen.

Uebergehen wir nun zum 2. Punkte. Versuchen wir die Temperaturdifferenz zu erhöhen, indem wir dem Heizdampfe eine höhere Temperatur geben. Dies können wir verschieden bewerkstelligen.

Zur Verdampfung der Zuckersäfte verwendet man so lange

Retourdampf von Dampfmaschinen als man ihn hat, und nimmt dann erst seine Zuflucht zu direktem Dampfe, wenn der Retourdampf nicht mehr ausreicht. Wir haben es somit mit 2 Heizdampfquellen zu thun.

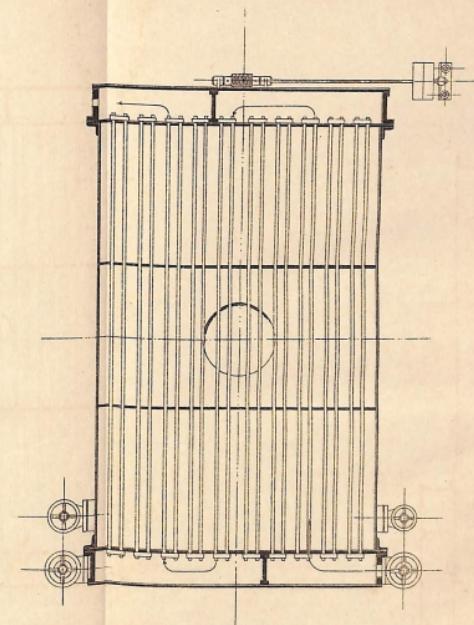
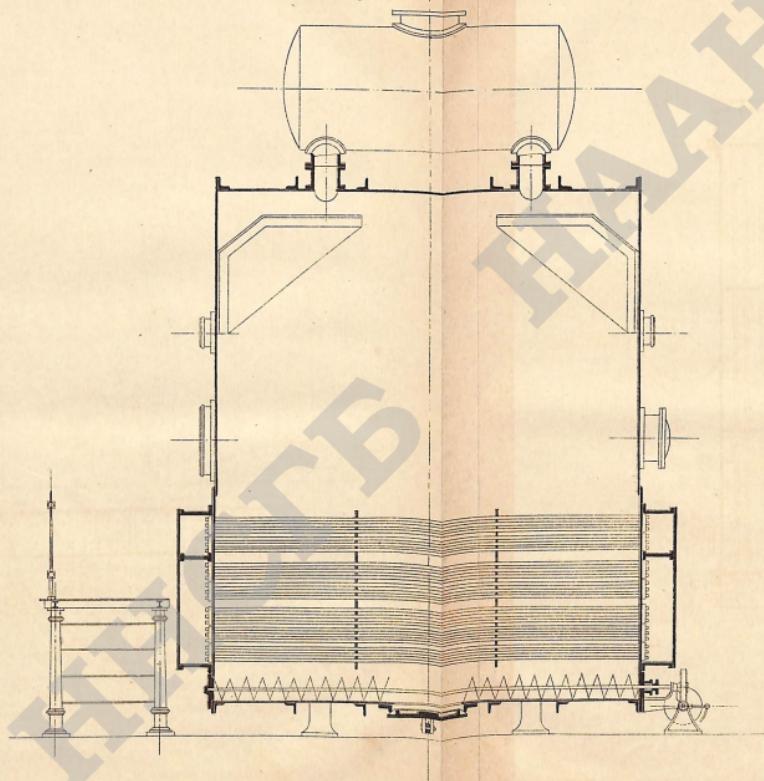
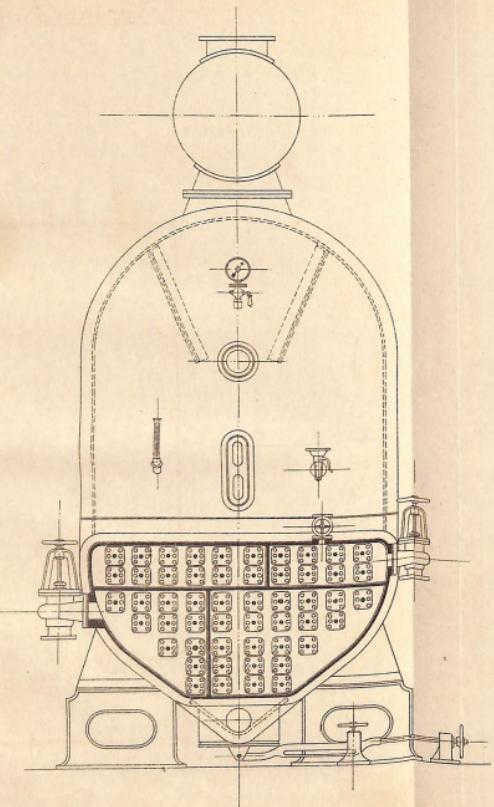
Verwenden wir Retourdampf zur Verdampfung, so können wir die Temperatur desselben nur dann erhöhen, wenn wir ihn mittelst einer billigen Wärmequelle überhitzen, oder indem wir ihn unter grösserem Drucke auspuffen lassen. Ersteres führt gewöhnlich nicht zum Ziele, da meistens die billige Wärmequelle fehlt. Letzteres ist gefährlich. Erhöhung des Retour-Dampfdruckes hinter dem Kolben bedeutet Vermehrung des Dampfverbrauches vor dem Kolben, d. h. mit anderen Worten, man gibt den direkten Dampf nicht direkt in den Verdampfapparat, aber man lässt ihn durch den Dampfcilinder der Dampfmaschine dahin gelangen. Wenn ich eine Spannung des Retourdampfes auf $\frac{1}{2}$ Atmosphäre Ueberdruck zugebe, thue ich es nur desshalb, damit die Flächen der Verdampfapparate nicht gar zu gross ausfallen und man durch das grosse Anlagekapital nicht verliert, was man an direktem Dampf erspart hat. Wir werden später sehen, dass uns $\frac{1}{2}$ Atmosphäre Rückdruck auf die Maschine vollständig genügt und dass man nur das Arrangement der Verdampfstation dem entsprechend machen muss. Wir sehen, dass wir uns auch hier in ziemlich engen Grenzen bewegen müssen.

Was die Vergrösserung der Temperaturdifferenz durch Erhöhung der Heizdampftemperatur anbelangt, wenn wir mit direktem Dampf abgesondert heizen, so haben wir dieses vollständig in der Hand, da mit dem Drucke des direkten Dampfes auch dessen Wärme steigt.

Die Temperaturdifferenz hängt aber noch von anderen Umständen ab, die ich noch näher beleuchten will.

Wenn wir eine Flüssigkeit, die nicht kocht, erwärmen, so werden wir finden, dass die Transmissionsfähigkeit derselben Heizfläche ausserordentlich sinkt u. z. unter Umständen sogar um 60—80%, so dass wenn 1 Q.-Mtr. Heizfläche bei kochender Flüssigkeit einen Transmissionskoeffizienten von 25 hat, dieser Koefizient sehr klein werden kann, wenn die Flüssigkeit blos aufgewärmt wird. Hier ist aber nicht die Heizfläche die Schuld, denn diese ist dieselbe geblieben. Man muss dieses anders wo suchen. Es ist dies die Temperaturdifferenz. Man muss sich die zu erwärmende oder zu verdampfende Flüssigkeit in konzentrische Schichten eingetheilt denken, die das Heizrohr umhüllen. Diese Schichten sind am heisesten in unmittelbarer Nähe des Heizrohres. Wenn selbe stagniren, verursachen sie, dass die direkte Temperaturdifferenz bedeutend kleiner ist, als wenn diese Schichten durch irgend ein mechanisches Hilfsmittel stets erneuert werden und so kältere Theile der Flüs-

— Vacuum System „Wellner-Gelinek. —



sigkeit mit der Heizfläche in Berührung kommen. Dieses Letztere geschieht beim Kochen durch die heftige Bewegung der Flüssigkeit. Je lebhafter das Kochen, desto mehr Kalorien werden transmittirt, weil die Temperaturdifferenz erhalten bleibt.

Die Temperaturdifferenz kann aber auch kleiner werden, wenn die Temperatur des Heizdampfes sinkt. Die Temperatur des Heizdampfes sinkt jedoch, wenn dessen Druck kleiner wird. Dieses geschieht dann, wenn der Druck des Heizdampfes in den Heizröhren durch keinen Gegendruck erhalten bleibt. Lässt man die Heizschlangen offen ausmünden, wie es bei den ersten Körpern der Verdampfapparate vielfach Regel ist, so ist kein Druck in denselben und die Wärme des eintretenden Dampfes ist auch bedeutend geringer. Die Temperaturdifferenz ist eine illusorische. Wir werden überhaupt alle diese Erscheinungen nochmals im Folgenden behandeln.

B. Das Vakuum.

Das Vakuum ist ein Verdampfapparat und unterliegt denselben Gesetzen, die ich bei den Verdampfapparaten namhaft gemacht habe. Wenn Rechnungen über dessen Leistungsfähigkeit und ökonomische Verwerthung des Heizdampfes anzustellen sind, so werden sie ganz genau nach denselben Formeln durch die gleichen Rechnungsoperationen zu machen sein, wie bei den gewöhnlichen Verdampfapparaten und verweise ich hiermit auf die durchgeföhrten Rechnungen.

Das Vakuum ist ebenso alt als die Verdampfapparate, ist aber trotz der riesigen Fortschritte, welche die Zuckerindustrie machte, am geringsten fortgeschritten. Das Vakuum, das Sanctissimum der alten Zuckermeister, ist in seinem strahlenden Glanze, als verhütscheltes Kind, wo möglich auf der besten und sichtbarsten Stelle einer Zuckerfabrik, mit allen den Fehlern eines solchen Kindes, stehen geblieben. Blank polirt, einer jeden schützenden Hülle bar, steht es zumeist als Kugel noch da, um seine Anziehungskraft auf die Jünger der Zuckerindustrie auszuüben, die mit unaussprechlicher Sehnsucht den Tag herbeisehnen, wo auch sie in die Mysterien des Probestechers eingeweiht werden.

Das Vakuum des Jahres 1882 unterscheidet sich sehr wenig vom Vakuum, bei dem noch die Grossväter unserer jetzigen Kocher den Probestecher handhabten.

Dieselbe unpraktische Kugelform, derselbe niedrige und winzige Steigraum, dieselbe kleine, blos für gespannte Dämpfe berechnete Heizfläche, derselbe kleine Fassungsraum für Füllmasse, dieselbe dicht gelagerte Heizschlange, die ein leichtes Abfliessen eines auf grobes Korn stramm gekochten Sudes zur Unmöglichkeit macht. —

Dieses Vakuum, in welchem ein Kilo kochender Masse mehr wert ist als nahezu 10 Kilo des im 1. Körper eines Verdampfapparates kochenden Saftes, *hat* meist einen zehnmal kleineren Steigraum als letzterer, und einen Saftfänger von derselben Kleinheit, gewöhnlich Sicherheits- (?) Kugel genannt.

Die Ursache, dass dieses so und nicht anders ist, muss vorerst darin gesucht werden, dass bis auf die neueste Zeit die Zuckarfabriken auf eine niedrige tägliche Verarbeitung eingerichtet waren und daher kleine Vakuums benötigten, ferner dass die Zuckarfabriken ihre Aufmerksamkeit anderen, nicht minder wichtigen Fragen widmeten.

Die jetzigen Verhältnisse der Zuckerindustrie zwingen den Fabriksbesitzer zur Vergrösserung der Leistungsfähigkeit seiner Fabrik; und die Art der Fabrikation zu wichtigen Veränderungen in den Werksvorrichtungen. Während noch vor wenigen Jahren die Arbeit auf weisse Waare für den heimischen Markt allgemein üblich war, ist jetzt die rationellere Art der Fabrikation, die Rohzuckererzeugung und Massenproduktion *für den Weltmarkt* an der Tagesordnung.

Die Folge davon ist, dass man auch Vakuums verlangt, die diesen geänderten Fabrikationsverhältnissen entsprechen. Vakuums, welche 30 Q.-Mtr. Heizfläche besitzen und einen Füllraum für 100 Mtr.-Ctr. Füllmasse gestatten, gelten als klein und verlangt man nun Vakuums, die bedeutend mehr Fassungsraum und grössere Heizfläche besitzen.

Vakuumapparate mit grossen Heizflächen und entsprechendem Fassungsraum findet man schon in manchen Fabriken aufgestellt, und erlaube ich mir, ein solches Vakuum zu beschreiben. Ein Cilinder, dessen Diameter gewöhnlich 2—2.6 Meter oder wenig darüber beträgt und dessen unterer Theil in einen abgestutzten Kegel ausmündet, während der obere Theil mit einem bombirten Boden versehen ist, das ist die Form unserer modernen Vakuums. Der abgestutzte Kegel dient zur Bergung der Heizfläche, die gewöhnlich aus 4 Stück Kupferschlangen besteht, deren Diameter 80—100 Mm. ist.

Der Durchmesser des Cilinders ist wegen diesem Untertheil auf obige Dimensionen beschränkt, da der abgestutzte Kegel beim Wachsen des Diameters sofort ein Wachsen der ganzen Totalhöhe des Vakuums bedingt, indem die schiefen Seitenflächen des abgestutzten Kegels einen kleineren Neigungswinkel als 45°, um ein leichteres Abfliessen der Füllmasse nicht zu verhindern, nicht gestatten.

Die Folge davon ist, dass der Rauminhalt des kegelförmigen Bodens zu klein ist, und daher auch von den Heizschlangen nahezu vollständig ausgefüllt wird. Es ist sehr wenig Platz vorhanden für

die Füllmasse. Die Schlangen selbst sind schwierig anzuordnen und gestatten desshalb blos ein schwieriges Abziehen strammer, grobkörniger Sude. Da die Füllmasse nicht den unteren Theil des Vakuums einnehmen kann, so muss sie natürlicher Weise im oberen Theile untergebracht werden und so findet man, dass die neuen grossen Vakuums kochende Flüssigkeitssäulen von einer Totalhöhe bis zu 3 Meter besitzen und dass diese grossen Vakuums bei allen ihren grossen Dimensionen und mitunter kolossalen Höhen einen sehr niedrigen Steigraum haben. Oder ist das vielleicht ein grosser Steigraum, wenn Vakuums, wie ich mehr solcher kenne, bei einer Totalhöhe von 4 Metern einen Steigraum von kaum einem Meter übrig behalten, um das Maximum der Füllmasse unterbringen zu können, für welches sie konstruirt sind. Das sind Vakuums, die 50 Q.-Mtr. Heizfläche besitzen und 100—180 Mtr.-Ctr. Füllmasse fassen können. Wie würde wohl ein Vakuum aussehen mit 100—200 Q.-Mtr. Heizfläche und auf 3—400 Mtr.-Ctr. Füllmasse?

Wie ich schon bei den Verdampfapparaten nachgewiesen habe, liegt der Fehler darin, dass man sich nicht von der cylindrischen Form emanzipiren kann und Heizschlangen von zu grossem Diameter anwendet. Auf Tafel XX. bringe ich die Zeichnung eines Vakuums, welches auf denselben Prinzipien konstruirt ist wie die Wellner-Jelinek-Verdampfapparate. Dasselbe gestattet Heizflächen bis zu 250 Q.-Mtr. und Füllmassenraum für 300—400 Mtr.-Ctr. Masse, ohne dabei aussergewöhnliche Dimensionen anzunehmen.

Dieses Vakuum ist hauptsächlich dazu bestimmt, um mittelst Retourdämpfen oder Saftbrüden geheizt zu werden. Es hat einen hohen Steigraum, erlaubt einen niedrigen Stand der kochenden Flüssigkeit und hat dabei doch einen grossen Füllraum. Wenn der ganze Füllraum ausgenutzt ist, so steht die Masse nicht höher als ca. 0.1—0.12 Meter über den obersten Heizröhren. Die Heizfläche besteht aus kleinen, ca. 20 Millimeter zässeren Durchmesser haltenden Messingrohren. Dieser kleine Durchmesser der Heizrohre erlaubt bei kleinerem kubischen Raum der Heizvorrichtung grosse Heizflächen zu entwickeln. Die kleinen Diameter der Röhre setzen der Masse bei ihrem Abfliessen nicht jenen Widerstand entgegen, wie Röhre oder Schlangen von 80—110 Mm Diameter. Während bei den Schlangen die Zwischenräume so klein als möglich sind, um die Heizfläche unterbringen zu können, sind die Zwischenräume zwischen den einzelnen kleinen Röhren 100—150 Mm. Die Röhre sind so angebracht, dass selbe senkrecht untereinander liegen und der Füllmasse vollständig freien Abzug gestatten.

Die Heizvorrichtung ist ferner derartig konstruirt, dass man beliebig grosse Sude machen und dieselben beliebig lang kochen

kann. Die schlangenförmig hin und her gehenden Röhren sind in 2, 3 oder 4 Etagen angeordnet, je nach der Grösse des Vakuums. Man kann die einzelnen Etagen beliebig mit Retourdampf, Brüdendampf oder direktem Dampf heizen oder ganz absperren. Man hat es somit ganz in der Hand, durch Andickung des Saftes mit der unteren Röhren-Etage den Sud allmälig wachsen zu lassen, und in dem Masse, als derselbe wächst, die folgenden Etagen in Thätigkeit zu setzen. *Welchen Einfluss dieses auf die Kornbildung ausübt, wird jeder Zuckerfabrikant selbst sich beantworten können.*

Wenn man das Vakuum mit Brüdendämpfen heizen will, so werden die kupfernen Schlangen des alten Vakuums zumeist zerstört, wie es sich in einigen Fabriken zeigte, die diese rationelle Art des Zuckerfertigkochens einführten.^{*)} Diesem Uebelstande ist bei dieser Art Vakuums vorgebeugt, da die Heizfläche aus Messingrohren besteht. Welch' einen Vortheil die Verwendung der Brüden zum Fertigkochen des Zuckers gewährt, werden wir bei Besprechung der Verdampfstationen im Allgemeinen sehen.

Um die neue Form der Vakuumapparate anwenden und die Cilinderform, resp. die Form des abgestutzten Kegels verlassen zu können, musste man darauf sinnen, wie den kleinen Rest der Füllmasse, welcher am niedrigsten Theile des dachförmigen Untertheiles zurückbleibt, zu entfernen. Dieses geschieht durch eine zweitheilige Transportschnecke, welche zur Hälfte eine links, zur anderen Hälfte eine rechts gehende Transportschraube ist und so die letzten Reste der Füllmasse zum Ablassloche bringt. Ich glaube weiter nichts beifügen zu müssen, da sich der praktische Zuckerfabrikant sein Urtheil durch Erwägung und Ergänzung des Angeführten selbst bilden kann.

C. Die Verdampfstation im Allgemeinen.

Um diese Zeilen nicht zu umfangreich werden zu lassen, gehe ich auf eine Kritik der bestehenden Verdampfstationen nicht ein.

^{*)} Von N. Rillieux schon vor 30 Jahren in den Kolonien angeordnet und nun auch in Oesterreich von ihm eingeführt. Bei dieser Gelegenheit erlaube ich mir noch ferner zu bemerken, dass die Kritik Péplets im §. 1433, Seite 215 dieser Zeitschrift, über Rillieux's Verdampfapparate nicht ganz zutreffend ist. Denn man kann recht gut mit einem Körper, der zugleich Dampferzeuger ist, einerseits einen Dicksaftkörper zur Verdampfung der Säfte, anderseits ein Vakuum, welches fertig kocht, heizen. Und so hat es auch N. Rillieux tatsächlich in Westindien durchgeführt. Péplets Irrthum dürfte auf einer falschen Beschreibung der Rillieux'schen Abdampfapparate beruhen. Dass Letzteres auch der Fall sein wird, ersicht man aus einem Artikel des „Journal des Fabricants de sucre“, welches im Interesse Rillieux's ziemlich dasselbe sagt. Der von Péplet kritisierte Verdampfapparat war jedoch tatsächlich ein Doubleeffet.

Der Verfasser.

Wir werden mit dem Griffel in der Hand blos deren Verrichtung kontroliren, um zu sehen, wo Veränderung Noth thut.

Wie ich jedoch schon früher erwähnt habe, versteh'e ich unter Verdampfstation nicht allein die Zusammenstellung von 2 oder mehr Verdampfkörpern. Das, was das Herz für den menschlichen Körper ist, das ist die Verdampfstation im engeren Sinne für die Zuckefabrik. Und da zu einem richtigen Kreislauf des Blutes im menschlichen Körper die richtige Funktion des Herzens allein nicht genügt, indem dasselbe nur ein Glied des allgemeinen Blutumlaufapparates ist, sondern auch die richtige Funktion aller Arterien und Venen vorhanden sein muss, so genügt es auch nicht, wenn die Verdampfkörper als solche zwar richtig funktioniren könnten, die Arterien und Venen der Zuckefabrik aber, d. i. Alles, was mit der Verdampfstation in Wechselwirkung tritt, nicht mit denselben im harmonischen Einklange stehen. — Aus diesem Grunde werde ich mich auch nicht sehr ängstlich an den Titel dieser Abtheilung halten und Alles in Tribut nehmen, was ich nöthig haben werde, um das uns gesteckte Ziel zu erreichen. Wenn ich bei dieser Gelegenheit auch eine Exkursion in das Dampfkesselhaus machen werde, so ist es nach dem Vorhergesagten selbstverständlich, dass diese zur Sache gehört. Zuerst will ich überhaupt den Verbrauch einer Zuckefabrik an Dampf konstatiren, und somit auch den Verbrauch an Dampfkessel-speisewasser. Der Speisewasserverbrauch der Dampfkessel wird der Massstab sein, den wir benutzen wollen, um unsere Verdampfstationen und jene Werksvorrichtungen zu kontroliren, die mit denselben zusammenhängen oder in Zusammenhang gebracht werden können.

**Dampfverbrauch einer Zuckefabrik, welche per Stunde
100 Mtr.-Ctr = 10000 Ko. Rübe mittelst Diffusion auf Rohzucker verarbeitet.**

a) *Diffusion.* Es werden nach vollzogener Diffusion Diffusionswässer abgelassen: 12000 Klgrm. mit einer Wärme von 20°C. Dieses repräsentirt eine Wärmemenge von Kalorien 240.000

Ferner werden 8000 Klgr. 20°C warme ausgelaugte Schnittlinge entleert 160.000

Zur Diffusion oder den Rechauffeuren wird ca. 180% Saft vom Rüben gewichtete, also 18000 Kilo 30°C warm abgedrückt 540.000
Wärme-Verbrauch bei der Diffusion 940.000

55 ^{Kal.} f. 100% Wärme

Dieses entspricht 1480 Kilo	Kilo Dampf
Dampf; abgerundet	1500

Angenommen wurde, dass das Wasser mit 0° Celsius Durchschnittstemperatur in die Fabrik gelangt, und die in der Diffusionsbatterie bestehende und verbleibende Wärme nur einmal erzeugt wird. Das Diffusionswasser wurde durch direkt in das Wasser einströmenden Dampf erhitzt.

<i>b) Erste Saturation.</i> Zur 1. Saturation gelangen obige 18000 Kilo Diffusionssaft, welche von 30°C auf 90°C zu erwärmen sind	Kalorien
	1,080 000

Ferner bei Verwendung von 3% Kalk vom Rübengewicht und 15° Bé dicker Kalkmilch 1840 Kilo Kalkmilch zu erwärmen von 0°—90°C	165.600
Summe	1,245.600

Diese entsprechen rund gerechnet	2280
--	------

c) Zweite Saturation: Dünnsaft, Dicksaftfiltration, Safthebung mittelst Montejus, Spodiumdämpfen.

Es sind zu erwärmen bei der 2. Saturation und Filtration der sämmtliche gewonnene Dünnsaft . . .	Kilo
18000	

Das Wasser aus der Kalkmilch Kalkmilch, Kalk	
1840—300	1540
Zusammen	19540

Diese 19540 Ko. Flüssigkeit sind um mindestens 25°C nachzuwärmen.	W.-E.
Dieses gibt	488500

Ferner von ca. 12% vom Rübengewichte angewendeter Knochenkohle das zum Absüßen nötige Wasser in 1½facher Menge, demnach 18% vom Rübengewichte . . .	Kilo
1800	
Transport	1800
	488500
	3780

	Kilo	W.-E.	Kilo Dampf
Transport	1800	488500	3780
Zum Absüßen des Filterpressenschlammes, und zwar von 8% des Rübengewichtes Schlamm, der 70% seines Gewichtes Wasser zum Absüßen benötigt	560		
Zusammen	2360		

Diese 2360 Kilo Wasser sind von 0 bis 100°C zu erwärmen	236000
Zusammen	724500 = 1360

Für die Schlammmontejus, Dünn-saftmontejus, Dicksaftmontejus und zum 2maligen Ausdämpfen von 12% Spodium sind nöthig 70 Kub.-Meter Dampf mit einer Spannung von 2½ Atmosphären Ueberdruck. Abgerundet	140
---	-----

d) *Verdampfung*. Bei der Diffusion wurden abgezogen 18000 Kilo Saft mit einer Saccharometeranzeige von circa 9% Balling. Diese sind auf 50% Ball. Dichtigkeit einzudampfen. Das zu verdampfende Wasser*)

$$W = 18000 \left(1 - \frac{9}{50}\right) = 14760 \text{ Ko.}$$

Ferner das Wasser aus der Kalkmilch	1540
---	------

Das Absüßwasser von den Kohlenfiltern, welches in den Saft eingetreten ist	600
--	-----

Das Absüßwasser des Filterpressenschlammes	500
Zusammen	17400 Ko.

$$\text{Transport} 5280$$

*) Zu raschen Umrechnungen der Dünnäfte auf Dicksaft, Füllmasse etc. und umgekehrt empfiehle ich folgende einfache Formeln $K_1 = \frac{K_2 \cdot S_1}{S_2}$; $S_2 = \frac{S_1 \cdot K_1}{K_2}$; $S_1 = \frac{K_2 \cdot S_2}{K_1}$; $K_1 = \frac{K_2 \cdot S_1}{S_2}$ und $W = K_1 \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)$

Hiebei bedeutet K_1 = Gewicht in Kilogr. des leichteren Saftes,

S_2 = spez. Gewicht oder Saccharanz

K_2 = Gewicht des dichteren Saftes oder der Füllmasse etc.

S_1 = spez. Gew. od. Saccharanz.

W = zuverdampfendes Wasser.

	Kilo Dampf
Transport . . .	5280
dampft, so benötigt man $\frac{17400}{1.96}$, rund	9000

Wenn man, wie üblich, diese 17400 Ko. Wasser à Doubleeffet verdampft, so benötigt man $\frac{17400}{1.96}$, rund 9000

e) *Fertigkochen im Vakuum.* Zu verstehen ist das Verkochen auf Füllmasse und das Kochen der Nachprodukte. — Da in der Melasse blos ca. $\frac{3}{4}\%$ Wasser vom Rübengewichte zurückbleibt, so kann man rechnen, dass im Vakuum der Rest des Wassers, welches im Dicksaft enthalten blieb, verdampft werden muss

Wir haben Dicksaft:

$$18000 - 14760 = 3240 \text{ Kilo.}$$

Es ist demnach:

$$W = 3240 (1 - \frac{50}{100}) \text{ zu verdampfen} \quad 1620$$

Hiezu noch das Wasser im Vorlaufe der Dicksaftfilter und beim Absüssen des Nachlaufes, bevor derselbe in die Dünnsäfte geht, sowie das Wasser, welches beim Centrifugiren hiezukommt

180

$$\text{In Summe} \quad \underline{\quad} \quad 1800 \text{ Ko. Wasser}$$

im Vakuum zu verdampfen. — Da dieses Simpleeffet geschieht, so sind

$$\text{hiezu nothwendig} \quad \frac{1800}{0.9} = \quad 2000$$

f) *Dampfmaschinen.* Zum Betriebe derselben sind per eine Pferdekraft und 1 Stunde zum mindesten 30 Ko. Dampf nothwendig, während man zur Verarbeitung von 10000 Ko. Rübe in einer Stunde Dampfmaschinen von ca. 150 Pferdekraft Stärke benötigt. Demnach Dampfkonsument

4500

g) *An Verlusten durch Wärmestrahlung etc.* ca 2% vom verbrauchten Dampfe

520

Der ganze Dampfverbrauch in Summe

21300

Transport . . . 21300

Dieser ganze Dampf ist jedoch nicht in den Dampfkesseln zu erzeugen, da zur Verdampfung der Retourdampf der Dampfmaschinen verwendet wird im Gewichte von 4500

Verbleibt somit auf die Dampfkessel 16800

oder mit anderen Worten: es sind 168% vom Rübengewichte Dampf nöthig, welche 168% Speisewasser für die Dampfkessel entsprechen.

Bei einer mittleren Verdampfung von 6 Kilogramm Wasser per 1 Kilogramm Steinkohle gibt dieses einen Steinkohlenverbrauch von 27.8% vom Gewichte der Rübe.

Zur besseren Uebersicht rekapitulire ich den ganzen Dampfverbrauch in Prozenten des verarbeiteten Rübenquantums:

a) Zur Diffusion	15.0%
b) Zur Saturation	22.8,
c) Zur 2. Saturation, Filtration und zum Saftheben	15.0,
d) Verdampfung 90—45	45.0,
e) Fertigkochen im Vakuum	20.0,
f) Dampfmaschinen	45.0,
g) Verlust etc.	5.2,
In Summe	168.0%

Dies ist Dampf, welcher in dem Dampfkessel erzeugt werden muss, da wir unter Post *d* bei der Verdampfung den Retourdampf der Dampfmaschinen in Rechnung gezogen haben.

Die Zusammenstellung gibt uns ein ziemlich genaues, den praktischen Betriebsresultaten entsprechendes Bild des Dampfkonsums, und dürfte in den einzelnen Positionen und in den diversen Fabriken nur sehr wenig variiren. Im grossen Ganzen wird es jedoch zutreffend sein. Es kann uns zugleich als Wegweiser bei Aufsuchung der möglichen Ersparungen dienen.

Den Hauptfaktor bilden die 2 Rubriken *d* und *e* zusammen, nämlich die Verdampfung und das Fertigkochen, welche zusammen gehören und einen Dampfverbrauch von 65% vom Rübengewichte oder einen Verbrauch von ca. 10.5% Steinkohle involviren. Es tritt nun an uns die Aufgabe heran, diesen Kohlenverbrauch, der in der Wirklichkeit stattfindet, auf ein Minimum herabzudrücken.

Wenn wir zur Verdampfung der Dünnäfte statt eines Double-*effet* einen Tripleeffet verwenden, so stellt sich der Dampfverbrauch,

da wir im Tripleeffet 2.85 Kilo Wasser mit 1 Kilo Dampf verdampfen, auf $\frac{17400}{2.85} = 6105$ Kilo, d. h. 61.00 % von der Rübe.

Hie von ab Dampfmaschinen-Retourdampf . . . 45.00 η

Verbrauch an direktem Dampf. . . 16.00 % " " "

Dieses mit dem Vorhergehenden verglichen, ergibt sich durch den Tripleeffet eine Ersparniss von 45—16% = 29% vom Rübengewichte an direktem Dampf, 29% Speisewasser oder ca. 5% Steinkohle auf Rübengewicht berechnet, das 20% vom verbrauchten Kohlenquantum entspricht.

Nehmen wir einen Quadrupleeffet zur Verdampfung, so benötigen wir blos $\frac{17400}{3.79}$, abgerundet 4599 Kilo Dampf oder vom Rübengewichte 45.9% Ziehen wir hie von den Maschinenretourdampf ab mit . . . 45 " so sehen wir, dass so zu sagen kein direkter Dampf zur Dünnsaftverdampfung mehr nothwendig ist.

Die Ersparung beträgt ganze 45% Speisewasser oder 7.5% Kohle vom Rübengewichte oder 27% vom Kohlenverbrauche.

Benützen wir einen Quintupleeffet, so benötigen wir $\frac{17400}{4.72} = 3700$ Kilo Dampf oder . . . 37.1 % vom Rübengewichte.

Dampfmaschinenretourdampf vorhanden 45.0 %

bleibt Ueberschuss 8.0% Retour-Dampf, welcher nicht mehr zur Dünnsaft-Verdampfung verwendet werden kann.

Diese 8% Retourdampf kann man nun zum Fertigkochen des Zuckers im Vakuum oder zum Kochen der Nachprodukte à Doubleeffet verwenden. Da 1 Kilo Dampf à Doubleeffet 1.96 Ko. Wasser verdampft, so können wir mit den überschüssigen 8% Retourdampf 15.68% Wasser vom Rübengewichte im Vakuum verdampfen und wir benötigen in diesem Falle nur noch 4.32% direkten Dampfes, welcher sich jedoch wieder durch das Kochen im Vakuum à Double auf 2.3% Dampfverbrauch reduziert.*)

Es würde demnach im letzten Fall der Konsum einer Fabrik an direktem Dampf wie folgt ausfallen:

a) Diffusion unverändert	15.0%
b) Saturation	22.8 η
Transport	37.8%

*) Es wird manchem Leser auffallen, dass wir beim Doubleeffet noch so viel direkten Dampf brauchen, und dass noch beim Tripleeffet direkter Dampf

	Transport	37.8%
c)	2 Sat., Filtration unverändert	15.0 "
d)	Dünnsaftverdampfung	0.0 "
e)	Fertigkochen	2.3 "
f)	Dampfmaschine	45.0 "
g)	Verlust etc.	5.2 "
	In Summe	105.3% Dampf
oder 105.3% Speisewasser oder	$\frac{105.3}{6}$	= 17.6% Steinkohle.

Dieses gibt eine Steinkohlen-Ersparniss von 10% des verarbeiteten Rübengewichtes oder nahezu 40% von der bis jetzt verwendeten Kohle.

zuzusetzen kommt, und dass bei einem Quintupleeffet und Vakuum à Double-effet noch 2.3% direkten Dampfes nötig sind, um den Zucker fertig zu kochen, während in den meisten Fabriken sämtlicher Dünnsaft ohne Anwendung(?) von direktem Dampf verkocht wird, und Fabriken, welche à la Rillieux Quintupleeffet arbeiten und ihren Zucker à Doubleeffet fertigkochen, dieses blos mit Retourdampf bewerkstelligen. Dies findet seine Erklärung in Folgendem:

1. Wird in jenen Fabriken, die à Doubleeffet Safts kochen, selten auf 50% Balling abgedampft und das Vakuum muss das Weitere besorgen.

2. Gehen gewöhnlich die Retouren der Schläuche und Heizvorrichtungen, welche mit direktem Dampf geheizt werden, in den Retourdampfsammler entweder direkt oder das geschlossene Retourdampf oder Automaten passirend. Der ganze Ueberschuss von direktem Dampf, der nicht kondensirt wurde, kommt somit dem Retourdampfe, in den er eintritt, zu Gute, desgleichen der Ueberschuss an Wärme der gespannten Retourwässer.

3. Ist ein Minimalverbrauch von 30 Kilo pro Stunde und Pferdekraft bei den Dampfmaschinen angenommen, während die meisten Fabriken in der Regel 40 und noch mehr Kilo Dampf benötigen, je nach dem Erstere mehr oder weniger ökonomisch arbeiten; oder je nach dem Rückdruck, den man den Dampfmaschinen gibt. Letzteres ist ein Mehrverbrauch von direktem Dampf, der den Dampfzylinder passirt und somit nicht das direkte Dampfventil beim Vakuumapparate oder Verdampfapparate passiren muss.

Auf das Endresultat der Rechnung hat dieses jedoch keinen Einfluss, so lange der Maschinen-dampf vollständig zur Verdampfung verwendet werden kann, wie aus Folgendem zu sehen ist:

a)	Diffusion	15.0 %
b)	1. Saturation	22.8 "
c)	2. Saturation, Filtration etc.	15.0 "
d)	Verdampfung 90-60	30.0 "
e)	Fertigkochen	20.0 "
f)	Dampfmaschine, wenn wir 40 Kilo pro Pferdekraft und Stunde rechnen	60.0 "
g)	Verluste und Heizung	5.2 "
	Im Ganzen Summe wie früher	168.0 %

Der Verfasser.

Diese Ersparniss ist möglich bei unseren mangelhaften Dampfkesselhäusern und mittelmässiger Kohle. Erhöhen wir gleichzeitig die Verdampfungsfähigkeit der verbrannten Kohle auf 7.5 Kilo Wasser statt 6 Kilo, wie wir gerechnet haben, so erhalten wir einen

Kohlenverbrauch von $\frac{105.6}{7.5} = 14\%$ vom Gewichte der Rübe, und zwar

nicht blos auf dem Papiere, sondern auch in der Wirklichkeit.

Hiemit ist jedoch kein Rezept gegeben und noch nicht entschieden, dass eine derartige Anordnung einer Verdampfstation auch die Endbilanz einer Zuckerfabrik in dem Masse und in der Richtung beeinflusst wie die Kohlenbilanz.

Von dem Preise der Kohle und von der Vermehrung des zu verzinsenden und zu amortisirenden Kapitales hängt es nun ab, für was sich der Zuckerfabrikant zu entscheiden hat, damit er nicht das, was er am Bergmann erspart, dem Maschinenfabrikanten und dem Kesselschmiede zu geben gezwungen ist.

Ich bemerke noch schliesslich, dass das à Doubleeffet angeführte Fertigkochen des Zuckers, welches ich bei obiger Berechnung angenommen habe, nicht so zu verstehen ist, dass man aus dem ersten Körper des Quintupleeffet die Brüden als Kochdampf für das Vakuum abnimmt, da dieses eben nicht ein Verdampfen des Dünnsaftes à Quintupleeffet wäre. Man würde zwar am Vakuum à Doubleeffet kochen, jedoch einen Theil der Säfte der fünffachen Dampfausnutzung entziehen. Das Kochen à Doubleeffet müsste derart geschehen, dass man zwar einen Theil des Dünnsaftes zur Fertigkochung des Dicksaftes verwendet, dafür aber von dem filtrirten 50% Dicksaftes so viel à Quintupleeffet verkocht, als dem à Doubleeffet kochenden Dünnsaftes entspricht.

Wir haben aus dem Vorhergehenden gesehen, welch' grosse Vortheile eine multiple Ausnützung der Wärme des Dampfes uns bietet. Wir haben einen Weg gefunden, der uns zum erwünschten Ziele der Kohlenökonomie führt. Versuchen wir es, noch andere Wege einzuschlagen, die dasselbe Ziel verfolgen, jedoch ihre Richtung ändern, um zu sehen, ob ihnen zu folgen möglich ist und ob wir dadurch einen Vortheil erringen.

Wir bleiben bei unserem Beispiele von 10.000 Kilogramm Rübe stündlicher Verarbeitung als Grundlage der weiteren Betrachtungen:

a) *Diffusion.* Zur Diffusion von 10.000 Kilogramm Rübe benötigen wir, wie wir oben gesehen haben, ca. 940.000 Kalorien oder 1500 Kgr. Dampf, um die Rübenschritte und das Diffusions-

wasser, welches in die Batterie, wie wir früher angenommen haben, mit 0°C rechnungsmässig eintritt, zu erwärmen. Wenn wir das Diffusionswasser statt aus dem Brunnen oder aus dem Flusse von der Kondensation der Verdampfapparate nehmen, das Kondensationswasser während der Kondensation so reguliren, dass dieselbe unter 30°C erfolgt, welches auch die ökonomisch günstigste Temperatur ist, wenn das Kochen im letzten Körper bei 60°C erfolgen soll, und dieses Kondensationswasser als Diffusionswasser verwenden, so wird es noch mit wenigstens 20°C in die Diffusionsbatterie eintreten können. Lassen wir dasselbe jedoch vor dem Eintritte in die Batterie durch einen Rechauffeur, welcher vom dritten Körper eines Tripleeffet geheizt wird, gehen, so wird das Wasser sehr leicht einen Temperaturgrad von 35°C erreichen und wir haben für die Diffusion 980.000 Kalorien eingeführt, d. i. ebenso viel Wärme als in den Diffusionsprodukten nachweisbar ist. Wir haben blos jene Wärme zu schaffen, welche durch die Abkühlung der Oberflächen der Diffusion verloren geht, sowie die Anfangswärme, welche in der Diffusion translokirt wird und welche zusammen ganz bestimmt nicht 33% von der Gesamtwärme sein werden.

Wir ersparen demnach wenigstens $\frac{2}{3}$ der Gesamtwärme, d. i. ca. 600.000 Wärmeeinheiten oder ca. 1000 Kilo Dampf und es verbleibt uns noch 500 Kilo oder 5% Dampf vom Rübgewichte zu beschaffen. Die Oberfläche des hiezu nöthigen Rechauffeurs berechnet sich folgends: Zu erwärmen 28.000 Kilo Wasser von 20 auf 35°C . Der Heizdampf ist 60°C , der Transmissionskoëffizient ist erfahrungs-gemäss circa 5.

Verbraucht werden $28000 \times 15 = 420.000 \text{ W.-E. per Stunde oder}$
 $7000 \text{ W.-E. per Minute.}$

$$F = \frac{7000}{5 \times 60 - \left(20 + \frac{15}{2} \right)} = 43 \text{ Q.-Mtr.}$$

Sehr praktisch ist hier ein Gegenstromrechauffeur anzuwenden, in einer ähnl. Konstruktion wie die Gegenstromkühler sind. (Ich werde später die Zeichnung eines solchen bringen.) Derselbe ist zum Reinigen der Rohre leicht zugänglich und versagt somit seinen Dienst nie. Man kann dann auch sicher sein, den gewünschten Wärme-grad zu erreichen*), indem sowohl die Strömung des Dampfes, als auch die Strömung des Wassers nach richtigem Prinzipie erfolgt, was bei den jetzigen Röhrenrechauffeuren mit aufrecht stehenden Rohren nicht der Fall ist.

*) In diesem Falle würde auch der Transmissionskoëffizient grösser und die Heizfläche des Rechauffeurs proportional kleiner werden.

2. *Saturation*. Wir haben bei der Saturation angenommen, dass 18.000 Kilo Saft mit 30° C von der Diffusion kommen und bei der Saturation auf 90° C aufgewärmt werden sollen, so wie weitere 1840 Kilo Kalkmilch von 0° auf 90° C zu erwärmen sind.

Diese 18000 Kilo Saft kann man ebenfalls mittelst eines Gegenstromrechauffeurs und der Brüden des dritten Körpers anstandslos um wenigstens 20° C erwärmen, ehe selbe in die Saturation eintreten. Dieses gibt uns eine Wärmemenge von 360.000 Kalorien = 670 Kilo Dampf *oder 6.70% Dampfersparniss vom Rübengewichte*. — Die Grösse eines gewöhnlichen Kalorisators würde bei einem Transmissionskoëffizienten von 4 sein:

$$F = \frac{6000}{60 - \left(30 + \frac{20}{2} \right) \times 4} = 75 \text{ Q.-Mtr.}$$

Es frägt sich nun, ob wir auch die genügende Anzahl Kalorien latenter Wärme zur Verfügung haben.

Aus dem Früheren haben wir gesehen, dass im Verdampfapparate 17400 Kilo Wasser zur Verdampfung gelangen. Ein Tripleeffet wird demnach im dritten Körper $\frac{17400}{3} = 5800$ Kilo Wasser zu verdampfen haben, und somit auch = 5800 Kilo 60grädigen Dampf liefern, welcher 564 Wärmeeinheiten pro 1 Kilo Dampf latente Wärme abgibt. Dieses sind $5800 \times 564 = 3,271.200$ W.-E., während wir im Ganzen für Diffusionswasser und Saturationssaft blos $420,000 + 360000 = 780000$ W.-E., d. i. kaum 25% von obiger Summe benötigen.

Desgleichen lässt sich bei c) der zweiten *Saturation und Filtration durch Verwendung* des Kondensationswassers und Aufwärmung desselben mittelst Brüden für die Zwecke der Absüssung der Filter und des Filterschlammes an direktem Dampfe sparen, und zwar beträgt diese Ersparniss $\frac{1}{3}$ des früher angeführten Dampfquantums, nämlich $\frac{15}{3} = 5\%$. Es bleibt demnach nun noch ein Bedarf an 10% direkten Dampfes statt 15%.

d) Die Verdampfung und e) das Fertigkochen im Vakuum.

Diese zwei Stationen kann man füglich in eine Station vereinigen, u. z. derart, dass man mittelst eines Tripleeffet die Säfte bis 50% Balling verdampft und mittelst desselben Tripleeffet die filtrirten Säfte bis 63% Bg. kalt gewogen verkocht und dann erst am Vakuum fertig kocht. Wir hätten somit einen Tripleeffet, dessen dritter Körper in zwei Körper zu theilen wäre. Und zwar in einen grösseren und einen kleineren. In dem grösseren Körper würde man

die Säfte bis zu 50% Bg. verdampfen, zur Filtration senden und dann nach der Filtration in dem kleineren Körper die filtrirten Säfte für das Vakuum vorkochen, u. z. bis zu einer Konzentration von ca. 73% Balling.

Der Dampfbedarf wäre in diesem Falle folgender:

Zu verdampfen sind 18000 Kilo Saft von 9 auf 50% Balling
 $= 14760 \text{ Ko. Wasser}$

das Wasser aus der Kalkmilch, und

Absüsswasser 2640 " "

das Wasser aus 3240 Dicksaft zu 50%

auf 63% $= 3240 (1 - \frac{50}{63}) = 668$ " "

Das Absüsswasser der Dicksaftfilter

ist 180 " "

In Summe . . . 18248 " "

Dieses Wasser kann à Tripleeffet verdampft werden, daher zur Verdampfung desselben

$\frac{18248}{2.85} = 6403$ Dampf nöthig oder 64% v. Rbngw.

Wir haben zur Disposition Retourdampf von den Dampfmaschinen 45% " "
 Demnach noch nöthig direkter Dampf 19% " "
 für den Tripleeffet.

In das Vakuum gelangen zum Verkochen auf fertige Waare 3240 - 668 = 2572 Dicksaft à 63% Bllg., aus welchem noch $2572 (1 - \frac{63}{100}) = 951$ Wasser zu verdampfen ist.

Diese 951 Kilo Wasser benötigen zu ihrer Verdampfung 1000 Kilo Dampf oder 10% vom Rübengewichte.

In Summe würde man also benötigen:

- a) zur Diffusion 5.0% Dampf von Rübengew.
- b) zur Sättigung 16.0% " " "
- c) zur 2. Sättigung, Filtration etc. 10.0% " " "
- d) zur Verdampfung 19.0% " " "
- e) zum Fertigkochen 10.0% " " "
- f) Dampfmaschinen 45.0% " " "
- g) Verlust etc. 5.2 " " "

In Summe 110.2% " " "

oder 110% Speisewassers, demnach dasselbe Resultat wie früher, indem die Differenz von 4.7% Speisewasser nicht einmal 1% Kohle repräsentirt.

Derartiger Kombinationen der Wärmebenützung sind sehr viele möglich, die ich jedoch nicht detaillirt vorrechnen will, gebe aber in Folgendem einige Zusammenstellungen, aus denen sich ein Jeder diejenige Kombination heraussuchen kann, die für seine Verhältnisse am besten passt.

I. Multiple Abdampfung ohne Verwerthung der zur Kondensation gehenden Brüden der letzten Verdampfkörper.

A. Expansionsdampfmaschinen mit Kondensation. Dampfverbrauch pro Stunde und Pferdekraft 16 Kilogramm.

Es wird verdampft mit		Double- effet	Triple- effet	Quadruple- effet	Quin- tupleeffet	Bemerkungen
Dampfverbrauch in Prozenten vom verarb. Rübenquantum	Dampfmaschinen *)	24.0	24.0	24.0	24.0	*) Bei diesen und allen nachfolgenden Tabellen ist eine Verarbeitung von 10000 Ko. Rübe und ein Saftabzug von 180% v. Rübengewichte zu Grunde gelegt. Abdampfung fraktionirt Von 9-50% Sacchanzeig. vor der Filtration, dann filtrirt u. in d. letzten Körpern b. 63% Sacchanz verdampft, d. unmittelbar d. Vacuum überzugeben.
	Verdampfung . .	93.0	64.0	48.0	38.0	
	Vakuum	10.0	10.0	10.0	10.0	
	Diffusion	15.0	15.0	15.0	15.0	
	Saturation	22.8	22.8	22.8	22.8	
	2. Sat., Filtration etc.	15.0	15.0	15.0	15.0	
	Verlust etc.	5.2	5.2	5.2	5.2	
	Summe . .	185.0	156.0	140.0	130.0	

B. Hochdruckdampfmaschinen. Dampfverbrauch pro Pferdekraft und Stunde 30 Kilogr. Ohne gespannten Retourdampf.

Es wird verdampft mit		Double- effet	Triple- effet	Quadruple- effet	Quin- tupleeffet	Bemerkungen
Dampfverbrauch in Prozenten vom verarb. Rübenquantum	Dampfmaschinen .	45.0	45.0	45.0	45.0	*) Nachdem der Retourdampf der Dampfmaschinen in Abzug gebracht wurde.
	Verdampfung*) .	48.0	19.0	3.0	0.0**)	
	Vakuum	10.0	10.0	10.0	10.0	
	Diffusion	15.0	15.0	15.0	15.0	
	Saturation	22.8	22.8	22.8	22.4	
	2. Sat., Filtration etc.	15.0	15.0	15.0	15.0	
	Verlust etc.	5.2	5.2	5.2	5.2	
	Summe . .	161.0	132.0	116.0	106.0	

C. Hochdruckdampfmaschinen mit $\frac{1}{2}$ Atmosphäre Ueberdruck
Spannung des Retourdampfes, demnach ein Dampfverbrauch
von 35 Kilo pro Pferdekraft und Stunde.

Es wird verdampft mit	Double- effet	Triple- effet	Quadruple- effet	Quin- tupleeffet	Bemerkungen
Dampfverbrauch in Prozenten vom verarb. Rübenquantum					
Dampfmaschinen .	52.5	52.0	52.5	52.5	*) Nach Abzug des Retourdampfes.
Verdampfung . .	40.5	11.5	—**) — ^{*)}	— ^{*)}	**) 4.5% Ueberschuss.
Vakuum	10.0	10.0	5.5	—	Wird zum Vakuum verwendet und kommt dorten in Abschlag.
Saturation	22.8	22.8	22.8	18.3	14.5% Ueberschuss.
2. Satt., Filtration etc.	15.0	15.0	15.0	15.0	Wird in Abzug gebracht mit 10% beim Vakuum und mit 4.5% bei der Saturation, wo derselbe zur Verwendung gelangt.
Verlust etc. . . .	5.2	5.2	5.2	5.2	
Summe . .	161.0	132.0	116.0	106.0	

D. Hochdruckdampfmaschinen. Dampfverbrauch 30 Kilo + 10 Kilo wegen der Spannung von 1 Atm. Ueberdruck des Retourdampfes = 40 Kilo pro Stunde und Pferdekraft.

Es wird verdampft mit	Double- effet	Triple- effet	Quadruple- effet	Quin- tupleeffet	Bemerkungen
Dampfverbrauch in Prozenten vom verarb. Rübenquantum					
Dampfmaschinen .	60.0	60.0	60.0	60.0	*) Nach Abzug des Retourdampfes.
Verdampfung **) .	38.0	4.0	—**) — ^{*)}	— ^{*)}	**) 12% Ueberschuss an Retourdampf, der mit 10% b. Vakuum, mit 2% bei der Saturation in Abrechnung gebracht wird.
Vakuum	10.0	10.0	—	—	
Diffusion	15.0	15.0	15.0	15.0	22% Retourdampf-überschuss, zu verwerthen 10% durch das Vakuum, 12% durch die Saturation.
Saturation	22.8	22.8	20.8	10.8	
2. Sat., Filtration etc.	15.0	15.0	15.0	15.0	
Verlust	5.2	5.2	5.2	5.2	
Summe . .	161.0	132.0	116.0	106.0	

Den Retourdampf-Ueberschuss den wir bei der Saturation in Abrechnung brachten, konnten wir bei jeder der anderen Stationen, die Dampf benötigen, in Abrechnung bringen.

Aus den Tabellen *B*, *C* und *D* ersehen wir, dass es sich gleich bleibt, ob wir bei den Dampfmaschinen mehr oder weniger Dampf in Verwendung nehmen, da wir den Mehrverbrauch an Dampf durch Verwendung des Retourdampfes paralysiren. *Dieses hat jedoch nur*

in solange seine Richtigkeit, als wir Verwendung für den Retourdampf haben. Sobald dieses nicht der Fall ist, treten Verluste ein, wie wir in den folgenden Tabellen sehen werden.

Auf die Post „Verlust“ habe ich keine weitere Rücksicht genommen. Es ist selbstverständlich, dass dieselbe in dem Masse wächst, als man mehr Dampf für die Dampfmaschinen in Verwendung nimmt.

II. Multiple Abdampfung mit Verwerthung der Wärme der Brüden aus den letzten Körpern des Verdampfapparates durch Anwärmung des Diffusionswassers und der Diffusionssäfte, welche zur Saturation gehen, mittelst Gegenstromrechauffeuren.

*A.**) Expansionsdampfmaschinen mit Kondensation. Dampfverbrauch 16 Kilo.*

Verdampft wird mit	Double-effet	Triple-effet	Quadruple-effet	Quintupleeffet	Bemerkungen
Dampfverbrauch in Prozenten von dem verarb. Röhrenquantum					
Dampfmaschinen	24.0	24.0	24.0	24.0	*) Die Zusammenstellung B. für eine Dampfmaschine mit 40 K. Dampfverbrauch ohne Rückdruck übergehe ich, da die Endresultate dieselben sind wie bei der folgenden Tabelle C.
Verdampfung . .	93.0	64.0	48.0	38.0	
Vakuum . . .	10.0	10.0	10.0	10.0	
Diffusion . . .	5.0	5.0	5.0	5.0	
Saturation . . .	9.2	9.2	9.2	9.2	
2. Sat., Filtration etc.	10.0	10.0	10.0	10.0	
Verluste etc. . .	5.2	5.2	5.2	5.2	
Summe . .	156.4	127.4	111.4	101.4	

C. Hochdruckdampfmaschinen. Dampfverbrauch 40 Ko. + 7 K. für den $\frac{1}{2}$ Atmosphäre Ueberdruck gespannten Retourdampf.

Verdampft wird mit	Double-effet	Triple-effet	Quadruple-effet	Quintupleeffet	Bemerkungen
Dampfverbrauch in Prozenten von dem verarb. Röhrenquantum					
Dampfmaschinen	70.0	70.0	70.0	70.0	*) Nach Abschlag des Retourdampfes. **) 6% Ueberschuss von Retourdampf wird beim Vakuum abgezogen. *) 22% Ueberschuss v. Retourdampf, wird beim Vakuum 10% und 12% beliebig vertheilt, in Summe am Schlusse abgezogen. *) 32% Ueberschuss von Retourdampf. Kommen 10% in Abzug beim Vakuum und 22% von der Hauptsumme wegen beliebiger Vertheilung.
Verdampfung*) .	23.0	—**) — ³⁾ — ⁴⁾	— ³⁾	— ⁴⁾	
Vakuum . . .	10.0	4.0	—	—	
Diffusion . . .	5.0	5.0	5.0	5.0	
Saturation . . .	9.2	9.2	9.2	9.2	
2 Sat., Filtration etc.	10.0	10.0	10.0	10.0	
Verlust . . .	5.2	5.2	5.2	5.2	
Summe . .	132.4	108.4	99.4	99.4	
obige Ersparniss abgezogen . .			12.0	22.0	
Wirklicher Dampfverbrauch . .	132.4	108.4	87.4	77.4	

D. Hochdruckdampfmaschinen. Dampfverbrauch direkt 40 Kilo und 13 Kilo zur Ueberwindung des Rückdruckes von 1 Atm. Ueberdruck des gespannten Retourdampfes.

Verdampft wird mit	Double- effet	Triple- effet	Quadruple- effet	Quin- tupleeffet	Bemerkungen
Dampfmaschinen	79.0	79.0	79.0	79.0	
Verdampfung*) .	14.0	—**) — ³⁾ — ⁴⁾			
Vakuum. . . .	10.0	—	—	—	³⁾ Nach Abschlag des Retourdampfes.
Diffusion	5.0	5.0	5.0	5.0	
Saturation	9.2	9.2	9.2	9.2	
2. Sat. u. Filtra- tion etc. . . .	10.0	10.0	10.0	10.0	^{**) 15%} Ueberschuss an Retourdampf; 10% v. Vakuum abzuziehen, 5% von der Summe.
Verlust	5.2	5.2	5.2	5.2	
Summe . .	132.4	108.4	108.4	108.4	³⁾ 31% Ueberschuss an Retourdampf; 10% v. Vakuum und 21% von d. Summe abzuziehen.
ab obige Erspar- niss		5.0	21.0	31.0	
Verblebt	132.4	103.4	87.4	77.4	
Hiezu nicht ver- brauchter Re- tourdampf, der gezwungen ist zum Dache he- rauszugehen . .				5) 1.6	⁴⁾ 41% Ueberschuss. 10% vom Vacuum u. 31% von der Summe abzuziehen.
Wirklicher Ver- brauch . .	132.4	103.4	87.4	79.0	

*) In diesem Falle ist somit die Spannung des Retourdampfes auf eine Atmosphäre Ueberdruck nicht gestattet, indem dieses zu direkten Verlusten führt.

Wenn auch diese Tabellen nicht Anspruch machen können auf absolute mathematische Genauigkeit, so kommen dieselben doch der Wirklichkeit so nahe, dass man selbe für unseren Zweck mit aller Zuverlässigkeit brauchen kann. Sie geben uns ein richtiges Bild der Dampfökonomie einer Zuckerfabrik nach diversen Richtungen. Verständlich für Jedermann.

Berechnet sind selbe nach den vorhergegangenen Prinzipien.

Ich füge noch eine Zusammenstellung der **theoretischen Gesammtheizfläche** der Verdampfapparate bei, die zu den einzelnen Zusammenstellungen nötig sind.

	Doubleeffet	Tripleeffet	Quadrupoleffet	Quintupoleffet
zu I, II. A.	250 □M.	380 □M.	407 □M.	633 □M.
„ I, II. D.	346 „	520 „	693 „	866 „

	Doubleeffet	Tripleeffet	Quadrupleeffet	Quintuplegeffet
zu I, II. C.	405 \square M.	603 \square M.	810 \square M.	1080 \square M.
„ I, II. B.	528 „	792 „	1066 „	1333 „

Nach der fraktionirten Verdampfung kommen noch 950 Kilo Wasser pro Stunde im Vakuum einzukochen.

(Schluss der ersten Abtheilung.)

HHCRB HAAH