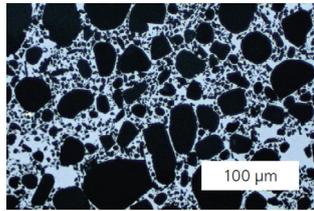


Beispiel eines zu konventionellem F600 identischen Schleifmittels RECOSiC E-ABRASiC F600 (Quelle: ESK-SiC GmbH).



Gefüge eines SiSiC-Werkstoffs aus einem abgerundeten RECOSiC-Spezialpulver.

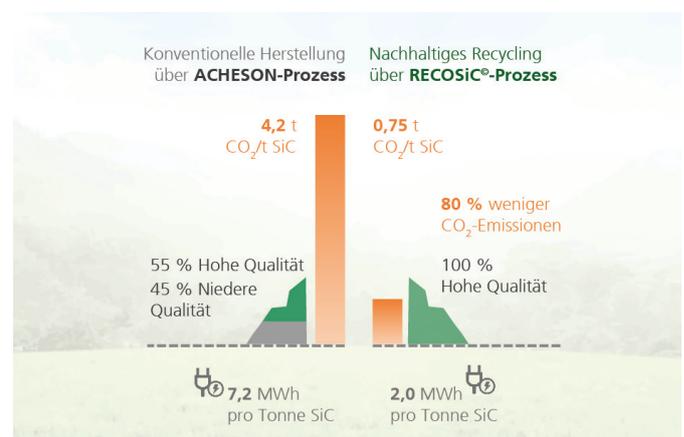
Seit mehr als 100 Jahren wird Roh-Siliciumcarbid (SiC) im energieintensiven Acheson-Verfahren, der carbothermischen Reduktion von SiO₂ hergestellt; mittlerweile im Umfang von ca. 1 Mio. t/a weltweit. Dabei werden ca. 7,15 MWh an elektrischer Energie pro Tonne SiC benötigt. Gleichzeitig werden ca. 4,2 Tonnen CO₂ emittiert. 2,4 Tonnen dieser CO₂-Emissionen sind rein reaktionsbedingt, die restlichen 1,8 Tonnen CO₂ entstehen bei der Energieproduktion (europäischer Strommix). Da 70–80 % der Weltproduktion in China stattfindet, sind die Emissionen, weltweit gesehen, sogar noch deutlich höher. Sowohl bei der Herstellung des Rohmaterials als auch bei dessen Veredelung zu Spezialprodukten für die Keramik-, Feuerfest- und Schleifmittelindustrie fallen zudem große Mengen an minderwertigem Material an.

Hier setzt ein Forschungsteam der ESK-SiC GmbH und des Fraunhofer IKTS an. Mit dem von ihnen entwickelten und patentierten RECOSiC-Verfahren können minderwertige Rohmaterialien und Beiprodukte thermisch zu SiC-Pulver mit einem SiC-Gehalt von > 98 % und einer an die späteren Zielprodukte angepassten Korngrößenverteilung mit einer Ausbeute von nahezu 100 % umgewandelt werden. Die daraus entstehenden Wertstoffe werden nachfolgend den etablierten Pulveraufbereitungsverfahren unterzogen, so dass sämtliche Materialkennwerte nach dem Recyclingverfahren identisch oder verbessert im Vergleich zu marktgängigen Produkten sind. Der RECOSiC-Prozess verbessert deutlich die CO₂-Bilanz der SiC-Herstellung: Beim stofflichen Recycling einer Tonne SiC wird weniger als eine Tonne CO₂ emittiert. Zusätzlich fällt die Rohstoffbilanz sehr viel besser aus, da fast vollständig auf den Einsatz von Primärrohstoffen verzichtet werden kann. Durch

die zielgerichtete RECOSiC-Prozessführung können Korngröße, Kornform, Dotierung und Polytypengehalt auf das spätere Endprodukt zugeschnitten werden, so dass die Ausbeute an Spezialprodukten im Vergleich zu konventionellen Prozessen nochmals deutlich verbessert ist. Zum Teil können sogar Eigenschaften (z. B. Kornformen) erzielt werden, die bisher nicht möglich waren. Für die Herstellung von SiC-Keramik ergeben sich dadurch neue Optionen der Prozess- und Eigenschaftsoptimierung, z. B. für korrosionsstabilere Feuerfestprodukte oder die additive Fertigung.

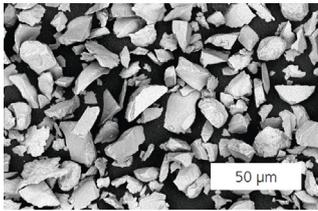
Am Fraunhofer IKTS steht eine erste RECOSiC-Versuchsanlage mit einer Kapazität von einigen Tonnen pro Jahr. Die ESK-SiC GmbH plant derzeit eine erste Linie mit einer Kapazität von 12 000 t/a, die in der ersten Jahreshälfte 2024 stufenweise in Betrieb gehen soll. Weitere Ausbaustufen sind bereits in Planung.

Für die Zukunft kann erwartet werden, dass auch Abfälle der SiC-Keramikindustrie (z. B. Grünware, Sinterschrott) in den RECOSiC-Prozess eingeschleust werden können. Eine entsprechende Erfassungslogistik vorausgesetzt, könnten sogar ausgewählte SiC-Produkte nach End of Life einer echten Kreislaufwirtschaft zugeführt werden.

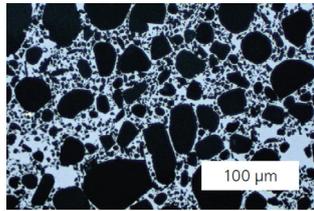


Energieverbrauch, CO₂-Footprint und Ausbeute der konventionellen SiC-Herstellung (l.) im Vergleich zum RECOSiC-Prozess (r.).





Example of a RECOSiC E-ABRASiC F600 abrasive, identical with a conventional abrasive agent (Source: ESK-SiC GmbH).



Microstructure of a SiSiC material made from rounded RECOSiC specialized powder.

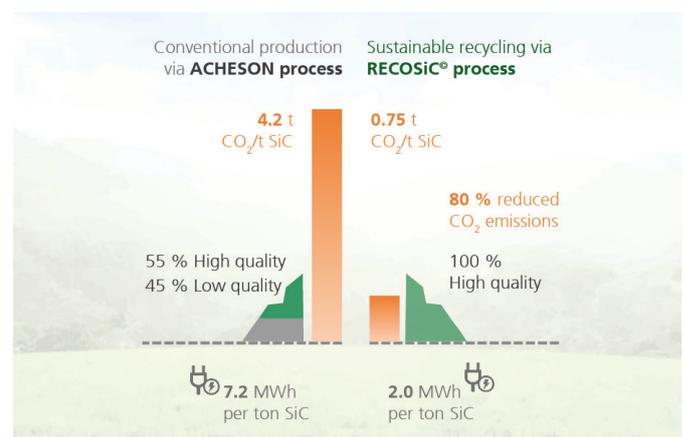
Raw silicon carbide (SiC) has been produced for more than 100 years through the energy-intensive Acheson process – the carbothermal reduction of SiO₂. Global production has reached approx. 1 million metric tons annually. Every ton produced requires approx. 7.15 MWh of electricity and causes approx. 4.2 metric tons in CO₂ emissions. 2.4 tons of these emissions come directly from the reaction, while the remaining 1.8 tons are caused by the production of the required energy (based on the European electricity mix). However, as 70 to 80 % of worldwide production takes place in China, global emissions are even significantly higher than that. Additionally, large quantities of low-grade material accumulate when manufacturing the raw material and refining it to obtain specialized products for the ceramics, refractory and abrasives industries.

This is where a research team of ESK-SiC GmbH and Fraunhofer IKTS came in. They developed and patented the RECOSiC process, which allows to convert low-quality raw materials and byproducts thermally to obtain SiC powder with over 98 % SiC content and a grain size distribution suited to the subsequent target products, with the yield coming close to 100 %. The reusable materials thus obtained subsequently undergo well-established powder treatment processes. After these steps, all material characteristics are identical with, or even improved upon, those of products commonly available on the market. The RECOSiC process improves the CO₂ footprint of SiC production significantly, with less than one metric ton of CO₂ produced for every recycled ton of SiC. Moreover, the bottom line with regard to raw material consumption is much improved, since the novel process requires almost no primary raw materials. Through sophisticated RECOSiC process management,

characteristics, such as grain size and shape, doping and polytype content can be tailored to suit the targeted final product, significantly bettering once again the yield of special products compared with conventional processes. In some cases, it is even possible to achieve properties (such as grain shape) that were hitherto unavailable. For the production of SiC ceramics, this opens up whole new options regarding the optimization of processes and properties, e.g. when it comes to more corrosion-resistant refractory products or additive manufacturing.

An early RECOSiC test plant, with an annual capacity of a few metric tons, is located at the Fraunhofer IKTS site. ESK-SiC GmbH is currently planning a first processing line with 12,000 tons annual capacity. It is set to make its first steps to becoming fully operational within the first half of 2024. Further development stages are already being planned.

It is expected that in the future waste materials from the SiC ceramics industry (such as green products, sinter scrap) can be introduced into the RECOSiC process as well. Assuming suitable logistics for acquisition, even selected SiC products that have reached their end of life could be introduced into a true circular economy.



Energy consumption, CO₂ footprint and yield of conventional SiC production (left) compared with the RECOSiC process (right).

