

# Optische Sortierung von Quarzkieseln zur Senkung des Eisengehaltes

## Optical Sorting of Quartz Gravel to Reduce the Iron Content

Triage optique de gravier de quartz pour abaisser la teneur en fer

Clasificación óptica de cuarzo silíceo para la reducción del contenido de hierro

Dipl.-Ing. Markus Dehler, Wedel \*)

**Zusammenfassung** Siliziumhersteller benötigen für die optimale Beschickung ihrer Schmelzöfen grobkörnigen Quarz mit möglichst geringen Anteilen an metallischen Verunreinigungen. Im Folgenden wird beschrieben, wie durch eine automatische Sortierung einer Quarzkiesel fraktion 30–100 mm nach Farbe und Helligkeit der Anteil an Verunreinigungen bedeutend gesenkt wird.

**Summary** Silicon producers need coarse-grained quartz with a minimum content of metallic impurities for optimal charging of their smelters. This report describes how the automatic sorting of quartz gravel in the size range 30–100 mm by colour and brightness significantly lowered the content of impurities.

**Résumé** Les fabricants de silicium ont besoin, pour une alimentation optimale de leurs fours de fusion, de quartz à gros grains renfermant le moins possible d'impuretés métalliques. Il est décrit ci-après comment, par triage automatique d'une fraction de gravier de quartz de 30–100 mm en fonction de la couleur et de la luminosité, la teneur en impuretés se trouve nettement réduite.

**Resumen** Para alcanzar una alimentación óptima de sus hornos de fundición los fabricantes de silicio necesitan cuarzo de grano grueso con un porcentaje lo más reducido posible de impurezas metálicas. En el siguiente artículo se describe la forma de reducir el porcentaje de impurezas mediante una clasificación automática de una fracción de guijarros de cuarzo en 30–100 mm según el color y la claridad.

### 1. Einführung

Im Nordwesten von Spanien wird Wandkies mit einem sehr hohen SiO<sub>2</sub>-Gehalt abgebaut. Seine Korngröße entspricht den Anforderungen für Siliziumschmelzen. Die Grenzwerte des Eisen-, Aluminium- und Titangehaltes werden durch den Einsatz eines optischen Sortierers deutlich unterschritten [1–3]. Vergleichsversuche haben ergeben, dass sieben Handsortierer benötigt werden, um bei gleicher Menge und Qualität dieselbe Ausbeute zu erzielen.

### 2. Optische Sortierung

Der Wandkies wird im Tagebau abgebaut. Durch Waschen und Fraktionieren werden unterschiedliche Produkte erzeugt, darunter hochwertiger Quarzsand und Zuschlagstoffe für die Bauindustrie. Die Fraktion 30–100 mm wird für die optische Sortierung aufbereitet. Die hellgelben und grauen Steine enthalten deutlich geringere Mengen an Eisen. Diese werden mit einer Mogensen MikroSort AT (Bild 1) aussortiert.

Das Material wird über eine Magnetrinne einer Rutsche zugeführt. Auf ihr beschleunigen die Steine auf 2,5 m/s und werden im freien Fall von beiden Seiten mit Farbzeilenkameras gescannt (Bild 2). 120 mm unterhalb der Detektierung wird als „gut“ erkannt Material durch Druckluftimpulse bis zu einem Gewicht von 3 kg sicher ausgetragen. Die MikroSort AT ist dafür auf einer Arbeitsbreite von 1,2 m mit 156 Hochleistungsventilen ausgerüstet. Diese arbeiten mit einem Druck von 8 bar und Reaktionszeiten von 10 Tausendstelsekunden. Je nach Größe und Form des Materials wird die benötigte Anzahl von Ventilen für eine genau

### 1. Introduction

In Northwest Spain bank gravel with a very high SiO<sub>2</sub> content is extracted. Its particle size meets the requirements for silicon melts.

Thanks to the use of an optical sorter, the product easily complies with the limits for the content of iron, aluminium and titanium. Comparative studies have shown that seven manual sorters are needed to match this yield with equal efficiency and quality.

### 2. Optical Sorting

The bank gravel is extracted in an open pit. By washing and grading, various products are produced, including high-grade silica sand and aggregates for the construction industry. The 30 to 100-mm fraction is prepared for optical sorting. The light-yellow and grey stones contain a much lower content of iron. These are removed with a Mogensen MikroSort AT (Fig. 1).

The material is fed on a magnetic feeder to a chute. On the chute, the stones are accelerated to 2.5 m/s, and during their freefall they are scanned from two sides with colour line cameras (Fig. 2). At 120 mm below the detection unit, the stones identified as “good” are reliably removed up to a weight of 3 kg by pulses of compressed air. The MikroSort AT is equipped with a 156 high-performance valves over a working width of 1.2 m. These work with a pressure of 8 bar and reaction times of 10 thousandths of a second. Depending on the size and shape of a stone, the exact number of valves required is activated for a precisely calculated time. For this sorting process, the maximum air consumption totals 400 Nm<sup>3</sup>/h. Together with the electric connected power of the sorter, this adds up to an energy requirement of 45 kW.

\*) Mogensen GmbH & Co. KG, Wedel  
(www.mogensen.de)

\*) Mogensen GmbH & Co. KG, Wedel  
(www.mogensen.de)



*Bild 1: MikroSort AT. Optischer Sortierer für Gesteinssortierung, ausgerüstet mit zwei Farbkameras für eine zweiseitige Betrachtung*

*Fig. 1: MikroSort AT optical sorters for rock sorting, equipped with two colour cameras for two-sided scanning*

berechnete Dauer angesteuert. Bei dieser Sortierung entsteht ein Luftbedarf von maximal 400 Nm<sup>3</sup>/h. Zusammen mit der elektrischen Anschlussleistung des Sortierers bedeutet dies einen Energiebedarf von 45 kW.

### 3. Sortiererergebnisse

Die **Bilder 3** und **4** zeigen die beiden erzeugten Fraktionen. Der Farbunterschied ist deutlich zu erkennen. Einige hochwertige Quarze weisen auf der Oberfläche zwar eine braune Farbe auf, im Innern sind sie jedoch vollständig grau. Durch den Einsatz der doppelseitigen Erkennung werden sie, sofern sie einmal gebrochen sind, als „gutes“ Material erkannt. Dadurch erhöht sich die Ausbeute um etwa 20 %.

**Bild 5** zeigt die chemische Analyse des Aufgabe- und des Abweismaterials. Man erkennt eine deutliche Verringerung der metallischen Verunreinigungen. Während sich die Werte für Aluminium und Titan annähernd halbiert haben, hat sich der Wert für Eisen von 0,15 auf < 0,05 % gesenkt. Damit erfüllt der sortierte Quarz die Qualitätsanforderungen der Siliziumschmelzen.



*Bild 3: Abweismaterial: Quarz mit niedrigem Eisengehalt*

*Fig. 3: Ejected "good" material: quartz with a low iron content*



*Bild 2: Die Quarzkiesel werden auf der Rutsche beschleunigt und unterhalb der Rutschenkante von zwei Farbzeilenkameras gescannt*

*Fig. 2: The quartz gravel is accelerated on the chute and scanned by two colour-line cameras*

### 3. Sorting Efficiency

**Figs. 3** and **4** show the two fractions produced. The difference in colour can be clearly seen. Some high-grade quartz gravel is brown in colour on the surface, but completely grey on the inside. Thanks to the use of two-sided detection, they can be identified as "good material" providing they have been previously broken. This increases the yield by around 20 %.

**Fig. 5** shows the chemical analysis of the feed and separated "good" material. A clear decrease in the metallic impurities can be seen. While the values for aluminium and titanium have been approximately halved, the value for iron has been reduced from 0.15 to < 0.05 %. As a result, the sorted quartz meets the quality requirements for silicon smelting.

### 4. Assessment and Prospects

This successful application clearly shows that even difficult-to-sort and high-wearing materials can be sorted with constantly high efficiency. Optical sorters can be used for the low-cost separation of raw materials based on their colour, brightness or shape. As a result, they can even make selective extraction at the mine or



*Bild 4: Durchgangsmaterial: Quarz mit hohem Eisengehalt*

*Fig. 4: Material that has passed through the detector: quartz with a high iron content*

#### 4. Beurteilung und Ausblick

Diese erfolgreiche Anwendung zeigt deutlich, dass auch sortierkritische und schleißende Materialien mit dauerhaft hohen Durchsätzen sortiert werden können. Optische Sortierer sind in der Lage, Rohstoffe aufgrund ihrer Farbe, Helligkeit oder Form kostengünstig zu trennen. Sie können dadurch einen selektiven Abbau oder die Handklaubung am Leseband überflüssig machen. Auch in Kornbereichen < 40 mm, sogar in Bereichen von Korngrößen ab 2 bis 5 mm, können optische Sortieranlagen klassische Aufbereitungstechniken entlasten oder sogar komplett ersetzen. Mogensen verfügt über ein breites Programm an Sortiermaschinen, mit denen bereits seit langem eine große Bandbreite unterschiedlicher Produkte erfolgreich sortiert wird [3, 4].

#### Schrifttum/References

- [1] Sötemann, J.: Aufbereiten von Schwerspat und Flusspat – Sortierung komplexer Roherze bei steigenden Qualitätsanforderungen. *Aufbereitungs Technik* 41 (2000), Nr. 6, S. 271/277
- [2] Harbeck, H.: Optoelektronische Sortierung zur Aufbereitung von Feldspat bei Maffei Sarda. *Aufbereitungs Technik* 42 (2001), Nr. 9, S. 438/444
- [3] Dehler, M.: Optische Sortierung von keramischen Rohstoffen. *Keramische Zeitschrift* 55 (2003) [8]
- [4] Dehler, M.: Reduzierung des Eisengehaltes von Quarzkiesel durch optisches Sortieren. *Keramische Zeitschrift* 58 (2006) [2]

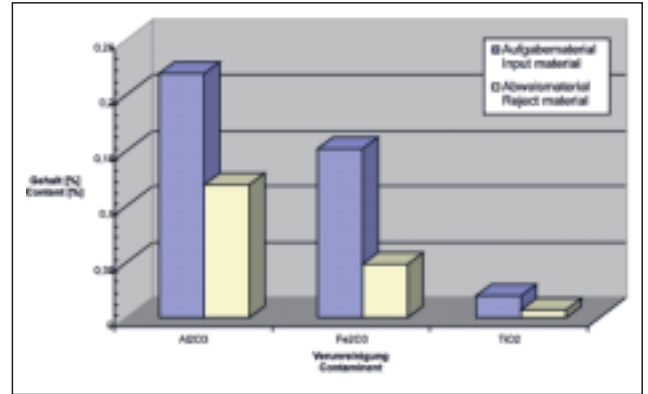


Bild 5: Chemische Analyse des Aufgabe- und des Abweismaterials

Fig. 5: Chemical analysis of the feed and ejected "good" material

manual picking at the conveyor belt unnecessary. In size ranges < 40 mm too – even in particle size ranges from 2 to 5 mm, optical sorters can reduce the load on classical mineral processing methods or replace these completely. Mogensen offers a wide range of sorting machines, with which a wide variety of products has already been efficiently sorted [3, 4].