

Wege zur Erzeugung siebreiner Fraktionen naturfeuchter Körnungen.

Dipl.-Ing. Sigurd Schütz; RHEWUM GmbH Remscheid

Der erste Aufbereitungsschritt bei der Erzeugung siebreiner Sande z. B. für Fertigputze findet traditionell in der Nähe der Gewinnung statt; dies erlaubt die anfallenden Transportkosten möglichst gering zu halten.

Die Anforderungen der Fertigputzindustrie, viele Fraktionen (bis zu 5) siebrein zu erzeugen, bedeuten für die vorgeschalteten Steinbrüche mit Ihren naturfeuchten Sanden einen erhöhten Aufwand, da sich die geforderten Fraktionen bis hinunter < 1,0 mm mit konventioneller Technik direkt nach der Gewinnung, nach dem Brecher, nicht in der gebotenen Reinheit klassieren lassen.

Nachfolgender Bericht beschreibt Möglichkeiten, diesen Anforderungen gerecht zu werden und auf weitere Verfahrensschritte wie dem Trocknen zu verzichten.

Aufgabenstellung in der Aufbereitung

Die in mineralischen Fertigputzen erhaltenen Körnungen werden im Steinbruch zu meist mittels Sprengung und Radlader o. ä. Gewinnungsmethoden gewonnen. Die Feuchten des geförderten Dolomits bzw. Kalksteins variieren in den Jahreszeiten bedingt durch Niederschläge sowie Temperaturen. Üblicherweise wird das so gewonnene Material mittels Backenbrecher in der benötigten Bandbreite der Verkaufskörnungen herunter gebrochen.

Das so erzeugte Schüttgut soll anschließend klassiert und zur Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt werden. Aufgrund der zuvor beschriebenen Feuchten des Aufgabematerials, die bis über 10 % H₂O betragen können, wird eine Siebung erschwert. Zusätzlich ist die Kumulation des Feuchteanteils im Feingut (durch Kapillarwirkung) eine zusätzliche Schwierigkeit, die eine siebreine Klassierung der feinen Fraktionen verhindert. Ergänzend sind die nicht unerheblichen Tonanteile solcher Vorkommen zu erwähnen.



Bild 1: Feingut: feuchter, gebrochener Kalkstein mit Tonanteil, „Schneeball“

Stand der Technik

Die Klassierung bei 1,0 mm von Schüttgütern, die zum Agglomerieren neigen, führt bei konventioneller Betrachtungsweise zu weiteren Verfahrensschritten wie z. B. einem vorgeschalteten Trockner bzw. einer vorgeschalteten Nass-Siebung mit anschließendem Trockner. Als Trockner werden konventionell in der Regel Trommel-trockner bzw. alternativ Fließbettrockner gewählt, deren Regelbarkeit in Hinsicht auf die Einsparung von Primärenergien in Bezug zur Materialfeuchte nicht trivial ist.

Als Innovation präsentieren sich Überband-Mikrowellen-Öfen, die das Material auf dem durchlaufenden Förderband trocknen sollen. Das Problem dieser Aggregate ist die ungleiche Feuchtigkeitsverteilung des Kornspektrums. Im Vergleich zu Trommel- oder Fließbettrocknung, in denen das Material neben der Erwärmung auch umge-wälzt wird, muss bei den Mikrowellentrocknern darauf geachtet werden, dass die un-teren Schichten auf dem Förderband, die den größten Feingutanteil und damit viel Feuchtigkeit enthalten, die so erhitzte Feuchtigkeit evaporieren. Ein Bandabwurf kann als hilfreich erachtet werden. Eine dauerhafte Applikation dieser Technologie mit den benötigten Leistungen in der rauen Anwendung steht noch aus.

Im Falle des Trommelrockners bzw. Fließbettrockners stellt dieser eine nicht unbe-trächtliche Investition dar, die nur einige Monate im Jahr –in den Wintermonaten- ak-tiv genutzt wird.

Projektbeschreibung

Als praktische Anwendung soll das Projekt bei der Fa. CAVA Tre N dienen. Die Fa. Cava Tre N produziert auf zwei Linien am Standort Zandobbio, Italien, Körnungen für bekannte italienische Fertigputz-Produzenten. Die Aufgabestellung war die Klassie-rung von 80 t/h gebrochenem Dolomit-Mehl in die Fraktionen: 10 mm / 3,5 mm / 2,25 mm / 1,6 mm / 1,0 mm zu bringen. Die Aufgabefeuchte des Materials schwankte zwi-schen Sommer und Winter nicht unerheblich.

Die beiden vorhandenen Produktionslinien liefen mit Mehrflächenklassiersieben als Linearschwinger, in Linie #2 lediglich als Vortrennung mit anschließender Klassie-rung auf direkt erregten Siebmaschinen, angetrieben von Unwuchtmotoren; in Linie #1 als „Stand-Alone“ Lösung. Aufgrund von strukturellen Problemen mit der Antriebstraverse des Mehrflächenklassiersiebes mit mehrfachen, nicht erfolgreichen Reparaturversuchen, sowie der nicht ausreichenden Siebreinheit, entschloss sich der Betreiber vor dem Hintergrund seiner Lieferverträge Sieblinie #1 durch RHEWUM ersetzen zu lassen.

Die genannte Aufgabestellung mit dem zuvor beschriebenen Dolomit mit Tonanteil führte auf Linearschwingsieben zu einem unverzüglichen Zusetzen der Siebgewebe. Der feine Tonanteil setzte sich an den Geweben fest und lies diese erblinden. Ent-sprechend wurden 2005 umfangreiche Versuche in der Kreislaufanlage der RHE-WUM GmbH durchgeführt. Als einzige praktikable Sieblösung bot sich eine Direkt-Erregte-Siebmaschine an. Dieses Siebprinzip, mit einem Antrieb mittels Unwuchtmotoren wurde bereits 1973 durch RHEWUM patentiert [1], mittlerweile haben auch an-dere Siebmaschinenhersteller die Vorzüge dieses Antriebsprinzips ebenfalls für sich entdeckt [2].

Direkt-Erregte-Siebmaschinen bieten dem Anwender den Vorteil extrem hoher Beschleunigungen am Siebgewebe. Erreicht wird dies durch geringe Massen, die beschleunigt werden müssen. Statt wie bei den Linearschwingsieben die gesamte Maschine in Bewegung zu versetzen, wird bei diesem Maschinentyp nur das Siebgewebe in Schwingungen versetzt, diese sind jedoch hochfrequenter, was zu höheren Beschleunigungen am Gewebe führt. Das bietet Vorteile bei der Trennung anspruchsvoller Materialien in Hinsicht auf Korngröße wie auch dem Freibleiben der Siebgewebe.



Bild 2: Direkt-Erregte-Siebmaschine als unabhängige, mobile Einheit im Steinbruch

Versuche im Labormaßstab

Da davon auszugehen war, dass die siebschwierigste Trennung die Feinste war, wurde sich bei den Versuchen ausschließlich auf diese beschränkt. Aus einer ausreichend großen repräsentativen Probe wurden die vorgeschalteten Trennungen von 10,0 mm / 3,5 mm / 2,5 mm / 1,6 mm und 1,0 mm durchgeführt. Die so erzeugte Feingutfraktion wurde in der Kreislaufanlage zirkuliert. Die auf einer WAU Siebmaschine erzeugten Fraktionen wurde nach der Trennung zusammengefasst und abermals aufgegeben.



Bild 3: Direkt-Erregte-Siebmaschine RHEWUM-WAU im Kreislaufversuch

Da aufgrund des Antriebsprinzips mit dem naturfeuchten Material kein unmittelbares Zusetzen der Gewebe beobachtet werden konnte, wurde künstlich mittels zusätzlicher Wasserbedüsung eine größere Materialfeuchte simuliert. Nach und nach wurde der Wasseranteil erhöht und das Verhalten am Gewebe beobachtet. Nach einem Wasseranteil von 4,5% H₂O bei der Fraktion 0-1,6 mm, bei einer Trennung von 1,0 mm, wurde der Versuch abgebrochen. Die Siebgewebe wurden noch immer sicher freigehalten, bei diesem Feuchtigkeitsanteil jedoch mittels Kettenreinigung.

Im Anschluss daran wurde ein weiterer Versuch ebenfalls mit einer Direkt-Erregten-Siebmaschine durchgeführt. Lediglich das Antriebskonzept wurde von Unwuchtmotor auf Magnetantrieb geändert. Hintergrund ist die vorteilhafte unharmonische Erregung des Siebgewebes durch den Elektromagneten (Tafel 1). Der Antrieb mittels Elektromagneten bietet die größten Vorteile bei stark agglomerierenden Materialien.

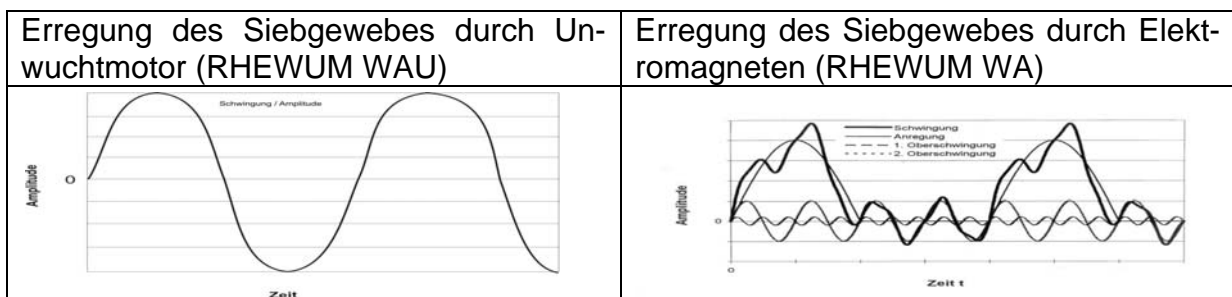


Bild Tafel 1: Vergleich der Siebgewebeerregung Unwuchtmotor vs. Elektromagnet, Überlagerungen des elektromagnetischen Antriebs

Zusätzlich bietet das System einen Abreinigungsimpuls des Siebgewebes. Während des Abreinigungsimpulses zieht der Magnet den Hammer bis zur Endstellung des Gehäuses durch, der Hammer schlägt auf das Gehäuse desselben (metallisches Hämmern). Das Hämmern erzeugt so eine überlagerte Erregung des Gewebes. Diese Antriebsart bietet die größte Sicherheit für den Kunden in Hinsicht auf freibleibende Siebgewebe bei zum Agglomerieren neigenden Materialien.

Versuche im industriellen Maßstab

Zuvor beschriebene Lösungen decken sich mit Versuchen im industriellen Maßstab. Die Motivation der Versuche liegt in der Wartungsfreundlichkeit der heutigen Unwuchtmotoren im Gegensatz zu den höheren Investitionskosten für Magnetantriebe. Ein bedeutender Salzproduzent in Deutschland untersuchte die Unterschiede auf zwei industriellen Siebmaschinen der Abmaße von je 1,75m x 3,60m bei einer Leistung von 80-110 t/h und einer Trennung bei 1,0 mm.

Um gleiche Betriebsbedingungen sicherzustellen, fiel die Wahl auf diese Maschinen, da diese beide mittels eines Aufgebers beschickt wurden. Dieser stellt identische Betriebs- und Materialbedingungen sicher. Nach drei Monaten Dauerbetrieb war das Siebgewebe der Magnetangetriebenen Maschinen offen und betriebsbereit, während das des Unwuchtgetriebenen erblindet war und sich kein Feingut mehr durchsetzen konnte (Bild 4+5). Verschiedene Einstellungen der Schwingweiten und neuerlicher Dauerbetrieb bestätigten das Bild.



Bild 4: Siebgewebe nach drei Monaten Dauerbetrieb mit Unwuchtmotor



Bild 5: Siebgewebe nach drei Monaten Dauerbetrieb mit Magnetantrieb

Optimale Lösung für naturfeuchte Körnungen

Um zuvor beschriebenen Rechnung zu tragen, wurde entsprechend eine Siebmaschine mit folgenden Eigenschaften realisiert: Die Trennung bei 10,0 mm erfolgt im Aufgeber mittels mitschwingenden Stangenrosten (Bild 6). Die Trennungen 3,5 mm und 2,5 mm wurden mittels Unwuchtmotor realisiert, während die kritischen Trennungen 1,6 mm und 1,0 mm mittels Elektromagnetantrieb in einer Direkt-Erregten-Siebmaschine realisiert wurden.

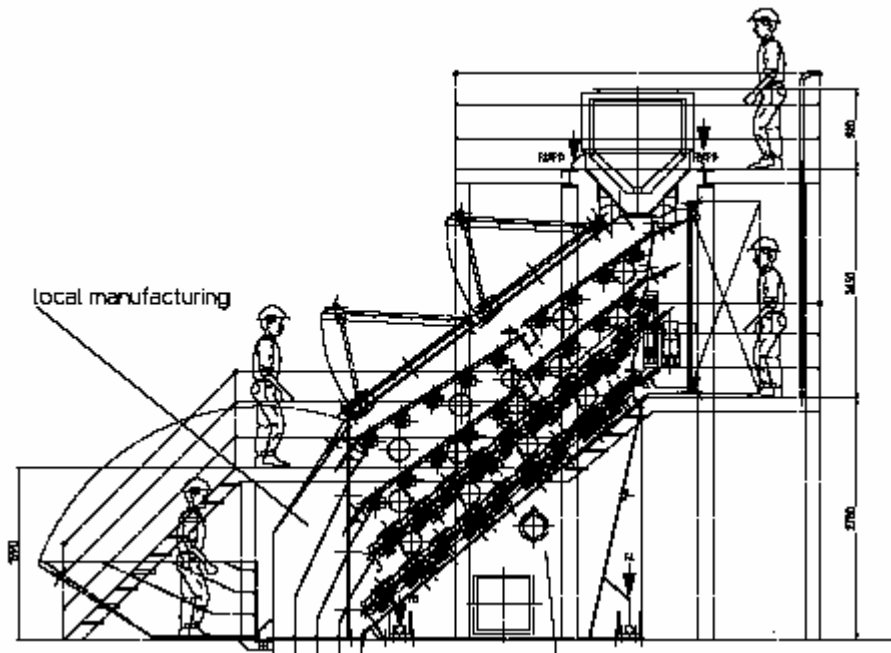


Bild 6: Maßblatt der realisierten Maschine

Zusätzlich wurden die Trennungen 1,6 mm und 1,0 mm mit einer elektrischen Siebgebeheizung ausgestattet. Diese erlaubt eine Aufheizung der Gewebe auf über 100 °C. Diese Temperatur verhindert das Anbacken von feuchtem Feingutanteil am Gewebe. Der Feingutanteil trocknet am Gewebe und platzt durch die extremen Schwingungen vom Gewebe ab. Um den Energiebedarf je nach Feuchtigkeitsanteil des Aufgabematerials anpassen zu können, wurde die Beheizung schaltbar ausgeführt, die max. Leistung liegt bei etwa 30 kW für die realisierte Maschine.

Um den Energiebedarf möglichst gering zu halten, wurde zusätzlich eine verfahrbare Kettenabreinigungsanlage für die Trennung 1,6 mm und 1,0 mm installiert. Diese hat ebenfalls die Aufgabe, die Siebgewebe durch das mechanische Schlagen der Kette auf das Siebgewebe offen zu halten.

Installation vor Ort

Diese Lösung wurde im Sommer 2005 beim Kunden installiert. Nachdem durch den ersten Winter mit seinen extrem feuchten Sanden erfolgreich ohne Verstopfungseffekte durchproduziert werden konnte, wurde der Materialfluss des bestehenden Mehrflächenklassiersiebes dahin gehend geändert, dass dessen noch Feinanteil enthaltender Überlauf ebenfalls zusätzlich auf der RHEWUM Maschinen entstaubt wird. Durch diese Maßnahme wurden die designbedingten Reserven der Maschine gänzlich ausgeschöpft.



Bild 7: Vordergrund RHEWUM Siebmaschine im Betrieb, Hintergrund Mehrflächenklassiersieb.

Zusammenfassung

Um der zuvor beschriebenen Aufgabestellung in der Sandaufbereitung für die Putzindustrie gerecht zu werden, mussten verschiedene bekannte Verfahren kombiniert werden. Es zeigte sich, dass der Magnetantrieb mit seiner unharmonischen Erregung in Kombination mit einem Abreinigungsimpuls die beste Lösung für die anspruchsvolle Aufgabestellung darstellt. Unwuchtmotoren hingegen können für untergeordnete Siebschnitte (hinsichtlich Trennschnitt, Trennschärfe und Plastizität) als einfache und kostengünstige Alternative dienen. Als hilfreich kann ebenfalls die direkte Beheizung des Siebgewebes angesehen werden, sowie eine Kettenreinigung, beides bereits bekannte Hilfsmittel.

Literatur:

- [1] Patentschrift Nr. 23 18 392 des Jahres 1972 der Bundesrepublik Deutschland:
Schwingantrieb mittels Unwuchtmotor, Dr. Krause, RHEWUM GmbH
- [2] Results of a practical comparison between RHEWUM WA SCREENS with electro magnets and RHEWUM WAU SCREENS driven by out-of-balance motors
RHEWUM 04/2005
- [3] Schmidt, P.; Körber, R.; Coppers, M.: Sieben und Siebmaschinen; Wiley-VCH (2003)