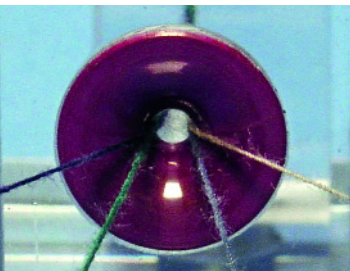


advancer

Newsletter

Der Begriff »AdvanCer« vermittelt uns Vorwärtsorientierung, Fortschritt und Gewinn. Keramikhersteller und -anwender finden in dem Namen darüber hinaus ihren Hochleistungswerkstoff »Advanced Ceramics« wieder - den Werkstoff, der uns viele Zukunftschancen bietet. »AdvanCer« möchte Ihnen innovative Anwendungen von Hochleistungskeramik vorstellen: Systemlösungen mit »Ceramics inside« von heute und morgen.

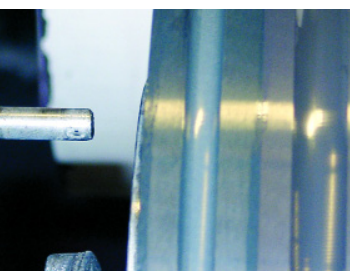
Inhalt



Seite 2
Übersichtsbeitrag: Feinbearbeitung keramischer Werkstoffe (Teil 1)



Seite 3
Nächste Messe Highlights 2004: Materialica, Euroblech und Euromold



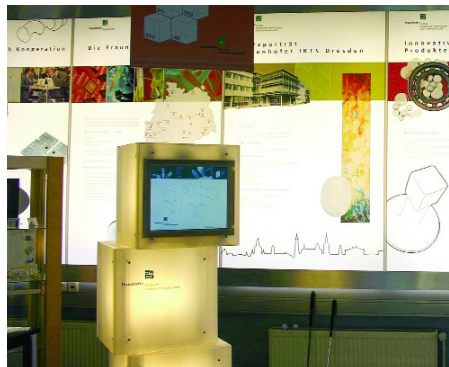
Seite 4
Erfolgsgeschichten zur Hochleistungskeramik

»AdvanCer«



Das Demonstrationszentrum nimmt nun an allen Standorten der sieben beteiligten Institute Gestalt an. Am Standort Dresden

sind bereits die ersten Gemeinschaftsentwicklungen von »AdvanCer« zu sehen. Neuigkeiten gibt es auch aus dem Institutszentrum Dresden. Am 3. Juni 2004 wurde nach erfolgreicher Fertigstellung der Erweiterungsbau für die Institute FEP, IFAM-EPW, IWS und IKTS feierlich eingeweiht. Besuchen Sie Dresden und besuchen Sie »AdvanCer« !



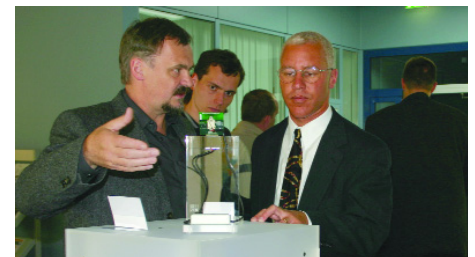
Dresden ist immer eine Reise wert. Die wiederaufgebaute Frauenkirche gibt der Silhouette von Dresden einen neuen Glanz.

am Standort Dresden

Eingebettet in die ständige Ausstellung des Treffpunktes Keramik bietet unser Demonstrationzentrum eine geeignete Plattform für Informations- und Schulungsveranstaltungen unterschiedlichster Art.



Fraunhofer meets NASA: Als Beitrag zum deutschlandweiten Tag der Technik im Jahr der Technik fand am 18. Juni 2004 im Fraunhofer IKTS ein Seminar zu adaptiven Strukturen statt, an dem etwa 60 Gäste teilnahmen. Das Thema gehört zu den 12 Leitinnovationen der Fraunhofer-Gesellschaft.



W. K. Wilkie und R. G. Bryant, zwei maßgebliche Entwickler aus dem NASA Langley Research Center (R. G. Bryant, Bildmitte, hier im Gespräch mit Dr. Schönecker vom IKTS) berichteten über die Entstehung und die Entwicklungsergebnisse der "Macro Fiber Technology", einem Lösungsansatz zur aktiven Kontrolle von Leichtbaustrukturen mit Piezokompositen.

Übersichtsbeitrag:

Feinbearbeitung keramischer Hochleistungswerkstoffe (Teil1)

Bauteile aus Hochleistungskeramik haben in den letzten Jahren vermehrt Anwendung im Motorenbau, dem Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Medizintechnik gefunden. Die spezifischen Vorteile dieser Werkstoffe sind ihr hervorragendes Festigkeits- und Verschleißverhalten, ihre Hochtemperatur- und Formbeständigkeit sowie ihre chemische Resistenz. Keramische Hochleistungswerkstoffe werden serienmäßig für Wälz- und Gleitlager, für Bremscheiben in Kraftfahrzeugen sowie für medizinische Implantate eingesetzt. Die hohen Kosten keramischer Bauteile resultieren vor allem aus der komplexen und zeitintensiven Nachbearbeitung. Dafür kommen zur Zeit nur Verfahren der Feinbearbeitung wie Schleifen, Honen und Läppen in Frage. Das Ziel aktueller Entwicklungen im Rahmen von »AdvanCer« im Bereich der Feinbearbeitung ist es, neue Bearbeitungstechnologien zu entwickeln und bereits vorhandene zu optimieren, um das Einsatzgebiet keramischer Hochleistungswerkstoffe zu erweitern.



Machen das Leben angenehmer: Dichtscheiben für Einhebel-Mischbatterien aus Aluminiumoxidkeramik – ein Serienprodukt mit High-Tech-Bearbeitung

Feinbearbeitung

Für die Feinbearbeitung von Werkstoffen aus Hochleistungskeramiken werden die Verfahren Schleifen, Honen und Läppen angewendet. Aufgrund ihrer hohen Härte und Verschleißfestigkeit können die Werkstoffe nur mit Werkzeugen mit Körnungen aus Diamant oder Borcarbid bearbeitet werden. Für die Erzeugung oder Endbearbeitung von Funktionsflächen an den verschiedenartigsten Bauteilen kommen unterschiedliche Technologien zum Einsatz. Neben dem Plan-, Rund- und Profilschleifen keramischer Werkstoffe werden vom

Demozentrum »AdvanCer« FuE-Projekte zum Planschleifen mit Planetenkinematik, zum Planparallelläppen, ultraschallunterstützten Schleifen, Strömungsschleifen und Honen durchgeführt.

Planschleifen mit Planetenkinematik und Planparallelläppen

Beim Planschleifen mit Planetenkinematik sowie beim Planparallelläppen werden planparallele Funktionsflächen mit höchsten Genauigkeiten erzeugt. Die Verfahren besitzen die gleiche Kinematik, unterscheiden sich jedoch in der Art des verwendeten Werkzeugs. Während beim Planschleifen mit Planetenkinematik keramische Werkstoffe mit gebundenem Diamantkorn bearbeitet werden, erfolgt die Läppbearbeitung mit ungebundenem Korn. Aus wirtschaftlichen Gründen wird außerdem bei der Läppbearbeitung mit Körnungen aus Borcarbid gearbeitet.

Im Prozess werden die in Zahnscheiben eingelegten und geführten keramischen Werkstücke zeitgleich von einer oberen und einer unteren Schleif- oder Läppscheibe planparallel bearbeitet. Die Funktionsflächen zeichnen sich anschließend durch höchste Oberflächenqualitäten aus. Während geläppte Oberflächen die verfahrensspezifischen Kraterstrukturen aufweisen, zeigen mit Planetenkinematik geschliffene Oberflächen ungerichtete, sich kreuzende Bearbeitungsspuren. Beide Verfahren werden in der industriellen Fertigung von Dicht- und Regelscheiben jeder Art, in der Wälzlagerfertigung sowie in der Fertigung



Der Autor des Beitrages, Dipl.-Ing. Tom Hühns vom IPK (rechts), präsentiert auf der Materialica die keramische Schneide für einen Schädelbohrer

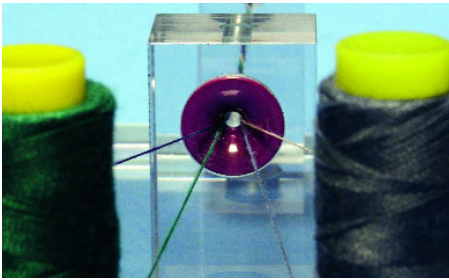
von Werkzeugen angewendet. Beim Planparallelläppen von Siliciumnitrid konnten Rauheiten von $R_a = 0,05 \mu\text{m}$ erreicht werden. Mit dem Planschleifen mit Planetenkinematik werden mit gebundenem Korn ähnliche Rauheiten erzielt.

Ultraschallunterstütztes Schleifen

Beim ultraschallunterstützten Schleifen wird der Kinematik des konventionellen Schleifprozesses eine zusätzliche, longitudinal oszillierende Wirkbewegung überlagert, deren Richtung mit einer Frequenz von etwa 22 kHz wechselt. Diese Wirkbewegung wird in der Regel vom Werkzeug ausgeführt. Durch die Überlagerung der konventionellen Schleifkinematik mit Ultraschall können die Prozesskräfte deutlich reduziert werden. Sie weisen über der Bearbeitungsdauer einen quasistationären Verlauf auf und ermöglichen höchste Zeitspannungsvolumina. Für keramische Werkstoffe können diese verfahrensspezifischen Vorteile bei der Fertigung komplexer Konturen wie Bohrungen, Nuten, sphärische Flächen oder Freiformflächen genutzt werden. Industrielle Anwendung findet das ultraschallunterstützte Schleifen unter anderem in der Medizintechnik zur Fertigung von Implantaten aus Hochleistungskeramiken.

Strömungsschleifen

Das Strömungsschleifen dient der Bearbeitung von Bauteilen aus hochfesten Werkstoffen mit unzugänglichen, komplizierten Geometrien und ersetzt produktivitätssteigernd manuell durchgeführte Entgrat- und Polieroperationen. Das Werkzeug beim Strömungsschleifen besteht aus einem polymeren Fluid, in dem das abrasive Schleifmittel gebunden ist. Als Schleifmittel für die Keramikbearbeitung werden Borcarbid oder Diamant eingesetzt. Dem Fluid wird eine zyklische alternierende Bewegung über die zu bearbeitende Kontur des Werkstücks aufgezogen. Diese Relativbewegung führt in Verbindung mit der abrasiven Wirkung des Schleifmittels zur Werkstoffabtrennung. Das Arbeitsergebnis hängt von der Korngröße, der Viskosität und der Zusammensetzung des Schleifmediums sowie dem eingestellten Arbeitsdruck und der Anzahl der Bearbeitungszyklen ab. Mit dem Strömungsschleifen können Oberflächen keramischer Bauteile gezielt und reproduzierbar eingestellt werden. Aufgrund der verfahrensspezifischen Vorteile eignet sich das Strömungsschleifen vor allem für die Bearbeitung von Innengeometrien. Das Verfahren wird aktuell in der Finishbearbeitung komplexer Düsengeometrien und Fadenführer aus keramischen Hochleistungswerkstoffen eingesetzt. Bei der Bearbeitung von Siliciumnitridkeramiken mit dem Strömungsschleifen konnten



Fadenführer für die Textilindustrie weisen komplex gestaltete Funktionsflächen mit höchsten Anforderungen an Oberflächeneigenschaften auf

unter Verwendung von Diamantwerkzeugen Oberflächenrauheiten von $R_a < 0,03 \mu\text{m}$ erreicht werden.

Honen

Für die Bearbeitung innenliegender, tribologisch beanspruchter Keramikbauteile eignet sich das Langhub-Innenrund-Honen. Durch die Honbearbeitung werden Oberflächen mit hohen Profilraganteilen hergestellt. Gehonte Oberflächen weisen zudem sich kreuzende Bearbeitungsspuren auf. Diese verbessern die Aufnahme des Schmierstoffs und erzeugen bei Gleitbeanspruchung hervorragende tribologische Eigenschaften. Das Langhub-Innenrund-Honen ist aufgrund der verhältnismäßig hohen Zeitspannungsvolumina wirtschaftlich dem Innenrundscheifen überlegen.

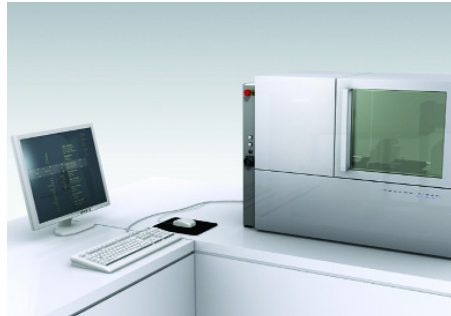
Sein großes Potenzial für die Fertigung von innenliegenden Konturen wird bisher industriell in der Bearbeitung von keramischen Zylinderlaufbuchsen für Hochleistungsmotoren sowie in der Fertigung keramischer Gleitlagerringe genutzt.

Messe-Highlights 2004:

CT-Mini auf Materialica und Euromold

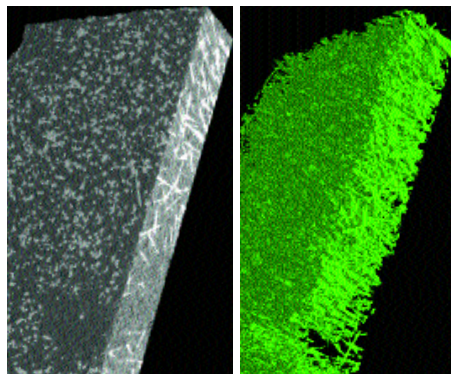
Für den industriellen Einsatz hat die dreidimensionale Röntgen-Computertomographie gegenüber anderen Prüfmethoden den Vorteil, dass sie zerstörungsfrei und geometrieanabhängig Informationen über die räumliche Lagebeziehungen innen liegender Strukturen eines Untersuchungsobjekts liefert. Ungeachtet unstrittiger Vorteile und Alleinstellungsmerkmale bei der Prüfung auf innere Fehler und der Aufbaukontrolle komplex zusammengesetzter Werkstücke ist die 3D-CT als vor-Ort Analysesystem im industriellen Umfeld noch nicht verbreitet, da viele Kunden den investiven Aufwand für eine große stationäre Universal-CT Anlage scheuen. Die von Fraunhofer-Wissenschaftlern in Kooperation mit der Firma Procon

entwickelte CT-Mini erfüllt alle Anforderungen an eine industrielle 3D Röntgen-Computertomographie Anlage.



Gesamtansicht der CT-Mini des Fraunhofer - Entwicklungszentrums Röntgentechnik

Die CT-Mini wird als vollständige, direkt einsetzbare Kompaktanlage geliefert. Nach Anschluss des Netzsteckers und der Netzwerkverbindung zum lokalen Computernetz, muss die CT-Mini einmalig justiert werden und ist dann sofort einsatzbereit. Hard- und Software wurden benutzerfreundlich so aufeinander abgestimmt, dass viele wichtige Parameter automatisch optimiert werden.



Faser-Verbundwerkstoff gemessen auf CT-Mini; Voxelkantenlänge = $5,55 \mu\text{m}$; rechte Seite Matrix-Werkstoff ausgeblendet

Überzeugen Sie sich von der Flexibilität und Leistungsfähigkeit der CT-Mini, indem Sie »AdvanCer« auf der Materialica (21.-23. September in München, Gemeinschaftsstand der TASK Halle C1, Stand 109) und auf der Euromold (1.-4. Dezember in Frankfurt/Main, Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Allianz Rapid Prototyping, Halle 8, Stand N112 –L115) besuchen!

Keramische Umformwerkzeuge auf der Euroblech

Basierend auf Untersuchungsergebnissen im Tribo-System Keramik/Schmierstoff/ Blechwerkstoff ist eine gezielte Auswahl geeigneter Werkstoffpaarungen Ziehring/Blechwerkstoff beim Tiefziehen möglich. Reibung

und Verschleiß im genannten System hängen nicht nur von den Stoffpaarungen sondern auch von der Oberflächenstruktur und dem durch die Bearbeitung eingebrachten Eigenspannungszustand der Wirkflächen ab. Durch den Einsatz keramischer Ziehringe, dreifach gestuft, konnte die Standzeit beim Abstreckziehen von Hülsten aus CrNi-Stahlblech unter Praxisbedingungen im Vergleich zu beschichteten Ziehringen aus Hartmetall um 100 Prozent gesteigert werden. Fraktographische Untersuchungen geben Aufschluss über weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Werkzeugqualität.



Abstreckziehen von Hülsten aus CrNi-Stahlblech
Ziehringwerkstoffe: Si_3N_4 , α -SiAlON, $\text{ZrO}_2(\text{MgO})$, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2$, LPS-SiC, Al_2O_3

Optimierte Werkzeuge garantieren:

- höhere Standmenge
- geringere Umformkräfte
- verbesserte Produktqualität

Beim Scherschneiden mit geschlossener Schnittlinie (Lochen $\varnothing 8\text{mm}$) konnte mit keramischen Schneidstempeln ein um 10 – 20 % höherer Glattschnittanteil und eine verbesserte Oberflächenqualität beim Lochen von Stahl- und NE-Metallblechen im Vergleich zu Schneidstempeln aus HSS oder Hartmetall nachgewiesen werden. Für das Scherschneiden höchstfester Stahlbleche (TRIP, Dual-Phasen oder Complex-Phasen-Stahl) sind Hartmetallwerkzeuge erforderlich. Forschungsgegenstand ist die Optimierung von Härte, Festigkeit und Schneidengeometrie aber auch die Schmierstoffentwicklung sowie die Einstellung von Bedingungen für einen kontinuierlichen Schmierstofffilm im Schneidspalt.

Besuchen Sie »AdvanCer« auf der Euroblech, die vom 26.-30.10. 2004 in Hannover stattfindet. Am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand in Halle 11, Stand G14 treffen Sie Ansprechpartner von IKTS, IPT, IWM und IZFP sowie dem Demonstrationszentrum ZEUS.

Erfolgsgeschichten: Hochleistungskeramik in der Umformtechnik

Ob in ihrem Auto, in ihrem PC oder in Geräten ihres Haushalts finden sich wahrscheinlich Bauelemente, die mit keramischen Werkzeugen von BeaTec hergestellt worden sind. Mit den in der Fraunhofer-Gesellschaft gewonnenen Erfahrungen begann die 1999 gegründete



Dr.-Ing. Andreas Wagemann,
Geschäftsführer der BeaTec
GmbH

BeaTec GmbH die Fertigung keramischer Umformwerkzeuge. Mittlerweile haben sich diese im Bereich der Blech-, Rohr- und Massivumformung in zahlreichen Umformbetrieben sehr erfolgreich bewährt. Durch stetige Weiterentwicklung auch im Verbund mit Fraunhofer-Instituten hat BeaTec sich mit seinen Keramikwerkzeugen eine führende Marktposition erarbeitet.

Der grundlegende Vorteil keramischer Umformwerkzeuge ist in ihren tribologischen Eigenschaften begründet. Gegenüber herkömmlichen Werkzeugwerkstoffen wie Stahl oder Hartmetall bieten sie geringere Reibkräfte und eine höhere Verschleißbeständigkeit. Diesen tribologischen Vorteilen kommt durch den zunehmenden Einsatz schwer umformbarer Mehrphasenstähle und rostfreier Stähle für Umformteile besondere Bedeutung zu. So konnte beispielsweise beim Tiefziehen austenitischer Blechwerkstoffe eine deutlich geringere Neigung zum Aufschweißen und damit auch eine bessere Produktoberfläche erzielt werden. In einigen Fällen ist mit Keramikwerkzeugen sogar der Verzicht auf chlorierte Öle bzw. eine Reduzierung der Schmier-

stoffmenge gelungen – ein wichtiger Aspekt bei immer strengeren Umweltschutzauflagen.

Um den hohen mechanischen Beanspruchungen im Umformprozess Rechnung zu tragen, wurden aufbauend auf Einsatzerfahrungen entsprechende Werkzeugkonzepte entwickelt. Mit diesem know-how fertigt BeaTec kundenspezifisch einbaufertige Keramikwerkzeuge. Diese sind in den meisten Fällen ohne Änderung an Prozess oder Maschine gegen die bisher verwendeten Werkzeuge austauschbar und verursachen damit beim Anwender keinen besonderen Aufwand. Setzt man für Keramikwerkzeuge Kosten und Nutzen ins Verhältnis, dann zeigen die bisherigen Einsatzerfahrungen, dass die verglichen zu Hartmetall-Werkzeugen etwas höheren Anschaffungskosten durch die längeren Standzeiten und die erreichbare Produktqualität deutlich übertroffen werden. Dies gilt besonders bei Werkzeugen für Massenteile, wo hohe Standzeiten und die Nutzung neuer technologischer Möglichkeiten die Konkurrenzfähigkeit wesentlich mitbestimmen.

Fertigung von keramischen Walzwerkzeugen

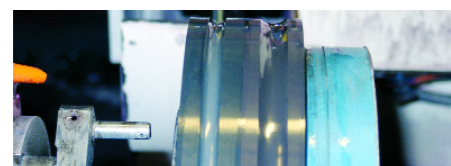
Keramiken werden nicht mehr nur in Form von kleinen Bauteilen hergestellt. Aufgrund der Fortschritte in den Formgebungstechnologien und der Materialqualität werden immer häufiger auch große Werkstücke möglich. Die Bearbeitung dieser Werkstücke stellt neue Anforderungen an die Hartbearbeitung. Die Bearbeitung muss dazu nicht nur hinsichtlich der einzusetzenden Maschinen optimiert werden, sondern manchmal muss das Verfahren an sich optimiert werden. Ein Beispiel ist die schleiftechnische Fertigung von keramischen Walzwerkzeugen. Hier ist bei relativ großen Abmessungen die Einhaltung enger Formtoleranzen und hoher Oberflächengüten



Joachim Kozlowski,
Geschäftsführer der
TE-KO-WE GmbH

gefordert. Aktuell wurde die Hartbearbeitung von Walzen zur Herstellung von hochlegierten Edelstahlstrahlen optimiert. Das Walzen-

kaliber muss schleiftechnisch mit sehr guter Qualität hergestellt werden, ohne das Material an der Oberfläche durch den Schleifprozess zu beschädigen. In diesem Zusammenhang wurde bei TE-KO-WE ein neues Schleifverfahren, welches als Zugschleifen bezeichnet werden kann, entwickelt. Dabei erfolgt die Profilbearbeitung nicht mehr mit einem direkt profilierten Werkzeug bei dem das gesamte Schleifprofil im Einsatz ist, sondern über Seitwärtsbewegungen eines kleineren Werkzeuges. Dies führt zu deutlich geringeren Schädigungen in den oberflächennahen Regionen des Bauteils und damit zum Erhalt der ursprünglichen Materialfestigkeit. Als wichtige Zusatzeffekte bei der Anwendung des Schleifverfahrens wurden eine deutliche Erhöhung der Standzeit und der Prozesssicherheit erreicht. Dies kann auch dadurch begründet werden, dass die Möglichkeit zur Kühlung bei diesem Prozess durch die reduzierte Kontaktzone verbessert ist. Die so hergestellten Walzen werden jetzt bei Böhler Edelstahl eingesetzt.



Am erfolgreichen Beispiel der keramischen Walzen zeigt sich, dass durch kontinuierliche und anwendungsorientierte Entwicklung einzelner Verfahren noch große Potenziale für die Optimierung der Keramikherstellung und damit letztendlich für den Einsatz von Keramik existieren.

Impressum »AdvanCer«

- Newsletter des Fraunhofer-Verbundes Hochleistungskeramik
»AdvanCer« – ein Projekt der Institute IKTS Dresden, IPK Berlin, IPT Aachen, ISC Würzburg, IWM Freiburg, IZFP Saarbrücken und LBF Darmstadt
- Erscheint dreimal jährlich.
- Bestellungen bitte schriftlich an die Geschäftsstelle, Dr. Tassilo Moritz
Verantwortlich für den Herausgeber: Dr. Reinhard Lenk
Redaktionelle Bearbeitung: Dr. Udo Gerlach
- Namentlich gekennzeichnete Artikel geben nicht in jedem Falle die Meinung des Herausgebers wieder
- Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung und Quellenangabe

Fraunhofer-Demonstrationszentrum
»AdvanCer«
Geschäftsstelle
Dr. Tassilo Moritz
Winterbergstraße 28
01277 Dresden

Telefon: +49 (0) 351/25 53-7 47
Telefax: +49 (0) 351/25 53-6 00
Mail: tassilo.moritz@ikts.fraunhofer.de
www.ikts.fraunhofer.de
Gestaltung: www.vor-dresden.de