



Deutsche Keramische Gesellschaft e.V.

2023
TÄTIGKEITSBERICHT

INHALTSÜBERSICHT

Vorstand und Präsidium.....	S. 1
Ehrentafel(n).....	S. 5
Vorstand und Präsidium - Sitzungsberichte (Übersicht)	S. 9
Geschäftsstelle / Arbeitsbericht	S. 10
Mitglieder.....	S. 15
Finanzen.....	S. 16
Ausschüsse.....	S. 17
Aus der Arbeit der Fachausschüsse.....	S. 21
Von der DKG empfohlene Veranstaltungen	S. 68
Copyright / Impressum.....	S. 69

VORSTAND UND PRÄSIDIUM (GEWÄHLT)

WWW.DKG.DE/DKG/VORSTAND

Prof. Dr. Christos G. **ANEZIRIS**

TU Bergakademie Freiberg, Institut für Keramik, Glas- und Baustofftechnik, Freiberg
(Vorstandsvorsitzender, Mitglied des Präsidiums)

Dr. Angelika **PRIESE**

Imerys Fused Minerals Murg GmbH, Laufenburg
(Stellvertretende Vorstandsvorsitzende, Mitglied des Präsidiums)

Prof. Dr. Alexander **MICHAELIS**

Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden
(Vorgänger im Amt des Vorstandsvorsitzenden, Mitglied des Präsidiums)

Dr. Michael **ROZUMEK**

Morgan Advanced Materials Haldenwanger GmbH, Waldkraiburg
(Leiter der wissenschaftlichen Arbeiten)

Dr. Moritz **von WITZLEBEN**

INMATEC Technologies GmbH, Rheinbach
(Vorsitzender der Etat-Kommission, Mitglied des Präsidiums)

Dr. Christian **DANNERT**

Forschungsgemeinschaft Feuerfest eV, Höhr-Grenzhausen

Timothy **DODD**

Villeroy & Boch, Mettlach

PD Dr. Guido **FALK**

Universität des Saarlandes, Saarbrücken

Prof. Dr. **Olivier GUILLON**

Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich

Prof. Dr. Antje **LIERSCH**

Hochschule Koblenz, Westerwald Campus, Höhr-Grenzhausen

Prof. Dr. Sanjay **MATHUR**

Universität zu Köln

Dr. Angelika **PRIESE**

Imerys Fused Minerals Murg GmbH, Laufenburg

Dr. Andreas **RENDTEL** (bis 03/2023)

3M Technical Ceramics, Kempten, ZWNL der 3 M Deutschland

VORSTAND UND PRÄSIDIUM (GEWÄHLT)

WWW.DKG.DE/DKG/VORSTAND

Stephan **SCHMIDT**

Stephan Schmidt KG, Dornburg

Thomas **STAMMEL**

DUVARIT AG, Hornberg

Prof. Dr. Jörg **TÖPFER**

Ernst-Abbe-Hochschule Jena

Prof. Dr. Ingolf **VOIGT**

Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Hermsdorf

EHRENTAFELWWW.DKG.DE/DKG/EHRUNGEN**INTERNATIONAL DKG-AWARD**

2017	Dr. Francis Cambier	Belgian Ceramic Research Centre (BCRC), Mons
2019	Prof. Dr. Robert Danzer	Montanuniversität Leoben, Österreich
2023	Prof. Dr. Monica Ferraris	Politecnico Torino, Italien

INHABER(IN) DER SEGER-PLAKETTE

1929	Dr. Dr.-Ing. E.h. Heinecke	2012	Dr.-Ing. Ulrich Klemm
	Dr.-Ing. E.h. E. Cramer	2014	Prof. Dr. J. G. Heinrich
1930	Prof. Dr. R. Rieke	2015	Dr. A. Krell
1932	Dr. H. Hecht		Förderverein "Friedrich Hoffmann"
1933	Dr. Dr.-Ing. E.h. W. Pukall	2021	Prof. Dr. W. Krenkel
1937	Prof. Dr. W. Steger		Prof. Dr. J. Rödel
1939	Prof. Dr. G. Keppeler	2023	Prof. Dr. M. Hoffmann
1952	Prof. Dr. E. Berdel		
	Prof. Dr. C. Endell		
1955	Prof. Dr. H. Salmang		
1957	Prof. Dr. Dr. A. Dietzel		
1959	Prof. Dr. H.A.M. Andreasen		
1964	Prof. Dr. Dr. h.c. U. Hofmann		
1966	Dr. Dr.-Ing. E.h. G. Cremer		
1969	Prof. Dr.-Ing. H. Lehmann		
1981	Prof. Dr. H. W. Hennicke		
	Prof. Dr. Dr. h.c. H. J. Oel		
1983	Prof. Dr. H. Hausner		
1987	Dr. F.J. Esper		
1992	Prof. Dr. E. Gugel		
	Dr. A. Lipp		
	Prof. Dr. K.-H. Schüller		
1994	Prof. Dr. B. Frisch		
1996	Prof. Dr. G. Ziegler		
1997	Prof. Dr. K.H. Härdtl		
2004	Prof. Dr. W. Hermel		
2005	Prof. Dr. P. Greil		
2008	Prof. Mag. Dr. R. Danzer		
2009	Prof. Dr. H. Rasch		
2010	Dr. R. W. Steinbrech		
2011	Prof. Dr.-Ing. J. Kriegesmann		

INHABER(IN) DER BÖTTGER-PLAKETTE

1929	Dr.-Ing. E.h. Ph. Rosenthal Dr.-Ing. E.h. R. Jungeblut
1930	Prof. E.P. Börner
1932	Prof. Dr.-Ing. E.h. M. Laeuger
1953	Dr. R. Sies
1957	Dr. Dr.-Ing. E.h. G. Cremer Dr. A. Guillaume
1971	Dr.-Ing. E.h. L. von Boch- Galhau
1983	Dir. R. Dorschner Dir. W. Lersch
1987	Dr. H. Müller-Hesse
1992	Dipl.-Ing. F. Pohl
1994	Prof. Dipl.-Ing. P. Fischer
1997	Dr. H. Britsch
2001	Dipl.-Ing. (FH) F.-D. Bley Dipl.-Ing. (FH) H. Reh
2004	Dr.-Ing. M. Röhrs
2008	L. G. von Boch-Galhau F-E. Wirtz
2010	Dr. M. Nebelung Prof. Dr. A. Roosen
2011	Dr. B. Voigtsberger
2013	P. Eirich
2015	H. Mayer
2021	Prof. Dr. I. Voigt
2022	Dr. K. Berroth Prof. Dr. R. Diedel
2023	Prof. Dr. G. Klein

EHRENTAFEL

WWW.DKG.DE/DKG/EHRUNGEN

SIEGER(IN) DES HANS-WALTER-HENNICKE VORTRAGSWETTBEWERBES

1995	J. Kraft	Universität Karlsruhe, Karlsruhe, D
1996	A. Ahmad-Khanlou	RWTH Aachen, Aachen, D
1997	J. Schulte-Fischedick	Universität Karlsruhe, Karlsruhe, D
1998	M. Rozumek	TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, D
1999	S. Lucato	TU Darmstadt, Darmstadt, D
2000	H. Schluckwerder	MPI-Metallforschung, Stuttgart, D
2001		ausgefallen
2002	M. Thünemann	FH Münster / EMPA, Dübendorf, CH
2003	K. Weidenmann	MPI-Metallforschung, Stuttgart, D
2004	J. Richter	TU Bergakademie Freiberg / EMPA, Dübendorf, CH
2005	U. Degenhardt	Universität Bayreuth, Bayreuth, D
2006	U. Böttge	TU Bergakademie Freiberg / EPCOS, Deutschlandsberg, A
	U. Klippel	TU Bergakademie Freiberg / EMPA, Dübendorf, CH
2007	T. Finke	Universität Karlsruhe, Karlsruhe, D
2008	M. Müller	Universität des Saarlandes, Saarbrücken, D
	H. Özcoban	TU Hamburg-Harburg, D
2009	C. Neusel	TU Hamburg-Harburg, D
2010	J. Heinecke	TU Clausthal / EMPA, Dübendorf, CH
2011	S. Krüger	TU Clausthal, Clausthal, D
	M. Wendel	Universität des Saarlandes, Saarbrücken, D
2012	M. Thänert	EMPA Dübendorf, Dübendorf, CH
2013	A. Tasch	Bauhaus-Universität Weimar, D
2014	B. Weisenseel	FAU Erlangen
2015	P. Prigorodov	RWTH Aachen, Aachen
2016	F. Weyland	TU Darmstadt, Darmstadt
2017	J. Biggemann	FAU Erlangen
2018	J. Moritz	TU Dresden
2019	F. Nehr	FAU Erlangen-Nürnberg
2020		ausgefallen (COVID 19 - Pandemie)
2021	S. Hříbalová	University of Chemistry and Technology, Prag, CZ
2022	M. Kissel	TU Darmstadt
2023	M. Weichelt	FAU, Erlangen-Nürnberg

Das **DKG-Präsidium** traf sich im Berichtszeitraum zu einer Sitzung am 06.12.2023, der **DKG-Vorstand** zu Sitzungen am 27.03.2023 und am 11.10.2023.

Themen - Sitzungen von Präsidium / Vorstand (an ausgewählten Beispielen)

- DKG-Finanzen / Mitgliederstand
- DKG-Webinar-Reihe „Faszination KERAMIK“ 2023
- DKG-Forschungsförderungsspende an die FDKG / Vorausschau 2023
- KERAMIK 2023 / 98. DKG-Jahrestagung
- Sachstand – KERAMIK 2024 / 99. DKG-Jahrestagung
- ECerS
- DKG-Weiterentwicklung
- Beschluss – Bestellung neuer DKG-Geschäftsführer ab 01.01.2024
- Sachstand / DKG Ehrungen ab 2024
- Sachstand / DKG-Dienstleistungsvertrag seit 06/2023
- KERAMIK 2024 / 99. DKG-Jahrestagung
- KERAMIK 2025 / 100. DKG-Jahrestagung
- DKG-Vereinszeitschrift cfi/Ber. der DKG ab 2024

Der Vorsitzende der DKG-Etat-Kommission hat zusammen mit dem der DKG-Geschäftsführung und der beauftragten Wirtschaftsprüfungsgesellschaft ETL Mörsch & Mörsch, Bad Honnef, den DKG-Jahresabschluss 2022 und den DKG-Planentwurf 2023 erarbeitet.

Grundlage waren die vorliegenden Buchhaltungsunterlagen.

Die auf der (virtuellen) DKG-Mitgliederversammlung 17.06.2022 gewählten zwei DKG-Rechnungsprüfer haben am in den DKG-Geschäftsräumen eine Buch- und Kassenprüfung vorgenommen. Ihr schriftlicher Bericht wird der DKG-Mitgliederversammlung am 29.03.2023 zur Kenntnis gegeben werden.

Als Ergebnis ihrer Prüfung wollen die DKG-Rechnungsprüfer der DKG-Hauptversammlung 2024 am 09.09.2024 in Hör-Grenzhausen vorschlagen, dem DKG-Vorstand und der DKG-Geschäftsführung Entlastung für das DKG-Geschäftsjahr/Haushaltsjahr 2022 zu erteilen.

Eine detaillierte Fassung des DKG-Jahresabschlusses 2023 und des DKG-Planentwurfs 2024 wird der DKG-Mitgliederhauptversammlung ebenfalls am 09.09.2024 vorgestellt und zur Beschlussfassung vorgelegt werden.

Deutsche Keramische Gesellschaft e.V. (DKG)

Bergerstrasse 145 a
D - 51145 Köln

E-Mail : info@dkg.de
Internet : www.dkg.de

Telefon: +49 (0) 2203 989 877-0
Fax: +49 (0) 2203 989 877-9

VAT = USt-IdNr.: DE 121 948 465
Steuernummer: 216/5737/0228

Bankverbindung Deutsche Kreditbank AG, Berlin (DKB)

IBAN: DE85 1203 0000 1020 1826 20
SWIFT/BIC: BYLADEM1001

AUFGABENVERTEILUNG IN DER DKG GESCHÄFTSSTELLE

Geschäftsführung

Herr Dr.-Ing. Detlev **NICKLAS**
Telefon: +49 (0) 2203 989 877-7
E-Mail: nicklas(at)dkg.de

Büroleitung, Mitgliederwerbung, Ausschüsse, Symposien, Abwicklung von Tagungen, Seminaren und Fortbildungsveranstaltungen, Veröffentlichungen und Anfragen, Internet

Frau Dagmar **BÖHM**
Telefon: +49 (0) 2203 989 877-0
E-Mail: boehm(at)dkg.de

Buchführung, Rechnungs- und Mahnwesen, Mitgliederverwaltung, Unterstützung bei der Abwicklung von Tagungen, Seminaren und Fortbildungsveranstaltungen und Anfragen

Frau Birgit **WEYER**
Telefon: +49 (0) 2203 989 877-1
E-Mail: weyer(at)dkg.de

DIE ARBEIT DER DKG
WWW.DKG.DE/VERANSTALTUNGEN

• **TAGUNGEN / FORTBILDUNGSSEMINARE / MESSEN** (AUSZUG; SIEHE AUCH WWW.DKG.DE)

16.02.2023	Webmeeting / Webkonferenz 7. Sitzung des DKG FA 6 „Material- und Prozessdiagnostik“
27. – 30.03.2023	Kongress/Tagung KERAMIK 2023 / CERAMICS 2023 98. DKG-Jahrestagung
10.05.2023	Fachausschusssitzung 66. Sitzung - DKG FA 3 "Verfahrenstechnik"
23. – 24.05.2023	Fachausschusssitzung DKG FA 2 "Rohstoffe"
25. – 26.09.2023	Fachausschusssitzung AKK-Herbstsitzung 2023
27. – 28.09.2023	Kongress/Tagung AM CERAMICS 2023
10. – 11.10.2023	Fachausschusssitzung DKG FA 2 "Rohstoffe"
06.12.2023	Fachausschusssitzung 67. Sitzung - DKG FA 3 "Verfahrenstechnik"
14.12.2023	Fachausschusssitzung Gemeinsame Sitzung der DKG FA 1 „Simulation“ / DKG FA 4 „Thermische Prozesse“ / DKG FA 6-2 „Thermomechanische Eigenschaften“

Aktuelle (virtuelle) DKG-Veranstaltungen finden Sie im Internet unter:
<http://www.dkg.de/veranstaltungen>

• **SITZUNGEN**

Die Geschäftsstelle betreut permanent alle Sitzungen der Organe, Gremien, Kommissionen, Ausschüsse und Arbeitskreise unserer Gesellschaft. Dabei ist die Geschäftsführung auf die ehrenamtliche Tätigkeit und das fachliche Potential der jeweiligen Leiter der DKG-Fachausschüsse (DKG FA) und DKG-Fachgebiete (DKG-FG), der Gemeinschaftsausschüsse (GA) und aller Arbeitskreise (AK) angewiesen, um einen effektiven Ablauf aller DKG-Aktivitäten gewährleisten zu können.

Wir sind deshalb allen ehrenamtlich Tätigen für ihre geleistete Arbeit sehr zu Dank verpflichtet. Ohne ihren unermüdlichen Einsatz ist eine erfolgreiche Arbeit der DKG undenkbar.

Die Ergebnisse der Sitzungen werden im Rahmen dieses Berichtes gesondert dargestellt.

• **VERÖFFENTLICHUNGEN (BEISPIELE)**

Im Berichtszeitraum hat es folgende Veröffentlichungen gegeben:

- **Verbandszeitschrift *cfi/Ber. der DKG***
5 Ausgaben
Die Verbandszeitschrift erscheint in deutscher und englischer Sprache;
einmal im Jahr auch in Russisch und Französisch in Kooperation mit dem Göller-Verlag

In Abstimmung mit dem Verlag Elsevier und dem Dachverband der europäischen Keramikorganisationen ECerS, erhalten ab dem 01. Januar 2018 alle persönlichen DKG-Mitglieder **einen reduzierten Bezugspreis** für das **Journal der European Ceramic Society** (gedrucktes und elektronisches Abonnement).

Im Internet: <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-the-european-ceramic-society>

Wenn Sie Interesse haben und von diesem besonderen DKG-Bezugspreis profitieren möchten, sollten Sie als DKG-Mitglied eine E-Mail an ecers@bcrc.be und in Kopie an info@dkg.de senden mit Ihrem Namen, Anschrift und Ihrer DKG-Mitgliedsnummer senden.

• **MITGLIEDERINFORMATIONEN (SIEHE AUCH: AUSFÜHRUNGEN IM DKG-INTERNETAUFTRITT UNTER DKG PUBLIKATIONEN / HTTP://WWW.DKG.DE/AUSSCHUESSE/DKG-PUBLIKATIONEN)**

Die Verbandszeitschrift *cfi/Ber. der DKG (cfi)* ist ein national und international wahrgenommenes publizistisches keramisches Organ, bei dem die Qualität der Beiträge die erste Priorität hat.

Unser Dank gilt der Göller Verlag GmbH, hier insbesondere dem geschäftsführenden Gesellschafter, Herrn Ulrich **Göller** sowie seinem gesamten Team, das alle Belange unserer Zeitschriften selbst verfolgt und die Wünsche der DKG dabei berücksichtigt.

Alle Veröffentlichungen der DKG, auch frühere Ausgaben, können bei der DKG-Geschäftsstelle käuflich erworben werden.

Anfragen hierzu bitte unter: www.dkg.de/h/contact

• **DKG IM INTERNET**

Im Berichtszeitraum hat die **DKG** Ihre Homepage überarbeitet und unter www.dkg.de fortlaufend aktualisiert.

Besuchen Sie daher regelmäßig den **Internetauftritt, um über die Aktivitäten aller DKG-Ausschüsse** respektive auch der unserer **Partner** informiert zu sein. Im Internet unter: https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit

- www.dkg.de
- Expertenkreis Keramikspritzguss in der DKG (CIM)
https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/expertenkreis_keramikspritzguss
- Anwenderkreis Additive Keramische Fertigung in der DKG
https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/anwenderkreis_additive_keramische_fertigung
- Arbeitskreis Kohlenstoff in der DKG (AKK)
https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/arbeitskreis_kohlenstoff
- Szene Dekarbonisierung in der DKG
https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/Szene%20Dekarbonisierung%20in%20der%20DKG

- **Facebook**
<https://www.facebook.com/people/Deutsche-Keramische-Gesellschaft-e-V/61555614545893/>
- **Wikipedia**
http://de.wikipedia.org/wiki/Deutsche_Keramische_Gesellschaft

Das Internet ist ein wichtiges Medium für die Verbreitung der Ergebnisse der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF).

Kurzfassungen der Schlussberichte von über die **Forschungsgemeinschaft der Deutschen Keramischen Gesellschaft e. V. (FDKG)** abgeschlossenen IGF-Forschungsvorhaben können unter www.fdkg.de/fdkg_forschung abgerufen werden.

Langfassungen können bei der FDKG-Geschäftsstelle gegen einen geringen Kostenersatz (Druck- und Versandkosten) auf schriftliche Anfrage zur Verfügung gestellt werden. Anfragen hierzu, bitte unter: www.dkg.de/h/contact

Im Berichtszeitraum sind die nachfolgenden, persönlichen DKG-Mitglieder verstorben.

Herr Dr.-Ing. Rolf Janßen
Herr Dipl.-Ing. Karl-Heinz Kölling

Die Deutsche Keramische Gesellschaft e.V. wird Ihrem verstorbenen Mitglied ein ehrendes Andenken bewahren.

● **ALLGEMEINE MITGLIEDERBETREUUNG**

Eine Aufgabe der DKG ist es, ihre Mitglieder über die neusten Entwicklungen in der keramischen Wissenschaft und Technik zu informieren. Dies geschieht u. a. durch die Abhaltung von Seminaren, Symposien, Kongressen und Fortbildungsveranstaltungen.

Um Aufwand/Kosten im Sinne eines effektiven Umganges mit Mitgliederbeiträgen so gering wie möglich zu halten, werden Einladungen zu diesen Veranstaltungen überwiegend im Internet auf der **DKG-Homepage** unter www.dkg.de/veranstaltungen und die Anmelde- und Einreichungsplattform im **DKG Congress PROSystem** unter <http://www.congress.dkg.de/events> sowie in unserer Verbandszeitschrift **cfi / Ber. der DKG** veröffentlicht; in Ausnahmefällen mit gedruckten Flyern als Einlagen in unserer Verbandszeitschrift unterstützend beworben.

Soweit unsere Mitglieder und interessierte Dritte uns ihre E-Mail-Adressen zugänglich gemacht haben, werden alle o. g. Informationen zu DKG-Veranstaltungen ebenfalls über das monatlich erscheinende DKG-Informationsmedium **newsletter@dkg.de** an sie versandt (nur mit persönlichem Einverständnis der Empfänger[in]).

Ein Schwerpunkt unserer Mitgliederwerbung liegt bei den Jungakademikern, Studierenden und Auszubildenden aus allen Bereichen der Keramik- und Zulieferindustrien sowie Lehre und Forschung aus allen Naturwissenschaften.

Deshalb hat die DKG in 2013 - zusammen mit verschiedenen Partnern - ein **Nachwuchsnetzwerk KERAMIK** initiiert.

Für Jungakademiker, Studenten und Auszubildende besteht hier die Möglichkeit **einer kostenfreien Doppel-Mitgliedschaft** (DKG und dem Nachwuchsnetzwerk KERAMIK) **während der Zeit ihrer Ausbildung** – weitere Informationen dazu finden Sie auf der DKG-Webpräsenz im Internet unter:

https://www.dkg.de/mitglieder/auszubildende_und_studierende_und_jungakademiker/nachwuchsnetzwerk_keramik

Alle weiteren DKG-Aktivitäten für Studenten und Auszubildende aller Fachrichtungen finden Sie auf der DKG-Homepage unter:

www.dkg.de/mitglieder/studierende_und_jungakademiker

Die DKG zählte zum Stichtag (31.12.2023) **512 persönliche Mitglieder** und **177 juristische Mitglieder** (Firmen, Institute, Bildungseinrichtungen etc.).

DKG-FINANZEN

WWW.DKG.DE/MITGLIEDER/BEITRAGSORDNUNG

Anlässlich der DKG-Mitgliederhauptversammlung am 09.09.2024 in Hör-Grenzhausen wird der Leiter der DKG-Etatkommission die Gewinn- und Verlustrechnung für das DKG-Geschäftsjahr 2023, die DKG-Planfassung 2024 sowie die allgemeine Finanzsituation der Gesellschaft vorstellen und ausführlich erläutern.

FACHAUSSCHÜSSE DER DKG (DKG FA) / FACHGEBIETE DER DKG (DKG FG)

Eine wesentliche Aufgabe von Berufsverbänden und technisch-wissenschaftlicher Vereine ist der Austausch und der Vergleich von Erkenntnissen, die an verschiedenen Orten und in verschiedenen Systemen gewonnen wurden.

Die Zusammenarbeit von Forschern aus der Hochschule mit Praktikern aus der Industrie in den DKG FA/ DKG FG bringt eine Abstimmung über das zustande, was gemeinhin als „Stand der Technik“ angesehen wird.

Ausschussarbeit ist also die Versicherung des Einzelnen, dass er mit seinen Ergebnissen und Erkenntnissen im Rahmen der üblichen Normen und Standards liegt.

Dabei gilt es, Themen zu bearbeiten, die nicht in den Wettbewerb der Firmen untereinander eingreifen und trotzdem für alle brauchbare Ergebnisse bringen.

Ausschussarbeit erfordert deshalb eine Vertrauensbasis des gegenseitigen ausgewogenen Gebens und Nehmens. In den Ausschüssen ist deshalb die aktive Mitarbeit gefragt; **Teilnahme allein reicht nicht aus!**

Die Zusammenarbeit ist durch eine Geschäftsordnung geregelt, die ausschließt, dass nur die Protokolle eingesammelt und ausgewertet werden, ohne dass eine aktive Mitarbeit erfolgt.

Zusätzlich bietet die Ausschussarbeit die Möglichkeit, aktiv auf das Forschungsprogramm der DKG im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung Einfluss zu nehmen. Wesentliche Themen der Forschung wurden durch die Ausschüsse angeregt (siehe auch Forschungsprogramm und Forschungsergebnisse im Internet: <http://www.fdkg.de>)

Die nun folgende **Berichterstattung** stellt lediglich eine **Kurzfassung** der Tätigkeiten aller DKG FA / DKG FG, der Arbeitskreise (AK), Gemeinschaftsausschüsse (GA) und der Arbeitsgruppen (AG) etc. dar.

Allen Mitgliedsfirmen, die diese DKG-Ausschussarbeit durch Freistellung von Mitarbeitern und durch Geld- und Sachmittel unterstützt haben, sei an dieser Stelle noch einmal recht herzlich gedankt.

Allen Ausschussvorsitzenden ist die DKG zu besonderem Dank verpflichtet. Sie haben sich in beispielhafter Weise für die gemeinschaftliche Arbeit eingesetzt und die Arbeit der Ausschüsse erfolgreich vorangebracht.

Für die Skeptiker seien wissenschaftliche Untersuchungen erwähnt, die belegen, dass Unternehmen, die sich an Gemeinschaftsarbeiten beteiligen und die das Gespräch auch mit den Wettbewerbern suchen, die am Markt Erfolgreichen sind.

DKG-AUSSCHÜSSE
ÜBERSICHT

Übersicht – auf der DKG-Homepage unter www.dkg.de/ausschuesse

Legende: FA = Fachausschuss
 FG = Fachgebiet
 TFA = Technischer Fachausschuss
 FG = Fachgruppe
 GA = Gemeinschaftsausschuss
 GAK = Gemeinschaftsarbeitskreis

DKG FA 1 **Simulation**
 Vorsitzender: Dr. Martin Christ

DKG FA 2: **Rohstoffe**
 Vorsitzender: Dr. Christoph Piribauer

DKG FA 3: **Verfahrenstechnik**
 Dr. Nadja Kratz

DKG FA 4: **Thermische Prozesse**
 Dr.-Ing. Volker Uhlig

DKG FA 5: **Nachbearbeitung**
 Vorsitzender: Prof. Dr. Ralf Goller

DKG FA 6: **Material- und Prozessdiagnostik**
 Vorsitzender: Dr.-Ing. Björn Mieller

DKG TFA 6-1: **Charakterisierung poröser Keramiken**
 Vorsitzender: Dr. Tobias Fey

DKG TFA 6-2: **DKG TFA 6-2 "Thermomechanische Eigenschaften"**
 Vorsitzende: Prof. Dr.-Ing. Verena Merklinger

DKG FA 7: **Geschichte der keramischen Technik**
 Vorsitzender: N. N.

DKG-AUSSCHÜSSE
ÜBERSICHT

- DKG FG 1 **Strukturkeramik**
Vorsitzender: Dr.-Ing. Michael Zins
- DKG FG 2: **Keramik für die Elektrotechnik/Sensortechnik**
Vorsitzender: Prof. Dr. rer. nat. Jörg Töpfer
- DKG FG 3: **Keramik für die Energiespeicherung und Energiewandlung**
Vorsitzender: Prof. Dr. Olivier Guillon
- DKG FG 4: **Keramik für die Luft- und Raumfahrttechnik**
N.N.
- DKG FG 5: **Silikatkeramik**
Vorsitzender: Prof. Dr. Pascal Seffern
stellv. Vorsitzender: Ir. Marcel Engels
- DKG FG 6: **Umwelt- und Gesundheit**
Vorsitzender: Hr. Prof. Dr.-Ing. habil. Aldo R. Boccaccini
-

GA DKG/DGM "Feuerfest"

Vorsitzender: Prof. Dr. Christos G. Aneziris

GA DGG/DKG „Glasig-kristalline Multifunktions-Werkstoffe“

Vorsitzender: Dr. Markus Eberstein

GA DKG/DGM "Hochleistungskeramik"

Vorsitzender: Prof. Dr. Michael Stelter

Arbeitskreise: **Koordinierung**
Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Michael Stelter

Verstärkung keramischer Werkstoffe
Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Dietmar Koch

Verarbeitungseigenschaften synthetischer keramischer Werkstoffe / Vorsitzender: Dr.-Ing. M. Fries

Systeme auf Basis Funktionskeramik
Vorsitzender: Prof. Dr. J. Töpfer

DKG-AUSSCHÜSSE
ÜBERSICHT

Prozessbegleitende Prüfverfahren

Vorsitzender: N.N.

Keramische Membranen

Vorsitzender: Prof. Dr. Ingolf Voigt

Biokeramik

Vorsitzender: Prof. Dr. rer. nat. Uwe Gbureck

GA DKG/DVS "W3.1 Keramik-Metall-Verbindungen"

Vorsitzender: Herr Dr. Magnus Rohde

GA "Pulvermetallurgie"

Vorsitzender: Univ. Prof. Dr. Christoph Broeckmann

GA "Verbundwerkstoffe"

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Guntram Wagner

GAK BVKI/DKG "Umwelt- und Arbeitsschutz"

Vorsitzender: Herr Dipl.-Ing. Franz X. Vogl

Expertenkreis Keramikspritzguss (Ceramic Injection Moulding / CIM)

Vorstandsvorsitzender: Dr. T. Moritz

Anwenderkreis

Additive Keramische Fertigung in der DKG (AKF)

Vorsitzender: Dr. Tassilo Moritz

Arbeitskreis Kohlenstoff in der DKG (AKK)

Vorstandsvorsitzender: Dr. Arndt-Peter Schinkel

Fachausschüsse: "Charakterisierung und Terminologie von Kohlenstoff"

Vorsitzender: Dr. K.-H. Köchling

"Neue Kohlenstoff-Formen"

Vorsitzender: Frau Prof. Dr. Anke Krueger

• **DKG FA 1 SIMULATION**

https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fa_1_simulation

Vorsitz: Hr. Dr. Martin Christ

Virtual Materials & Processes GmbH (VM&P)

Schertlinstrasse 11 1/70

D-86159 Augsburg

Telefon: +49 (0) 151 187 060 59

E-Mail: martin.christ@vm-p-gmbh.com

Web: www.vm-p-gmbh.com

Fachausschuss „Simulation“ dient dem Erfahrungsaustausch zwischen Industrie und Forschungseinrichtungen. Themenschwerpunkt ist die Simulation der Herstellungsprozesse sowie der technischen Anwendungen keramischer Werkstoffe. Im Fokus steht insbesondere der Nutzen für die industrielle Produkt- und Anwendungsentwicklung.

Der Fachausschuss betrachtet die gesamte Prozesskette von der Herstellung bis zur Anwendung von keramischen Werkstoffen unter dem Gesichtspunkt der Modellierung und Simulation. Es werden also die Bereiche Materialmodellierung, Prozess- und Anwendungssimulation abgedeckt:

- Materialmodellierung: computerbasierte Beschreibung von Werkstoffeigenschaften
- Prozesssimulation: Simulation von Rohstoffaufbereitung, Formgebungsverfahren, Brenn- und Sinterprozessen bis hin zur Bearbeitung
- Anwendungssimulation: Berechnung des Verhaltens von keramischen Bauteilen und Anlagenkomponenten im Einsatz

Ziel der Ausschussarbeit ist es, den Stand der Technik über die aktuellen Einsatzmöglichkeiten von Modellierung und Simulation im Bereich der Herstellung und des Einsatzes von Keramiken bekannt zu machen und neue Ansätze zu diskutieren. Besonderer Wert wird daraufgelegt, den praktischen Nutzen dieser Methoden aufzuzeigen, wie z.B. die Verkürzung von Entwicklungszeiten oder das rechtzeitige Erkennen von Produktisiken.

Die Fachausschüsse Thermomechanische Eigenschaften (FA 6-2), Thermische Prozesse (FA 4) und Simulation (FA 1) veranstalteten am 14. Dezember eine gemeinsame Sitzung in Freiberg. Zunächst präsentierte Dr. Wieland Beckert (Fraunhofer- Keramische Technologien und Systeme Dresden) einen Vortrag zum Thema „Elektrisch beheizte Oxidkeramikelemente zur Energie- und CO₂-Einsparung – Werkstoffkonzepte, Betriebssimulation und Thermomechanik“. Anschließend sprach Kirsten Schulze (Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL Bayreuth) über Laser-induzierte Thermozyklierung von Feuerfestmaterial. Simon Pirkelmann (Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau HTL Bayreuth) referierte über „Effects of Defects: Erkennung und Simulation des Einflusses von Gefügefehlern

mittels KI“. Im zweiten Teil der Veranstaltung sprachen Sahar Safoura Forouzan von der TH Deggendorf über „Mikrowellenunterstütztes Trocknen und Brennen von Ziegelmaterialien – Erfahrungen und Potenziale“, und Chris Fritsche vom IWTT der TU Bergakademie Freiberg behandelte das Thema „Ergebnisse aus dem Projekt TTgoesH2 - Einfluss der Abgasatmosphäre auf die Beständigkeit von Feuerfestmaterialien bei der Wasserstoffverbrennung“. Zuletzt gab Volker Uhlig (IBT GmbH Freiberg) einen Einblick in „Graphitöfen mit Betriebstemperaturen bis 3000 °C – Erfahrungen aus Bau und Betrieb“.

Dank der Teilnahme von etwa 25 Interessenten waren die Diskussionen zu den spannenden Vorträgen sehr belebt.

• **DKG FA 2 ROHSTOFFE**

https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fa_2_rohstoffe

Vorsitz: Dr. Christoph Piribauer

Stephan Schmidt KG

Bahnhofstrasse 92

D-65599 Dornburg/Langendernbach

Fon +49 (0) 6436 6091169

Fax +49 (0) 6436 609-51169

E-Mail ralf.diedel@schmidt-tone.de

Web: <http://www.schmidt-tone.de/>

Es liegt der Geschäftselle kein Bericht vor.

- **DKG FA 3 VERFAHRENSTECHNIK**

https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fa_3_verfahrenstechnik

Vorsitz: Hr. PD Dr.-Ing. habil. Guido Falk

Arbeitsgruppe für Struktur- und Funktionskeramik

Universität des Saarlandes Campus C 6.3

D - 66123 Saarbrücken

Tel: +49 (0) 681 302 5062

Fax: +49 (0) 681 302 5227

E-Mail: g.falk@nanotech.uni-saarland.de

Web: www.uni-saarland.de/fachrichtung/mwwt/agfalk/

Die beiden Sitzungen des Fachausschusses fanden in Kochel am See und in Erlangen statt.

Der FA 3 beteiligte sich aktiv an der Programmgestaltung der Ceramics 2023 / 98. DKG-Jahrestagung, welche vom 27. bis 30. März 2023 in Jena und Hermsdorf stattfand. Ebenso fand in Vorbereitung der Ceramics 2024 / 99. DKG-Jahrestagung eine im FA3 koordinierte Unterstützung der Programmausschussleitung statt.

66. Sitzung am 10. Mai 2023 / DORST TECHNOLOGIES GmbH & Co. KG, Kochel am See:

Auf Einladung von Herrn Hans-Christian Schmidt, DORST TECHNOLOGIES GmbH & CO. KG, fand die 66. Sitzung des FA3 im Erlebniskraftwerk Walchensee in Kochel am See statt. Herr Schmidt referierte über die Geschäftsbereiche Medizintechnik, Energietechnik, Agrartechnologien (bspw. Pflanzenkohle in der landwirtschaftlichen Bodennutzung), bis hin zu den Absatzmärkten Food & Pharma. Die Anlagentechnologien beschränken sich dabei keineswegs auf die Kerntechnologien Druckguss, isostatisches Pressen, uniaxiales Pressen und Sprühtrocknung, sondern zielen vielmehr auf die Entwicklung integrierter Gesamtlösungen mit möglichst angepasstem Automatisierungsgrad. Diskussionsschwerpunkte waren ebenso die aktuellen Umsetzungen der Themen Künstliche Intelligenz, Digitalisierung und IoT moderner Formgebungsmethoden aus dem Hause Dorst.

Zudem referierte Herr Schmidt in einem zweiten Beitrag über das servo-elektrische CNC-Mehrplatten-Axialpressen und erläuterte weitere Einzelheiten zu den von DORST entwickelten Technologien des DTS (DORST Toll Setup), des IPG® Support, der Netzwerkfähigkeit sowie der DORST IoT Solutions.

Herr Falk informierte die Anwesenden, dass Herr Bast bedingt durch seinen ab Oktober beginnenden Ruhestand nicht mehr an den FA3-Sitzungen teilnehmen wird. Das Unternehmen Zschimmer & Schwarz wird somit zukünftig alleinig durch Herrn Heil vertreten sein.

Zugleich äußerte Herr Falk die Erwartung, dass sich mit der Übergabe der FA3-Leitung an Frau Dr. Kratz ab 2024 eine mögliche Erweiterung des FA3-Mitgliederkreises einstellen wird.

Aus den Arbeitskreisen wurde wie folgt berichtet:

- Dr. Tassilo Moritz, Fraunhofer IKTS Dresden, berichtete aus den Arbeitskreisen „Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung“ und „Sprühtrocknung: Technologie – Statistische Versuchsplanung – Produkt- und Prozessoptimierung“ in Vertretung von Herrn Dr. Fries. Beide Seminare werden in der Kombination von Fachvorträgen sowie Demonstrationspraktika organisiert und sprechen insbesondere die Zielgruppen der Neueinsteiger ohne bestehendes Hintergrundwissen sowie Quereinsteiger aus anderen Fachrichtungen an. Daneben bieten die Seminare die Möglichkeit, Detailfragen zu diskutieren und den fachlichen Austausch zu definierten Themen zu fördern, wie bspw. Umsetzung von DoE-Methoden. Besondere Fragestellungen zu diesem Inhalt werden von den DoE-Partnern unterstützend behandelt.
- Dr. Tassilo Moritz informierte die TeilnehmerInnen über die aktuellen Themenschwerpunkte des Arbeitskreises „Verarbeitungseigenschaften synthetischer keramischer Werkstoffe“, insbesondere zu Füllverhalten von Granulaten und produkt- und prozessseitige Einflussgrößen, die effiziente Erzeugung feiner, eng verteilter funktionaler Pulver und Granulate, sowie über Anforderungen und Entwicklungen zugeschnittener Charakterisierungsmethoden von Pulvern und Granulaten für den 3D-Pulverdruck und Skalierung / Industrialisierungen von pulvertechnologischen Aufbereitungsprozessen (Keramik / HM, Energietechnik, Rohstoffwirtschaft).
- Herr Dr. Tassilo Moritz berichtete über die aktuellen Entwicklungen und inhaltlichen Arbeiten des Anwenderkreises „Additive keramische Fertigung“. Demnach ist die Konsolidierungsphase nach der Arbeitskreisgründung vom 21.11.2021 für beendet erklärt. Der AKF zeigt sich der Aufnahme weiterer Mitglieder gegenüber aufgeschlossen. Inhaltliche Arbeiten des AKF beschäftigen sich u.a. mit den Hemmnissen und den Forschungstrends für AM. Innerhalb des AKF finden ebenso Aktivitäten statt, die auf einen Vergleich der Qualität von Bauteilen zielen, welche mit unterschiedlichen Anlagen erzeugt werden.

Herr Falk informierte, dass zur Vorbereitung einer neuen Auflage des Herbstsymposiums ein Lenkungskreis gegründet wurde. In der anschließenden gemeinsamen Diskussion der Sitzungsteilnehmer und des Lenkungskreises wurde die Zielgruppe auf den Kreis der Kunden und Anwender keramischer Produkte, sowie der Hersteller und Lieferanten keramischer Erzeugnisse festgelegt. Es wurde weiterhin diskutiert, das Symposium mit zwei parallelen Vortragsreihen zu organisieren. Es wurde beschlossen, das diskutierte Konzept im Rahmen einer gesonderten Sitzung des Lenkungskreises zu spezifizieren und nach Festlegung der konkreten Themen den Programmausschuss zu konstituieren.

Herr Falk berichtete rückblickend über die vom FA3 und Frau Giorgia Franchin und den Herren Volker Uhlig, Ralf Goller, Tassilo Moritz, Jens Günster und Michael Stelter organisierte Vortragsreihe „Ceramic Processing“ im Rahmen der Ceramics 2023, 98. Jahrestagung der DKG. Innerhalb dieser Vortragsreihe wurden 24 Fachvorträge insbesondere zu dem Themenschwerpunkt additive Verfahren der keramischen Fertigung vorgetragen und diskutiert. Herr Falk dankte den Programmausschuss-

Vorsitzenden Prof. Voigt, Prof. Töpfer und Prof. Müller für die Vorleistungen und Unterstützungen zur Durchführung der Vortragsreihe.

Zum fachlichen Diskussionsthema „Aktuelle Entwicklungen zum Recycling in der keramischen Produktion“ wurde wie folgt berichtet:

- Prof. Dr. Norbert Menzler, Forschungszentrum Jülich GmbH, Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK), Jülich, „Recycling von Fest-Oxid-Zellen in geschlossenen Kreisläufen“.
- Fabian Heinz, Schunk Ingenieurkeramik GmbH, Willich, „Binder Jet 3D-Druck für die ressourcenschonende Produktion komplexer SiC-Bauteile“.

Die Besichtigung des DORST Technologiezentrums wurde von Herrn Hans-Christian Schmidt geleitet durchgeführt und beinhaltete die Themen (Servomotorisches Uniaxial-Pressen, Pressenautomatisierung, Querpressen, Sprühtrocknung, Vakuumextrusion, Isostatisches Pressen)

67. Sitzung am 06. Dezember 2023 / Fraunhofer Institut für Hochtemperatur-Leichtbau (HTL), Bayreuth:

Herr Falk begrüßte die Mitglieder des FA3, die eingeladenen Gäste sowie die Referenten und dankte Herrn Prof. Raether für die großzügige Gastfreundschaft und Möglichkeit, die FA3-Sitzung erneut in seinem Institut ausrichten zu dürfen. Herr Prof. Raether bestätigte die freundliche Einladung, auch zukünftig die Herbstsitzungen des FA3 in seinem Institut durchführen zu können.

Der Fachvortrag wurde von Frau Prof. Christina Roth gehalten zu dem Thema der „3D-Strukturierung von Kohlenstoffelektroden für VFRB-Anwendungen“. Frau Prof. Roth referierte über ihre Expertise in der Operando-Analyse, unter anderem unter Verwendung der XAFS-Analyse (Hard X-Ray Absorption Fine Structure) und Synchrotron-XRD, um spezifisch zu untersuchen, wie sich die geometrischen und elektronischen Strukturen von Elektrodenwerkstoffen unter Betriebsbedingungen ändern. Frau Roth präsentierte hierzu ausgehend von Lebensdauerbetrachtungen von Lithium-Ionen-Batterien anschauliche Motivationsansätze zur Aktivierung Kohlenstoff basierter Elektroden. Materialseitig stellte sie „softtemplatierte“ Funktionalisierungen von Elektroden mit Heteroatomen als katalytische Zentren in den Mittelpunkt des wissenschaftlichen Exkurses. Die Operando-Methoden ermöglichen hierbei vielfach wertvolle Erkenntnisse zur Weiterentwicklung und Anpassung der Elektroden Eigenschaften. Mit Hilfe des Verfahrens des „electrospinnings“ wurden die gewünschten Porositäten der Elektrodengeometrien experimentell verifiziert und angepasst. Mit Hilfe der Radiographie werden neuartige Erkenntnisse zur Strömungsdynamik innerhalb derartiger Elektrodengeometrien ermöglicht.

Frau Prof. Roth stellte zudem die in ihrer Gruppe applizierten elektrochemischen Charakterisierungsmethoden (CV Simulation, DRT Impedanzspektroskopie, u.a.) ausführlich dar und belegte für den Fall der VRFB-Anwendungen die dringliche Notwendigkeit zur 3D-strukturierten Weiterentwicklung von Elektrodengeometrien zur nachhaltigen Energiespeicherung.

Aus den Arbeitskreisen wurde wie folgt berichtet:

Herr Dr. Tassilo Moritz gab in Vertretung von Herrn Dr. Fries bekannt, dass sich in den Arbeitskreisen „Technologische Grundlagen der Granulierung und Granulatverarbeitung“ und „Sprühtrocknung: Technologie – Statistische Versuchsplanung – Produkt- und Prozessoptimierung“ gegenüber der vergangenen 66. Sitzung vom Mai 2023 keine neuen Entwicklungen ergeben haben. Ebenso ergaben sich in dem Arbeitskreis „Verarbeitungseigenschaften synthetischer keramischer Werkstoffe“ seit der vorangegangenen Sitzung keine aktuellen Informationen.

Der vorgesehene Bericht von Frau Beate Capraro zur den jüngsten Entwicklungen im Arbeitskreis „Foliengieß- und Spritzdüsenverfahren“ wurde entschuldigt abgesagt und auf eine spätere Sitzung verschoben.

Herr Dr. Moritz berichtete, dass der Anwenderkreis Additive Keramische Fertigung (AKF) mit der internen Umsetzung von Technologieentwicklungen begonnen hat. Insbesondere wurde ein Ringversuch zum Vergleich verschiedener 3D-Druck-Verfahrensvarianten gestartet. Zudem berichtete Herr Dr. Moritz über aktuelle Entwicklungen der AG Standardisierung und AG Marketing innerhalb der AKF-Aktivitäten.

Einen weiteren Schwerpunkt der Sitzung bildete der Stand zu den Vorbereitungen des für Herbst 2024 geplanten Herbstsymposiums. Hierzu berichtete Frau Kratz über die aktuellen Entwicklungen sowie die geplanten Sitzungen des Lenkungskreises. Herr Falk informierte, dass die Jahrestagung 2024 in Höhr-Grenzhausen wiederum mit der Unterstützung des FA3 vorbereitet wird. In Absprache mit der Programmausschuss-Vorsitzenden, Frau Prof. Antje Liersch, wird das Topic 2 „Keramiktechnologie“ von dem FA3 mit Unterstützung der Herren Volker Uhlig, Ralf Goller, Tassilo Moritz und Jens Günster organisiert.

Zum fachlichen Diskussionsthema „Aktuelle Entwicklungen zur Oberflächenstrukturierung keramischer Werkstoffe“ wurde wie folgt berichtet:

- Steven Weingarten, CEO, AMAREA Technology GmbH, „Laserbasierte Grünbearbeitung mit der Multi Material Jetting-Technologie – Ein Ausblick“
- Max-Jonathan Kleefoot, Hochschule Aalen, „Lasermikrostrukturierung von Graphitelektroden für Lithium-Ionen-Batterie Anwendungen“
- Prof. Dr.-Ing. Ralf Goller, Composite Process Technology, Technische Hochschule Augsburg, „Rauheit und Versagensmechanismen bei der CMC-Endbearbeitung“

Der Vortrag von Prof. Dr. Lutz Engisch, IP3-Institute for Printing, Processing and Packaging, HTWK Leipzig, mit dem Titel „Funktionelle Oberflächen GRAVOmer – ein Netzwerk“ musste kurzfristig abgesagt werden.

Im Rahmen einer anschließenden Besichtigung des Technikum und der Labore des Institutes für Hochtemperaturleichtbau (HTL) gaben Herr Prof. Raether und seine Mitarbeiter sehr informative und spannende Einblicke in die laufenden Forschungsarbeiten.

● **DKG FA 4 THERMISCHE PROZESSE**

https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fa_4_thermische_prozesse

Vorsitz: Hr. Dr. V. Uhlig

Telefon: +49 162 159 69 49

E-Mail: v.uhlig@kirchbach-sachsen.de

Am 14. Dezember 2023 fand ein gemeinsames Treffen der Fachausschüsse 1 „Simulation“, 6-2 „Thermomechanische Eigenschaften“ und 4 „Thermische Prozesse“ am Lehrstuhl Gas- und Wärmetechnische Anlagen der TU Bergakademie Freiberg statt. Prof. Krause und seinen Mitarbeitern möchten wir für die Bereitschaft, das Treffen zu beherbergen, herzlich danken. Eine inhaltliche Zusammenfassung wird im Tätigkeitsbericht des FA 1 gegeben.

● **DKG FA 5 NACHBEARBEITUNG**

https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fa_5_nachbearbeitung

Vorsitz: Herr Prof. Dr.-Ing. Ralf Goller

Hochschule Augsburg

Forschungsgruppe HSA Comp.

Am Technologiezentrum 5

D - 86159 Augsburg

Tel.: +49 821 650657-52

E-Mail: ralf.goller@hs-augsburg.de

Am 12. Mai 2023 fand die dritte Sitzung des FA5 Hartbearbeitung im Technologiezentrum Augsburg statt.

Des Weiteren Beteiligung an der FAIII am 27.11.2023 in Bayreuth mit einem online-Vortrag zum Thema „Rauheit und Versagensmechanismen bei der CMC-Endbearbeitung“.

● **DKG FA 6 MATERIAL- UND PROZESSDIAGNOSTIK**

https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fa_6_material_und_prozessdiagnostik

Vorsitz: Hr. Dr.-Ing. Björn Mieller

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

Fachbereich 5.4

Multimateriale Fertigungsprozesse

Unter den Eichen 44-46

D - 12203 Berlin

Telefon: +49 30 8104-1542

E-Mail: Bjoern.Mieller@bam.de

Web: <https://www.bam.de>

Der DKG Fachausschuss 6 „Material- und Prozessdiagnostik“ veranstaltete seine 7. Sitzung am 16. Februar 2023 als virtuelles Meeting zum Schwerpunktthema „Theorie und Bestimmung der elektrischen Durchschlagfestigkeit“. Das Programm umfasste drei akademische Vorträge (Dr. Sebastian Stark, IKTS Dresden; Dr. Björn Mieller, BAM Berlin; Dr. Lovro Fulanovic, TU Darmstadt). Das Meeting war mit 25 Teilnehmenden gut besucht und von einer offenen und lebendigen Fachdiskussion geprägt. Zum Abschluss bestand bei allen Vortragenden und Teilnehmenden Konsens, dass die elektrische Durchschlagfestigkeit nicht als Materialeigenschaft zu verstehen ist, sondern entsprechende Messwerte in hohem Maße von den angewandten Messbedingungen abhängen.

Seitens der Teilnehmenden wurden keine Themen für zukünftige Meetings vorgeschlagen.

Über die 7. Sitzung hinaus fanden im Rahmen des FA 6 im Jahr 2023 keine weiteren Aktivitäten statt.

● **DKG TFA 6-1 CHARAKTERESIERUNG PORÖSER KERAMIKEN**

https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fa_6_1_tfa_charakterisierung_poroeser_keramiken

Vorsitz: Hr. Dr. Tobias Fey

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaften (Glas und Keramik)

Martensstr. 5

D - 91058 Erlangen

Telefon 09131 - 8527546

Fax 09131-8528311

E-Mail: tobias.fey@fau.de

Web: <https://www.fau.de/>

Es liegt der Geschäftselle kein Bericht vor.

• **DKG TFA 6-2 THERMOMECHANISCHE EIGENSCHAFTEN**

https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fa_6_2_tfa_thermomechanische_eigenschaften

Vorsitz: Fr. Prof. Dr.-Ing. Verena Merklinger

HOCHSCHULE KONSTANZ

Technik, Wirtschaft und Gestaltung (HTWG)

Fakultät Maschinenbau

Institut für Werkstoffsystemtechnik

Alfred-Wachtel-Straße 8

D - 78462 Konstanz

Telefon.: +49 (0)7531 / 206 - 316

Fax.: +49 (0)7531 / 206 - 558

Email: verena.merklinger@htwg-konstanz.de

Am 14. Dezember 2023 fand ein gemeinsames Treffen der Fachausschüsse 1 „Simulation“, 6-2 „Thermomechanische Eigenschaften“ und 4 „Thermische Prozesse“ am Lehrstuhl Gas- und Wärmetechnische Anlagen der TU Bergakademie Freiberg statt. Prof. Krause und seinen Mitarbeitern möchten wir für die Bereitschaft, das Treffen zu beherbergen, herzlich danken. Eine inhaltliche Zusammenfassung wird im Tätigkeitsbericht des FA 1 gegeben.

● **DKG FA 7 GESCHICHTE DER KERAMISCHEN TECHNIK**

https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fa_7_geschichte_der_keramik

Vorsitz: Hr. Wolfgang Schilling

Email: post@wschilling.de

Web: <http://www.porzellanikon.org/>

Es liegt der Geschäftselle kein Bericht vor.

● **DKG FG 1 STRUKTURKERAMIK**

https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fg_1_strukturkeramik

Vorsitz: Hr. Dr.-Ing. Michael Zins

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

Stellvertretender Institutsleiter, Verwaltungsleiter und Qualitätsmanager

Winterbergstr. 28

D - 01277 Dresden

Telefon +49 351 2553-7522

Fax +49 351 2554-171

E-Mail: Michael.Zins@ikts.fraunhofer.de

Web: <https://www.ikts.fraunhofer.de/>

Es liegt der Geschäftselle kein Bericht vor.

● **DKG FG 2 KERAMIK FÜR DIE ELEKTROTECHNIK / SENSORTECHNIK**
https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fg_2_elektrotechnik_und_senso_rtechnik

Vorsitz: Hr. Prof. Dr. rer. nat. Jörg Töpfer

Ernst-Abbe-Hochschule Jena

Lehrgebiete Anorganische Chemie, Glas und Keramik

Fachbereich SciTec

Carl-Zeiss-Promenade 2

07745 Jena

Telefon +49 (03641) 205-479 /

Fax: +49 (03641) 205-451

E-Mail Joerg.Toepfer@fh-jena.de

Webseiten <http://www.fh-jena.de/>

Siehe bitte zum AK „SYSTEME AUF BASIS FUNKTIONSKERAMIK“ im GA HLK (ab Seite 49)

• **DKG FG 3 KERAMIK FÜR DIE ENERGIESPEICHERUNG UND
ENERGIEWANDLUNG**

[https://www.dkg.de/ausschuesse-und-facharbeit/dkg fg 3_energiespeicherung_und_energie wandlung](https://www.dkg.de/ausschuesse-und-facharbeit/dkg_fg_3_energiespeicherung_und_energie wandlung)

Vorsitz: Hr. Prof. Dr. Olivier Guillon

Forschungszentrum Jülich

Direktor des Instituts für Energie- und Klimaforschung (IEK-1):

Werkstoffsynthese und Herstellungsverfahren

Telefon: +49 2461 61-5181

Fax: 02461-61-9866

E-Mail: o.guillon@fz-juelich.de

Web: http://www.fz-juelich.de/portal/DE/Home/home_node.html

Das DKG Fachgebiet 3 Energietechnik (jetzt „Keramik für die Energiespeicherung und Energiewandlung“) hat wie jedes Jahr ein sehr informatives Symposium bei der Ceramics 2023 in Jena gestaltet. Keramische Batteriematerialien sowie Keramik für Elektrolyse und Brennstoffzellen waren besonders stark repräsentiert.

Die Szene Dekarbonisierung hat sich ebenso in Jena bei der Jahrestagung gesammelt. Diskutiert wurde die Erstellung eines Positionspapiers zur Dekarbonisierung der Keramikindustrie für die Politik, Fördergeber und Gesellschaft. Dieses Papier wurde fertig gestellt und wird einerseits in CFI/Berichte der DKG veröffentlicht und als separates Flyer gedruckt und verteilt.

• **DKG FG 4 KERAMIK FÜR DIE LUFT- UND RAUMFAHRTTECHNIK**

[HTTPS://WWW.DKG.DE/AUSSCHUESSE_UND_FACHARBEIT/DKG_FG_4_LUFT-
%20UND%20RAUMFAHRTTECHNIK](https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fg_4_luft-%20und%20raumfahrttechnik)

Vorsitz: N.N.

• DKG FG 5 SILIKATKERAMIK

https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fg_5_silikatkeramik

Vorsitzender: Prof. Dr. Pascal Seffern

stellv. Vorsitzender: Ir. Marcel Engels

Hochschule Koblenz / WesterWaldCampus

Ingenieurwesen (Werkstofftechnik Glas und Keramik)

Tel.: 02624 9109 23

Fax: 02624 9109 40

E-Mail: seffern@hs-koblenz.de

Web: <https://www.hs-koblenz.de/wwc/index>

Die Fachtagung im Fachgebiet 5 (FG 5) Silikatkeramik wurde im Jahr 2023 nicht durchgeführt. Ausschlaggebend war die konstruktive Kritik von den Teilnehmern der Fachtagung aus 2022.

Im Jahr 2023 fanden drei Treffen zwischen dem Vorsitzenden und seinem Stellvertreter, Herrn Marcel Engels, zur sinnvollen Neuausrichtung der Fachtagung statt. Zukünftige Tagungen sollen die industrielle Relevanz in der Silikatkeramik aufnehmen und zum Gegenstand machen. Im Zuge der Neuausrichtung soll ein branchenspezifisches Symposium (z.B. Fliesen oder Sanitärkeramik) vermieden werden. Ziel ist es alle Teilnehmer aus der silikatkeramischen Wirtschaft mit den angebotenen Themen zu begeistern und die gemeinsamen Themengebiete, auch in Zusammenarbeit mit den anverwandten DKG-Fachausschüssen, auszuarbeiten.

Eine Tagung im November 2024 wird im Februar 2024 geplant werden. Themenschwerpunkte könnten „Praktische Wege zur Ressourceneffizienz“ oder „Energiereduktion in der silikatischen Keramik“ sein.

Wir erhoffen uns eine enge Zusammenarbeit mit den Fachausschüssen (vorwiegend FA1-4) der DKG sowie mit wirtschaftlichen Partnern. Die Themenschwerpunkte für das folgende Symposium könnten folgende sein:

- Rezyklierung, Zirkuläre Prozesstechnologie;
- Optimierung der Prozessschritte: alternative Methoden der Granulierung, Reduktion des Wasserbedarfs bzw. Trocknungsaufwand, effizientere materialrelevante Brennverfahren;
- Prozesshilfsmittel und deren Wirkung oder Wasserstoff und Strom als alternativer Energieträger für keramische Produktionsprozesse;

Darüber hinaus sollen Fachvorträge akquiriert werden, die über praktische Erfahrungen zum Wechsel der Trocknungs- und Brenntechnik und den Brennmedien berichten.

• **DKG FG 6 UMWELT-UND GESUNDHEIT**

https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/dkg_fg_6_umwelt_gesundheit

Vorsitz: Hr. Prof. Dr.-Ing. habil. Aldo R. Boccaccini

Head, Institute of Biomaterials

Department of Materials Science and Engineering

University of Erlangen-Nuernberg

Cauerstr. 6

91058 Erlangen, Germany

Es liegt der Geschäftselle kein Bericht vor.

■ **GA DKG/DGM "Feuerfestwerkstoffe"**

https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/ga_feuerfest

Leiter des GA: Hr. Prof. Dr.-Ing. habil. Christos G. Aneziris

Institut für Keramik, Glas- und Baustofftechnik

TU Bergakademie Freiberg

Agricolastrasse 17

09596 Freiberg

Tel: +49 (0) 3731 39 2505

Fax: +49 (0) 3731 39 2419

E-Mail: aneziris@ikgb.tu-freiberg.de

Web: <http://tu-freiberg.de/>

Der DGM/DKG-Fachausschuss „Feuerfestwerkstoffe“ tagte im Jahr 2023 am 13.12. in Freiberg. Ziel der Veranstaltung mit über 110 Teilnehmern ist ein Austausch zwischen Forschung und Industrie auf dem Gebiet der Feuerfestmaterialien und deren Anwendung durch eingeladene Vorträge zu aktuellen Entwicklungen im Feuerfestbereich – im Jahr 2023 zu dem Thema „Dekarbonisierung der Feuerfestindustrie“.

Darüber hinaus beteiligten sich die Mitglieder des DGM/DKG-Fachausschuss „Feuerfestwerkstoffe“ im Jahr 2023 an einer Vielzahl an internationalen interdisziplinären Tagungen, wie der UNITECR – dem Weltkongress der Feuerfestindustrie im September in Frankfurt, der ECERS – Tagung der Europäischen Keramischen Gesellschaft im Juni in Lyon, der GIFA – die Weltleitmesse der Gießereiindustrie im Juni in Düsseldorf, oder der DKG – die Jahrestagung der Deutschen Keramischen Gesellschaft im März in Jena. Als Teilnehmer, Vortragende und Session-Leiter gestalteten die Mitglieder des DGM/DKG-Fachausschuss „Feuerfestwerkstoffe“ diese Tagungen aktiv mit und förderten den Dialog zwischen Wissenschaft und Industrie.

■ GA DGG/DKG "Glasig-kristalline Multifunktionswerkstoffe"

http://www.dkg.de/ausschuesse/ga_glasig-kristalline_multifunktionswerkstoffe

Leiter des GA: Hr. Dr. R. Müller

Zweiggelände Adlershof

Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung

Richard-Willstätter-Str. 11

12489 Berlin

Tel: +49 (0) 30 / 6392 - 5914

Fax: +49 (0) 30 / 6392 - 5976

E-Mail: ralf.mueller@bam.de

Web: www.ak-gkm.bam.de/

AK-Treffen 2023 – Jena

20. Treffen des DGG-DKG Arbeitskreises „Glasig-kristalline Multifunktionswerkstoffe“

Das 20. Treffen des gemeinsamen DGG-DKG Arbeitskreises „Glasig-kristalline Multifunktionswerkstoffe“ fand auf Einladung von Herrn Professor Dr.-Ing. Lothar Wondraczek am 23. und 24. Februar 2023 am Otto-Schott-Institut für Materialforschung der FSU Jena statt. Die Veranstaltung konnte nach Corona erstmals wieder in Präsenz gehalten werden und erfreute sich einer sehr guten Resonanz. Unter den 60 Teilnehmern waren 37 AK-Mitglieder und 23 Gäste. 14 Teilnehmer kamen aus der Industrie.

Am Beginn der diesjährigen Veranstaltung stand zunächst ein sehr herzlicher Dank an den bisherigen Koordinator des Arbeitskreises, Dr. Ralf Müller, für sein langjähriges erfolgreiches Engagement für unsere Veranstaltung, die sich unter seiner Ägide als festes Forum für den wissenschaftlichen und anwendungsbezogenen Austausch zu technischen Gläsern und Glaskeramiken in Deutschland etablieren konnte.

Während der Vortragssitzung am Nachmittag des ersten Tages moderierten Herr Prof. Dr.-Ing. Lothar Wondraczek (FSU Jena) und Frau Prof. Dr.-Ing. habil. Edda Rädlein (TU Ilmenau) die Vorträge:

- Jiangkun Cao, (FSU Jena): Mechanoluminescent Glasses, Glass Ceramics, and Glass/Ceramic Composites
- Dominique de Ligny (FAU Erlangen): Nutzung der Lumineszenz seltener Erden, um das "Gedächtnis" von Glas zu erkunden
- Michael Arnold (Fraunhofer IKTS, Hermsdorf): Fluoreszierende Glaskeramiken mit reduzierter Fluoreszenzintensität für unterschiedliche Einsatzgebiete
- Joel Houmes (The Shepherd Color Company, USA): Blue 10G513: When Color Pigment Development Meets Facebook and the EPA

Das Ende der Nachmittagsitzung bot Gelegenheit zu einer kurzen Diskussion zum aktuellen Bedarf der Mitglieder bezüglich der Themenauswahl für zukünftige Sitzungen sowie der Möglichkeiten, aktuelle Werkstoff- und Technologietrends in die Veranstaltung einfließen lassen zu können. Neben praktikablen Vorschlägen hierzu äußerten viele Mitglieder den Wunsch, neben den Anwendungsaspekten insbesondere

Stand 31.12.2023

auch die bisherige wissenschaftliche Tiefe beizubehalten. Die Ergebnisse der Diskussion werden bei der Gestaltung zukünftiger Treffen eine wertvolle Hilfe sein. Die Abendveranstaltung im Restaurant „Zur Noll“ bot dann Gelegenheit zu weiteren angeregten fachlichen Diskussionen.

Die Vormittagssitzung des zweiten Tages wurde von Herrn Prof. Dr. Joachim Deubener (TU Clausthal) und Dr. Ralf Müller (BAM Berlin) geleitet und umfasste die Beiträge:

- Falko Langenhorst (FSU Jena): „Glaskeramiken“ in Meteoriten als Zeugnisse kosmischer Kollisionen
- Ulrike Brokmann (TU Ilmenau): Wet chemical etching in comparison to plasma etching of a photosensitive glass
- Simon Bartolomey (Fenzi AGT, Netherlands): Meeting current and future technical requirements of enamels for automotive with amorphous, crystalline and glass-ceramic materials
- Lothar Wondraczek (OSIM, FSU Jena): Coaggregation und Aggregattopologie in glasig/kristallinen Pulveraggregaten

Im Anschluss an das Vortragsprogramm bestand die Gelegenheit zur Besichtigung ausgewählter Labors des Lehrstuhls für Glas.

Dank der exzellenten technischen Vorbereitung durch das Gastgebersteam um Frau J. Grosser (FSU Jena) konnte ein perfekter Ablauf der Veranstaltung im gewohnten Stil gesichert werden. Die wie immer aktive Mitwirkung unser AK-Mitglieder als Gastgeber, Vortragende, Moderatoren oder Diskussionsredner machte das Treffen zu einer gelungenen Veranstaltung. Aus dem Kreise der Vortragenden und der Gäste haben sich 5 Personen als neue Mitglieder eintragen lassen

■ **GA DKG/DGM "HOCHLEISTUNGSKERAMIK" (HLK)**

http://www.dkg.de/ausschuesse/ga_hochleistungskeramik

Vorsitzender des GA: Hr. Prof. Dr. Michael Stelter
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS
Michael-Faraday-Str. 1
07629 Hermsdorf
Telefon +49 36601 9301-2618
Fax +49 351 2554-352
E-Mail / Web: <http://www.ikts.fraunhofer.de/de/kontakt/dringolfovigt.html>

● **AK „KOORDINIERUNG“**

http://www.dkg.de/ausschuesse/ga_hochleistungskeramik/ak_koordinierung

Vorsitz: Hr. Prof. Dr. **M. Stelter**

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS
Michael-Faraday-Str. 1
07629 Hermsdorf
Telefon +49 36601 9301-2618
Fax +49 351 2554-352
E-Mail / Web: <http://www.ikts.fraunhofer.de/de/kontakt/dringolfovigt.html>

● **AK „VERSTÄRKUNG KERAMISCHER WERKSTOFFE“**

http://www.dkg.de/ausschuesse/ga_hochleistungskeramik/ak_verstaerkung_keramischer_werkstoffe

Vorsitz: Hr. Prof. Dr.-Ing. Dietmar Koch
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung
Keramische Verbundstrukturen
Pfaffenwaldring 38-40
70569 Stuttgart
Telefon 0711 6862-470
Telefax 0711 6862-227
E-Mail: dietmar.koch@dlr.de
Web: www.DLR.de/bk

Protokoll zum 60. AK Verstärkung keramischer Werkstoffe (hybrid) des DKG/DGM GA Hochleistungskeramik und des CU

Am **3. März 2023** bei **Schunk Kohlenstofftechnik GmbH** in Heuchelheim

Der Arbeitskreis Verstärkung keramischer Werkstoffe (AK Verstärkung) traf sich dieses Mal bei Schunk Kohlenstofftechnik GmbH. Am 1. März hatten sich bereits 25 Doktorandinnen und Doktoranden aus ganz Deutschland zum internen Meinungsaustausch getroffen. Neue Leiterin des Doktoranden-Arbeitskreises ist Katrin Bock vom Lehrstuhl Materials Engineering am Institut für Materials Resource Management der Universität Augsburg (MRM). Sie ist Nachfolgerin von Tobias

Schneider (MRM), der den Doktoranden-AK in den letzten Jahren sehr erfolgreich geleitet hat. An dieser Stelle herzlichen Dank an Katrin Bock und Tobias Schneider für ihr großes Engagement.

Beim AK Verstärkung wurden dieses Mal drei Projekte vorgestellt, die im Rahmen des Calls „Hochleistungsmaterialien für effiziente umweltfreundliche Antriebssysteme – HoMAS“ vom BMBF gefördert und vom Projekträger in Jülich (PtJ) koordiniert wurden. Die über 65 Teilnehmerinnen und Teilnehmer vor Ort und knapp 40 online zugeschalteten beteiligten sich rege an Diskussionen über die Vortragsthemen.

Nach der Begrüßung durch Dietmar Koch berichteten Gilvan Barroso (Rauschert Heinersdorf-Pressig GmbH), Tobias Neuwald (Fraunhofer IPK) und Arne Rüdinger (Fraunhofer ISC/HTL) über das Projekt **doMiGat** (Dense oxide ceramic components for micro gas turbine applications). Hier wurden neue oxidische Faserverbundwerkstoffe mit dichter Matrix entwickelt. Die Matrixverdichtung erfolgte durch den Einsatz von RBAO (Reaction Bonded Aluminum Oxide) sowie durch die Nachinfiltration mit Glasfritten und SiOC-basierten Harzsystemen. Zudem wurden Yttriumsilikat und AlPO₄ zur Faserbeschichtung eingesetzt, um trotz dichter Matrix ein bruchzähes Verhalten zu gewährleisten. Es wurde die mechanische Bearbeitung der oxidischen CMC Bauteile diskutiert und die Oberflächenversiegelung dieser Werkstoffe mittels atmosphärischer Plasmabeschichtung bzw. Glaskeramikkbeschichtungen vorgestellt. Ziel war es, diese so erzeugte Pufferschicht im Nachgang mechanisch zu bearbeiten, um damit ein endkonturgetreues Zielbauteil herzustellen.

Jörg Hohe (Fraunhofer IWM), Johanna Schmidt (Schunk Kohlenstofftechnik GmbH) und Fabia Süß (DLR-BT) stellten das Projekt **CMC TraTurb** (CMC-Tragstrukturen im Heißgasbereich von Gasturbinen) vor. In diesem Projekt wurde ein Schädigungsmodell entwickelt, um das nichtlineare anisotrope Spannungs-Dehnungs-Verhalten von keramischen Faserverbundwerkstoffen zu beschreiben. Mit Hilfe einer statistischen Schädigungssimulation auf Faser-Matrix-Level wurde der Einfluss von Faservolumengehalt und Inhomogenitäten simuliert und für die Vorhersage makroskopischer Eigenschaften genutzt. Ein weiterer Schwerpunkt im Projekt war die Entwicklung von SiC/SiC über die Prepreg-Route. Dazu wurden Faserrovings mit Schlickern infiltriert und über Wickeln zu unidirektionalen Prepregs verarbeitet. Die generischen Bauteile wurden im Autoklav vernetzt und anschließend pyrolysiert und siliziert. Durch Schlickeroptimierung konnte der Si-Gehalt nach der Silizierung minimiert werden. Am DLR wurden SiC/SiC-Werkstoffe über die Kombination der Herstellverfahren Polymerinfiltration und Pyrolyse (PIP) sowie Flüssigsilizierung (LSI) hergestellt. Durch Variation der Phenolharz-Precursoren und der Si-Legierungen konnte eine nahezu vollständige Konvertierung der Matrix zu SiC erreicht werden. Die erzielten Werkstoffe zeigten zudem ein verbessertes linear-elastisches Verhalten mit höherem Proportional Limit.

Kay Jäger (BJS Ceramic GmbH), Fabia Süß (DLR-BT), Johanna Schmidt (Schunk Kohlenstofftechnik GmbH), Arne Rüdinger (Fraunhofer ISC/HTL) und Lukas Zulauf (Schunk Kohlenstofftechnik GmbH) stellten abschließend das Projekt **CMC TurbAn** (CMC optimization for turbine applications) vor. Dieses Projekt hatte zum einen das Ziel, die SiC-Matrix durch die Kombination der Herstellungsverfahren chemische

Gasphaseninfiltration (CVI) mit PIP bzw. LSI zu verbessern. Dazu wurden die Fasern mit BN und SiC in unterschiedlicher Dicke beschichtet, um eine Faserschädigung in den einzelnen Herstellschritten zu vermeiden und gleichzeitig die mechanischen Zieleigenschaften der Verbundwerkstoffe zu erreichen. Zudem wurden Korrosionsschutzschichten auf Basis von HfO₂ und Si bzw. Yb-Silikat entwickelt, um die SiC/SiC-Werkstoffe gegen Oxidation und Korrosion zu schützen. Zum anderen wurden zwei Designstudien und deren Realisierung für einen Blütenmischer aus oxidischen CMC vorgestellt.

Die nächsten Treffen des Doktoranden-Arbeitskreises und des Arbeitskreises finden traditionell donnerstags und freitags am 12. und 13. Oktober 2023 beim DLR in Köln statt. Die Organisation für den Herbst-AK übernimmt dankenswerterweise die DGM. Falls der Wunsch besteht, die Treffen im Jahr 2024 an anderen Wochentagen stattfinden zu lassen, kontaktieren Sie mich gerne (diet-mar.koch@uni-a.de).

Protokoll zum 61. AK Verstärkung keramischer Werkstoffe (hybrid)

des DKG/DGM GA Hochleistungskeramik und des Ceramic Composites am **13. Oktober 2023** beim **Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR** in Köln

Gastgeber des Arbeitskreises Verstärkung keramischer Werkstoffe (AK Verstärkung) war dieses Mal das Institut für Werkstoffforschung am DLR Köln. Am Vortag hatten sich bereits über 25 Doktorandinnen und Doktoranden aus ganz Deutschland zum internen Meinungsaustausch getroffen. Organisiert wurde das Treffen von Katrin Bock vom Lehrstuhl Materials Engineering, Institut für Materials Resource Management der Universität Augsburg (MRM).

Beim AK Verstärkung wurden dieses Mal Vorträge zum übergeordneten Thema Anwendungen in der Raumfahrt gehalten. Die über 75 Teilnehmerinnen und Teilnehmer vor Ort und über 30 online Zugeschalteten beteiligten sich rege an Diskussionen über die Vortragsthemen.

Nach der Begrüßung durch Dietmar Koch berichtete **Tobias Schneider**, Ariane Group München, über Limits und Herausforderungen für CMCs in der Raumfahrt. Die ArianeGroup beschäftigt sich mit der Entwicklung von Antriebssystemen sowie thermostabilen Strukturen für den Wiedereintritt. Im neuen Technikum werden Bauteile über Flechten, Wickeln und Tufting hergestellt und anschließend mit Schlickertechniken, Pyrolyse, Flüssigsilizierung oder CVI keramisiert. Die ArianeGroup verfügt über umfangreiche Qualitätssicherungsverfahren wie zerstörungsfreier Prüfung und Computer-tomografie. Die Werkstoffpalette konzentriert sich auf C/SiC (Sicarbond) und C/C-SiC (CarbotexSI) mit Oberflächensilizierung. Ziel ist dabei, insbesondere für Ramjetanwendungen die Permeabilität zu minimieren. Die ArianeGroup sieht zukünftig einen großen Bedarf an mechanischen Hochtemperaturversuchen, um eine präzise Auslegung von Raumfahrtbauteilen zu gewährleisten und den Funktionsnachweis zu erbringen.

Michael Smart, Hypersonix, stellte in seinem Vortrag „Material requirements to launch and fly a reusable vehicle up to Mach 12 in the earth atmosphere“ zunächst seine Firma vor, die sich in Australien seit 2019 mit der Entwicklung von hypersonischen Antrieben beschäftigt. Bei den Scramjetanwendungen werden aktuell für mehrere Minuten Geschwindigkeiten von Mach 5 erreicht. Neue Entwicklungen mit Wasserstoffantrieb sollen Geschwindigkeiten bis Mach 12 erreichen. Im Technologiedemonstrator DART, der Ende 2024 fliegen soll, werden für Leading Edges und Thermal-schutzsysteme CMC-Werkstoffe sowie für Brennkammer-Bauteile 3D-gedruckte Inconel-Legierungen und CMCs eingesetzt.

Gwendolyn Wild, Institut für Materialwissenschaften, Hochschule Hof, berichtete vom AiF-Projekt RuRoRa - Rundvernadelte C/SiC Rohrstrukturen für die Raumfahrt. Ziel im Projekt war es, Rohrstrukturen für Raumfahrtanwendungen zu entwickeln, die dünner und leichter als bisherige Bauteile sind und gleichzeitig eine sehr geringe Wärmeausdehnung besitzen. Mit einer Rundvernadelungsanlage wurden Faserpreformen aus textilen Bändern und hergestellt. Durch Verbesserung der Werkzeuge und Preformen konnten über das Silizierverfahren C/C-SiC-Rohre hergestellt werden. Bei einigen Varianten wurden die Faserpreformen über CVI zusätzlich mit pyC beschichtet. Im Projekt, das gemeinsam mit ecm, FhG-ISC und dem ifm durchgeführt wurde, konnte die Eignung der Rundvernadelung als Preformtechnik für keramische Bauteile prinzipiell gezeigt werden. Die gewünschten Festigkeiten und Wärmeausdehnungen sollen mit neuen Materialkombinationen realisiert werden.

Matthias Krödel, ecm, berichtete über Design, Auslegung und Test einer thermisch sehr stabilen Struktur aus kurzfaserverstärktem CMC. Einzelne Teilkomponenten werden über spezielle Füge-techniken gefügt und im Anschluss über das Flüssigsilizierverfahren zu einem homogenen Bauteil keramisiert. Die resultierende Cescic-Struktur ist geeignet, um als sogenanntes MTG Star Tracker Bracket als hochpräzise Struktur für Kameras in Satellitenanwendungen eingesetzt zu werden. Alle zerstörungsfreien Prüfungen und Leistungstests wurden während und nach der Fertigung erfolgreich durchgeführt, so dass das Bauteil nun in Meteosat-Satelliten eingesetzt werden kann.

Nico Langhof, Universität Bayreuth, Ceramic Materials Engineering, berichtete über die Bildung thermisch-induzierter Rissmuster in anisotropen, faserverstärkten Verbundwerkstoffen mit spröder Matrix. Durch den Einsatz von neuen Kohlenstoffprecursoren sollte die Schaumbildung bei der Vernetzung unterdrückt werden, um eine porenfreie Vernetzung zu erhalten. Über rheologische und thermogravimetrische Untersuchungen wurden geeignete Matrixsysteme identifiziert. In Abhängigkeit von der Faserverstärkung und dem Faservolumengehalt ergaben sich unterschiedliche Riss-muster bei der Pyrolyse, die quantitativ ausgewertet wurden. Dazu wurde die Pyrolyse in-situ unter dem Lichtmikroskop beobachtet. Die Rissbreite nahm dabei mit zunehmendem Faservolumengehalt ab.

Alexandra Luft, Institut für Materialwissenschaften, Hochschule Hof, präsentierte die Ergebnisse des Projekts Texcontrol – Auswirkung des Öffnens von Nextel-Rovings auf die Infiltrationsfähigkeit und das Ergebnis bei der Rohrwicklung. Das Projekt, das gemeinsam mit der Firma Rauschert durchgeführt wurde, hatte zum Ziel, die

Infiltrationsfähigkeit oxidkeramischer Rovings zu verbessern, um die Matrix homogen zwischen die einzelnen Filamente einzubringen. Dazu wurden Pulver aus Maisstärke bzw. ZrO₂ auf die Rovings aufgebracht. Die Pulver bewirkten eine erhöhte Aufnahme der Matrix und damit einen höheren Matrixvolumenanteil. Das Verfahren soll auch auf Carbonfaser-Rovings übertragen werden.

Michael Welter, DLR, Inst. für Werkstoffforschung Köln, stellte die Forschung und Entwicklung von oxidkeramischen CMC für Raumfahrtanwendungen am DLR Institut für Werkstoff-Forschung vor. Neben dem bekannten Prozess zur Herstellung gewickelter Strukturen (Whipox) erklärte er das In-fusionsverfahren IFOX, bei dem über einen Vakuuminfusionsprozess der Matrixschlicker in eine Faserpreform imprägniert wird. Die beiden Verfahren eignen sich zur Herstellung komplexer Bauteile für die Raumfahrt und für Satellitenanwendungen und in Kombination mit Aerogelen auch zur thermischen Isolation.

Martin Frieß, DLR, Inst. für Bauweisen und Strukturtechnologie Stuttgart, zeigte in seinem Vortrag „From Space to Earth: Challenges and new Perspectives due to progress in materials development“ die Entwicklung von Bauteilen aus Pechfaser-basierten CMCs auf. Bei der Verwendung von Pech-fasern muss insbesondere die Reaktion der Fasern mit der Si-Schmelze bei der Silizierung vermieden werden. Dazu wurde die Rissbildung bei der Pyrolyse so eingestellt, dass die Fasern durch die C-Matrix ausreichend geschützt wurden. Zudem wurde die Silizierungstemperatur möglichst geringgehalten. Mit umfangreichen Charakterisierungsmethoden wurden die verschiedenen Werkstoffvarianten bewertet.

Die nächsten Treffen des Doktoranden-Arbeitskreises und des Arbeitskreises finden traditionell donnerstags und freitags am 14. und 15. März 2024 in Stade statt. Die Organisation liegt dann wieder in den Händen des Ceramic Composites des Composites United. Geplante Themen beim Arbeitskreis Verstärkung sind Werkstoffprüfung und Simulation. Wer einen Vortrag halten möchte kann sich gerne an mich wenden (dietmar.koch@uni-a.de). Um die Veranstaltungsorganisation kümmert sich dankenswerterweise Denny Schüppel (denny.schueppel@composites-united.com). Neben dem Arbeitskreis finden in Stade weitere Veranstaltungen statt, die alle über dasselbe Portal gebucht werden können: Mitgliederversammlung Ceramic Composites | Composites United e.V. (composi-tes-united.com).

Zum Arbeitskreis Verstärkung keramischer Werkstoffe

Der Arbeitskreis Verstärkung keramischer Werkstoffe (AK Verstärkung) ist ein Gemeinschaftsarbeitskreis der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde (DGM), der Deutschen Keramischen Gesellschaft (DKG) und des Ceramic Composites des Composites United. In seiner jetzigen Form findet der AK Verstärkung seit 1994 regelmäßig statt und wird seit 2007 von Prof. Dr.-Ing. Dietmar Koch, Institut für Materials Resource Management (MRM), Universität Augsburg, geleitet.

Die 60. Sitzung des AK Verstärkung fand am 3.3.2023 hybrid statt. Über 110 Interessierte nahmen an der Veranstaltung teil. Der AK Verstärkung verfolgt das Ziel, die Firmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten zusammenzubringen, die auf dem Gebiet der keramischen Faserverbundwerkstoffe aktiv sind. Bei den Treffen werden wissenschaftliche Vorträge gehalten und im Plenum intensiv diskutiert.

Gleichzeitig dienen die Veranstaltungen auch der Anbahnung von Projekten und Kooperationen. Der AK Verstärkung trifft sich in der Regel zwei Mal im Jahr, Anfang März und Anfang Oktober. Am Tag zuvor diskutieren beim Doktorandenarbeitskreis des Ceramic Composites junge Wissenschaftler/innen, die sich mit keramischen Faserverbundwerkstoffen bzw. angrenzenden Themen beschäftigen. In diesem Rahmen können die Promovierenden ihre Ergebnisse und ihren Arbeitsschritt offen diskutieren und ihr eigenes wissenschaftliches Netzwerk aufbauen. Der Doktoranden-Arbeitskreis wird von Katrin Bock, MRM, Universität Augsburg, organisiert. Die nächsten Treffen des Doktoranden-Arbeitskreises und des Arbeitskreises finden am 14. und 15. März 2024 in Stade statt.

Des Weiteren plant der Doktorandenarbeitskreis des Ceramic Composites in den nächsten Monaten einen mehrtägigen Workshop zur weiteren Vernetzung.

- **AK „VERARBEITUNGSEIGENSCHAFTEN SYNTHETISCHER KERAMISCHER WERKSTOFFE“**

http://www.dkg.de/ausschuesse/ga_hochleistungskeramik/ak_verarbeitungseigenschaft_keramischer_werkst

Vorsitz: Hr. Dr. Manfred Fries, Mitwirkung: Dr. A. Potthoff
Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS)
Winterbergstrasse 28,
D-01277 Dresden
E-Mail: manfred.fries@ikts.fraunhofer.de
Web: www.ikts.fraunhofer.de/
Co-AK-Leitung: Dr. U. Eisele, Robert Bosch GmbH

Es liegt der Geschäftsstelle kein Bericht vor.

- **AK „SYSTEME AUF BASIS FUNKTIONSKERAMIK“**

http://www.dkg.de/ausschuesse/ga_hochleistungskeramik/ak_systeme_auf_basis_von_funktionskeramik

Vorsitz: Hr. Prof. Dr. Töpfer, FH Jena
Univ. Applied Sciences Jena
Dept. SciTec
Carl-Zeiss-Promenade 2
07745 Jena, Germany
Tel: +49 (0) 3641 205479
Fax +49 (0) 3641 205451
E-Mail: joerg.toepfer@fh-jena.de
Web: www.scitec.fh-jena.de

Im Mittelpunkt des fachlichen Interesses des Fachgebiets Elektrokeramik/Optik bzw. des Arbeitskreises Funktionskeramik stehen elektrokeramische Materialien und deren

Stand 31.12.2023

Anwendung, wie z.B. di- ferro-, und piezoelektrische Werkstoffe, halbleitende, sensorische und thermoelektrische keramische Materialien, magnetische keramische Werkstoffe sowie ionen- oder mischleitende und optische Keramiken. Neben grundlegenden werkstofflichen Aspekten, wie z.B. Gefüge-Eigenschaftskorrelationen, werden auch Aspekte der Keramiktechnologie, der Schichtherstellung und der keramischen Multilagenkeramiktechnik diskutiert. Das breite Anwendungsspektrum funktionskeramischer Werkstoffe runden die Themenpalette ab.

Im März 2023 fand die DKG-Jahrestagung in Jena unter starker Beteiligung des TOPIC „Funktionskeramik“ mit sechs Vortragssessions statt.

Die 2021 aufgrund von Corona-Beschränkungen begonnene Webinar-Reihe wurde fortgesetzt. Die Webinare werden für alle Interessenten ohne Zugangsbeschränkungen über den BBB-Zugang der EAH Jena angeboten. Die Resonanz ist sehr gut, durchschnittlich nehmen etwa 50 Personen am Webinar teil.

Folgende Webinare wurden in 2023 durchgeführt:

23.11.23

„High heating rate sintering of perovskites and its impact on microstructure and properties“ W. Rheinheimer, Univ. Stuttgart

„Elektronen emittierende Keramiken für Satellitenantriebe“ K. Wätzig, IKTS Dresden

- **AK „PROZESSBEGLEITENDE PRÜFVERFAHREN“**

[HTTPS://WWW.DKG.DE/AUSSCHUESSE UND FACHARBEIT/GA HOCHLEISTUNGSKERAMIK/AK PROZESSBEGLEITENDE PRUEFVERFAHREN](https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/ga_hochleistungskeramik/ak_prozessbegleitende_pruefverfahren)

Vorsitz: Dr. Björn Mieller
Bundesanstalt für Materialforschung u. -prüfung
Fachbereich 5.5 Technische Keramik
Unter den Eichen 44-46
12203 Berlin
Tel: +49 (0) 30 / 8104 - 1542
Fax: +49 (0) 30 / 8104 - 1547
E-Mail: Bjoern.Mieller@bam.de
Web: www.bam.de/

Ausführungen – siehe bitte DKG FA 6 MATERIAL- UND PROZESSDIAGNOSTIK (Seite 31)

- **AK „KERAMISCHE MEMBRANEN“**

[http://www.dkg.de/ausschuesse/ga hochleistungskeramik/ak keramische membranen](http://www.dkg.de/ausschuesse/ga_hochleistungskeramik/ak_keramische_membranen)

Vorsitz: Hr. Prof. Dr. Ingo Voigt

Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

Institutsteil Hermsdorf

Michael-Faraday-Str. 1

07629 Hermsdorf / Thüringen

Tel: +49 (0) 36601 / 93012618

Fax: +49 (0) 36601 / 93013921

E-Mail: ingolf.voigt@ikts.fraunhofer.de

Web: www.ikts.fraunhofer.de

Im Berichtszeitraum organisierte der Arbeitskreises Keramische Membranen ein Symposium im Rahmen der DKG-Jahrestagung, die vom 27.-30.03.2023 in Jena und Hermsdorf stattfand, mit folgenden 12 Vorträgen:

1. Christian Göbber, Nanostone Water GmbH
“The advantages of ceramic ultrafiltration membranes for pretreatment of SWRO & wastewater streams.”
2. Michaela Wilhelm, Universität Bremen:
“SiOC Membranes for water cleaning and emulsification.”
3. Jenny Radeva, Nanostone Water GmbH
“Removal of pharmaceuticals from aqueous solutions using hybrid ceramic membranes.”
4. Mehrdad Ebrahimi, Hochschule Mittelhessen
“Ceramic-membrane-based technologies for oilfield produced water treatment.”
5. Tim van Gestel, Forschungszentrum Jülich GmbH, IEK 1
“Carbon molecular sieving membranes for H₂-separation.”
6. Hannes Richter, Fraunhofer IKTS
“Nanoporous ceramic membranes in H₂-economy.”
7. Thomas Gallert: Inorganic Membranes for dewatering of liquid solvents and process mixtures. DBI-Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg.
8. Ralf Kriegel, Fraunhofer IKTS
“Promisiing applications for oxygen generators based on ceramic membranes.”
9. Olga Ravkina, Fraunhofer IKTS
“Development of tubular one-side closed porous Ni-cermet anode support for thin film-based membrane electrode assemblies.”
10. Christiane Günther, Rauscher Kloster Veilsdorf GmbH
“Ceramic membrane contactors with additivly manufactured flow distributors for separation application.”

11. Paolo Fedeli, RSE SpA, Italy
"Ca-substituted perovskites as promising materials for H₂production in oxygen transport membrane reactors."
12. Pedro Henrique da Rosa Braun, Universität Bremen
"Mechanically stable and crack-free SiOC screens for gas-liquid phase separation."

- **AK „BIOKERAMIK“**

http://www.dkg.de/aussschuesse/ga_hochleistungskeramik/ak_biokeramik

Vorsitz: Prof. Dr. rer. nat. Uwe Gbureck

Gruppenleiter "Bioactive Inorganic Scaffolds"

Lehrstuhl für Funktionswerkstoffe der Medizin und der Zahnheilkunde (fmz)

Universitätsklinikum Würzburg

Pleicher Wall 2

97070 Würzburg

Tel.: + 49 931 20173550

Fax: + 49 931 20173500

E-Mail: uwe.gbureck@fmz.uni-wuerzburg.de

Die 20. Sitzung des Arbeitskreises Biokeramik fand am Freitag, 17.11.2023 am Universitätsklinikum der Julius-Maximilians-Universität in Würzburg statt. Der Fokus des diesjährigen Treffens lag auf bioinerten Keramiken. Zu dieser Thematik referierten ausgewiesene Experten.

Herr Prof. Dr. Uwe Gbureck (Abteilung für Funktionswerkstoffe der Medizin und Zahnheilkunde (FMZ), Universitätsklinikum Würzburg) begrüßte als Vorsitzender des AK Biokeramik alle Teilnehmer der Veranstaltung, gab einen kurzen Einblick in die Historie des Gemeinschaftsausschusses HOCHLEISTUNGSKERAMIK der Deutschen Keramischen Gesellschaft e. V. sowie der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e. V. und verwies auf das Programm der Sitzung.

Im ersten Vortrag der Sitzung gab Frau Dr. Sabine Begand (Fraunhofer IKTS, Hermsdorf) einen Einblick in die Herstellung von *Multilayer Blanks* für dentale Restaurationen über das sogenannte Schlickerguss-Verfahren. Dieses Verfahren findet darüber hinaus auch bei der Herstellung von dünnwandigen, keramischen Abutments, keramischen Fingergelenk-Implantaten und Gehäusen aus Transparentkeramiken für die hermetische Abdichtung von chirurgischen Implantaten Anwendung. Des Weiteren wurden sprühbare Lithiumdisilikat-Glaskeramiken thematisiert, welche aufgrund ihrer guten Haftfestigkeit auf Zirkondioxid unter anderem als Verblendkeramik eingesetzt werden.

Frau Claudia Ortmann (Mathys Orthopädie GmbH, Mörsdorf) präsentierte im anschließenden Vortrag aktuelle Innovationen im Bereich der Gelenkendoprothetik, die auf neu entwickelten Yttrium-stabilisierten ATZ- (*alumina toughened zirconia*) bzw. ZTA- (*zirconia toughened alumina*) Keramiken basieren. Diese neuartigen Keramiken zeichnen sich vor allem durch eine sehr hohe Verschleißresistenz aus und ermöglichen

Stand 31.12.2023

zudem die Herstellung sehr dünnwandiger Bauteile, welche beispielsweise in Medizinprodukten für den Knie- und Hüftgelenkersatz oder bei der Behandlung von kleinflächigen Knochen-Knorpel-Defekten zum Einsatz kommen.

Frau Julia Rabitsch (Lithoz GmbH, Wien, Österreich) erläuterte im dritten Vortrag der Sitzung die Bedeutung und Funktionsweise von Lithographie-basierten keramischen Fertigungstechniken (LCM, *lithography-based ceramic manufacturing*) für die Herstellung von Medizinprodukten. Das LCM-Verfahren ist mit verschiedenen Materialien – vor allem auf der Basis von Aluminium- und Zirkondioxid sowie Siliziumnitrid – kompatibel und wird unter anderem für die Herstellung von metallfreien chirurgischen Werkzeugen und Dentalimplantaten verwendet. Zukünftige Forschungsprojekte widmen sich der Entwicklung eines Multi-Material 3D-Druckers, welcher die Kombination unterschiedlicher Materialien innerhalb eines einzelnen Druckprozesses ermöglichen soll.

Herr Philipp Schröder (Zahnärztliche Werkstoffkunde und Biomaterialforschung, RWTH Aachen) thematisierte anschließend die Stabilität biofunktionalisierter Hochleistungsoxidkeramiken gegenüber Gammasterilisation. Je nach Strahlungsintensität kann sich die Benetzbarkeit der silanbeschichteten Oberfläche einer Oxidkeramik ändern, wobei allerdings keine Hinweise auf zytotoxische Eigenschaften festgestellt wurden. Als Adhäsionsmarker für mesenchymale Stammzellen wurden zusätzlich cyclo-RGD-Peptide an die silanierte Oberfläche gekoppelt.

Im Anschluss an die Mittagspause referierte Zahnarzt Michael del Hougne (Klinik und Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik) zum Thema Fertigungstechniken für einen vollkeramischen Zahnersatz. Es wurden Vor- und Nachteile von additiven und subtraktiven Fertigungsverfahren einander gegenübergestellt. Zwar sind subtraktive Fertigungsverfahren wie insbesondere das Fräsen zwangsläufig mit einem gewissen Materialverlust verbunden und können darüber hinaus Schädigungen im Material hervorrufen, stellen jedoch aufgrund ihrer hohen Präzision nach wie vor den Goldstandard dar. Additive Fertigungsverfahren wie SLM (*selective laser melting*), SLA (*stereolithography*), DLP (*digital light processing*) oder FDM (*fused deposition modeling*) gewinnen zunehmend an Bedeutung, da sie eine sehr schnelle, kostengünstige und individuelle Herstellung von Materialien für den Zahnersatz ermöglichen.

Herr Prof. Dr. Ulrich Lohbauer (Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Universitätsklinikum Erlangen) thematisierte im zweiten Vortrag des Nachmittags die Frakturmechanik von mehrschichtigen Zirkondioxid-Keramiken. Zirkondioxid besitzt eine sehr hohe Zähigkeit, was ein Bauteil gegenüber kritischem Materialversagen toleranter macht. Mechanistisch lässt sich die hohe Zähigkeit durch eine Umwandlung von einer tetragonalen in eine monokline Kristallstruktur erklären. Mithilfe der sogenannten *Ball-on-3-Balls biaxial flexure*-Methode wurde die Bruchfestigkeit von Probekörpern für den Zahnersatz in Abhängigkeit des Yttrium-Gehalts ermittelt, während für die Untersuchung der Bruchzähigkeit das CNB-Verfahren (*chevron-notched beam*) verwendet wurde. Um für den klinischen Anwender aussagekräftige Materialkennwerte zu ermitteln, wurde der sogenannte *Hoop strength*-Test zur Bestimmung der maximalen Randspannung in

einem Bauteil entwickelt, da speziell im Randbereich ein Großteil kritischer Risse und Frakturen entsteht.

Frau Dr. Katrin Hurlé (Geozentrum Nordbayern, Lehrstuhl für Mineralogie, Universität Erlangen-Nürnberg) gab einen Einblick in die Rietveld-Charakterisierung von Yttrium-stabilisiertem Zirkonoxid mit konstantem und graduell variierendem Yttrium-Gehalt für dentale Anwendungen. Es wurden die optischen und mechanischen Eigenschaften verschiedener Y-TZP-Keramiken (*yttrium stabilized tetragonal zirconia polycrystals*) beschrieben, die sich je nach Yttrium-Gehalt zum Teil stark ändern können. Mit Hilfe der sogenannten Rietveld-Verfeinerung konnten sowohl die quantitativen Phasenbestandteile als auch die entsprechenden Gitterparameter bestimmt werden. Für dentale Anwendungen werden häufig gradierte Yttrium-stabilisierte Zirkonoxid-Keramiken verwendet, da auf diese Weise sowohl die Funktionen und Eigenschaften des Dentins als auch des Zahnschmelzes in hohem Maße abgebildet werden können.

Im abschließenden Vortrag der Sitzung erläuterte Herr Dr. Christoph Stähli (RMS Stiftung, Bettlach, Schweiz) den Effekt des Ca/P-Verhältnisses von α -TCP auf die Eigenschaften mineralischer Knochenzemente. Anhand von Phasendiagrammen wurde beschrieben, wie sich bereits bei geringfügigen Abweichungen vom idealen Ca/P-Verhältnis Fremdphasen bilden können. Der Einfluss des Ca/P-Verhältnisses auf die Reaktivität und andere Eigenschaften von α -TCP, wie Kristallinität, Partikelgrößenverteilung und Einspritzbarkeit wurden systematisch untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass insbesondere der Übergangsbereich nahe des idealen Ca/P-Verhältnis von 1,5 mit starken Eigenschaftsänderungen verbunden ist. Es wurde daher die Empfehlung ausgesprochen, bei der Herstellung von α -TCP ein um etwa 5 % geringeres Ca/P-Verhältnis auszuwählen, um eine gleichbleibende Pulverqualität mit reproduzierbaren Materialeigenschaften sicherzustellen.

Mit einigen Dankesworten an die vortragenden Personen sowie die Organisatoren beendete Herr Prof. Dr. Uwe Gbureck die 20. Sitzung des AK Biokeramik.

Die Agenda mit den Titeln der Vorträge:

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Gbureck, Abteilung für Funktionswerkstoffe der Medizin und der Zahnheilkunde (FMZ), Universitätsklinikum Würzburg
Begrüßung und Einführung

Dr. Daniel Schumacher, Dr. Sabine Begand, Fraunhofer IKTS, Hermsdorf
*„New Generation Oxides – Materialdesign und innovatives Processing bioinert
Keramiken*

Claudia Ortmann, Carolin Witt, Martin Liebelt, Thomas Oberbach, Mathys Orthopädie GmbH, Mörsdorf

“Das Werkstoffsystem Al_2O_3 - ZrO_2 - Innovationen in der Gelenkendoprothetik“

Julia Rabitsch, Litoz GmbH, Wien, Österreich

*“3D Druck von keramischen Medizinprodukten - Neuentwicklungen im Bereich von
ATZ, Zirkonoxid und Aluminiumoxid“*

M.Sc. Philipp Schröder, Prof. Dr.-Ing. Horst Fischer, Zahnärztliche Werkstoffkunde und Biomaterialforschung, RWTH Aachen

"Stability of biofunctionalized high-performance oxide ceramics against gamma sterilization"

PD Dr. med. dent. Christian Höhne, ZA Michael del Hougne, Prof. Dr. med. dent. Marc Schmitter, Klinik und Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Universitätsklinikum Würzburg

"Fertigungstechniken für vollkeramischen Zahnersatz: vom Fräsen zum Drucken"

Prof. Dr. Ulrich Lohbauer, Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Universitätsklinikum Erlangen

„Dental multilayer chairside zirconia in the focus of fracture mechanics“

Dr. rer. nat. Katrin Hurle, Geozentrum Nordbayern, Lehrstuhl für Mineralogie, Universität Erlangen-Nürnberg

"Rietveld-Charakterisierung von Yttrium-stabilisiertem Zirkonoxid mit konstantem beziehungsweise graduell variierendem Yttrium-Gehalt für die dentale Anwendung"

Dr. Christoph Stähli, RMS Stiftung, Bettlach, Schweiz

„Effekt des Ca/P-Verhältnis von α -TCP auf die Eigenschaften mineralischer Knochenzemente“

An der Sitzung nahmen 22 Kolleginnen und Kollegen aus Hochschule und Industrie teil. Die Vorträge wurden jeweils anregend diskutiert. Alle den Arbeitskreis betreffenden Informationen finden sich auf der regelmäßig aktualisierten Webpage unter: www.ak-biokeramik.de

■ **GA DKG/DVS "W3.1 KERAMIK-METALL-VERBINDUNGEN"**

http://www.dkg.de/ausschuesse/ga_keramik-metall-verbindungen

Vorsitz: Hr. Dr. Magnus Rohde

Karlsruher Institut f. Technologie (KIT)

Campus Nord

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1

E-Mail: magnus.rohde@kit.edu

Stellvertretender Vorsitz: Hr. Dipl.-Chem. HTL B. Zigerlig

ZIGERLIG TEC GmbH

Klingnau, Schweiz

Es liegt der Geschäftselle kein Bericht vor.

■ **GA FPM / WSM / DKG "PULVERMETALLURGIE"**

http://www.dkg.de/ausschuesse/ga_pulvermetallurgie

Vorsitz: Prof. Christoph Broeckmann

RWTH Aachen

Institut für Werkstoffanwendungen im Maschinenbau

Augustinerbach 4

52062 Aachen

E-Mail: c.broeckmann@iwm.rwth-aachen.de

Es liegt der Geschäftselle kein Bericht vor.

■ **GA DGG / DGM/ DGO / DVS / VDI/DKG „VERBUNDWERKSTOFFE“**

http://www.dkg.de/ausschuesse/ga_verbundwerkstoffe

Vorsitz: Hr. Prof. Dr.-Ing. Guntram Wagner

Hr. Prof. Dr.-Ing. B. Wielage

Technische Universität Chemnitz

Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik

Lehrstuhl für Verbundstoffe

Erfenschlager Str. 73

09125 Chemnitz

Tel: +49 (0) 371 / 531 36169

Fax: +49 (0) 371 / 531 23819

E-Mail: guntram.wagner@mb.tu-chemnitz.de

E-Mail: bernhard.wielage@mb.tu-chemnitz.de

Web: www.tu-chemnitz.de/

Es liegt der Geschäftselle kein Bericht vor.

■ GAK BVKI / DKG “UMWELT- UND ARBEITSSCHUTZ“

http://www.dkg.de/ausschuesse/gak_umwelt-und-arbeitsschutz

Vorsitz: Hr. Dipl.-Ing. Franz X. Vogl

BVKI e.V.

Schillerstraße 17

95090 Selb

Telefon: 09574 / 6529-871

Fax: 09574 / 6529-872

E-Mail: Vogl@keramverband.de

Der Gemeinschaftsarbeitskreis Umwelt- und Arbeitsschutz (mit Erfahrungsaustausch Energie) tagte in 2023 am 11. Mai und am 05. Dezember (nur Umwelt- und Arbeitsschutz)

Der BVKI/DKG Gemeinschaftsarbeitskreis Umwelt- und Arbeitsschutz ist durch Integration des DKG Umweltausschusses in den BVKI Umweltschutz- und Arbeitssicherheitskreis entstanden. Der GAK ist ein Expertengremium, das mit den zuständigen Verbandsvertretern anstehende Gesetzesvorhaben auf europäischer und nationaler Ebene bespricht und Input für die Lobbyarbeit liefert. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Erfahrungsaustausch zwischen den Arbeitskreismitgliedern. Praxisorientierte, auf die Belange der teilnehmenden Firmen abgestimmte Informationen zu Umweltschutz- und Arbeitssicherheitsthemen werden sowohl von der Berufsgenossenschaft als auch vom Verband sowie von externen Experten vorgetragen. Darüber hinaus besteht für die Mitglieder des GAK die Möglichkeit, am BVKI Erfahrungsaustauschkreis Energie teilzunehmen, der in der Regel jeweils im Anschluss an die GAK-Sitzungen stattfindet.

Die Schwerpunkte bei den Sitzungen in 2023 waren:

Europäischer Green Deal und Fit-for-55-Maßnahmenpaket: Beeinflusst als übergeordnetes Thema alle Arbeitsfelder des Gemeinschaftsarbeitskreises, z.B. Null-Schadstoff-Ziel und nachhaltige Chemikalienstrategie wirken sich auf Anlagenemissionen und Exposition am Arbeitsplatz aus, die Klimaschutzziele erfordern einen anderen Umgang mit Energie und die Steigerung der Energieeffizienz, die Intensivierung der Circular Economy ist wiederum eng verflochten mit praktisch allen genannten Themen.

Besondere Schwerpunkte waren und sind das BREF für Keramik und die IED-Richtlinie.

Luftreinhaltung: Regelungen zum Fuelswitch als Folge der Energiekrise; Umsetzungsfragen nach der TA Luft Revision; Revision des BREF Keramik und Begleitung der Erhebung von Anlagendaten; harmonisierte Stoffeinstufungen nach CLP und deren Auswirkungen innerhalb der TA Luft sowie zukünftige Auswirkungen des BREF Keramik auf die TA Luft

Wasser, Boden, Abfall: Verordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Löschwasserrückhaltung); Mantelverordnung Grundwasser; Informationsanforderungen an Inhaltsstoffe von Abfällen (SCIP-Datenbank); Novelle des Kreislaufwirtschaftsgesetzes.

Nachhaltigkeit: Effiziente Ressourcennutzung; Circular Economy. Insbesondere das Energieeffizienzgesetz stellt neue Herausforderungen.

Arbeitsstoffe: Aktuelles zur europäischen Chemikalienpolitik (REACH und CLP) und deren nationale Umsetzung; Entwicklungen bei Einzelstoffen, z.B. A- und E-Staub, Titandioxid, Lebensmittelkontaktwerkstoffe

Quarz: Umsetzung des Beurteilungsmaßstabes in Deutschland durch Überarbeitung der zugehörigen TRGS 559 und Branchenlösung Keramikindustrie; Weiterentwicklung sozialer Dialog Quarz (Fortsetzung des 5-Jahres-Planes von 2019: Informations- und Schulungsoffensive)

Arbeitsschutz: Gesundheitsvorsorge bei Schichtarbeit; Weiterentwicklung des VBG Prämienverfahrens; Unfallschwerpunkte der Branche

Energie: Aktionsprogramm RePower EU als Folge der Energiekrise; EU-Klimaschutzziele; Revision der EU-Energiesteuerrichtlinie; Energiekrisenbeihilfen und Preisbremsen; CO₂-Bepreisung in Deutschland; Klimaneutrale Keramik; Verbesserung der Energieeffizienz (Fördermöglichkeiten von Einzelprojekten); Fortschreibung des Spitzenausgleichs; EEG-Umlage und Abgaben (Bündnis faire Energiewende)

Ein fester Tagesordnungspunkt ist außerdem der Bericht über die Frühjahrs- und Herbstsitzungen des europäischen Dachverbandes Cerame-Unie (Environment Committee, Chemical Agents Working Group, Energy and Climate Working Group, BREF Task Force), die 2023 als Hybridsitzungen bzw. ausschließlich online stattgefunden haben.

Der Gemeinschaftsarbeitskreis ist nicht öffentlich. Bei Interesse an einer Mitarbeit ist die Aufnahme in den GAK über die Geschäftsstelle der DKG oder den Leiter des GAK zu beantragen. Die nächste Sitzung wird am 26. März 2024 als Präsenzsitzung stattfinden.

**EXPERTENKREISES KERAMIKSPRITZGUSS
(CIM) IN DER DKG**

http://www.dkg.de/ausschuesse/expertenkreis_keramikspritzguss

Der Expertenkreis unterhält eine eigene Homepage unter:
<https://www.keramikspritzguss.eu/>

hier finden Sie weitere Informationen und Ansprechpartner.

Vorstandsvorsitzender:
Herr Dr. Tassilo Moritz
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS
01277 Dresden

stellv. Vorstandsvorsitzender:
Herr Dr. Moritz von Witzleben
INMATEC Technologies
GmbH, 53359 Rheinbach

Vorstandsmitglied:
Herr Dipl.-Min. Hartmut Walcher
ARBURG GmbH + Co KG
72290 Loßburg

Zielsetzung:

Der Expertenkreis Keramikspritzguss ist ein Netzwerk von Unternehmen und Instituten, das sich die innovative Weiterentwicklung der gesamten Prozesskette Keramik-spritzguss zum Ziel gesetzt hat.

Nach seiner Gründung am 22.04.08 in Hannover hat sich der Expertenkreis Keramikspritzguss der Gestaltung und Umsetzung seiner Hauptaufgabengebiete gewidmet, d. h.:

- die CIM-Technologie zu verbreiten (Arbeitsgruppe Technologiemarketing),
- die CIM-Technologie weiterzuentwickeln (Arbeitsgruppe Technologieentwicklung)

Tätigkeitsbericht:

In der Arbeitsgruppe Technologieentwicklung (Vorsitzender: Dipl.-Min. Hartmut Walcher) wurden im Berichtszeitraum keine Präsenztreffen durchgeführt. Aufgrund des altersbedingten Ausscheidens von Herrn Walcher muss eine neue Leitung der Technologieentwicklungsbestimmt werden. Wunschkandidat der Mitglieder ist Marko Maetzig, Fa. Arburg, der diese Funktion aber mit der Leitung von Arburg abstimmen muss. Alternativ hat sich Herr Dr. Müller-Köhn, Fraunhofer IKTS, zur Leitung der Technologieentwicklung bereiterklärt. Eine finale Entscheidung über die Arbeitsgruppenleitung wird auf der 35. MV in 2024 getroffen. Die Arbeitsgruppe

Technologiemarketing (Vorsitzender: Jens Graf) plant für die Ceramitec 2024 eine Open Panel Diskussion in München. Mehrere Mitglieder präsentieren anhand von Beispielanwendungen die Möglichkeiten des Keramikspritzgießens und beantworteten Fragen aus dem Auditorium.

In loser Folge berichten die Mitglieder des Expertenkreises über LinkedIn-Posts über aktuelle Themen aus dem Bereich CIM. Koordiniert werden diese Aktivitäten über IFKB der Uni Stuttgart.

Mitgliedschaft

Die Firma Ceramaret GmbH hat zum 1. 1. 2023 die Firma TKC GmbH in Meißen übernommen. Da beide Firmen Mitglieder im Expertenkreis Keramikspritzguss sind, verringert sich damit automatisch die Anzahl der Industriepartner von neun auf acht. Am 14. November 2023 wurde auf der 34. MV die Firma ENCeram, ein Unternehmen von Budenheim, als neues Mitglied in den Expertenkreis aufgenommen. Der Schwerpunkt der ENCeram liegt in der Herstellung von Bindern und Feedstocks für CIM, allerdings kann die Firma ebenfalls die komplette Keramikspritzguss-Technologieketten vorweisen. Die Anzahl der Firmenmitglieder ist damit wieder auf neun angewachsen. Zeitgleich kündigt die Firma BorgWarner die Einstellung ihrer Aktivitäten im Bereich Keramik bis Ende 2024 an. Sie wird deshalb zum 31. 12. 2023 als Mitglied aus dem Expertenkreis ausscheiden.

Der Expertenkreis hatte 2023 12 Mitglieder, davon 3 von FuE-Einrichtungen, 9 von Seiten der Industrie.

Mitgliederversammlungen

Im Berichtszeitraum wurden zwei Mitgliederversammlungen des Expertenkreises Keramikspritzguss durchgeführt:

33. MV am 21. März 2023, Lossburg, Fa. Arburg

Herr Frank Kynast wird als Application Manager im Bereich PIM von Arburg vorgestellt. Frau Oßwald berichtet in ihrem Vortrag über die Aktivitäten des IFKB zum 2-K-Spritzgießen von Aluminiumoxid- und ZTA-Keramiken im Rahmen eines ZIM-Projektes. Dr. Piotter berichtet über Formfüllsimulation von Mikro-Spritzgussteilen und die Entwicklung neuer Materialmodelle für hochgefüllte Feedstocksysteme mit Blick auf die Entwicklung eines zukünftigen Digital Twins für CIM.

Von Seiten Arburg präsentiert Frau Samira Uharek einen Beitrag zur Nachhaltigkeitsbewertung des Spritzgießens bei Arburg. Daraus leitet sich eine Projektidee zur Untersuchung des Energieverbrauchs und des CO₂-Ausstoßes entlang der gesamten CIM-Prozesskette ab, das in Form eines IGF-Projektes über die FDKG von Seiten des Expertenkreises eingereicht werden soll. Als Forschungspartner treten IKTS, IFKB und KIT auf. Die Industriepartner des Expertenkreises bilden den Projektbegleitenden Ausschuss.

34. MV am 14. November 2023, Rheinbach, Fa. INMATEC Technologies GmbH

Didier Fonta stellt das Pellet-basiertes 3D-Druck-Verfahren der Firma Pollen AM vor. Pollen arbeitet zurzeit an einem Hybridsystem zur Kombination von Drucken und CNC-

Bearbeitung, das voraussichtlich Ende 2024 verfügbar sein soll. Der Vorstellung schloss sich eine Diskussion über AM Verfahren als Prototypen an. Die bisher gezeigte Qualität reicht aber für die Zwecke der Kundenakquise oder als Funktionsmuster nicht aus. Es entsteht die Idee einer gemeinsamen Sitzung der Arbeitskreise Keramik-spritzguss und Additive Fertigung, um Potenziale gemeinsam zu bewerten. Frau Dr. Hajek, Fa. INMATEC, stellt neue oxidische Pulver für die Verwendung in CIM Feedstocks vor. Interessante Pulver sind Tosoh ZGAIA, Taimei TMDAR, ZTA-Varianten 20/80 bzw. 10/90 oder auch in Luft transluzent sinterndes 99,99% Aluminiumoxid, das auch gefärbt verfügbar ist.

**ANWENDERKREIS ADDITIVE FERTIGUNG
IN DER DKG**

[https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/anwenderkreis additive keramische_fertigung](https://www.dkg.de/ausschuesse_und_facharbeit/anwenderkreis_additive_keramische_fertigung)

- Vorsitzender Board
Herr Dr.-Ing. Tassilo Moritz
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

- Herr Dr. Philipp Gingter
Schunk Ingenieurkeramik GmbH
stellvertretender Vorsitzender

- Herr Dr. Moritz von Witzleben
INMATEC Technologies GmbH
Vorstandsmitglied

Zielsetzung:

Der Anwenderkreis Additive Keramische Fertigung (AKF) in der DKG hat sich am 16. November 2021 am Rande der Formnext in Frankfurt/M. gegründet. Initiiert wurde dieser Anwenderkreis von den ehemaligen Kernteam-Mitgliedern der Szene Additiv in der DKG, sechs auf dem Gebiet der Additiven Fertigung von Keramikbauteilen aktiven Forschungsinstitute und Universitäten - Fraunhofer IKTS, BAM, EMPA, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Universität des Saarlandes sowie das 3DKKkompetenzzentrum für Additive Fertigung nichtmetallischer anorganischer Werkstoffe.

Der Anwenderkreis AKF ist ein fachliches Arbeitsgremium keramikherstellender Unternehmen sowie von Forschungseinrichtungen und Firmen, die Additive Fertigungsverfahren zur Herstellung keramischer Bauteile anwenden oder Rohstoffe und Halbzeuge für diese Prozesse bereitstellen. Das Hauptziel der Tätigkeit des Anwenderkreises AKF ist, keramische additive Fertigungstechnologien weiterzuentwickeln, um deren Reproduzierbarkeit, die Qualität der erzeugten Produkte und deren Zuverlässigkeit konventionell hergestellten Keramikbauteilen ebenbürtig zu machen und diese Fertigungsverfahren auf ein Plateau der Produktivität zu heben und dort zu etablieren.

Tätigkeitsbericht:

In der AG Technologieentwicklung wird an der weiteren Darstellung des gemeinsamen Technologieportfolios, der Hemmnisse und Bedarfe im Bereich AM gearbeitet.

In der Untergruppe VPP läuft der Ringversuch zum Vergleich verschiedener Verfahrensvarianten auf den Anlagen unterschiedlicher Hersteller.

Stand 31.12.2023

In der AG Marketing informiert Herr Keßlau über die Ausschreibung des Design-Preises auf der DKG-Webseite.

Der Internet-Auftritt des Anwenderkreises bedarf dringend der Bereitstellung von Bauteilbildern durch die Mitglieder. Es wird um die Zusendung von Bildmaterial gebeten.

Auf der Webseite des AKF soll zukünftig eine Mitgliederliste gezeigt werden, über die eine direkte Verlinkung mit den Webseiten der Mitglieder möglich ist.

ARBEITSKREISES KOHLENSTOFF
(AKK) IN DER DKG

http://www.dkg.de/ausschuesse/arbeitskreis_kohlenstoff

- Vorsitzender
Herr PD Dr.-Ing. habil. Arndt-Peter Schinkel
Orion Engineered Carbons GmbH

- Vorstandsmitglied
Herr Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Bastian Etzold
TU Darmstadt

- Vorstandsmitglied
Herr Dr. Marcus Franz
SGL CARBON SE

- Vorstandsmitglied
Herr Prof. Dr. rer. nat. Joachim Metz
TU Mittelhessen

- Vorstandsmitglied
Herr Dr. Günter Rinn
Schunk-Group

■ **AKK FA „CHARAKTERISIERUNG UND TERMINOLOGIE VON KOHLENSTOFF“**

http://www.dkg.de/ausschuesse/arbeitskreis_kohlenstoff/charakterisierung_und_terminologie

Leiter: Hr. Dr. K.-H. Köchling
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Killisfeldstr. 47
76227 Karlsruhe
Tel: +49 (0) 171 422 5353
E-Mail: karl.koechling@partner.kit.edu
Stellvertreter: N. N.

AKTIVITÄTEN:

Im Jahre 2023 fanden keine Aktivitäten statt.

Informationen von der IUPAC (Subcommittees) bzw. von der ECA (European Carbon Association) liegen nicht vor.

VERANSTALTUNGEN:

In Jahre 2023 fanden keine Veranstaltungen statt.

VERANSTALTUNGEN: In Jahre 2022 fanden keine Veranstaltungen statt.

■ AKK FA „NEUE KOHLENSTOFF- FORMEN“

http://www.dkg.de/ausschuesse/arbeitskreis_kohlenstoff/neue_kohlenstoff-formen

Leiterin: Fr. Prof. Dr. Anke Krüger

Institut fuer Organische Chemie

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

D-97074 Wuerzburg

Tel. +49(0)931 31 85334

email: anke.krueger@uni-wuerzburg.de

Es liegt der Geschäftselle kein Bericht vor.

DKG-VERANSTALTUNGEN 2023 ...

<http://www.dkg.de/veranstaltungen>

Alle kommenden DKG-Veranstaltungen können Sie zu jedem Zeitpunkt mit einem internetfähigen Computer/Laptop/Smartphon etc., immer aktuell, unter

www.dkg.de

einsehen und - wenn vom zuständigen Organisator(en) gewünscht - sich sofort über das DKG CongressPRO System im Internet zu diesen Veranstaltungen anmelden sowie Beiträge einreichen.

Copyright ©

Deutsche Keramische Gesellschaft e. V. (DKG)

Bergerstrasse 145 a

D - 51145 Köln

Deutschland

Tel. +49 (0) 2203 989 877-0

Fax. +49 (0) 2203 989 877-9

E-Mail: [info\(at\)dkg](mailto:info(at)dkg)

Internet: www.dkg.de