

## **Erfahrungen mit dem Eindampfen und Verbrennen von Sulfitablage**

*Dipl.-Ing. Fred Kann*

Seit Beginn der Zellstoffproduktion beschäftigt das Problem der Ver-  
nichtung und Verwertung von Ablauge die Chemiker und Techniker.  
Die zahlreichen Patente, die auf diesem Gebiet erteilt wurden, sind ein  
Beweis dafür. Die Verwendbarkeit der Stoffe aus der Ablauge, entgegen  
ihrer anfallenden Menge, ist gering. Während des Krieges war man be-  
strebt, den Heizwert der Ablauge auszunützen und diese Zwangslage  
förderte die Errichtung zweckdienlicher Anlagen — so vor allem in  
Schweden.

Hat man das Verfahren der Eindampfung und Verbrennung von Ab-  
lauge auch bald erkannt, so stellten sich der Durchführung ungeheure  
Schwierigkeiten in der Materialfrage und der Finanzierung entgegen. Erst  
die Verwendung von säurefestem Stahl ermöglichte die Verdampfung  
der Ablauge in saurem Zustand, wie sie in der Kocherei anfällt. Immer  
neue Erfahrungen und Verbesserungen haben auf dem Wege der Ab-  
laugenverdampfung unter Vakuum dazu geführt, daß man verschiedene  
Eindampfanlagen erstellte.

Der Verlauf des Eindampfungsprozesses läßt sich in einer Stufe des  
Schemas einer Gegendruckanlage (Abb. 1) verfolgen.

Die Stufe ist mit einer Zwangszirkulation ausgestattet. Die Lauge tritt  
über ein Regulierventil in den Vorwärmer des Systems ein, wird in diesem  
vom Heizdampf im Gegenstromprinzip erwärmt und in den Verdampfungs-  
körper geleitet. Hier findet die eigentliche Verdampfung statt, weil die  
Ablauge entspannt und auf diese Weise Flüssigkeit in Dampfform abgibt.

Der abziehende Dampf, Brüden genannt, passiert einen Zyklonabscheider,  
in dem er von anhaftenden Flüssigkeitsteilchen getrennt wird und verläßt  
über den Austrittsstutzen den Verdampferkörper. Die Restflüssigkeit wird  
in dem Mitteltrichter gesammelt, in dem der Flüssigkeitsstandregler für  
die Einhaltung eines bestimmten Niveaus sorgt. Die Ablauge fließt durch  
das Mittelrohr der Umwälzpumpe wieder zu, die die Ablauge abermals  
durch den Vorwärmer drückt; in diesen tritt in kontinuierlichem Zulauf,  
geregelt vom Flüssigkeitsstandregler, neue Ablauge ein, entsprechend der  
verdampften Wassermenge. Bei diesem Eindampfungsprozeß besteht nun

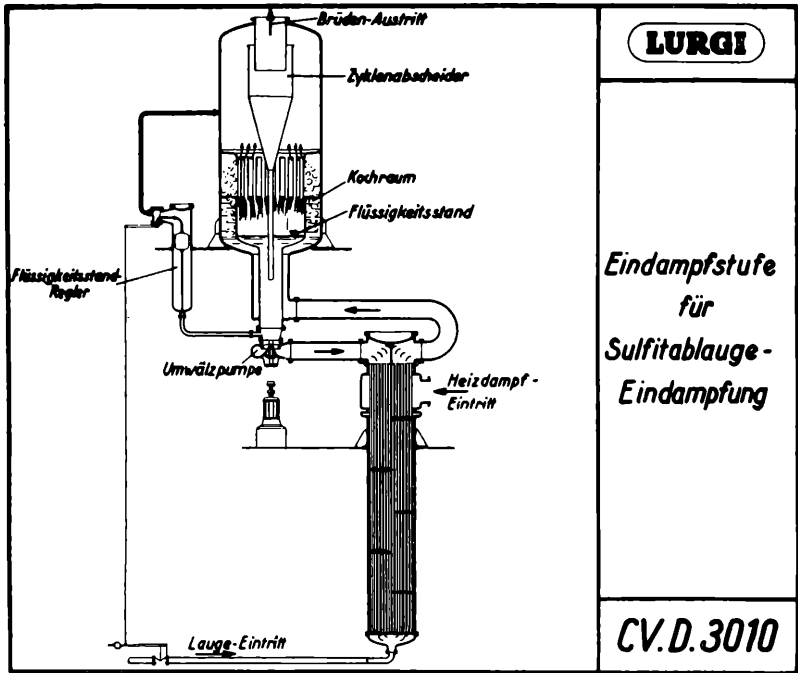


Abb. 1. Schaltschema einer Gegendruckanlage

die Gefahr, daß aus der Ablauge Kalziumsulfat ausgeschieden wird und an den Heizflächen des Vorwärmers kesselsteinartige Verkrustungen hervorruft. Die Folge solcher Verkrustungen der Vorwärmer ist ein schlechter Wärmeübergang von Dampf zur Ablauge. Es kann bei bestimmter Ablaugenkonsistenz und ungünstig hoher Dampftemperatur zu starken Verkrustungen innerhalb weniger Stunden kommen, die den gesamten Eindampfungsprozeß unterbinden.

Daraus geht eindeutig hervor, daß der Wärmeverbrauch je Kilogramm verdampften Wassers und die Verkrustungsmöglichkeit für die Funktion einer Eindampfanlage maßgebend sind. Von den verschiedenen Systemen, die im Laufe der Zeit entwickelt wurden, haben sich in technischen Großanlagen nur wenige bewährt. Gegendruckanlagen wurden von der Firma Rosenblad in Stockholm gebaut und haben den Vorteil eines geringen

Wärmebedarfes. Es ist dieses Verfahren ähnlich dem einer Gegendruckturbine.

Das Bild zeigt deutlich den Gegenstrom von Dampf und Ablauge. Der Druck des Frischdampfes beim Eintritt in die Anlage beträgt 6 bis 7 atü bei einer Temperatur von ungefähr 350°. Die Verdampfungstemperaturen in den Verdampferkörpern liegen durchwegs über 100° und somit tritt der Gegendruckdampf aus der letzten Stufe mit ca. 1,75 atü und ca. 116° aus. Dieser Dampf kann noch zu Heizzwecken verwendet werden. Falls die Verwendungsmöglichkeit für sauren Dampf gegeben ist, wird er direkt verwendet, sonst muß er in Dampfumformern wieder in normalen Wasserdampf verwandelt werden. Durch die Ausnützung des Wärmegefälles von 7 auf ca. 1,75 atü wird ein sehr geringer spezifischer Wärmeverbrauch erreicht. Er beträgt bei solchen Anlagen 40 Kalorien pro Kilogramm verdampften Wassers. Sosehr dieser geringe Wärmebedarf erwünscht ist, so ist doch der Nachteil dabei, daß die hohen Dampftemperaturen eine Krustenbildung an den Heizflächen begünstigen. Bekanntlich sinkt die Löslichkeit des Kalziumsulfates bei höheren Temperaturen stark ab und fördert somit die Verkrustung.

Ein anderes System benützt zur wirtschaftlichen Verdampfung das bekannte Prinzip der Wärmepumpe.

Abbildung 2 zeigt ein Schema einer Thermokompressionsanlage. Wir sehen wieder den Verdampferkörper, in den die Ablauge über einen Wärmeaustauscher geleitet wird, der vom Kondensat des Hauptwärmeaustauschers beheizt ist. In diesem wird die Ablauge nur gering aufgewärmt und tritt nach Verlassen desselben in den eigentlichen Verdampferkörper ein. In diesem ist eine geringere Temperatur. Es kommt daher bereits beim Eintritt der Ablauge zu einer Entspannung und somit zu einer Verdampfung. Die abziehenden Brüden werden durch einen Kompressor verdichtet und beheizen den bereits erwähnten Hauptwärmeaustauscher, der außerdem durch eine verhältnismäßig geringe Frischdampfzufuhr beheizt wird. Eine Umwälzpumpe hält die im Verdampferkörper befindliche Ablauge in Zirkulation über diesen Wärmeaustauscher. Ein Teilstrom der so eingedickten Ablauge wird kontinuierlich zur Verbrennung abgeführt. Der Wärmeverbrauch solcher Anlagen beträgt 55 bis 130 Kalorien pro Kilogramm verdampften Wassers. Der niedrige Wert gilt für Anlagen, bei denen der Kompressor von Gegendruckturbinen angetrieben wird; der hohe Wert entspricht Kondensationsturbinenantrieb. Die Verkrustungsgefahr dieser Anlagentype ist durch die niedere Dampftemperatur gering. Aber der hohe Kraftverbrauch für den Kompressor ist bei den hohen Strompreisen in unserem Land unökonomisch. Die meisten Zellstofffabriken verfügen über einen mehr oder weniger ausgeglichenen Energiehaushalt,

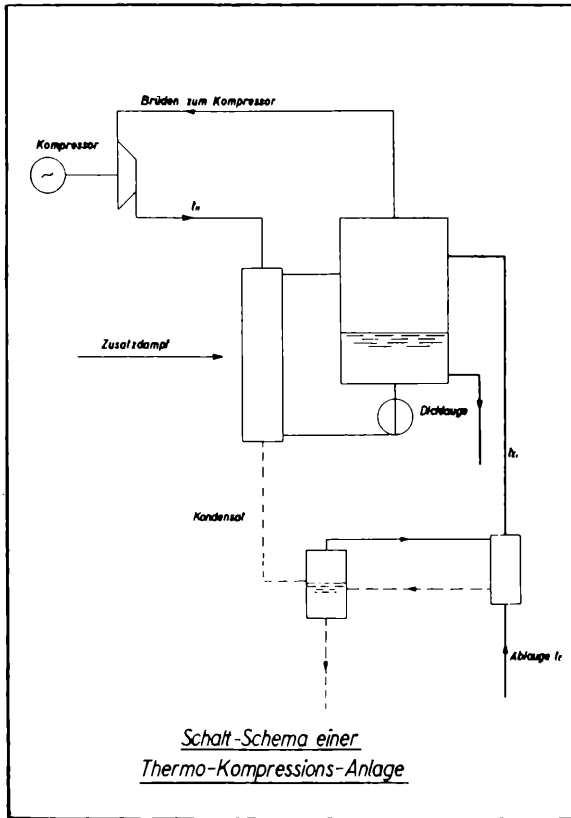


Abb. 2. Schaltschema einer Thermo-Kompressionsanlage

wobei der Strom zum Großteil in Gegendruckturbinen erzeugt wird. Bei Anwendung des Thermokompressionsverfahrens wird dieses Gleichgewicht empfindlich gestört und muß die notwendige Energie hierfür aus dem Überlandnetz bezogen werden.

Es ist zu beobachten, daß der Stromverbrauch im allgemeinen durch weitgehende Mechanisierung der Holz- und Stoffaufbereitung in Zellstofffabriken verhältnismäßig höher ansteigt, als die dem Dampfverbrauch entsprechende Stromerzeugung. Es wird daher in den meisten Fällen an-

gestrebt, eher mehr Gegendruckenergie zu erzeugen, als Strom zu brauchen. Das ist möglich bei Errichtung einer Vakuumanlage, die einen geringeren Stromverbrauch aufweist, als der möglichen Stromerzeuger aus dem Dampfverbrauch entspricht.

All diese Erfahrungen und Erwägungen haben schließlich dazu geführt, daß in Lenzing eine der größten mehrstufigen Vakuumanlagen aufgestellt wurde.

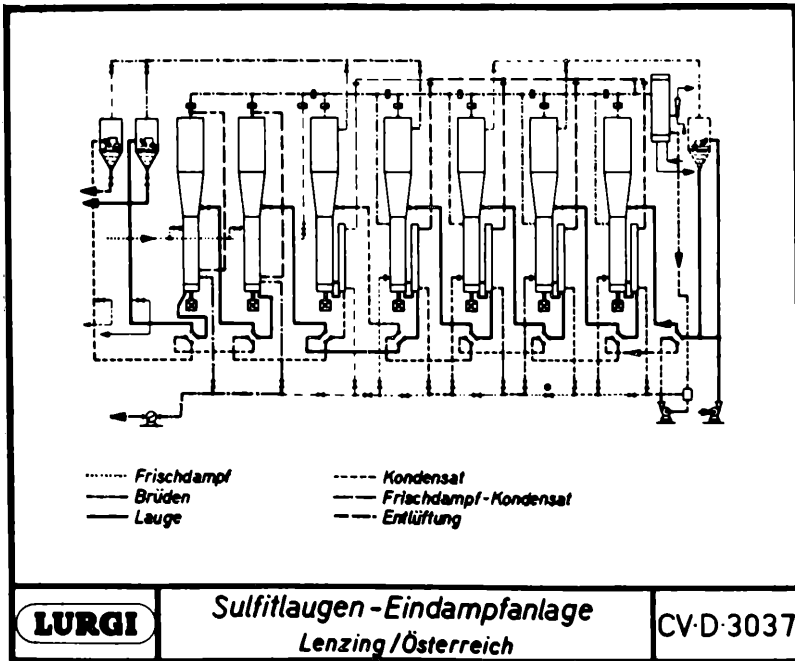


Abb. 3. Schaltschema einer mehrstufigen Vakuumanlage in Lenzing

Während des Krieges versuchte man durch die Erstellung einer Anlage, die nach den Plänen des schwedischen Ingenieurs Ramen gebildet wurde, das Abwasserproblem in der Ager zu lösen. In dieser Anlage wurde unter Vakuum die Ablauge auf ca. 35 % ATS voreingedickt, dann in einem Teilstrom der Verbrennungsgase bis zu Pulver getrocknet.

das Pulver selbst verbrannt und die Überschußwärme in einem Dampfkessel verwertet. Bei Inbetriebnahme zeigten sich Mängel; insbesondere war die Kontinuität des Betriebes nicht gegeben und somit eine der Hauptbedingungen für eine Abwasseranlage nicht erfüllt. Unter dem Druck der Verhältnisse wurde daher die Anlage nach dem Kriege zuerst in eine vier-, später in eine fünfstufige Vakuumanlage umgebaut und die Verbrennung in gemeinsamer Arbeit mit der Firma Lurgi neu entwickelt. Diese Anlage funktionierte, doch genügte ihre Kapazität bald nicht mehr der höheren Produktion und den höheren Anforderungen der Wasserrechtsbehörde. Erst die jahrelangen Erfahrungen und angewandten Verbesserungen konnten in Lenzing zu dem Entschluß führen, eine Anlage zu errichten, die die größte ihrer Art in Europa -- ausgenommen Schweden und Finnland -- darstellt. Es ist eine mehrstufige Vakuumanlage, deren Schaltschema Sie im Bild sehen. Sie ist nach den neuesten Erkenntnissen konstruiert und mit genügender Reserve ausgestattet, um dem obersten Grundsatz, nämlich dem der Kontinuität des Betriebes, gerecht zu werden.

Die Stufen werden nach dem Temperaturgefälle numeriert. Die Stufen 1 — 3 können mit Frischdampf beheizt werden, die übrigen Stufen jedoch nur mit Brüden der vorhergehenden Stufe. Die Anlage besitzt 7 Stufen und wird bei voller Kapazitätsausnützung doch nur als fünfstufige betrieben. Eine Stufe wird immer gespült und Stufe 1 und 2 oder 2 und 3 sind parallel geschaltet. Letzteres dann, wenn Stufe 1 gespült wird, daher auch der Frischdampfanschluß bei Stufe 3. Das Temperaturgefälle von der 1. bis 7. Stufe verläuft in gleichmäßigen Intervallen von ca. 15° zwischen 130—150° C. Die Brüden der letzten Stufe 7 werden in einen Oberflächenkondensator geleitet und dort niedergeschlagen. Die Restbrüden mit den übrigen Gasen werden von einer Vakuumpumpe erfaßt, die mit dem Kondensator das für den Betrieb der Anlage notwendige Vakuum erzeugt. An Stelle dieser Vakuumpumpe können auch Dampfektoren verwendet werden. Die Ablauge wird in diesem Fall entgegen der Heizrichtung geführt, nämlich von Stufe 7 zu Stufe 1. Die Sulfitablauge fällt bei Fichtenzellstoff mit einem Trockensubstanzgehalt von ca. 11,5 %, bei Buchenzellstoff mit ca. 16 % an. Durch das zwangsläufig hinzukommende Waschwasser wird die Eintrittskonsistenz mehr oder weniger verringert. Es ist dann die Aufgabe der Anlage, die Dünnlauge von der jeweiligen Eintrittskonsistenz auf mindestens 55 % ATS einzudicken. Diese Konsistenz ist notwendig, um eine gute Verbrennung zu erreichen. Die Verdampfung in den Stufen wird durch ständiges Beheizen aufrechterhalten. Die Ablauge tritt auf der Saugseite der Umwälzpumpe ein und wird von dieser durch peripher angeordnete Rohre gedrückt, die auf ihrer Außenseite von den Brüden bestrichen werden. Die so aufgewärmte Ablauge entspannt beim

Austritt aus dem Wärmeaustauscher. Die dabei eintretende Verdampfung wird durch zweckmäßige Einbauten gefördert, die für eine gute Durchwirbelung der Flüssigkeit sorgen. Die Ablauge wird in einem Trichter gesammelt und durch ein im Zentrum des Wärmeaustauschers angeordnetes Fallrohr der Umwälzpumpe wieder zugeführt. Ein Teilstrom der zurückgeführten Ablauge — die durch die Verdampfung einen Teil ihres Wassergehaltes bereits abgegeben hat — wird über einen separaten Vorwärmer in die nächste Stufe geleitet, wo der Verdampfungsprozeß in der gleichen Weise abläuft, nur bei einer — um das entsprechende Wärmegefälle — höheren Temperatur. Durch sinngemäße Konstruktion der Verdampferkörper, der Armaturen und Pumpen ist die Anlage vor funktionshemmenden Verkrustungen weitestgehend geschützt. Auf ihrem Weg durch die Anlage gelangt die Ablauge zuletzt in die 1. Stufe, in der, entsprechend der höheren Temperatur, ca. 130<sup>0</sup> C, Überdruck herrscht. Aus dieser Stufe tritt sie als Dicklauge in einen Entspanner aus, in dem sie auf ca. 95<sup>0</sup> C abgekühlt wird, um dann über einen Vorratsbehälter der Verbrennung zugeführt zu werden.

Durch diese zweckmäßige Konstruktion der Verdampferkörper und Wärmeaustauscher ist es möglich, den Wärmeverbrauch in den niedersten Grenzen für Vakuumanlagen zu halten. Er beträgt im Durchschnitt 130 Kalorien pro Kilogramm verdampften Wassers und kommt somit gleich dem früher erwähnten Dampfverbrauch bei Thermokompressionsanlagen mit Kondensationsturbinenantrieb, ohne den dort notwendigen hohen Kraftbedarf aufzuweisen. Der Kraftbedarf für die Umwälzpumpen ist bedeutend geringer als die Krafterzeugung in den Gegendruckturbinen, die durch den Dampfbedarf der Anlage ermöglicht wird.

Die Ausbildung des Zirkulationssystems ist so getroffen, daß in den Wärmeaustauschern keine Verdampfung stattfindet, wodurch Verkrustungen der Heizfläche weitestgehend vermieden werden. Das zweckmäßige Spülsystem hilft die noch auftretenden Verkrustungen zu beseitigen. Wenn man bedenkt, daß vor 10 Jahren in einer Eindampfanlage einer deutschen Zellstofffabrik ständig 5 Mann damit beschäftigt waren, verkrustete Wärmeaustauscher zu reinigen, so ist der Vorteil dieser Anordnung offenbar: daß allein durch periodisches Spülen die unvermeidlichen Verkrustungen entfernt werden können.

Auch die Verbrennung der in der Eindampfanlage gewonnenen Dicklauge ist nicht einfach durchzuführen, da es sich um einen Brennstoff mit geringerem Heizwert handelt, der außerdem noch 45 % Feuchtigkeit enthält. Dicklauge in vorhandenen Kesseln irgendwie durch Einspritzen zu verbrennen, ist unmöglich. Es wurden auch auf diesem Gebiet viele Erfahrungen gesammelt, die in zwei der bekanntesten Systeme verwertet wurden.

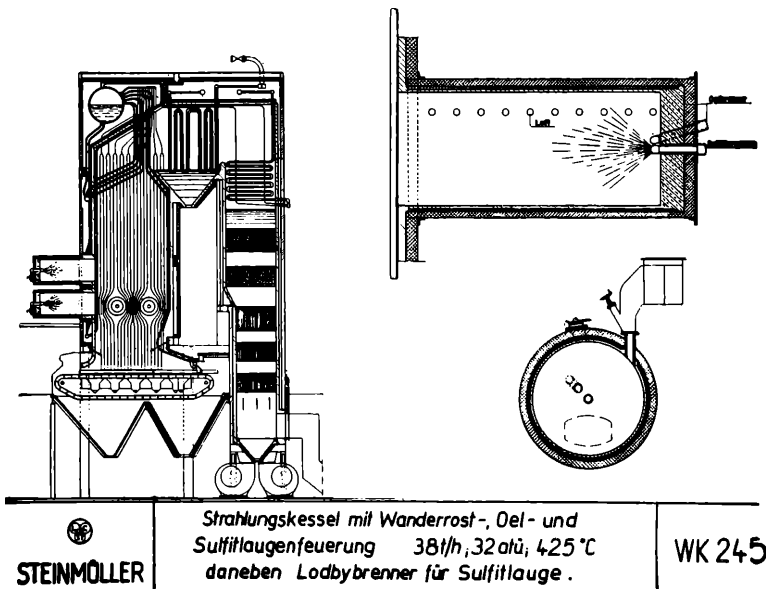


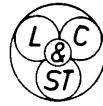
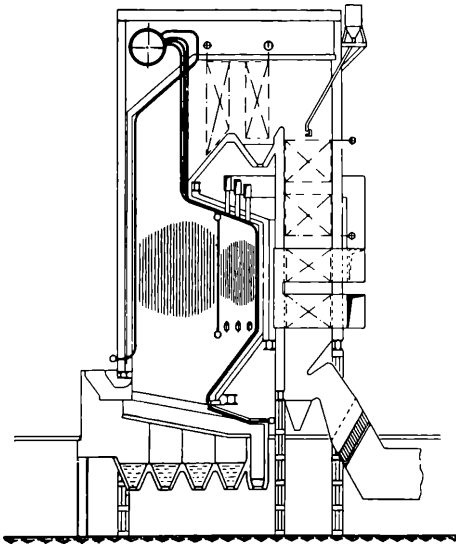
Abb. 4. Ablagenverbrennung in einer an den Kessel angebauten Muffel

Das eine System besteht aus einer Muffel, in die ein Zirkulationsbrenner eingeführt ist. Die Muffel selbst wird an geeigneter Stelle an den Kessel angebaut. Dieses System ist für kleinere Dicklaugenmengen geeignet. Ein Nachteil ist, daß die Rauchgasführung von anderen Brennstoffen gestört wird.

Die andere Verbrennungsanordnung wurde in Lenzing gemeinsam mit der Firma Lurgi entwickelt. Es handelt sich dabei um eine Brennkammer, in die Ablauge unter Druck eingespritzt und zerstäubt wird. Am oberen Ende der Kammer kommt die Trockensubstanz der Ablauge zur Verbrennung und die Rauchgase ziehen entgegen der eingespritzten Ablauge in den Feuerraum des Kessels, wo sie sich ohne Wirbelung mit den Rauchgasen des Kohlenfeuers verbinden. Auf dem Wege vom oberen Ende der Kammer bis zu den Einspritzdüsen nehmen sie noch das überschüssige Wasser der Dicklauge auf und führen es in Dampfform mit ab.

Der Kessel ist mit einem großen Feuerraum ausgestattet. Die Brennkammer ist im Mittelteil des Kessels angeordnet und die Seitenwände wer-





Steinmüller

Strahlungskessel

Dampfleistung: 40 t/h

Genehmigungsdruck:  
87 atüHeißdampf temperatur:  
450 °CBrennstoff: Braunkohle  
+ Lauge

L5/55

Abb. 5. Ablaugenverbrennung in der Brennkammer,  
die in den Feuerraum eines Dampfkessels  
eingebaut ist

den durch ein Rohrsystem gekühlt, das an das Kesselsystem angeschlossen ist. Der Ausbrand der Ablauge ist sehr gut, in der Flugasche sind nur Spuren von Unverbranntem zu finden. Begünstigt wird der Ausbrand durch das am Rost normalerweise unterhaltene Kohlenfeuer. Bei Verbrennung von Ablauge allein ohne Kohle belegt Ablaugenasche den Rost und bewirkt ebenfalls eine gute Verbrennung. Die Bauart des Kessels in zwei Zügen verhindert Flugaschenablagerungen in den Ecken und Rauchgaskehren. Dieser Kessel ist seit Jänner 1957 in Lenzing in Betrieb und arbeitet mit sehr gutem Wirkungsgrad.

Die Eindampfung und Verbrennung der Sulfitablauge ist somit ein wirksames Mittel zur möglichst weitgehenden Reinhaltung unserer Flüsse. Es darf aber nicht übersehen werden, welche große Schwierigkeiten nicht

nur bei der Planung solcher Anlagen, sondern auch bei der Finanzierung auftreten.

Ich hoffe, Ihnen durch meine Ausführungen einen Einblick in die Möglichkeiten, Sulfitablauge einzudampfen und zu verbrennen, gegeben und Ihr Verständnis für die Größe der Probleme geweckt zu haben.

## DISKUSSION

Liepolt

Glauben Sie, daß die Naßverbrennung uns die Lösung des Abwasserproblems bringen wird?

Kann

Das Verfahren der Naßverbrennung wurde in dem Vortrag nicht erwähnt, da es verfrüht ist, darüber zu sprechen. Die Naßverbrennung ist bisher lediglich in einer Versuchsanlage in Amerika durchgeführt worden. In Norwegen ist eine Großanlage im Bau. Bis jedoch Erfahrungen mit diesem Verfahren vorliegen, werden noch Jahre vergehen. Aus den bisherigen Ergebnissen ist zu erkennen, daß dieses Verfahren einen hohen Kraftaufwand erfordert, den wir uns in österreichischen Zellstofffabriken nicht leisten können. Die Angaben des Herrn Dr. Schmidt, Karlsruhe, in seinem Wiener Vortrag, wonach eine Zellstofffabrik mit einer Tagesproduktion von 100 Tonnen für die Naßverbrennung allein 6000 kW benötigt, sind ein Beweis hiefür. Außerdem wird der finanzielle Aufwand infolge des hohen Druckes, der zur Anwendung kommt, bedeutend höher sein, als bei anderen Eindampf- und Verbrennungsanlagen.

Liepolt

Hat man versucht, diese Inkrustationen zu verhindern?

Kann

Die in dem Vortrag erwähnten Verkrustungen stören vor allem durch Verhinderung des Wärmeüberganges vom Dampf auf die Lauge. Die Verkrustungen der Heizflächen versucht man durch Impfung der Abflauge mit Gipsschlamm zu verhindern, da auf diese Weise Kristallisationskeime gebildet werden, an denen sich Gips ansetzt und somit von der Heizfläche ferngehalten wird. Aber auch dieses Mittel wirkt nicht absolut.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1957

Band/Volume: [1957](#)

Autor(en)/Author(s): Kann Fred

Artikel/Article: [Erfahrungen mit dem Eindampfen und Verbrennen von Sulfitablauge 272-281](#)