

Verminderung des Energieaufwandes zur Entwässerung feinkörniger Erzkonzentrate*)

Reduction of the energy expenditure when dewatering ore concentrates with a high degree of fines

Réduction de la consommation d'énergie lors de la déshydratation de concentrés de minéraux à grains fins

Reducción del consumo de energía en la deshidratación de concentrados minerales, de grano fino

Dr.-Ing. H. Anlauf und Prof. Dr.-Ing. W. Stahl, Karlsruhe

Zusammenfassung

Die Abtrennung feinkörniger Feststoffe aus Erz-, Kohle- und Mineralkonzentraten erfolgt gewöhnlich mit Hilfe kontinuierlich arbeitender Vakuumfilter. Die geforderte Restfeuchte der auf diese Weise produzierten Filterkuchen wird häufig nicht erreicht, so daß energieaufwendige Zusatzmaßnahmen ergriffen werden müssen. Auf der Grundlage umfangreicher Forschungsarbeiten ist es möglich, technische Lösungen dieser Probleme anzubieten, die zu einer wirtschaftlicheren Entwässerung schwer zu filtrierender Aufbereitungskonzentrate führen. Die mechanische Entwässerung von Filterkuchen durch kontinuierliche Druckfiltration ist erheblich vorteilhafter als eine Kombination aus ungenügender Vakuumfiltration und thermischer Trocknung. Zusätzlich zur Ermittlung der optimalen Betriebsbedingungen sind neue Methoden zur Vermeidung von Schrumpfrissen in Filterkuchen entwickelt worden, und Fragen im Hinblick auf die konstruktive Gestaltung von Scheiben- und Trommelfiltern wurden untersucht.

Résumé

La séparation des solides à grains fins contenus dans les concentrés de minéraux et de charbon est effectuée normalement à l'aide de filtres à vide, à fonctionnement continu. Souvent, les tourteaux produits de cette manière ne possèdent pas l'humidité résiduelle nécessaire, de sorte qu'il faut prendre des mesures supplémentaires demandant des frais d'énergie plus élevés. C'est sur la base de vastes travaux de recherche qu'il est possible d'offrir des solutions techniques à ces problèmes, solutions qui conduisent à une déshydratation moins chère des concentrés de préparation, difficiles à filtrer. La déshydratation mécanique des tourteaux à l'aide de la filtration à pression continue est beaucoup plus avantageuse qu'une combinaison de la filtration à vide insuffisante et du séchage thermique. En plus de la détermination des conditions de fonctionnement optimales, on a mis au point des méthodes nouvelles, destinées à empêcher la formation de fissures, due à la contraction du tourteau; on a étudié également les problèmes relatifs à la forme constructive des filtres à disque et des filtres à tambour.

Vergleich der Kombination aus Vakuumfilter und Trockner mit der rein mechanischen Entfeuchtung durch Druckfiltration

Technische Lösungen für die Trennung solcher Suspensionen bestehen dann u. a. in

— der zusätzlichen thermischen Nachentwässerung in einem Trockner;

*) Vortrag auf dem 2nd International Symposium on Beneficiation and Agglomeration (17.-19. 12. 1986, Bhubaneswar, Indien)

Summary

The separation of fine particle solids from ore, coal and mineral concentrates is commonly accomplished with vacuum filters on a continual basis. The desired residual moisture of the filter cake thus built, is however, frequently not achieved, so that additional energy consuming accessory units are often required. Based upon the research work which has been carried out, engineering solutions leading to more economical dewatering of difficult to filter beneficiation concentrates are able to be presented. The mechanical dewatering of a filter cake by means of continual pressure filtration is substantially more advantageous than the use of a combination of inadequate vacuum filtration and following thermal drying. In addition to ascertaining the optimal operational conditions, new methods for the evasion of shrinkage cracks in filter cakes have also been developed, and questions regarding the design of disc- and drum-filters have been investigated.

Resumen

La separación de sólidos de grano fino, contenidos en los concentrados minerales y de carbón, suele realizarse con la ayuda de filtros al vacío, de funcionamiento continuo. Muchas veces no se consigue la humedad residual exigida a las tortas así producidas, de modo que hay que tomar medidas adicionales que suponen un elevado gasto de energía. Basándose en amplios trabajos de investigación, es posible ofrecer soluciones técnicas para estos problemas, las cuales conducen a una deshidratación más económica de los concentrados del proceso de preparación, difíciles de filtrar. La deshidratación mecánica de las tortas por medio de la filtración a presión continua es mucho más ventajosa que una combinación de filtración al vacío y desecación térmica. Además de la determinación de las condiciones óptimas de funcionamiento, han sido desarrollados nuevos métodos destinados a impedir la formación de grietas por contracción de la torta; y se estudiaron los problemas relacionados con la forma constructiva de los filtros de disco y de tambor.

Comparison of the combination of vacuum filter and dryer with the purely mechanical dewatering by pressure filtration

Engineering solutions for the separation of such suspensions include the following:

— additional thermal dewatering in a dryer;

— transition to discontinual or continual pressure filtration [1, 2, 3, 4].

— dem Übergang auf diskontinuierliche oder kontinuierliche Verfahren der Druckfiltration [1, 2, 3, 4].

Bevor die verschiedenen Aspekte des mechanischen Energieaufwandes detailliert erörtert werden, soll ein Vergleich verdeutlichen, daß in der Regel die rein mechanische Entfeuchtung jeder thermischen Trocknung vorzuziehen ist.

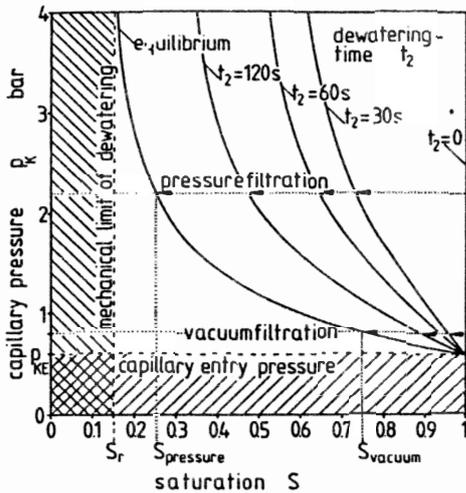


Bild 1: Kapillardruck-Kurve
Fig. 1: Capillary pressure curve

Die Kapillardruck-Kurve in Bild 1 zeigt, daß bei der Vakuumfiltration mit Druckdifferenzen bis max. etwa 0,8 bar ein gewisser Sättigungsgrad des Filterkuchens auf mechanischem Wege nicht unterschritten werden kann.

Ist beispielsweise zur nachfolgenden Pelletisierung von Eisenerzen ein geringerer Sättigungsgrad erforderlich, so muß bei rein mechanischer Entfeuchtung mit größerer Druckdifferenz filtriert werden.

Im folgenden soll der Vergleich zwischen mechanischer und thermischer Entfeuchtung an Beispielen aus dem Bereich der Filtration von Eisen- und Nichteisenkonzentrationen diskutiert werden.

Die dafür verwendeten Meßwerte entstammen Experimenten, die an einer Labordruckfilterapparatur [5] und an einem kontinuierlich arbeitenden Pilot-Druck-Trommelfilter [6] ausgeführt wurden.

In Bild 2 ist für ein magnetisches Eisenerz die spezifische Entfeuchtungsenergie über dem Sättigungsgrad des Filterkuchens aufgetragen.

Die zur Wasserverdampfung erforderliche Energie nimmt linear mit abnehmender Sättigung zu.

Diese Gerade läuft nicht aus dem Punkt $S = 1$ und $w_1 = 0$ heraus, sondern weist im Punkt völliger Kuchensättigung schon einen Wert für die spezifische Energie auf. Dieser Sockelbetrag beinhaltet die Erwärmung von Feststoff und Filtrat im Temperaturbereich zwischen 20°C und 100°C .

Wenn durch eine ungenügende mechanische Entfeuchtung schon ein Teil des Filtrates aus den Filterkucheporen entfernt werden kann, so verringert sich dieser Sockelbetrag, da das schon entfernte Filtrat nicht mehr erwärmt werden muß. Außerdem beginnt die Gerade bei einem Sättigungsgrad $S < 1$.

Im Gegensatz zum linear ansteigenden Verlauf der Kurve für den spezifischen thermischen Energieverbrauch wächst die spezifische mechanisch aufzubringende Energie mit fallendem Sättigungsgrad progressiv an. Im Bereich zwischen völliger Porensättigung und dem ersten Luftdurchbruch strömt noch keine Luft frei durch entleerte Poren von Filterkuchen und -tuch. Im weiteren Entfeuchtungsverlauf steigt die zur Aufrechterhaltung der treibenden Druckdifferenz benötigte Luftmenge progressiv an, denn immer mehr Poren des Filterkuchens werden von Filtrat befreit.

In Bild 2 sind für diesen Zusammenhang vier Beispiele für vier verschiedene Druckdifferenzen angegeben. Die

Before the various aspects of the mechanical energy expenditure are to be discussed in more detail, a comparison is to make plain that the purely mechanical dewatering is to be given preference over any type of thermal drying.

The capillary pressure curve in Fig. 1 shows that in the case of vacuum filtration with a pressure difference of approx. 0.8 bar max., a certain level of filter cake saturation can not be reduced by mechanical methods.

Should a lower saturation level be required, e.g. for the pelleting of iron ore, then the pure mechanical dewatering must be conducted with a greater pressure difference.

In the following, the comparison between mechanical and thermal dewatering is to be discussed, with the aid of examples from the fields of iron and non-ferrous slurry filtration.

For this purpose the measured values used result from experiments conducted with a laboratory pressure filter apparatus [5] and a continually operating pilot scale drum filter [6].

In Fig. 2 the specific dewatering energy is plotted as a function of the filter cake saturation level for a magnetic iron ore. The energy necessary to boil off the water increases linearly with decreasing saturation.

This line, however, does not pass through the point $S = 1$ and $w_1 = 0$, but at complete saturation, a certain specific energy value exists. This basic value incorporates the warming of the solids and filtrate between 20°C and 100°C .

Should, in the case of an insufficient mechanical dewatering, some of the filtrate already be removed, then the basic value is lower, as the removed filtrate obviously no longer has to be heated. Moreover, the line begins at a saturation level of $S < 1$.

Contrary to the linearly increasing function trend of the specific thermal energy consumption, the necessary specific mechanical energy increases progressively with falling saturation. In the region between complete saturation and initial air break-through, no air freely permeates the dewatered filter cake and cloth pores.

During the further course of dewatering the air quantity, necessary in order to maintain the driving pressure difference, increases progressively as progressively more pores are rid of the filtrate.

To illustrate this fact, four examples for four different pressure differences are shown in Fig. 2. In each case, the cakes were 5 mm high and the dewatering ceased after 120 s.

It may be observed that whilst an increase of pressure difference considerably reduces the level of saturation the energy expenditure, however, increases.

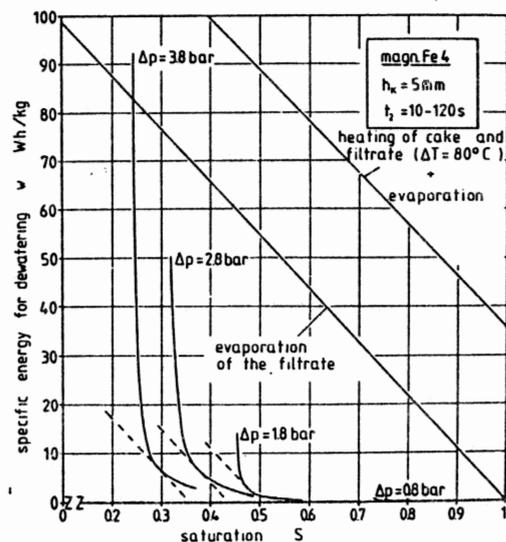


Bild 2: Vergleich mechanischer und thermischer Entfeuchtung
Fig. 2: Comparison between mechanical and thermal dewatering

Kuchenhöhe betrug einheitlich 5 mm, und die Entfeuchtungszeit wurde nach 120 s abgebrochen.

Es ist zu erkennen, daß mit gesteigerter Druckdifferenz der Sättigungsgrad deutlich abgesenkt werden kann, daß dafür aber auch mehr Energie aufgewendet werden muß.

Jede Kurve durchläuft einen Punkt, in dem ihre Steigung gerade derjenigen des thermischen Energieverlaufs entspricht.

Ab diesem Punkt muß für jede weitere Entfeuchtung vergleichsweise mehr mechanische als thermische Energie aufgewendet werden.

Dies ist ein Hinweis darauf, daß man besonders bei der Druckfiltration mit fortschreitender Entfeuchtung leicht in Gefahr gerät, um einiger Zehntelprozent Restfeuchteabsenkung willen unwirtschaftlich viel Luft durch den Filterkuchen strömen zu lassen.

Bei der kontinuierlichen Druckfiltration schwer filtrierbarer Suspensionen ist jedoch die mechanische Entfeuchtung mit Luftdurchsatz in der Regel wesentlich energiesparender als die thermische Entfeuchtung durch Verdampfung.

Analyse der einzelnen Komponenten des Luftverbrauches

Die Menge der Luft, welche beim Betrieb eines Trommel- oder Scheibenfilters verdichtet werden muß, um die treibende Druckdifferenz aufrechtzuerhalten, hängt im wesentlichen von drei Einflußgrößen ab:

- Maschinengestaltung;
- Betriebseinstellung;
- Produkteigenschaften.

Dabei stehen diese Einflußgrößen in einem engen Wechselverhältnis zueinander und beeinflussen sich gegenseitig.

Betrachtet man sich den gesamten Luftvolumenstrom durch ein Filter, so teilt er sich hauptsächlich in folgende Teilströme auf:

- Luftstrom durch den teilentfeuchteten Filterkuchen hindurch;
- „Schöpfvolumenstrom“ zur Evakuierung der Filterzellen und des Filtratrohrsystems;
- Luftstrom zur Unterstützung der Filterkuchenabnahme durch Druckluftrückstoß;
- Verlustluftstrom bei der Ausschleusung des Feststoffs aus dem Druckraum heraus;
- Fehlluftströme durch Undichtigkeiten z.B. am Steuerkopf des Filters;
- bei Trommelfiltern findet man häufig noch eine sogenannte „Blubberzone“, in der zur Reinigung des Filtermediums von anhaftenden Partikeln Druckluft aus der Zelle durch das Filtertuch hindurch in die Suspension geblasen wird.

Diese einzelnen Komponenten des Gesamtluftverbrauches müssen getrennt auf ihre Beeinflussbarkeit hin untersucht werden.

Luftstrom durch den teilentfeuchteten Filterkuchen hindurch

Dieser Anteil am insgesamt benötigten Luftvolumenstrom besitzt die größte Bedeutung für den resultierenden Gesamtenergieverbrauch. Hier spielen konstruktive Gesichtspunkte, Produkteigenschaften und die Wahl der Betriebseinstellung eine Rolle.

Konstruktive Gesichtspunkte spielen besonders beim Scheibenfilter eine bedeutende Rolle [7].

Der Filterkuchen weist über der Fläche eines Filtersegments unterschiedliche Höhen auf, wie in Bild 3 zu erkennen ist.

Diese Kuchenhöhenverteilung resultiert aus der unterschiedlich langen Aufenthaltszeit der einzelnen Flächenelemente des Segmentes in der Suspension. In Bild 4 sind zwei zeitlich aufeinanderfolgende Positionen einer Filterzelle angedeutet. In der ersten Segmentposition wird auf der

Each function intersects a certain location, at which the slope of the curves corresponds to those of the thermal energy.

From this point onward, further dewatering required comparatively more energy than the thermal process.

This indicates that especially in the case of pressure filtration when the region of extensive dewatering is reached, the danger exists of allowing an uneconomically large air volume to flow through the cake, just for the sake of reducing the cake's residual moisture by a few tenths %.

However, as far as the continual pressure filtration of difficult to filter suspensions is concerned, the mechanical dewatering even with air permeation generally requires substantially less energy than the thermal drying by means of evaporation.

Analysis of the single components of the air consumption

The amount of air which must necessarily be compressed for the operation of a drum or disc filter, in order to maintain the driving pressure difference, depends essentially upon three parameters:

- Machine design;
- Operational settings;
- Product characteristics;

whereby these parameters stand in close interrelationship.

If one considers the complete air volume flow through a filter, then it will be seen to consist of the following sub-flows:

- Air flow through the partly dewatered filter cake;
- Air flow for the evacuation of the filter cells and the filtrate piping system;
- Air flow for the assistance of the filter cake removal by means of a compressed air pulse;
- Air losses incurred when removing the solids from the pressure-vessel;
- Air losses due to leakage e.g. at the filter's control-head;
- In the case of drum filters, a special zone in the control-head can often be found, in which the filter medium is cleaned of adhering particles by means of compressed air from the cell which is blown through the filter cloth back into the suspension.

These single components of the compressed air consumption are to be separately investigated regarding their influence.

Air permeation through the partially dewatered filter cake

This portion of the total air volume flow is of greatest importance for the resulting aggregate energy expenditure. Here, the constructive aspects, the product characteristics and the choice of operating parameters all play a role, from which the constructive features are of greatest significance, especially for disc filters [7]. The filter cake is of a different thickness at various locations, as can be observed in Fig. 3.

This cake thickness distribution is a result of the different residence times for each filter segment location within the suspension. The two successive positions of a filter cell are illustrated in Fig. 4.

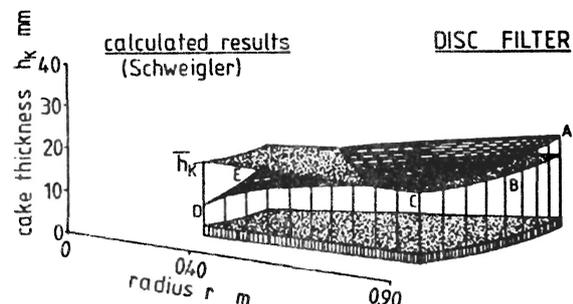


Bild 3: Kuchenbildung auf einer Scheibenfilterzelle
Fig. 3: Cake formation upon a single cell of a disc filter

gesamten Filterfläche Kuchen gebildet. Bei langen Filterzellen kommt noch der Einfluß verstärkter hydrostatischer Kuchenbildung mit größerer Eintauchtiefe im Trog hinzu.

In der zweiten Position ist die Zelle schon zum Teil aus der Suspension aufgetaucht. Dort beginnt bereits die Entfeuchtung, während auf der noch eingetauchten Fläche weiterhin Kuchen gebildet wird.

Aufgrund unterschiedlicher Kuchenhöhe und Trockensaugzeit entsteht auch eine Restfeuchteverteilung über der Filterfläche.

Die Luft strömt dann entsprechend dem geringsten Widerstand bevorzugt durch die Bereiche dünner und trockenen Kuchens. Wenn der in Bild 5 dargestellte Luftdurchsatz über die gesamte Zelle hinweg gemittelt wird, so ergibt sich ein wesentlich höherer Wert, als bei homogener Kuchenhöhe und Restfeuchte zu erwarten wäre.

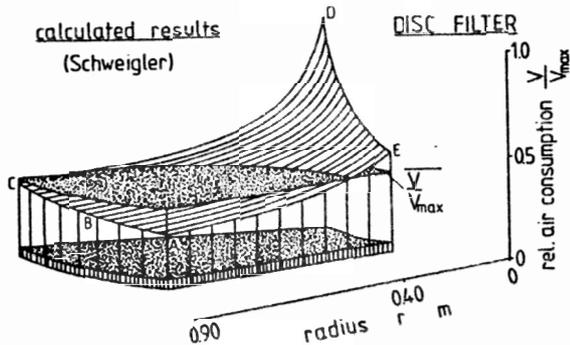


Bild 5: Luftdurchsatz durch eine mit Kuchen belegte Scheibenfilterzelle
Fig. 5: Air throughput through a cake-covered disc filter cell

Die Gleichmäßigkeit des Filterkuchens kann durch verschiedene Maßnahmen verbessert werden:

- Verringerung der Sektorbreite und damit Erhöhung der Zellenzahl,
- Erhöhung der Eintauchtiefe, da mit verlängerter Kuchenbildungszeit die relative Kuchenhöhenänderung abnimmt.

Bevor nun die Optimierung der Betriebsparameter bei der Filtration diskutiert wird, muß eine Erscheinung angesprochen werden, welche hinsichtlich des Energieverbrauches eine dominierende Rolle spielen kann.

Viele Filterkuchen, besonders diejenigen aus sehr feinkörnigen Feststoffen, neigen bei der Entfeuchtung zur Schrumpfrißbildung.

Durch diese Risse kann ungehindert Luft strömen, und die dabei durchgesetzten Luftmengen sind oft so groß, daß die installierte Verdichterkapazität nicht ausreicht, um die Druckdifferenz aufrechtzuerhalten.

Risse im Filterkuchen treten immer dann auf, wenn die durch Flüssigkeitsbrücken zwischen den Feststoffteilchen erzeugten Zugspannungen vom Feststoffgerüst nicht mehr aufgenommen werden können.

Dies wird durch Inhomogenitäten im Filterkuchen, wie

- Feinstkornschichten auf der Kuchenoberfläche,
- im Kuchen eingeschlossene Luftblasen oder Grobpartikel,
- Spanndrähte zur Befestigung des Filtertuches auf der Trommeloberfläche oder
- Trennstege zwischen den einzelnen Filterzellen begünstigt.

In einer Reihe von Fällen kann die Rißbildung schon durch eine geeignete Betriebseinstellung des Filters (z. B. erhöhte Vorspannung des Kuchens durch erhöhte Druckdifferenz) vermieden werden.

Eine andere Möglichkeit bietet die Unterteilung der Gesamtfilterfläche in kleinere Teilflächen, auf denen der Kuchen rißfrei schrumpfen kann. Wie aus Bild 6 hervorgeht, wird dies durch ein segmentiertes Filtertuch realisiert.

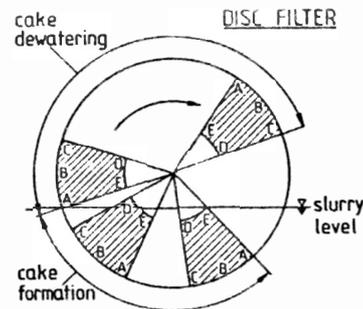


Bild 4: Positionen einer Scheibenfilterzelle während des Filtrationsvorganges
Fig. 4: Different positions of a disc filter cell during filtration

In the first segment position, the filter cake is formed over the whole of the filter area. In the case of long filter cells, the additional influence of increased hydrostatic cake formation in the deeper filter through regions are also observed.

In the second position, the cell has already partly emerged from the suspension. At this point, the dewatering begins, whereby the cake is still being formed over the sections of the area still submerged.

Because of the different cake heights and dewatering time, a residual moisture distribution is created over the filter area.

The air then preferably permeates the areas of lowest resistance i.e. the thinner and dryer cake sections. If the air throughput as given in Fig. 5 is distributed evenly over the complete cell, then a distinctly higher value results than expected for the case of a homogeneous cake height and residual moisture.

The filter cake homogeneity can be improved by a variety of different measures:

- Reduction of the sector breadth and thereby increasing the number of cells;
- Increasing the depth of submerge, for the relative cake height difference decreases with increasing cake formation time.

Before the optimization of the operating parameters is to be discussed, a phenomenon which plays a dominant role, as far as the energy consumption is concerned, must be mentioned.

Many filter cakes, especially those comprising of extremely fine particles tend to form shrinkage cracks. The air can freely pass through these cracks and in fact, the amount of permeating air is often so large, that the installed compressor capacity can no longer adequately maintain the required pressure difference.

Cracks occur in filter cakes when the tensile forces created by the fluid bridges between the solid particles can no longer be withstood by the solids structure.

This is especially promoted by filter cake inhomogeneities such as:

- Stratification of extremely fine particles on the cake surface;
- Air, or coarse particle inclusions within the cake;
- Wire tensioners for the fixing of the filter cloth upon the drum surface;
- Separating bars between single filter cells.

In a series of cases, the crack formation can simply be avoided by choosing favourable operating parameters (e.g. increased pressure difference).

Another possibility is offered by sub-dividing the complete filter area into a number of smaller sub-sections, upon which the cake may shrink without cracking. As Fig. 6 illustrates, this can be realized by a segmented filter cloth.

At this point, the discussion of the operating condition optimization may be conducted. The task is set of attaining a certain filter cake saturation level, e.g. a level typically required for a pelleting process.

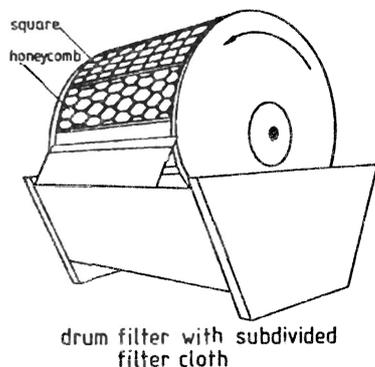


Bild 6: Filtration mit segmentiertem Filtertuch
Fig. 6: Filtration with a segmented filter cloth

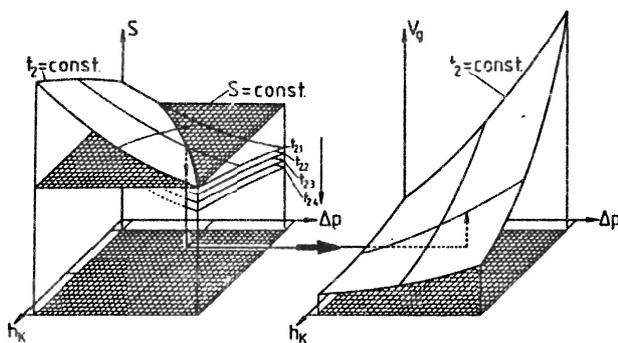


Bild 7: Entfeuchtungskennfelder
Fig. 7: Characteristic dewatering fields

Zur Optimierung der Betriebsparameter sei die Aufgabe gestellt, einen bestimmten Sättigungsgrad des Filterkuchens zu erreichen, wie er z. B. für einen nachfolgenden Pelletisierungsvorgang notwendig ist.

Wie Bild 7 zeigt, sind hierfür theoretisch unendlich viele Kombinationen aus Kuchenhöhe, Druckdifferenz und Entfeuchtungszeit möglich.

Hält man einmal die Entfeuchtungszeit fest, so entstehen Flächen im Raum, wobei die eingezeichnete Verschneidungslinie alle Kombinationen aus Druckdifferenz und Kuchenhöhe enthält, bei denen der geforderte Sättigungsgrad erreicht wird.

Zu jeder dieser Sättigungsflächen gehört eine zugehörige Luftverbrauchskennfläche, und es gilt nun zu entscheiden, welche Parameterkombination den geringsten Luftverbrauch erfordert.

Die Aufgabe einer Optimierung der Betriebsparameter eines Filters erfordert als Randbedingung sowohl die Gewährleistung eines geforderten Sättigungsgrades als auch eine Information über den erreichbaren Feststoffmasendurchsatz.

In Bild 8 ist das Ergebnis der Berechnungen dargestellt.

Ziel dieser Rechnung war es, den spezifischen Energiebedarf und den zu erwartenden Feststoffdurchsatz für den Fall zu bestimmen, daß der Filterkuchen auf einen Sättigungsgrad von $S = 0,6$ entfeuchtet wird. Die Betriebszustände mit jeweils konstanter Druckdifferenz sind durch Kurvenzüge miteinander verbunden. Sie sind nach unten und oben durch Kuchenhöhen von 5 mm und 30 mm begrenzt.

Wenn der spez. Feststoffdurchsatz bei konstanter Druckdifferenz gesteigert werden soll, so muß mehr Energie zur Luftverdichtung aufgewendet werden.

Die in Bild 8 zusammengefaßten Ergebnisse können als Anhaltspunkt für die Einstellung des günstigsten Betriebspunktes für ein Filter herangezogen werden. Auf der Basis der darin enthaltenen Information und mit Kenntnis der für den jeweiligen Einsatz beabsichtigten Maschine kann auf einer realitätsnahen Grundlage abgeschätzt werden, welche Betriebsbedingungen zur Realisierung einer Filtrationsaufgabe besonders günstig sind.

As can be seen in Fig. 7, a theoretical infinite number of combinations of cake height, pressure difference and dewatering time exists.

If the dewatering time is held constant, then areas in space result, whereby the drawn lines of intersection incorporate all combinations of pressure difference and cake height by which the required saturation level may be accomplished.

For each of these saturation areas, a corresponding air consumption characteristic area exists, and the decision must be made, which parameter combination leads to the lowest air consumption.

The aim of optimizing the operating parameters of a filter requires, as boundary conditions, that not only the required saturation level be guaranteed, but also information over the attainable solids throughput.

The results of such a calculation are illustrated in Fig. 8.

The aim of the calculation was to determine the specific requirement and the expected solids throughput in the instance of the filter cake being dewatered to a degree of $S = 0.6$. The operating conditions for each respectively constant pressure difference are joined by a curve, and are confined by the lower and upper limits by cake heights of 5 mm and 30 mm respectively.

Should one wish to increase the specific solids throughput at a constantly held pressure difference, then more energy must be invested in compressing the air.

The correlated results of Fig. 8 may be used as reference points for the setting and optimization of a filter's operational conditions. Based upon the information contained therein, and with knowledge of the aimed use of the machine the most favourable operating condition for a certain filtration problem may be estimated.

Conclusion

The aspects discussed in this publication have illustrated that the energy expenditure, necessary for dewatering difficult to filter suspensions, may be widely varied.

It has been especially proven that the purely mechanical dewatering by means of pressure filtration possesses distinct advantages in comparison to the combined mechanical/thermal process installations.

Furthermore, it has been shown that in the case of the purely mechanical dewatering, the energy requirement can be optimized by a variety of constructive measures and by carefully directed operational parameters.

The aspects discussed here cannot claim to be universally complete and the choice of a particular dewatering process strongly depends upon the specific conditions prevailing in a certain operational instance. They illustrate, however, important tendencies concerning the running costs of the dewatering with respect to the energy consumption.

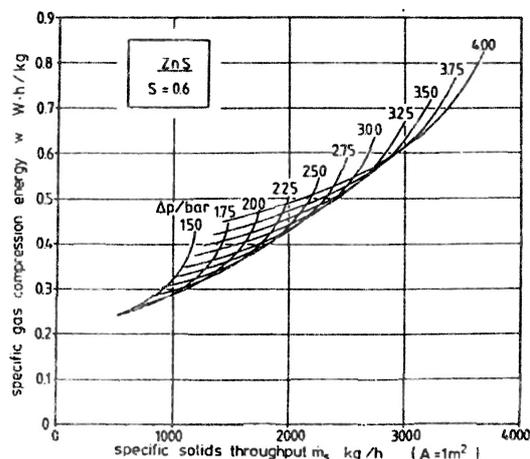


Bild 8: Optimierung der Filtrationsbedingungen

Fig. 8: Filtration condition optimization

Schlußbetrachtung

Die in dieser Arbeit diskutierten Aspekte haben gezeigt, daß sich der Energieaufwand zur Entwässerung schwer filtrierbarer Suspensionen in weiten Grenzen beeinflussen läßt.

Insbesondere wurde nachgewiesen, daß die rein mechanische Entwässerung durch Druckfiltration große Vorzüge gegenüber einer kombinierten mechanisch/thermischen Verfahrensvariante aufweist.

Weiterhin konnte gezeigt werden, daß der Energieverbrauch bei der rein mechanischen Entwässerung durch eine ganze Reihe von konstruktiven Maßnahmen und durch eine gezielte Betriebseinstellung optimiert werden kann.

Die hier diskutierten Aspekte können keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, und die Entscheidung für ein bestimmtes Entwässerungsverfahren hängt stark von den spezifischen Gegebenheiten des jeweiligen Einsatzfalles ab. Sie zeigen jedoch wichtige Tendenzen auf, was die laufenden Betriebskosten der Entwässerung hinsichtlich des Energieverbrauchs anbelangt.

Die kontinuierliche Druckfiltration erscheint dabei neben anderen Aspekten, wie hohen spezifischen Durchsatzraten und damit geringem Platzbedarf und vergleichsweise niedrigen Investitionskosten, als wirtschaftlich interessante Alternative zu herkömmlichen Verfahren zur Entwässerung schwer filtrierbarer Suspensionen.

Schrifttum/References

- [1] Bott, R., Stahl, W., Lösel, W., und Meiler, H.: Hyperbar vacuum filtration, *International Mining* (1985), Nr. 1, 35/38.
- [2] Thelen, H., Wesp, M., und Wüster, G.: Erste Betriebserfahrungen mit der Druckfiltration auf dem Steinkohlenbergwerk Emil Mayrisch, *Aufbereitungs-Technik* 27 (1986), Nr. 5, 262/269.
- [3] Haartfi, J.: Aufbau und Arbeitsweise eines Preßfilters und seine Wirtschaftlichkeit, *Aufbereitungs-Technik* 22 (1981), Nr. 5, 247/253.
- [4] Dosoudil, M.: Continuous pressure filtration of coal slurries, *Mining Magazine* (1985), Nr. 12, 526/529.
- [5] Anlauf, H.: Entfeuchtung von Filterkuchen bei der Vakuum-, Druck- und Druck/Vakuum-Filtration, *VDI-Fortschrittsberichte, Reihe 3, Nr. 114 (1986), 4ff*, VDI-Verlag.
- [6] Bott, R.: Zur kontinuierlichen Druckfiltration, *Verlag der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute, Clausthal-Zellerfeld*, 1986.
- [7] Schweigler, N., und Stahl, W.: The influence of disc filter design parameters on cake formation, air consumption and residual moisture of filter cake, *Proceedings of the 4th World Filtration Congress (1986) Oostende, Belgium*, Published by: The Flemish Chapter, Belgium, of the Filtration Society, London.