

Rauenstein/Sonneberg

# Wachstum mit System

Die FCT-Unternehmensgruppe hat Erfolg mit Nischenprodukten, die höchste technologische Ansprüche erfüllen.

## Historie

Die FCT – Unternehmensgruppe geht auf die von *H. U. Kessel* im Jahr 1982 in Rödental gegründete **KCE Sondermaschinen GmbH** zurück. Hier wurden schon damals Verfahrens- und Anlagenentwicklungen für das wachsende Marktsegment der nichtoxidischen Hochleistungskeramik durchgeführt. Aus dieser Keimzelle entstanden im Laufe der Zeit die Unternehmen **FCT Fine Ceramics Technologies** (1985), **FCT Hartbearbeitungs GmbH** (1994), **FCT Ingenieurkeramik GmbH** und **FCT Systeme GmbH** (beide 1996). Zunächst wurden die Aktivitäten zum Bau von leistungsfähigen Hochtemperatur-Anlagen für Labors und Fertigung betrieben, dann wurde die Bearbeitung von Keramikbauteilen eingeführt und als Dienstleistung angeboten und schließlich die ganze Prozesskette vom Rohstoff bis zum Bauteil sukzessiv aufgebaut. Dies erfolgte primär unter dem Aspekt, den Anlagenkunden das entsprechende Instrumentarium zu geben, eine Pilotfertigung zu betreiben und die Produktionsanlagen effizient auf das vorgesehene Produktspektrum und die gewünschte Kapazität auszulegen.

Die Verfügbarkeit der entsprechenden Prozessanlagen und deren systematischer Ausbau führten konsequenterweise dazu, dass zunächst in der FCT Hartbearbeitungs GmbH und schließlich in der FCT Ingenieurkeramik GmbH die Herstellung von Keramikbauteilen nach Kundenzeich-

nung aufgenommen wurde. Bei der FCT Hartbearbeitung standen dabei zunächst vor allem SSiC-Bauteile mit hohem Bearbeitungsaufwand im Vordergrund. Nachdem sich eine zunehmende Nachfrage nach großen und komplexen Bauteilen aus SSiC und  $\text{Si}_3\text{N}_4$  entwickelte, stellten sich beide Firmen dieser Herausforderung und investierten in entsprechendes Equipment. Somit können heute derartige große und komplexe Bauteile angeboten und in eigener Regie oder zusammen mit Partnern weltweit vertrieben werden..

Die FCT – Unternehmensgruppe, Rauenstein/Thüringen (FCT Fine Ceramics Technologies H.U. Kessel), besteht somit heute aus drei eigenständigen Unternehmen: der FCT Hartbearbeitungs GmbH (GF *W. Martin*), der FCT Ingenieurkeramik GmbH (GF *K. Berroth*) und der FCT Systeme GmbH (GF *H. U. Kessel*). Die Aktivitäten der FCT Systeme GmbH (Heißpressen, SPS- und Gasdrucksinteranlagen sowie Höchsttemperatur-Schutzgassinteröfen) sind stark auf den Markt ausgerichtet, aber auch eng mit der Bauteilentwicklung der Schwesterfirmen gekoppelt. Nicht zuletzt dadurch konnten diese sich zwischenzeitlich national und international einen Namen als Technologiepartner und als Hersteller großer und komplexer Bauteile aus Ingenieurkeramik sowie als Dienstleister für das Heißpressen, Lohnsintern, kalisostatische Pressen und die Präzisionshartbearbeitung von Keramiken und anderen superharten Werkstoffen machen.



Bild 1  
Spark-Plasmaanlage

## F+E-Arbeit im Firmenpool

Hochleistungskeramik ermöglicht in der mechanischen und chemischen Verfahrenstechnik, Elektrotechnik und Elektronik, Hochtemperatur- und Wärmetechnik, aber auch in der Optik und Gießereitechnik, werkstofftechnische Probleme zu lösen und neuartige Konzepte und Technologien einzuführen. Herausragende Eigenschaften wie Temperatur- und Korrosionsbeständigkeit, hohe Festigkeit und Steifigkeit, Reinheit und Biokompatibilität qualifizieren Werkstoffe aus Siliciumcarbid, Siliciumnitrid, Zirkondioxid und Composite daraus für äußerst anspruchsvolle Einsatzgebiete.

Alleine das Wissen um die Werkstoffe, verbunden mit Kenntnissen hinsichtlich der Anforderungen an die Rohstoffe, ihrer Aufbereitung und die Sintertechnik, reichen jedoch

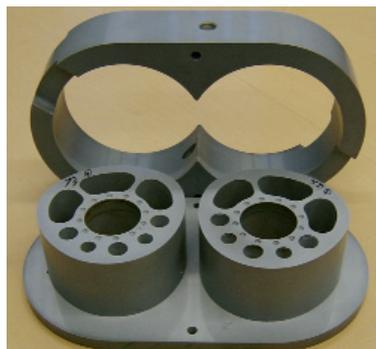


Bild 2 Drehkolbenmotor

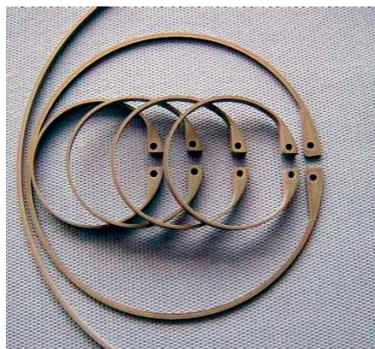


Bild 3 Seegerringe

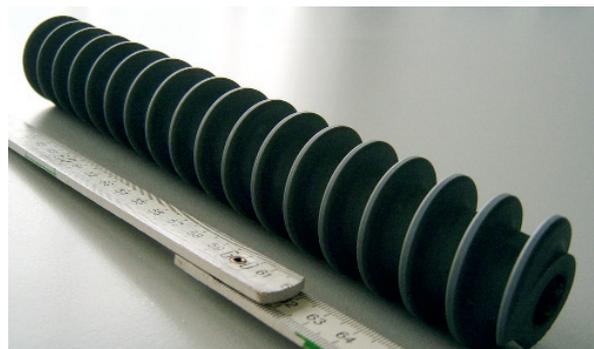


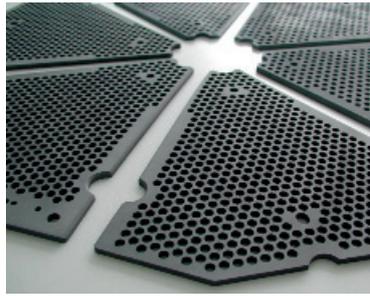
Bild 4 Keramische Extruderschnecke



**Bild 5-6** (v.l.n.r.)  
Zylinderrollen  
für Metallband,  
Lochblechsetter

nicht aus, leistungsfähige und zuverlässige Komponenten kostenadäquat herzustellen. Es musste vielmehr Know-how bezüglich jedes einzelnen Fertigungsschritts entlang der gesamten Prozesskette aufgebaut werden, wobei dies ein kontinuierlicher Prozess ist, der zu einer stetigen Optimierung der Prozesssicherheit führt. Bei den von FCT produzierten Bauteilen und Komponenten spielen Ausfallwahrscheinlichkeiten von 1: 1 000 000, wie sie in der Automobilindustrie und in der Elektronik gefordert sind, keine bestimmende Rolle, da sich die gefertigten Losgrößen im Bereich von einigen wenigen Einzelteilen und Prototypen bis zu Stückzahlen von ca. 500 bewegen, aber auch davon sollte im Einsatz kein Bauteil versagen. Besonders bei großformatigen Bauteilen mit sehr komplexer Geometrie und höchster Genauigkeit wird schon von jedem Prototyp eine hohe Funktionalität und äußerste Zuverlässigkeit erwartet, da sie oft in sehr teures Equipment eingebaut werden und unter hoher Beanspruchung funktionieren müssen.

Bei der Formgebung befasst sich die FCT sehr intensiv mit dem uniaxialen und kalisostatischen Pressen, dem Schlickerguss, dem uniaxialen Heißpressen unter Inertgas oder Vakuum, aber auch mit dem Spritzguss in unterschiedlichen Ausprägungen und der Extrusion. Bereits bei der Schlicker- bzw. Granulataufbereitung müssen die neuesten Erkenntnisse der Entwicklung einfließen, um in der Lage zu sein, homogene Gefügestrukturen gewährleisten zu können, die für die Prozess- und Bauteilzuverlässigkeit unerlässlich sind. Da in der Regel Spezialteile in Kleinserien gefertigt werden, kommt der Grünbearbeitung von isostatisch oder uniaxial gepressten Teilen, die ihrerseits schon mit weitestgehend angepasster Geometrie gefertigt werden, eine hohe Bedeutung zu. Hinsichtlich der Präzision muss hier mit ähnlichen Toleranzen gearbeitet werden wie beim Feindrehen und –fräsen, um z. B. bei Bohrungen Genauigkeiten von 0,05...0,2 mm zu erreichen oder bei Gewinden eine Passung, die nach dem Sintern nicht



nachgearbeitet werden muss. So können auch Gewinde von M3 bis M40 mit unterschiedlichen Gewindetypen ohne Hartbearbeitung nach dem Sinterprozess hergestellt werden.

Um mit dem Verfahren der Grünbearbeitung wirtschaftlich zu arbeiten, ist das Recycling von „grünem“, spanend abgetragenem Material ein wichtiges Thema, wenn zwischen 20 und 85 % des Rohlingsvolumens zerspannt wird. Um diese „Drehspäne“ wieder verwenden zu können, müssen sie zunächst sorten- und kontaminationsfrei gesammelt und dann wieder aufbereitet werden. Dabei eingesetzte temporäre Bindersysteme müssen dem Pressling eine ausreichend hohe Festigkeit und gleichzeitig eine gute, werkzeugschonende Zerspanbarkeit verleihen.

Bei der Formgebung von endformnahen Rohlingen in Kombination mit der Grünbearbeitung wird eine möglichst endkonturnahe Bauteilgestaltung angestrebt, sodass nur noch an Funktionsflächen mit sehr engen Toleranzen oder mit hohen Anforderungen an die Oberflächengüte die teurere Hartbearbeitung eingesetzt werden muss. Bei der Fertigung von sehr komplexen und hochpräzisen Teilen ist dennoch in zunehmendem Maße die Hartbearbeitung gefragt und insbesondere dann unerlässlich, wenn es um die Realisierung von engsten Toleranzen im µm-Bereich geht. Die FCT beherrscht alle dafür gängigen Hartbearbeitungsverfahren wie Trennen, Flachsleifen, Außen- und Innenrundsleifen, Honen, Läppen, Polieren und Profilschleifen. Eine besondere Kompetenz ist die Bearbeitung von großformatigen Teilen mit bis zu ca. 3000 mm Länge und ca. 1000 mm Durchmesser. Auch neue Bearbeitungsmethoden wie das ultraschallunterstützte Bohren und Schleifen, das Zweischiebenschleifen und –läppen sowie das Laser- und Wasserstrahlschneiden werden derzeit untersucht und bei Eignung eingeführt. Hier arbeiten die FCT Hartbearbeitungs GmbH und die FCT Ingeni-

eurkeramik GmbH technologisch eng zusammen, indem sie den vorhandenen spezifischen Maschinenpark gemeinsam nutzen und strategisch weiter ausbauen.

Die thermischen Prozesse haben in der Prozesskette eine besonders wichtige Stellung, da durch gezielte Temperatur- und Atmosphärensteuerung die Werkstoffeigenschaften der Bauteile „getunt“ werden können. Hier kommen die Kompetenzen der FCT Systeme GmbH zum tragen. Als Spezialist beim Bau von Höchsttemperaturanlagen für Vakuum- und Schutzgasbetrieb, Gasdruckinteranlagen und Schutzgas-Heißpressen sowie der Entwicklung von Anlagen für innovative Heißpresstechniken (Spark Plasma Sintering/SPS –Field Assisted Sintering Technique/FAST) sowie das Erschmelzen und Kristallisieren von Solarsiliciumblöcken mit gerichteter Erstarrung erbringt die Firma nicht nur Lösungen für spezielle Sinteranforderungen, sondern kann im Firmenverbund auch neue Wege bei der Entwicklung von Anlagen gehen. Bei der Entwicklung von Prototypen kann im eigenen Haus mitunter ein neues Ofenkonzept realisiert und im halbindustriellen bzw. produktionstechnischen Maßstab getestet, erprobt und optimiert werden. Mit diesem internen Netzwerk steht ein Werkzeug zur Verfügung, das in kürzester Zeit praxisnahe Ergebnisse liefern kann, die sowohl die Fertigung bei den FCT Keramikherstellern optimiert als auch neue Vermarktungsmöglichkeiten für den Anlagenbauer erschließt.

## Wachstum mit Produkt- und Prozessinnovationen

Bauteile aus Hochleistungskeramik treffen im Markt oft aus Preisgründen auf hohe Markteintrittsbarrieren. Die FCT – Unternehmensgruppe versucht diesbezüglich mit der Entwicklung von Prototypen zu zeigen, dass deutliche technische Vorteile der Keramikkomponenten ihren Preis rechtfertigen. Dennoch muss kontinuierlich an der Weiterentwicklung der Verfahrenstechnik nicht nur in technologischer, sondern auch in wirtschaftlicher Hinsicht gearbeitet werden, um den Preis nicht zum alleinigen Entscheidungskriterium werden zu lassen.

Das Wachstum der Gruppe beweist, dass der richtige Weg eingeschlagen wurde. Um weiteres Wachstum zu ermöglichen, bezog die FCT – Hartbearbeitungs GmbH im letzten Jahr

eine eigene Fertigungsstätte in Sonneberg, die eine Produktionsflächenvergrößerung von ca. 1000 m<sup>2</sup> auf 1700 m<sup>2</sup> ermöglicht hat und bereits wieder an Kapazitätsgrenzen stößt. Auch der zusätzliche Raum, der durch den Wegzug der FCT Harbearbeitungs GmbH und einer kleinen Maschinebaufirma im Rauensteiner Betriebsgebäude frei geworden und von der FCT Ingenieurkeramik bezogen wurde, ist mit seinen mehr als 1000 m<sup>2</sup> schon wieder zu eng geworden.

Die FCT Systeme GmbH ist in die vor zwei Jahren am Hauptsitz in Rauenstein entstandene neue Produktionshalle umgezogen. Damit wurde im dreistöckigen alten Fertigungsgebäude, wo auch die Geschäftsleitung und Verwaltung ihren Sitz haben, weiterer Platz für die FCT Ingenieurkeramik verfügbar. Dennoch liegen bereits Pläne für einen Anbau vor.

Nicht nur die räumliche Ausweitung zeigt den Erfolgskurs, sondern auch die gestiegenen Mitarbeiterzahlen. Im letzten Jahr wurden bei der FCT – Unternehmensgruppe 30 neue Stellen geschaffen, damit hat sich die Zahl der Mitarbeiter auf 122 erhöht – und man plant weitere Neueinstellungen. Damiteinher ging ein Umsatzwachstum von ca. 16 %.

Produkt- und Prozessinnovationen lassen sich generell nur mit kontinuierlichen Investitionen in die eigenen technologischen Einrichtungen darstellen. Um bei manchen Prozessen ein Alleinstellungsmerkmal als Nischenanbieter im Markt zu realisieren, ist eine sehr hohe Risikobereitschaft bei den Investitionsentscheidungen notwendig. Oft kann zu diesem Zeitpunkt nur eine Auslastung von 10...20 % realisiert werden. Vorteilhaft ist dabei aber, dass die Schwesterfirma die Auslastung durch eine gewisse Mitnutzung erhöhen kann. Das Geschäftsrisiko dafür muss aber die investierende Firma für sich tragen. Bei der Marktbearbeitung greifen Entwicklung und technisches Marketing eng ineinander. Produkte, die zum festen Bestandteil des Programms geworden sind, werden nicht nur direkt, sondern auch über Partner vertrieben. Letzteres gilt z. B. für den Bereich Aluminium-Giessereitechnik, wo die Fa. *Drache* weltweit aktiv ist und als Vertriebspartner der FCT Ingenieurkeramik GmbH arbeitet. Über den direkten oder indirekten Vertrieb gelangen bereits über 40 % der Bauteile in den Exportmarkt. Dieser ist auch bei den Sinteranlagen das wichtigste Standbein. Hier liegt

die Exportquote bei 50...70% und unterliegt projektspezifisch starken Schwankungen.

## Beispiele von Produktinnovationen

Von der Planung bis zur Umsetzung bietet die FCT Systeme GmbH Hochtemperatursinteranlagen und komplette Fertigungskonzepte mit dem entsprechenden Know-how vom Rohstoff bis zum einsatzfähigen Bauteil an. Für einen ausländischen Geschäftspartner wurde eine technologische Entwicklung des Sinterprozesses für Dieselfilterelemente getätigt, die zu einem umfangreichen Auftrag mit Lieferung einer kompletten Sinterlinie geführt hat.

Auch für das Erschmelzen von Si-Blöcken wurden intensive technologisch innovative Entwicklungen durchgeführt. Auch sie haben zum Bau und zur Auslieferung von mehreren Anlagen für die Solarindustrie geführt, Folgeaufträge sind angekündigt. Als weiteres Feld wurde das Thema Spark-Plasma-Sintern aufgegriffen und intensiv bearbeitet. Hier hat sich die FCT Systeme in den letzten drei Jahren international einen deutlichen Vorsprung in der Technologie und beim Bau von produktionsstauglichen Anlagen geschaffen, der nun konsequent weiter ausgebaut wird.

Diese Technologie ist vor allem in der Pulvermetallurgie auf großes Interesse gestoßen, wird aber auch für keramische Werkstoffe erprobt. Die FCT – Hartbearbeitungs GmbH hat sich eine hohe Kompetenz im Bereich des Verschleißschutzes bei z. B. Mahlanlagen erarbeitet und fertigt dafür Bauteile aus Siliciumcarbid und Zirkondioxid. Beispiele dafür sind Statoren und Rotoren für Rührwerkskugelmöhlen oder Kalenderrohre bis 400 mm Durchmesser und ca. 1 m Länge zur Aufbereitung von Lacken und Elektronik-Druckpasten. Neben kleinen, hochpräzisen Komponenten geht der Fokus immer mehr in Richtung großvolumiger, komplexer Bauteile, zu deren Herstellung in den letzten Jahren die technologischen Einrichtungen installiert wurden.

Besonders vielfältig ist das Komponentenspektrum der FCT Ingenieurkeramik GmbH, das Anwendungen im Bereich der Optik, der Gießertechnik, der Prüf- und Umformtechnik, aber auch der Wärme- und Elektrotechnik umfasst. So erreicht man bei einer großformatigen komplexen Siliciumnitrid-Gehäusestruktur



**Bild 7**  
SiC-Bauteile: Rotor für Attritormühle, Zahnradpumpengehäuse, Zahnräder

für IR-Kameras mit ca. 20 % Sinterschwund Präzisionen von  $\pm 0,2$  %. Der Werkstoff überzeugt beim Einsatz mit Eigenschaften wie hohe Steifigkeit, Dauerfestigkeit, kleinster Wärmedehnung, Ermüdungsfreiheit und guter Wärmeleitfähigkeit bei geringem Gewicht.

Auch die Aluminiumindustrie hat diesen Werkstoff für sich erkannt. Anwendungen bestehen bei Thermoelementschutzrohren, Steigrohren, Gießdüsen etc.

Für die Umformtechnik ist Siliciumnitrid für neuartige Walzwerkzeuge von Interesse. Neben Umformwerkzeugen werden aber auch unterschiedliche Verschleißteile wie Führungs- und Umlenkrollen in unterschiedlicher Größe und Komplexität in Walzwerken eingesetzt.

## Ausblick

Unser kontinuierlich verfolgtes Konzept, Werkstoffe und Fertigungsverfahren in Kooperation mit potenziellen Anwendern zu entwickeln und zu optimieren, scheint aufzugehen, da deren feedback aus der Anwendung umgehend umgesetzt werden kann. Wir werden deshalb unsere Entwicklung konsequent und anwendungsbezogen weiter betreiben und damit neue Märkte erschließen.

In der Kombination der individuellen Kompetenzen der einzelnen FCT-Schwesterfirmen und der in den letzten Jahren getätigten Investitionen in Mitarbeiter/innen und moderne Anlagen zur Herstellung von großvolumigen, hochkomplexen und präzisen Bauteilen sieht sich die FCT-Firmengruppe als gut gerüstet für eine weitere positive Entwicklung im Bereich der Hochleistungskeramik.

KS/KB