

Características de la arena y criterios de trituración

De los materiales de construcción a la tecnología de semiconductores

La arena es una roca sedimentaria no consolidada muy extendida en la Tierra. La arena se caracteriza por un tamaño de grano comprendido entre 0,063 y 2,0 mm. La composición puede ser muy diferente. Muchos depósitos de arena están formados por cuarzo o dióxido de silicio (SiO₂). Una vez triturada la arena de cuarzo, se analiza su composición química para documentar su idoneidad para el uso previsto. FRITSCH ofrece una amplia gama de molinos adecuados para este fin. FRITSCH ofrece tamizadoras y máquinas ópticas para determinar la granulometría de las partículas, basados en la dispersión láser estática o en el análisis dinámico de imágenes. Estas técnicas ópticas son ideales para verificar y optimizar los procesos de molienda.

Naturaleza del dióxido de silicio

El principal componente de la arena de cuarzo es el dióxido de silicio (SiO₂). Los átomos de oxígeno forman una estructura tetraédrica con el átomo de silicio en el centro. Cada átomo de oxígeno pertenece al mismo tiempo a dos átomos de silicio. De este modo, los tetraedros se entrecruzan a un alto nivel molecular. Esto hace al dióxido de silicio su especial dureza de 7 en la escala de Mohs (en comparación con el diamante = 10) y el altísimo punto de fusión de 1713°C. Estas propiedades lo hacen adecuado para su uso en las industrias de semiconductores y de la construcción, por ejemplo. ^{[1] [2]}



Imagen 1: 20 g de arena como material inicial para una molienda de prueba

Uso de arena de cuarzo

Esta materia prima natural se ha utilizado siempre como material de construcción y para la producción de vidrio. Los primeros testimonios textuales sobre el vidrio proceden de Ugarit y pueden datarse en torno al 1600 a.C.. A lo largo de muchas etapas de desarrollo, se hizo posible producir vidrio de forma económica y hacerlo así para el uso cotidiano. El vidrio, en todas sus variantes, se utiliza en casi todos los ámbitos de la vida cotidiana. También se han identificado otras propiedades que pueden obtenerse mediante el tratamiento químico o físico de la arena de cuarzo. Ya en 1899, el químico Robert Küch realizó las primeras pruebas de fusión con dióxido de silicio puro y pudo así producir vidrio de cuarzo puro. El SiO₂ cristalino químicamente puro tiene un fuerte efecto piezoeléctrico, que se utiliza en la tecnología de semiconductores y la fabricación de chips. Generalmente se conocen por su uso como cristales de cuarzo oscilantes en los „relojes de cuarzo“ Sin embargo, la aplicación actual más importante es probablemente la producción de hormigón.



Imagen 2: 20 g de arena molido con el P-2 mortero de ágata después de 30 minutos

Otras aplicaciones de la arena de cuarzo son:

- Arena filtrante en depuradoras^[1]
- Abrasivos en el tratamiento de metales^[2]
- Sustancia ósea artificial (tecnología médica)^[3]

Trituración de arena de cuarzo

Debido a la naturaleza quebradiza de la arena, la trituración no plantea problemas. Aquí hay que tener en cuenta que la abrasividad de la arena puede variar mucho en función de su composición. Para minimizarlo, se suele seleccionar un molino con efecto de impacto. Los molinos planetarios de bolas FRITSCH son especialmente adecuados para una preparación rápida y eficaz. Los consultores de aplicación de FRITSCH así como el laboratorio de aplicación llevaron a cabo una serie de pruebas comparativas para optimizar la trituración con respecto a la selección de la máquina, la cantidad inicial, la adición de líquido y otros parámetros. Estas pruebas comparativas internas han demostrado que los **molinos planetarios de bolas** FRITSCH superan con creces al molino de mortero FRITSCH tanto en eficiencia como en tiempo de molienda. La razón de ello es la potencia y la transmisión de energía; los molinos planetarios de bolas FRITSCH están optimizados para un aporte máximo de energía de impacto. Una característica especial tiene aquí el FRITSCH **Molino planetario premium line**. El aumento significativo de la velocidad permite moler en húmedo materiales con un tamaño de partícula de unos pocos nanómetros.



Imagen 3: 100 g arena de cuarzo molido después de 5 minutos con el molino P-6, con vaso 250 ml y bolas 20 mm de ágata

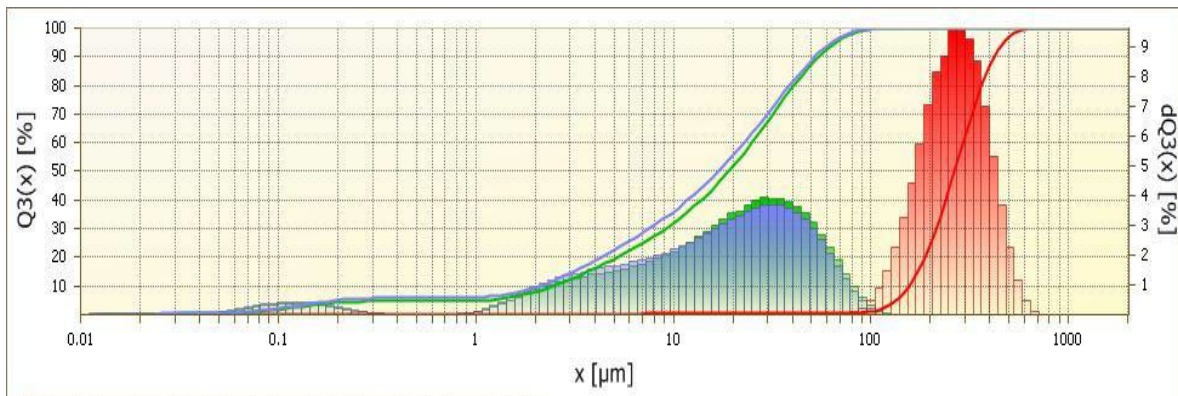
La tarea

En este caso concreto, la arena de cuarzo de gran pureza debía triturarse hasta alcanzar una granulometría $< 100 \mu\text{m}$. Preparado de este modo, se puede fundir un vaso para agua a partir de este material. El objetivo de determinar el contenido de hierro puede alcanzarse fácilmente mediante fotometría. Las más mínimas trazas de hierro en el vidrio decoloran fuertemente el material, y sería fatal que, por ejemplo, los cristales de las ventanas o los vasos mostraran una decoloración incontrolada. El control de contenido de hierro de la arena de cuarzo, es por eso, de gran importancia en la industria de vidrio.

Originalmente, para esta tarea se utilizaba un molino de mortero. 20 gramos de arena de cuarzo utilizando el **molino mortero PULVERISETTE 2** con mortero de ágata tienen después de 30 minutos una finura analítica. En nuestro **mono-molino-planetario PULVERISETTE 6 classic line** 100 gramos de arena de cuarzo se muelen hasta una finura comparable en 5 minutos utilizando un vaso de molienda de ágata de 250 ml y 15 bolas de ágata 20 mm de diámetro.

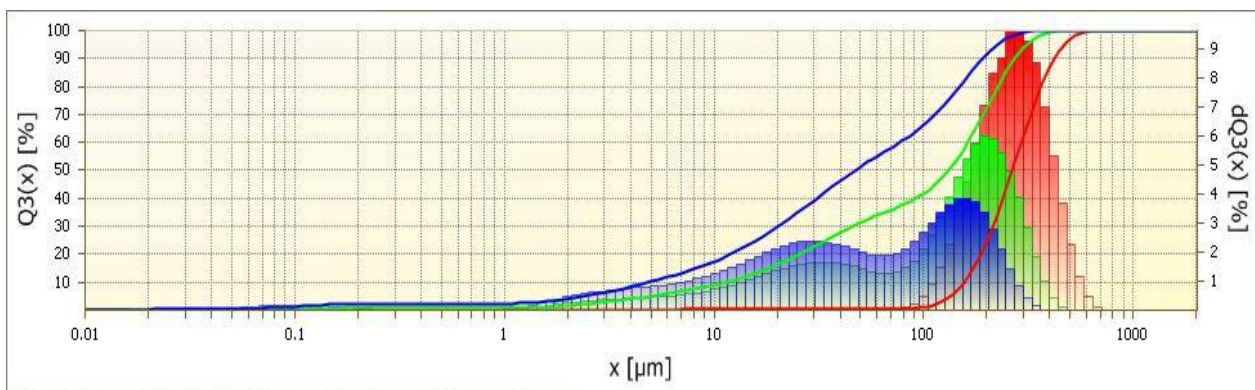
Las mediciones

Las mediciones de la distribución del tamaño de las partículas se realizaron con el **analizador láser ANALYSETTE 22**. Con la dispersión de luz estática se pueden determinar de forma muy rápida y eficaz distribuciones granulométricas en el rango comprendido entre 10 nm y 2 mm.



- curva roja arena de cuarzo inicial
- curva verde 100 g de arena de cuarzo molida durante 5 minutos en el molino planetario de bolas
- curva azul 20 g de arena de cuarzo molida durante 30 minutos en el molino de mortero

Una muestra de 100 gramos ha seleccionado, porque la mayor cantidad corresponde mejor a una muestra representativa. Sin embargo, esta cantidad no se puede llevar a una finura final comparable en una hora utilizando un molino de mortero.



- curva roja arena de cuarzo inicial
- curva verde 100 g de arena de cuarzo molida en el molino de mortero durante 30 minutos
- curva azul 100 g de arena de cuarzo molida en el molino de mortero durante 60 minutos

El experimento tiene las siguientes conclusiones generales:

- Los molinos planetarios de bolas se recomiendan para la trituración rápida de materiales duros y quebradizos
- Para un muestreo representativo, se recomienda el vaso de molienda con un volumen total de 250 ml de molino planetario de bolas
- Para evitar el aporte de elementos perturbadores, hay 8 diferentes materiales disponibles como juegos de molienda. El ágata es nuestra recomendación en este caso

Fuentes y lecturas complementarias:

- [1] Werkstoffkunde 17. Aufl., W. Weißbach, Vieweg Verlag
- [2] Praxiswissen der chemischen Verfahrenstechnik: Handbuch für Chemiker und Verfahreningenieure 2. Aufl., Springer Verlag
- [3] Chemie 10. Aufl., C. Mortimer und U Müller, Thieme Verlag

Autor: Químico licen. Wieland Hopfe, Fritsch GmbH, E-Mail: info@fritsch.de

Editor: Leos Benes, B.Sc. Tecnología farmacéutica • Responsable de laboratorio, E-Mail: benes@fritsch.de