



Dipl.-Ing. Sigurd Schütz
RHEWUM GmbH
Remscheid/Deutschland
www.rhewum.com

Dipl.-Ing. Sigurd Schütz studierte Verfahrenstechnik an der Technischen Hochschule Köln. Anschließend war er für verschiedene im Bereich der mechanischen Verfahrenstechnik und Mineralaufbereitung weltweit aktive Unternehmen tätig. Dabei lag der Schwerpunkt auf Entwicklung, Konstruktion und Vertrieb von Zerkleinerungs- und Klassieraggregaten. Seit 2001 ist Dipl.-Ing. Sigurd Schütz bei der RHEWUM GmbH beschäftigt und erweiterte hier sein Fachwissen speziell um Sieb- und Sortiertechnologien. Nach seiner Tätigkeit als Vertriebsleiter ist er seit April 2007 Geschäftsführer der RHEWUM GmbH.

Maßgeschneiderte Lösung Tailor-made solution

RHEWUM Hochleistungs-Siebmaschinen für die Kali-Industrie

Zusammenfassung: Basierend auf den jahrzehntelangen Erfahrungen in der Siebtechnik, insbesondere in der Kali-Industrie, eröffnen neue Werkstoffe und Technologien eine noch effektivere und bedienungsfreundlichere Aufbereitung des wertvollen Rohstoffes Kalium. Dies ist umso wichtiger vor dem Hintergrund der begrenzten weltweiten Ressourcen und derzeit steigenden Nachfrage der Wachstumsmärkte. Maßgeschneiderte Siebmaschinen erlauben maximale Produktionsleistungen im Bereich von 0,2 – 40 mm bei geringen Wartungsintervallen.

High-performance screening machines for the potash industry

Summary: Based on decades of experience in screening technology, especially in the potash industry, new materials and technologies open up even more effective and user-friendly processing of the valuable raw material potassium. This is all the more important against the backdrop of limited global resources and currently rising demand in growth markets. Customized screening machines allow maximum production capacities in the range of 0.2 – 40 mm with low maintenance intervals.



DF-Siebmaschinen in der Vorsiebung Untertage [3] • DF screening machines in the pre-screening process underground [3]

Kalium ist ein wesentlicher Baustein des Lebens. Zusammen mit Stickstoff und Phosphor ist Kalium der dritte essentielle Pflanzennährstoff und ein wesentlicher Bestandteil des Pflanzen- und Tierlebens – es unterstützt Pflanzenwachstum, Enzymtätigkeit, Proteinbildung, Photosynthese, Atmung und die verbesserte Aufnahme von Nährstoffen. Fast 95 % allen produzierten Kaliums wird als Düngemittel genutzt [1].

Ein vielseitiges Mineral

Weltweit gibt es zahlreiche kaliumhaltige Vorkommen sowohl als Chlorid-, Sulfat- als auch Nitratverbindungen. Die chloridhaltige Form spielt die größte Rolle in der Industrie. Kalium gibt es in unterschiedlichen Verbindungen, z.B. mit Natrium, Magnesium und Calcium (**Table 1**).

Kalium-Gewinnung

Kalium-Vorkommen, die sich in festen Lagen und Tiefen von bis zu 1400 m befinden, werden durch mechanisierte Methoden des Untertage-Bergbaus extrahiert. Wenn eine unterirdische Extraktion aufgrund der Tiefe der Ablagerungen nicht mehr durchführbar ist und/oder wenn Wasserzustromprobleme den herkömmlichen unterirdischen Bergbau behindern, wird das Aussohlen von Salzstöcken eingesetzt. Solar-Eindampfung von Sole, die natürliches Kalium enthält, ist die dritte Methode der Gewinnung.

Siebtechnologien in der Kali-Industrie

Im Verarbeitungsprozess werden an den unterschiedlichsten Stellen Siebmaschinen benötigt. Beginnend bei der Gewinnung wird das aus den Minen abgebaute Mineral zunächst gebrochen und anschließend vorklassiert. Im weiteren Verlauf werden die Siebmaschinen in der Kompaktierung, der Granulatsiebung

Potash is an essential building block of life. Together with nitrogen and phosphorus, potassium is the third essential plant nutrient and an essential component of plant and animal life – it supports plant growth, enzyme activity, protein formation, photosynthesis, respiration and the improved absorption of nutrients. Almost 95 % of all potash produced is used as a fertilizer [1].

A versatile mineral

There are numerous potassium-bearing deposits worldwide, both as chloride, sulphate and nitrate compounds. The chloride-containing form plays the largest role in industry. Potash exists in various compounds, e.g. with sodium, magnesium and calcium (**Table 1**).

Table 1: Die wesentlichen kaliumhaltigen Minerale mit Anteil an wasserlöslichem Kaliumoxyd (K₂O) [2]

Table 1: The main minerals containing potash and water-soluble potash oxide (K₂O) [2]

Mineral Mineral	Zusammensetzung Composition	% K ₂ O
Sylvin/Sylvit Sylvine/sylvite	KCl	ca. / approx. 63 %
Sylvinit Sylvinite	KCl * NaCl	ca. / approx. 28 %
Langbeinit Longbeinit	K ₂ SO ₄ * 2 MgSO ₄	ca. / approx. 23 %
Kainit Kainite	KCl * MgSO ₄ * 3 H ₂ O	ca. / approx. 19 %
Carnallit Carnallite	KCl * MgCl ₂ * 6 H ₂ O	ca. / approx. 17 %

sowie der Verladung eingesetzt. Zudem findet man Siebmaschinen in der Nassaufbereitung, d.h. der Nassklassierung sowie der Entwässerung. Da Siebmaschinen im Vergleich zu Brechern einen erheblich geringeren Energiebedarf haben, können sie so, neben der reinen Erzeugung von verkaufsfähigem Produkt, auch Brechstufen entlasten (selektives Brechen) und damit eine kostenintensive Übermahlung vermeiden [4].

Tabelle 2: Beispiele der verschiedenen RHEWUM Technologien
Table 2: Examples of the different RHEWUM technologies

Trennung Separation	Leistung Power	Aufgabe Task	Typ Type
25 – 5 mm	4 x 400 t/h	Vorsiebung Prescreening	DF
4 + 2 mm	180 t/h	Kompaktierung Compacting	DF
4 + 2 mm	350 t/h	Verladung Loading	DF
1.0 mm	80 t/h	Kristallinat Crystallizate	WAU
0.2 mm	100 t/h	Flotation Flotation	WAU
1.0 mm	85 t/h	Nass-Siebung Wet-screening	RIUS 1+1
0.8 mm	80 t/h	Entwässerung Dewatering	ES

Bei den eingesetzten Siebmaschinen handelt es sich in der Regel um Vibrations- und direkt erregte Siebmaschinen. Vibrationsiebe werden für hohe Leistungen bei mittleren bis groben Trennschnitten eingesetzt. Bei kritischen Produkteigenschaften und Trennungen unterhalb von 3 mm zeigen direkt erregte Siebmaschinen ihre Stärken.

Eine Sonderform von Vibrationsiebsmaschinen stellen Doppelfrequenz (DF)-Siebe dar. Das Antriebsprinzip der DF-Maschine basiert auf der Verwendung von zwei Unwuchtmotoren mit unterschiedlichen Drehzahlen, welche im Ein- und Auslauf montiert sind. Das Aufgabegut wird im Einlaufbereich durch die größere Amplitude aufgelockert und größenmäßig sortiert (Segregation). Im Auslaufbereich werden kleinere Schwingweiten erzeugt, die die Siebgenauigkeit erhöhen, indem sie Grenzkorn effektiv abtrennen (Bild 1). Durch Ändern der Drehrichtung der Motoren kann die Fördergeschwindigkeit und damit die Siebleistung sowie die Trennschärfe gezielt beeinflusst werden. Bedingt durch dieses Antriebsprinzip konnte im Vergleich zu konventioneller Siebtechnologie eine kompakte Siebeinheit geschaffen werden.

Diese Siebmaschine besteht aus einem schwingenden Innenteil und einem statischen Gehäuse, welches feste Anschlüsse ohne störanfällige flexible Verbindungen und geringere schwingende Massen erlaubt. Zusammen mit den außerhalb liegenden Antrieben ist auch eine Hochtemperatursiebung bis zu 600 °C problemlos möglich. Die geschraubte Konstruktion erlaubt unerreichbar lange Betriebszeiten und einen sehr wartungsfreudlichen Betrieb, der sich in der Praxis bewährt hat (Bild 2).

So arbeiten beispielsweise nach der ersten und zweiten Brechstufe zwei Linien dieser Technologie für eine Leistung von

Potash extraction

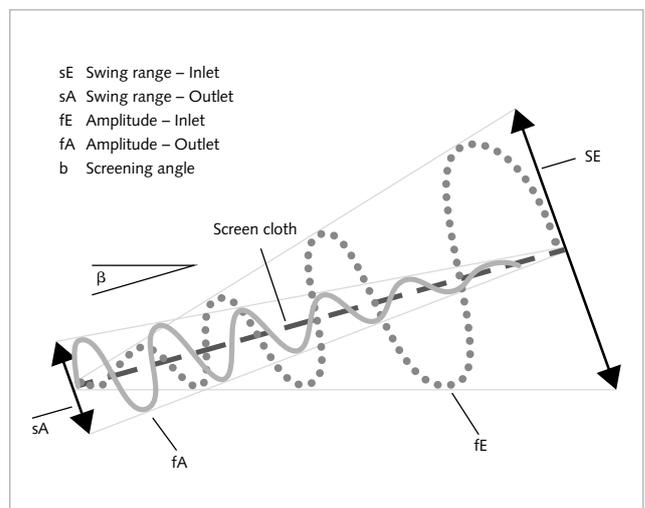
Potash deposits, which are located at fixed positions and depths of up to 1400 m, are extracted by mechanised methods of underground mining. When underground extraction is no longer feasible due to the depth of the deposits and/or when water inflow problems hinder conventional underground mining, the extraction of salt domes is used. Solar evaporation of brine containing natural potash is the third method of extraction.

Screening technologies in the potash industry

Screening machines are required at various points in the processing chain. Beginning with extraction, the mineral extracted from the mines is first crushed and then pre-classified. The screening machines are then also used for compacting, granulate screening and loading. Screening machines are also used in wet processing, i.e. wet classification and dewatering. As screening machines have a considerably lower energy requirement than crushers, they can not only produce saleable product, but also relieve crushing stages (selective crushing) and thus avoid cost-intensive overgrinding [4].

The screening machines used are usually vibration and directly excited screening machines. Vibratory screens are used for high capacities with medium to coarse separation cuts. For critical product properties and separations below 3 mm, directly excited screening machines show their strengths.

Double frequency (DF) screens are a special type of vibratory screening machines. The drive principle of the DF machine is based on the use of two unbalanced motors with different speeds, which are mounted in the inlet and outlet. The feed material is loosened up in the inlet area by the higher amplitude and sorted according to size (segregation). In the outlet area, smaller oscillations are generated, which increase the screening accuracy by effectively separating out boundary grains (Fig. 1). By changing the direction of rotation of the motors, the conveying speed and thus the screening capacity and the separation efficiency can be specifically influenced. Due to this drive principle, it was possible to create a compact screening unit compared to conventional screening technology.



1 Funktionsprinzip von DF-Siebmaschinen • Operating principle of DF screening machines



© RHEWUM

2 DF-Maschine mit sichtbarem Auslaufbereich • DF machine with visible discharge area

1600 t/h. Die Vortrennung bei 40 mm erfolgt auf einem Rost – auf der Siebmaschine wird anschließend bei 25 mm, 12,5 mm und 5 mm getrennt (Aufmacherbild). Die Trennung bei 1 mm erfolgt auf den weiter unten beschriebenen direkt erregten Siebmaschinen der Bauart WAU.

DF-Siebe bei kompaktiertem KCL

Ein weiterer Einsatzbereich für DF-Siebmaschinen sind Produktionssiebe in der Kompaktierung. Pulverförmiges Produkt gelangt zusammen mit Bindemittel in Walzenpressen. Die so produzierten Schülpen werden anschließend gebrochen und gesiebt. Üblicherweise befindet sich in den gebrochenen Schülpen nur etwa 15 – 23 % Gutkorn der Fraktion 2 – 4 mm. Dieses gilt es mit möglichst hoher Leistung und genau definierten Fehlkornwerten abzusieben.

Verladesiebung von kompaktiertem KCL

Auch als Verladesieb hat sich diese Technologie weltweit bei nahezu allen namhaften Produzenten bewährt. Ein französisch-

This screening machine consists of a vibrating inner part and a static housing, which allows fixed connections without failure-prone flexible connections and lower vibrating masses. Together with the external drives a high temperature screening up to 600 °C is possible without any problems. The bolted design allows unrivalled long operating times and a very maintenance-friendly operation, which has proven itself in practice (Fig. 2).

For example, after the first and second crushing stages, two lines of this technology operate at a capacity of 1600 t/h. Pre-separation at 40 mm takes place on a grate – on the screening machine, separation is then carried out at 25 mm, 12.5 mm and 5 mm (Lead picture). Separation at 1 mm is carried out on the directly excited screening machines of the type WAU described below.

DF sieves with compacted KCL

Another field of application for DF screening machines are production screens in compacting. Powdery product enters roller

scher Kunde verlangte, vor der Verladung den Staubgehalt von kompaktiertem KCL nahezu 10 % auf ca. 0,5 % zu verringern, sowie Agglomerate ab 5 mm abzuscheiden. Für eine Aufgabeleistung von 300 – 350 t/h wurde eine 3-Deck-Doppelfrequenz-Siebmaschine gewählt. Die Aufgabe erfolgt über eine integrierte, mitschwingende Verteilvorrichtung – sie ermöglicht kompakte Einbaumaße und bedarf keinerlei Wartung.

Direkt erregte Siebmaschinen

Für feinere Trennungen unterhalb von 2 mm bis hin zu 0,16 mm finden direkt erregte Siebmaschinen ihren Einsatz. Sie eignen sich für exakte Trennungen bei hohen Durchsatzleistungen.

Bei diesem Maschinentyp handelt es sich um Wurfsiebe mit direkter Erregung der Siebgewebe. Das Siebaggregat ist statisch. So sind feste Anschlüsse bei Ein- und Auslässen möglich. Außerhalb des Siebgehäuses erregen robuste Vibratoren Schwingungen, die über Schwingachsen in das Siebgewebe übertragen werden (Bild 3). Durch die hochfrequente Erregung wird das Siebgut rechtwinklig vom Siebgewebe abgeworfen – die Neigung des Gewebes bestimmt den Transport. Auf dem Siebgewebe findet eine Dünnschichtsiebung bei hoher Siebgutgeschwindigkeit statt. Ein einstellbarer Abreinigungszyklus

presses together with binding agents. The flakes produced in this way are then broken up and screened. Usually, the crushed flakes contain only about 15 – 23 % of good grain of the 2 – 4 mm fraction. This must be screened at the highest possible capacity and with precisely defined defective grain values.

Loading screening of compacted KCL

This technology has also proven itself as a loading sieve with almost all well-known producers worldwide. A French customer demanded that the dust content of compacted KCL be reduced by almost 10 % to approx. 0.5 % before loading and that agglomerates of 5 mm and more be separated. A 3-deck double frequency screening machine was selected for a feed capacity of 300 – 350 t/h. The feed is carried out via an integrated, vibrating distribution device – it allows compact installation dimensions and requires no maintenance.

Direct excited screening machines

For finer separations below 2 mm up to 0.16 mm, directly excited screening machines are used. This machine type is a throw screen with direct excitation of the screen cloth. The screen unit is static. Thus, fixed connections at inlets and outlets are possible. Outside the screen housing, robust vibrators excite vibrations which are transmitted to the screen cloth via vibrating



3 Siebmaschine mit direkter Erregung des Siebgewebes • Screening machine with direct excitation of the screen cloth



© RHEWUM

4 Entwässerungssieb mit Unwuchtantrieb • Dewatering screen with unbalance drive

ermöglicht zuverlässig, eventuelles Steckkorn zu vermeiden. Aufgrund der geringen bewegten Massen (nur die Gewebe vibrieren) werden hohe Beschleunigungen am Siebelag erreicht. Diese helfen, Haftkräfte bei feuchtem oder klebrigem Material (z.B. Rollgranulat) zu überwinden.

In verschiedenen industriellen Einsätzen ist diese Siebtechnologie sowohl in der Vorsiebung, der Kristallisationsiebung (cold crystallisation process), in der Flotation sowie der Entstaubung eingesetzt. Dank des zuvor beschriebenen Funktionsprinzips des statischen Siebgehäuses werden nahezu keine dynamischen Schwingungen in das Gebäude übertragen. Das erlaubt Einsätze selbst in großen Gebäudehöhen und ermöglicht Leistungssteigerungen in existierenden Gebäuden problemlos.

Risiko Kondensatbildung

Bei diskontinuierlichem Betrieb oder langen Stillstandzeiten kann es zu unerwünschter Kondensatbildung durch feuchtes Aufgabematerial kommen. Für diesen Fall werden häufig Heizregister vorgesehen, welche die Temperatur im Siebraum oberhalb des Taupunktes halten. Die Heizregister werden entweder auf der Abdeckung der Siebmaschine oder auf dem statischen Gehäuse der Verteilvorrichtung angebracht.

axles (Fig. 3). The high-frequency excitation causes the material to be screened to be discharged at right angles from the screen cloth – the inclination of the cloth determines the transport. Thin-layer screening takes place on the screen fabric at high screening speed. An adjustable cleaning cycle reliably prevents possible plugging of the screenings. Due to the low moving masses (only the mesh vibrates) high accelerations are achieved on the screen lining. These help to overcome adhesive forces with moist or sticky material (e.g. rolling granulate).

In various industrial applications this screening technology is used for pre-screening, cold crystallisation process, flotation and dust removal. Thanks to the functional principle of the static screen housing described above, almost no dynamic vibrations are transmitted into the building. This allows applications even at great heights and enables performance increases in existing buildings without any problems.

Risk of condensate formation

During discontinuous operation or long downtimes, unwanted condensate formation can occur due to moist feed materials. In this case heating coils are often provided to keep the temperature in the screening chamber above the dew point. The heating

Nass-Klassierung

Eine Nass-Klassierung von Kalium erfordert – wie bei anderen Materialien auch – kurze Sieblängen, da mit dem Abscheiden der Flüssigkeit keine Klassierung mehr möglich ist. Unter Zuhilfenahme einer Doppel-Aufgabe innerhalb einer Maschine sind kompakte Baueinheiten mit hohen Siebleistungen möglich.

Entwässerung

Entwässerungssiebe, ausgeführt als Linearschwinger dienen dem Entfeuchten von Produkten aus nassen Sortierverfahren wie der Flotation sowie der Rückgewinnung der Prozessflüssigkeit. Im Gegensatz zu herkömmlichen Siebmaschinen arbeitet sie mit einem ansteigenden Siebelag. Dadurch ergeben sich eine wesentlich größere Schichthöhe und ein verbesserte Fest-Flüssig-Trennung. Antriebe mit hohen Drehzahlen werden eingesetzt, um den Entwässerungseffekt zu steigern (Bild 4).

Prozess-Optimierung

Abhängig vom eingesetzten Prozess zur Erzeugung der Verkaufskörnungen, treten teilweise erhebliche Schwankungen bedingt durch die Unterschiede des mineralischen Rohstoffes auf. Erhöhte Kreislaufmengen reduzieren den Produktausstoß. Einer Online-Partikelgrößenmessung kommt in diesem Zusammenhang eine große Bedeutung zu. Ein Teilstrom der erzeugten Körnung wird über einen Probennehmer in das Analysegerät, den SizeChecker, geleitet. Eine Förderrinne transportiert

coils are mounted either on the cover of the screening machine or on the static housing of the distribution device.

Wet classification

Wet classification of potassium requires – as with other materials – short sieve lengths, since with the separation of the liquid no more classification is possible. With the aid of a double feed within one machine, compact units with high screening capacities are possible.

Drainage

Dewatering screens, designed as linear vibrating screens, are used to dehumidify products from wet sorting processes such as flotation and to recover the process liquid. In contrast to conventional screening machines, it works with an ascending screen lining. This results in a much greater layer height and improved solid-liquid separation. Drives with high speeds are used to increase the dewatering effect (Fig. 4).

Process Optimization

Depending on the process used to produce the sales grains, there are sometimes considerable fluctuations due to the differences in the mineral raw material. Increased circulation volumes reduce the product output. Online particle size measurement is of great importance in this context. A partial flow of the produced grain size is led via a sampler into the analysis device, the SizeChecker. A conveyor chute transports the product to a



5 Nahaufnahme des Funktionsprinzips des SizeCheckers • Close-up of the functional principle of the SizeChecker



© RHEWUM

6 Korngrößenanalyse-Gerät mit angeschlossenem Schaltschrank • Particle size analysis device with connected control cabinet

das Produkt zu einer Erkennungseinheit, in der das Produkt im freien Fall optisch vermessen wird (Bild 5). Es werden die Kornverteilung, sowie langfristige Trends der Kornverteilung in Verbindung mit vorher definierten Grenzwerten registriert. Über einen angeschlossenen Schaltschrank werden Steuersignale an externe Regelorgane geleitet (Bild 6) [5].

detection unit where the product is optically measured in free fall (Fig. 5). The particle size distribution, as well as long-term trends of the particle size distribution in connection with previously defined limit values are recorded. Control signals are transmitted to external control units via a connected control cabinet (Fig. 6) [5].

Literatur • Literature

- [1] CEH Report, Potash, by Bala Suresh, November 2004
- [2] Potash Case Study, International Institute for Environment and Development (IIED) and World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), No.65, February 2002
- [3] Südwestdeutsche Salzwerke AG Mitarbeitermagazin 2/2002
- [4] Schmidt, P.; Körber, R.; Coppers, M.: Sieben und Siebmaschinen, Wiley-VCH Verlag, 2003
- [5] Coppers, M.; Schütz, S.: Optische Online-Partikelanalyse als Produktionsüberwachung im industriellen Einsatz. Aufbereitungs-Technik 46 (2005) Nr.7 S. 42-47