

Die Chemische Fabrik

1337—1350 u. P. 139—140

Inhaltsverzeichnis: Siehe Anzeigenteil S. 15

10. November 1927

Sechs Jahre Erfahrungen mit Kolloidmühlen.

Von Dr. OTTO AUSPITZER, Neu-Oderberg (C.S.R.).

Vortrag, gehalten auf der Achema V, Essen 1927.

Unter den versammelten Fachkollegen werden gewiß viele sich noch erinnern können, welch großes Aufsehen wenige Jahre nach dem Kriege die Veröffentlichungen der Herren Plauson und Ing. Block über die sogenannte Kolloidmühle machten. Insbesondere auf der Achema 1922 in Hamburg und auf der Gründungs-Hauptversammlung der Kolloidgesellschaft in Leipzig stand die Kolloidmühle mit im Mittelpunkte des Interesses. Seitdem ist es von der Kolloidmühle stiller geworden. Untersucht man, warum eine so interessante Erfindung sich nicht durchsetzen konnte, so findet man, wenn man von allen persönlichen Momenten, übertriebenem Optimismus auf der einen, getäuschten Erwartungen auf der anderen Seite absieht, zwei sachliche Gründe: Einmal und in erster Linie den hohen Kraftverbrauch der Kolloidmühle, der das wirtschaftliche Anwendungsbereich der Kolloidmühle von vornherein stark einschränkte, andererseits der Umstand, daß die Kolloidmühle vielleicht um ein paar Jahre zu früh zur Welt kam. Meist verhält es sich doch so, daß zur Ausführung bestimmter physikalischer und chemischer Vorgänge die Apparatur gesucht wird; bei der Kolloidmühle war es sozusagen umgekehrt; eines schönen Tages stand sie da und es wurde darauflos experimentiert, was man mit ihr machen könne. Die Wunder, die man von dieser Apparatur erwartete, hat sie nicht geleistet, daß aber die Kolloidmühle, in richtiger Weise angewendet, ein wertvolles Hilfsmittel chemischer Betriebsführung sein kann, möchte ich im folgenden darlegen.

Ich begann meine Versuche im Jahre 1921 mit einer Kolloidmühle System Plauson, gerade zu einer Zeit, als es auch den eifrigsten Aposteln der neuen mechanischen Kolloidlehre zu dämmern begann, daß es mit dem reinen Zerschlagen bis zur kolloiden Dimension doch nicht so einfach sei. Schon die erste Voraussetzung, das „Zerschlagen“ zwischen dem Schläger-Hammer und dem Wasser-Ambos — ein damals viel gebrauchter Vergleich —, stimmte zumindest nicht in der damals behaupteten Allgemeinheit. Der Umstand, daß gewisse Materialien, wie Weichgummiabfälle, bestimmte Faserstoffe, fast unverändert die Mühle durchliefen, veranlaßte zu Versuchen, wie denn eigentlich die Zerkleinerungsarbeit in der Mühle vor sich gehe. Als Testobjekt diente Weizenstärke. Und da ergab sich als erste Überraschung, daß in dem Mahlgute auch bei noch so lang gesteigerter Schlagzeit fast keine Bruchstücke von Stärkekörnern gefunden wurden, wohl aber an Größe ständig abnehmende Körnchen, die den ursprünglich vorhandenen Körnchen geometrisch ähnlich waren. Also das Bild einer typischen Schleif-, nicht aber das einer Schlagwirkung.

Eine zweite Vorfrage war das Studium der richtigen Tourenzahl der Kolloidmühle. Genau genommen kommt es selbstverständlich nicht auf die Drehzahl als solche, sondern auf die Umfangsgeschwindigkeit des Schlagkreuzes an. Da aber alle im folgenden erwähnten Versuche mit gleich dimensionierten Schlagräädern vorgenommen wurden, darf ich mich wohl einfachheitsshalber auf die Tourenzahl beziehen.

Auch da galt es zunächst gewissermaßen einen Abergläuben zu überwinden, den von der alleinseligmachenden extrem hohen Tourenzahl. Noch heute liegt ein auf meine Anregung von meinem früheren Mitarbeiter Ing. Kaiser sehr nett durchkonstruierter, aber — ich möchte heute fast sagen glücklicherweise — unausgeführt gebliebener Entwurf vor, bei dem wir die Wirkung einer Kolloidmühle von 30 000 Touren dadurch erreichen wollten, daß zwei Schlägersätze sich mit einer Drehzahl von je 15 000 Touren gegeneinander bewegen sollten. Aber bald erwies es sich als ein Irrtum, wenn man angenommen hatte, daß der Schlageffekt proportional mit der Tourenzahl ansteige. Wir konnten wohl untere Grenzen feststellen, unterhalb derer ein bestimmter Schlagfolg nicht eintritt, aber ebenso fanden wir auch eine obere Grenze, deren Überschreitung die Arbeit zumindest unwirtschaftlich macht. Bezüglich der unteren Grenzen sprach man anfangs gern von sogenannten „kritischen Drehzahlen“. Daran ist so viel richtig, daß sich gewisse Effekte unterhalb eines bestimmten Tourenzahl-Bereiches überhaupt nicht einstellen; auch dann nicht, wenn die Schlagzeiten beliebig gesteigert werden. Die Übergänge vollziehen sich aber stetig; wenn daher von „kritischen Drehzahlen“ die Rede ist, darf man sich nicht analog zu den Ausdrücken „kritischer Druck“ oder „kritische Temperatur“ zahlenmäßig festlegbare Grenzwerte vorstellen.

Diese Versuche, wie auch die im folgenden noch erwähnten, die einen großen Teil der Jahre 1922 und 1923 ausfüllten, bewegten sich in zwei anfangs streng getrennten Richtungen; einmal die Verwendung der Mühle als Zerkleinerungsmaschine, zum anderen die Beschleunigung von Peptisationsvorgängen, die durch von Fall zu Fall ermittelte Peptisatoren eingeleitet und durch verschiedene Schutzkolloide unterstützt wurden. Allerdings machten wir bald die Erfahrung, daß auch auf diesem engen Arbeitsgebiete die Grenze zwischen physikalischen und chemischen Vorgängen im klassischen Sinne nur schwer zu ziehen ist. Auch ein reiner Zerkleinerungsvorgang, der die Bildung kolloider Dispersionen gar nicht anstrebt, vollzog sich mitunter am günstigsten nur in einem verhältnismäßig engen μ -Bereich.

Die Studien über die Drehzahl kamen schließlich in beiden Richtungen insofern zu einem gewissen Abschluß, als wir uns für bestimmte Arbeiten auf etwa 3000 bis 4000, für andere auf ein Gebiet von 6000 bis 9000 Touren festlegten. Die versuchsweise vorgenommene Steigerung der Umdrehungszahl einer unserer Kolloidmühlen auf 12 000 wurde wieder fallen gelassen, trotzdem sich der direkte Antrieb einer Mühle mittels einer Kleindampfturbine unter Verwendung des Abdampfes nicht ungünstig gestaltete.

Weitere Versuche bezogen sich auf den Einfluß der Natur des Dispersionsmittels auf den Verlauf des Schlagvorganges. Wie zu erwarten war, erhielten wir die höchsten Effekte stets nur in Wasser. Auffallend gering war hingegen die Schlagwirkung in Leinöl. Um kolloide

Suspensionen in Leinöl oder Firnis zu erhalten, mußten wir das Schlaggut erst in Wasser schlagen und dann in Leinöl bzw. Firnis überführen.

Zwei unerwartete Schwierigkeiten ergaben sich bei all diesen Versuchen, deren Zahl bald in die Hunderte ging. Die eine entstand dadurch, daß für einen derartigen Massenversuchsbetrieb die Methoden fehlten, um rasch und sicher den erzielten Schlagerfolg analytisch festzuhalten. Am mühevollsten gestaltete sich diese Arbeit bei den eigentlichen kolloiden Dispersionen. Hier waren die für die Technik ein wenig zu umständlichen Methoden des kolloidchemischen Laboratoriums nicht immer zu vermeiden. Einfacher gestaltete sich die Verfolgung der fortschreitenden Zerkleinerung, wenn die Teilchengröße von etwa $1\text{ }\mu$ nicht unterschritten wurde. In diesem Falle genügte meist die Feinheitsbestimmung im Sulfurimeter nach Chancel, allerdings immer unter der Voraussetzung, daß es sich um relativen Vergleich der Feinheit eines und desselben Materials handelte. Stoffe verschiedener Herkunft sind mit dem Chancel-Instrument nicht vergleichbar, da das Volumen des Sediments ja nicht nur von der Größe, sondern auch von der Form der Einzelteilchen abhängt. Dazu kommt noch, daß gerade die Kolloidmühle im allgemeinen weitgehend heterodispere Gemische erzeugt, was für die technische Verwendung oft ein Vorteil ist, die dispersoid-analytische Beurteilung aber erschwert.

Unangenehmer als diese Schwierigkeit, deren Überwindung ja nur Geduld erforderte, machte sich bald der überaus starke Verschleiß der Schlagmesser der Plausonmühle bemerkbar; wir versuchten die höchstwertigsten Sonderstähle, bis wir schließlich darauf kamen, daß die Haltbarkeit der Schläger viel weniger von der Natur des Stahls als von der Härtung abhängt. Heute verwenden wir Schläger, die aus gewöhnlichem Breiteisen in eigener Werkstatt erzeugt und möglichst hoch gehärtet werden. Solche Schläger sind sehr billig und halten viele Hunderte von Schlagstunden aus.

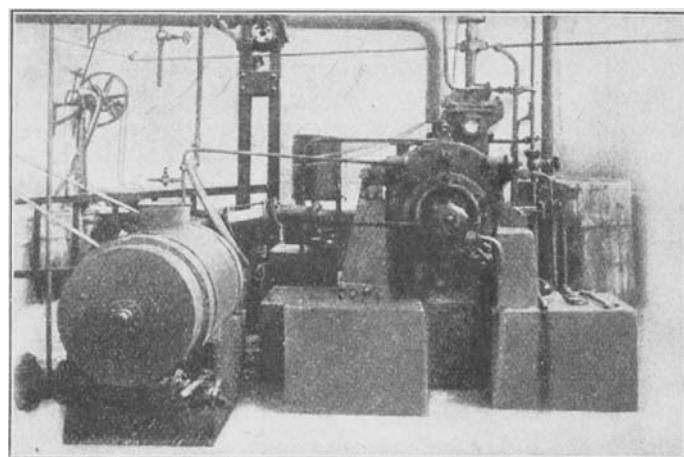
Ehe noch diese Versuchsreihen abgeschlossen waren, wurde eine Reihe von Fabrikationen aufgenommen, die sich der Kolloidmühle teils zur Zerkleinerungsarbeit, teils zur Herstellung kolloidaler Dispersionen bedienten. In dem Maße, wie die normale Fabrikation an Umfang wuchs, wurde das Bedürfnis nach einer Kolloidmühle mit geringerem Kraftverbrauch und tunlichst kontinuierlicher oder wenigstens halbkontinuierlicher Arbeit immer größer. Nach mehreren vergeblichen Versuchen kamen wir so zur Konstruktion der sogenannten Kolloidmühle „System Oderberg“, so benannt, weil sie in den Oderberger chemischen Werken von mir gemeinsam mit Ing. Kaiser und anderen Mitarbeitern der genannten Gesellschaft entwickelt wurde. Wenn ich über diese Mühle im folgenden kurz berichte, so soll damit über den Wert oder Unwert anderer, dem gleichen Zwecke dienender Konstruktionen ein Urteil nicht abgegeben werden. Den Weg für unsere Konstruktion wies uns die andauernde Beobachtung der in der Plausonmühle auftretenden Korrosionen. An der Innenseite des Mantels wies nämlich diese Mühle alsbald Ausscheuerungen auf, die aussahen, als ob nicht Wasser, sondern ein Sandstrahlgebläse sie bewirkt hätte. Wir sagten uns also, man müsse dem Mahlgut die Möglichkeit geben, die Mühle unmittelbar hinter der Schlagstelle tangential zu verlassen. Die gewählte Anordnung zeigt folgendes Lichtbild.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist die Form des Austrittsstutzens. Ein gerader Stutzen verlegt die Bremswirkung der Plausonmühle großenteils in den Stutzen. Wählt man das Austrittsrohr so, daß es der para-

bolischen Kurve, in welcher das Gut freiwillig austreten würde, nachgebildet ist, so tritt eine Kraftersparnis von 80% und mehr, je nach der Beschaffenheit des Schlaggutes, gegenüber der Plausonmühle ein.

Es zeigt sich also, daß in der Kolloidmühle „System Plauson“ und anscheinend auch in der Premier Mill, die ich in Amerika zu sehen Gelegenheit hatte, der weitaus größte Teil der aufgewendeten Kraft lediglich zur Überwindung der Reibung zwischen Mahlgut und Gehäuse erforderlich ist.

Zunächst scheint es überraschend, daß man durch eine so geringe Abänderung gegenüber der Kolloidmühle System Plauson eine so große Kraftersparnis erzielen kann. Aber der Eingriff in die alte Konstruktion ist doch tiefergehend, als es auf den ersten Blick zu sehen ist. Man braucht sich nur zu vergegenwärtigen, daß bei der Plausonmühle mehrere Schlagstellen auf einer Kreislinie hintereinander angeordnet sind oder grundsätzlich angeordnet werden können, während bei der Oderberger Mühle überhaupt nur eine Schlagstelle möglich ist. Diese sogenannte Mühle erweist sich demnach als ein Mittelding zwischen einer Mühle und einem Pochwerk. Die Bewegung der Schläger ist dem Mühlenbau entnommen, das Gut bewegt sich wie in einem Pochwerk. Letzteres hat eine besondere Bedeutung; während bei Plauson- und anderen Mühlen mit kreisender Bewegung des Mahlgutes nur die Differenz



der Geschwindigkeiten zwischen dem Mahlgut und den Schlägern wirksam wurde, schlägt bei der Oderberger Mühle der Schläger mit voller Geschwindigkeit in das Gut, das nur mit etwa 1 m/sec. Geschwindigkeit der Schlagstelle zufliest.

Die Kolloidmühle „System Oderberg“ hat bereits an mehreren Stellen in vielmonatigem Tag- und Nachtbetrieb sich durchaus bewährt. Trotzdem ist selbstverständlich diese Lösung des Problems nicht die einzige mögliche. Ich habe schon einleitend bemerkt, daß die Kolloidmühle „System Plauson“ eigentlich mehr eine Reib- als eine Schlagmühle ist. Die Mühle „System Oderberg“ dürfte an der Grenze dieser beiden Typen stehen; es wäre aber eine interessante Aufgabe für den Ingenieur, eine Zerkleinerungsvorrichtung zu bauen, die rein auf dem Schlagprinzip beruht und dem Gut keine Möglichkeit zum Ausweichen gibt, also der bekannte Machsche Gewehrschußversuch in die Maschinentechnik übersetzt. Wir haben in Oderberg festgestellt, daß man ganz überraschende Effekte erzielt, wenn man das zu dispergierende Gut in einer zu zwei Dritteln gefüllten Stahlbombe einschlägt, in die mit möglichst großer Geschwindigkeit ein durch Exzenter angetriebener und durch eine Stopfbüchse geführter Kolben schlägt. Selbst-

verständlich treten hierbei, trotzdem wir die Bombe zum Schluß mit Kältesole kühlten, Temperaturerhöhungen ein, die einen länger dauernden Betrieb unmöglich machen. Aber es ließe sich auch hier eine ganz- oder halbkontinuierliche Antriebsform denken, etwa derart, daß der Schlagraum Ein- und Austrittsventile erhält, die während des Schlages geschlossen, während des Aufwärtsganges des Kolbens geöffnet sind, so daß das Schlaggut durch den Schlagraum zirkulieren kann, und doch letzterer während jedes Schlages geschlossen ist. Die konstruktiven Schwierigkeiten einer solchen Ausführung werden allerdings nicht gering sein.

Zum Schluß meiner Ausführungen noch eine kurze persönliche Bemerkung: Ich habe mich in meinem Vor-

trage über manches offen ausgesprochen, was sonst von Fabriken ängstlich geheimgehalten zu werden pflegt. Ich tat dies, weil ich überzeugter Anhänger des oft zitierten, aber nur allzu selten befolgten Grundsatzes bin: Die chinesische Mauer um eine Fabrik hat noch selten gehindert, daß die eigene Weisheit hinauskommt, stets aber fremder Weisheit erfolgreich den Eintritt verwehrt. Sollten meine Darlegungen den Erfolg haben, daß auch andere auf dem gleichen Arbeitsgebiet tätige Fachkollegen sich zu gleich offener Aussprache und Austausch der Erfahrungen bereit finden, so wären meine Mitteilungen vielleicht nicht ganz ohne Wert für die gemeinsame Arbeit, die ja der Zweck unserer Zusammenkünfte ist.

Zuschrift.

Von Ing. Jos. KAISER, Böh. Krumau (C.S.R.).

Zu dem Vortrag „Sechs Jahre Erfahrungen mit Kolloidmühlen“ von Dr. O. Auspitzer.

In seinem vorstehend abgedruckten Vortrag „Sechs Jahre Erfahrungen mit Kolloidmühlen“, nannte Dr. O. Auspitzer, Neu-Oderberg, im Zusammenhang mit der bei den Oderberger chemischen Werken entwickelten und durch DRP. 432 025 geschützten Mühlenkonstruktion mich als seinen Mitarbeiter.

Mir ist die beschriebene Mühlenkonstruktion zwar bekannt, doch fehlt meines Wissens deren praktische Erprobung, die, wie ich in der Folge zeigen werde, große Enttäuschungen bringen dürfte.

Die Nachteile der Plausonschen Kolloidmühle bestehen darin, daß das Mahlgut rotiert und große Reibung verursacht, deren Kraftverbrauch ich in meiner früheren Praxis bei den Wasserbremsen kennengelernt habe, und daß — wenigstens bei größeren Umfangsgeschwindigkeiten — auch Schälwirkungen, wie in Schälzentrifugen, eintreten, die bewirken, daß teilweise die festen Bestandteile des Mahlgutes sich im Gehäuseumfang anlegen und somit nicht geschlagen werden können.

Das Studium sämtlicher Naßmühlen zeigt, daß der Holländer in der Papierfabrikation eine erprobte Konstruktion einer Zerkleinerungsmaschine darstellt und bei demselben das Mahlgut auf eine Art geführt wird, daß selbst bei der höchsten Umfangsgeschwindigkeit des Schlagwerkes (Messerkörpers) keine Rotation des Gutes eintreten kann.

Die von mir praktisch erprobten Mühlen sind daher nach dem Holländerprinzip ausgeführt und haben keine tangentiale Durchführung des Mahlgutes durch eine Stelle des Mahlraumes wie die Oderberger Mühle (Abb. 1), sondern eine konzentrische, längs $\frac{1}{4}$ des Umfangs des Mühlengehäuses verlaufende, wie sie beim Holländer durch den sogenannten Kropf oder Sattel bedingt ist. (Abb. 2.)

Wenn das Mahlgut nur an einer Stelle des Gehäuseumfanges bei tangentialer Durchleitung geschlagen werden kann, so bedeutet dies einen wesentlichen Nachteil für den Schlageffekt. Nehmen wir an, das Schlagwerk hätte 24 Schläger bzw. Schlagstifte und macht 9000 Umdrehungen per Minute, so werden per Sekunde 3600 Schläge an einer Stelle des Schlagraumes erfolgen.

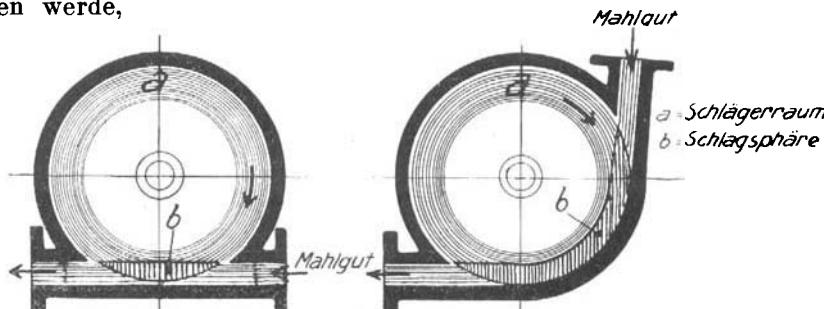


Abb. 1.

Abb. 2.

Wenn daher das Mahlgut bloß tangential durchgeleitet wird, so ist die Anzahl der Schläge per Zeiteinheit für die Flüssigkeitsteilchen minimal und verschieden, je nachdem die Teilchen mehr oder weniger von der Achse des Schlagwerkes entfernt sind bzw. kürzere oder längere Zeit in der Schlagsphäre des Schlägersystems sich bewegen. (Abb. 1.)

Der Mahleffekt, der sowohl von dem Impuls $\frac{mv^2}{2}$ als auch von der Anzahl der erfolgten Schläge abhängt, muß bei tangentialer Durchführung bedeutend geringer sein, als bei der nach dem Prinzip der Holländer gewählten Durchführung. (Abb. 2.) Der Unterschied der Flächen b in Abb. 1 und 2 zeigt dies klar. Die Praxis wird meinen Beweis bekräftigen.

Entgegnung.

Von Dr. O. Auspitzer.

Herr Ing. Jos. Kaiser hat als früherer Maschineningenieur der Oderberger chemischen Werke Aktiengesellschaft zuerst den Vorschlag gemacht, das Schlaggut aus der Kolloidmühle unmittelbar hinter der Schlagstelle austreten zu lassen. Ich hielt es daher für billig, seinen Anteil an der Konstruktion der Oder-

berger Mühle nicht unerwähnt zu lassen. Die Anordnung des Austrittsstutzens ist wohl das auffallendste, aber nicht das einzige wesentliche Merkmal der Oderberger Konstruktion. Daß die Kolloidmühle System Oderberg gegenüber einer Plauson-Mühle bei gleichem Kraftbedarf ein Vielfaches leistet, beruht nicht nur auf