

**Modulhandbuch**  
**für den**  
**Brückenkurs**  
**(Sonderstudienplan für Studierende mit**  
**180 CP - Zulassung)**  
**zum**  
**M. Eng. Ceramic Science and**  
**Engineering**

**Fachrichtung Werkstofftechnik**  
**Glas und Keramik**  
**im Fachbereich Ingenieurwesen**  
**der**  
**Hochschule Koblenz**

Erstakkreditierung 09/2012  
Reakkreditierung 09/2017

## Keramik 1 (W 04 – KER 1 - B. Eng.)

<b>Studiengang:</b>	<b>Brückenkurs Master of Engineering Ceramic Science and Engineering</b>
<b>Kategorie:</b>	Pflichtmodul
<b>Semester:</b>	1. Semester (B. Eng. Werkstofftechnik Glas und Keramik)
<b>Häufigkeit:</b>	jedes Semester
<b>Voraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Schäffer
<b>Lehrende(r):</b>	Schäffer
<b>Vorlesungssprache:</b>	Deutsch
<b>ECTS-Punkte/SWS:</b>	6 CP / 5 SWS
<b>Leistungsnachweis:</b>	mündliche Prüfung
<b>Lehrformen:</b>	Vorlesung (2 SWS), Laborpraktikum (2 SWS), Übungen (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand:</b>	75 Stunden Präsenzzeit, 105 Stunden Selbststudium
<b>Standort</b>	Höhr-Grenzhausen

### Lernziele, Kompetenzen:

- Grundkenntnisse / Überblick über keramische Produkte, Werk- und Rohstoffe
- Sichere Handhabung von keramischen Rohstoffen
- Experimentelle Erfahrungen im keramischen Labor

### Inhalte:

- Keramikbegriff: Werkstoffgenese, Gefüge, Werkstoff- und Produktvielfalt, Ordnungsprinzipien, Markt, Kunst
- Physikalisch-chemische und technologische Grundlagen der Keramikprozesses
- Rohstoffe / Pulver für Keramik: natürlich / synthetisch; Silikate; Oxide; Nichoxide; Metalle
- Charakterisierung feinkörniger Pulver: Dichte, Härte, Mahlbarkeit, Körnungsanalyse, spezifische Oberfläche, Benetzung
- Disperse Systeme und Grundbegriffe der Rheologie: Kolloide, Fließkurven, Bildsamkeit, „Verflüssigung“
- Laborpraktikum zur Rohstoffcharakterisierung: Körnungsanalysen, Plastizität, Suspensionen

### Medienformen:

Tafel, Beamer, Overhead-Projektor, Skript

### Literatur:

- Salmang, H., Scholze, H. Keramik 7. Aufl. Hrsg. R. Telle, Springer, Berlin, 2007
- Heuschkel, H., Heuschkel, G., Muche, K., ABC Keramik 2. Aufl., Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990
- Krause, E. et al., Technologie der Keramik Band 1-4, Verlag für Bauwesen, Berlin 1985-1988
- Reed, J.S., Principles of Ceramics Processing 2. Aufl., Wiley, New York, 1995

### Phasenlehre (W 05 – PHL – B.Eng.)

<b>Studiengang:</b>	<b>Brückenkurs Master of Engineering Ceramic Science and Engineering</b>
<b>Kategorie:</b>	Pflichtmodul
<b>Semester:</b>	1. Semester (B. Eng. Werkstofftechnik Glas und Keramik)
<b>Häufigkeit:</b>	jedes Semester
<b>Voraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Klein
<b>Lehrende(r):</b>	Klein
<b>Vorlesungssprache:</b>	Deutsch
<b>ECTS-Punkte/SWS:</b>	8 CP / 6 SWS
<b>Leistungsnachweis:</b>	mündliche Prüfung
<b>Lehrformen:</b>	Vorlesung (6 SWS)
<b>Arbeitsaufwand:</b>	90 Stunden Präsenzzeit, 150 Stunden Selbststudium
<b>Standort</b>	Höhr-Grenzhausen

#### Lernziele, Kompetenzen:

- Beherrschen der Grundlagen der Physikalischen Chemie
- Qualitative und quantitative Interpretation von Zweistoffsystemen ( $R_2O/RO/Al_2O_3 - SiO_2$ ) und Dreistoffsystemen ( $R_2O/RO - Al_2O_3 - SiO_2$ )
- Anwendung des Wissens über Zwei- und Dreistoffsysteme für die Interpretation der Werkstoffbildung und des Verhaltens von Werkstoffen im Einsatz bei erhöhten Temperaturen

#### Inhalte:

- Phasenlehre, Phasengesetz von Gibbs
- Einstoffsysteme des  $SiO_2$  und  $Al_2O_3$
- Druck-Temperatur-Verhalten des  $SiO_2$
- Reversible und irreversible Umwandlungen
- Wärmedehnungsverhalten der  $SiO_2$ -Modifikationen
- Wärmedehnungsverhalten von Verbundwerkstoffen
- Erstellen von Gleichgewichtsdiagrammen (binäre Systeme)
- Phänomene in binären Systemen
- Ermittlung von Kenngrößen aus binären Systemen
- Quantitative Bestimmung von Schmelz- und Mineralphasen
- Verlauf von Kristallisationen beim Abkühlen aus Schmelzen
- Mineralbildung im Gleichgewichtszustand
- Schmelzphänomene in ternären Systemen
- Rekonstruktion von binären aus ternären Systemen
- Entwicklung von Werkstoffen mit Hilfe von Dreistoffsystemen
- Abfolge kristalliner Ausscheidungen im thermodynamischen Gleichgewicht
- Mineralbildung im thermodynamischen Gleichgewicht
- Eutektische und peritektische Schmelzen in ternären Systemen
- Polymorphe Umwandlungen (Modifikationswechsel)
- Entmischte Schmelzen, Phasentrennung im flüssigen Zustand
- Mischkristalle und feste Lösungen
- Phasenbilanz beim Abkühlen von Schmelzen
- Konstruktion von quasibinären Systemen aus ternären Systemen
- Phasenbestimmung beim Abkühlen aus Schmelzen
- Quantitative Ermittlung von Versätzen zur gezielten Entwicklung von Werkstoffen

**Medienform:** Tafel, Beamer, Overhead-Projektor, Demonstrationsobjekte, Skript

**Literatur:** Hinz, W.: Silikate, Band 1 und 2, Verlag für Bauwesen Berlin 1974  
Eitel, W.: The Physical Chemistry of the Silicates, University of Chicago Press 1954  
Levin, E.M.: Phase Diagrams for Ceramists, AmCerSoc, Columbus 196

## Feuerfeste Werkstoffe (W 28 – FFWS – B. Eng.)

<b>Studiengang:</b>	<b>Brückenkurs Master of Engineering Ceramic Science and Engineering</b>
<b>Kategorie:</b>	Pflichtmodul
<b>Semester:</b>	5. Semester (B. Eng. Werkstofftechnik Glas und Keramik)
<b>Häufigkeit:</b>	jedes Semester
<b>Voraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Krause
<b>Lehrende(r):</b>	Krause
<b>Vorlesungssprache:</b>	Deutsch
<b>ECTS-Punkte/SWS:</b>	6 CP / 5 SWS
<b>Leistungsnachweis:</b>	mündliche Prüfung
<b>Lehrformen:</b>	Vorlesung (5 SWS)
<b>Arbeitsaufwand:</b>	75 Stunden Präsenzzeit, 105 Stunden Selbststudium
<b>Standort</b>	Höhr-Grenzhausen

### Lernziele, Kompetenzen:

- Kenntnisse über Rohstoffe für die Produktion feuerfester Erzeugnisse
- Kenntnisse der Herstellungsverfahren feuerfester Erzeugnisse
- Befähigung zur Beurteilung der Qualitätsmerkmale feuerfester Erzeugnisse für den praktischen Einsatz
- Kenntnisse der Haupteinsatzgebiete feuerfester Erzeugnisse
- Befähigung zur Weiterentwicklung feuerfester Produkte

### Inhalte:

- Produktionsverfahren für geformte feuerfeste Produkte
- Darstellung der geformten silicatischen und oxidischen saueren feuerfesten Erzeugnisse, der basischen und nichtoxidischen Erzeugnisse und ihre Anwendungen
- Ungeformte feuerfeste Produkte und Fertigbauteile
- Chemische, hydraulische Bindungen, Zustellverfahren, Anwendungen
- Wärmedämmstoffe: Isoliersteine, Feuerleichtsteine, Fasern
- Produktionskontrolle, Probennahmepläne für die Beurteilung von Rohstoffen, geformten und ungeformten Produkten, Prüfverfahren zur Beurteilung der Eigenschaftsmerkmale

### Medienformen:

Tafel, Beamer, Overhead-Projektor, Demonstrationsobjekte

### Literatur:

- Routschka, G., Taschenbuch Feuerfeste Werkstoffe 3. Aufl., Vulkan, Essen, 2001 (Engl. Ausgabe 2004)
- Routschka, G., Feuerfeste Werkstoffe und Feuerfestbau DIN-Normen, Beuth, 2000
- Schulle, W., Feuerfeste Werkstoffe, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1991
- Stein, G., Feuerfestbau. Werkstoffe.Konstruktion.Ausführungen, Vulkan, Essen, 2004

## Werkstoffkunde 2 (W 15 – WSK 2 – B. Eng.)

<b>Studiengang:</b>	<b>Brückenkurs Master of Engineering Ceramic Science and Engineering</b>
<b>Kategorie:</b>	Pflichtmodul (bei ingenieurwissenschaftl. Ausrichtung des Erststudiums)
<b>Semester:</b>	3. Semester (B. Eng. Werkstofftechnik Glas und Keramik)
<b>Häufigkeit:</b>	jedes Semester
<b>Voraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Liersch
<b>Lehrende(r):</b>	Liersch
<b>Vorlesungssprache:</b>	Deutsch
<b>ECTS-Punkte/SWS:</b>	5 CP /4 SWS
<b>Leistungsnachweis:</b>	mündliche Prüfung
<b>Lehrformen:</b>	Vorlesung (5 SWS)
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 Stunden Präsenzzeit, 90 Stunden Selbststudium
<b>Standort</b>	Höhr-Grenzhausen

### Lernziele, Kompetenzen:

- Intensive Kenntnisse zur Charakterisierung der elastischen, plastischen und duktilen Verhalten von Werkstoffen
- Kenntnisse über chemische Bindungsarten und entsprechende Kristallstrukturtypen
- Kenntnisnahme von Punktfehlern und Linienfehlern (Versetzungen)
- Befähigung zur Interpretation des Eisen-Kohlenstoff-Diagramms
- Verständnis der Rolle von martensitischen Umwandlungen bei verschiedenen Werkstoffen

### Inhalte:

- Einteilung der Werkstoffe und Zustände der Materie
- Metallbindung, Metalle, intermetallische Verbindungen; kovalente Bindung: Kovalenz- und Molekülkristalle, Ionenkristalle
- Statische und dynamische Struktur von Kristallen: Kröger-Vink-Notation, Diffusionsgesetze, Punktfehler und von ihnen abhängige Vorgänge (Sinterkinetik, Kristallwachstum, Modifikationswechsel, Oxidation, elektrische Leitung, Dämpfung, Kriechen)
- Hooke'sches Gesetz: E- und G-Module, Poisson-Konstante, Wärmedehnung, TWB von spröden Werkstoffen
- Gleitverformung, mechanische Zwillingsbildung, martensitische Umwandlungen, Schubspannung, Gleitsysteme, von Mises-Kriterium, Versetzungen und deren Bildung, Burgers-Umlauf
- Stahl: Spannungs-Dehnungs-Diagramm, Lüders-Bänder, Spaltrisse, duktile Rissbildung, Superplastizität, Modifikationen, Eisen-Kohlenstoff-Diagramm, Gefüge, Martensit, Härten
- Martensitische Umwandlung bei Stahl und  $ZrO_2$ , Verstärkungsmechanismen in Keramiken

### Medienformen:

Tafel, Beamer, Skript

### Literatur:

- Schatt, W., Worch, H., Werkstoffwissenschaft, Wiley-VCH, 1992
- Böhm, H., Einführung in die Metallkunde, Bibliographisches Institut, 1968
- Salmang, H., Scholze, H., Keramik. Teil 1: Allgemeine Grundlagen und wichtige Eigenschaften, Springer, Berlin, 1982
- Bargel, H.J., Schulze, G., Werkstoffkunde, Springer, Berlin, 2000
- Hornbogen, E., Werkstoffe, Springer, Berlin, 2002
- Vogel, W., Glaschemie 3. Aufl., Springer, Berlin, 1992
- Schatt, W., Wieters, K.P., Pulvermetallurgie, Technologie und Werkstoffe, Springer, Berlin, 2006

### Kristallographie (W 06 – KRIST – B. Eng.)

<b>Studiengang:</b>	<b>Brückenkurs Master of Engineering Ceramic Science and Engineering</b>
<b>Kategorie:</b>	Pflichtmodul (bei ingenieurwissenschaftl. Ausrichtung des Erststudiums)
<b>Semester:</b>	1. Semester (B. Eng. Werkstofftechnik Glas und Keramik)
<b>Häufigkeit:</b>	jedes Semester
<b>Voraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Krause
<b>Lehrende(r):</b>	Krause
<b>Vorlesungssprache:</b>	Deutsch
<b>ECTS-Punkte/SWS:</b>	5 CP / 5 SWS
<b>Leistungsnachweis:</b>	mündliche Prüfung
<b>Lehrformen:</b>	Vorlesung (4 SWS), Praktikum (1 SWS)
<b>Arbeitsaufwand:</b>	75 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Selbststudium
<b>Standort</b>	Höhr-Grenzhausen

#### Lernziele, Kompetenzen:

- Einsichten in den Ursprung von keramischen Rohstoffen
- Auffassung der Parallelen zwischen der natürlichen Bildung von Gesteinen in der Erde und thermischen Prozessen in der Keramik
- Entwicklung quantitativer Fähigkeiten und dreidimensionaler Vorstellungskraft durch mathematische Beschreibung von Kristallstrukturen
- Anwendung der Kristallographie auf Fragestellungen in der Keramik
- Erfahrungen mit dem Ansatz der Festkörperphysik und dessen Relevanz für die Funktionskeramik
- Lernen von englischen Fachwörtern

#### Inhalte:

- Grundbegriffe in der Mineralogie: Gestein, Mineral, Kristall
- Die schalenförmige Struktur der Erde und deren Erfassung durch seismische Wellen; Erdbeben
- Gesteine: endo- und exogene Kreisläufe; die Bildung von Magmatiten, Sedimentiten, Metamorphiten
- Nomenklatur und visuelle Charakterisierung von Gesteinen: Gefüge, Textur; Geochronologie und Stratigraphie; Vulkanismus
- Beschreibung einer Kristallstruktur: Gitter, Basis, Parameter der Elementarzelle
- Berechnung von Abständen zwischen Atomen; Koordinationszahl in Ionenkristallen
- Gitternetzebenen in Kristallen: Abstand, Röntgenbeugung, stereographische Projektion
- Kugelpackung und Berechnung von Packungsdichten; Potentiale
- Symmetrie in Kristallen; Modifikationswechsel aus kristallographischer Sicht
- Kristallstrukturen von wichtigen keramischen Werkstoffen
- Übergang zur Funktionskeramik: Ferroelektrika, Elektronen in Metallen, klassische Halbleiter, isolierende und halbleitende Keramiken

#### Medienformen:

Tafel, Beamer, Gesteinsexemplare, Strukturmodelle, Skripte, Handouts

#### Literatur:

- Okrusch, M. und Matthes, S., Mineralogie: Eine Einführung in die Spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde, Springer, Berlin, 2005
- Borchartt-Ott, W. Kristallographie. Eine Einführung für Naturwissenschaftler 6. Aufl., Springer, Berlin, 2002
- Kittel, Ch., Einführung in die Festkörperphysik 14. Aufl., Oldenbourg, München, 2005

## Technische Mechanik (W 11 – TMEC – B. Eng.)

<b>Studiengang:</b>	<b>Brückenkurs Master of Engineering Ceramic Science and Engineering</b>
<b>Kategorie:</b>	Pflichtmodul (bei naturwissenschaftl. Ausrichtung des Erststudiums)
<b>Semester:</b>	2. Semester
<b>Häufigkeit:</b>	jedes Semester
<b>Voraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Frings
<b>Lehrende(r):</b>	Frings, Gros
<b>Vorlesungssprache:</b>	Deutsch
<b>ECTS-Punkte/SWS:</b>	5 CP / 4 SWS
<b>Leistungsnachweis:</b>	Klausur (180 min) + erfolgreiche Praktikumsteilnahme
<b>Lehrformen:</b>	Vorlesung mit integrierten Übungen, Praktikum (4 SWS)
<b>Arbeitsaufwand:</b>	60 Stunden Präsenzzeit, 90 Stunden Selbststudium

### Lernziele, Kompetenzen:

- Auffassung der Wichtigkeit der Statik, des inneren Kräftesystems, der Festigkeitslehre, der Bewegungslehre sowie der Dynamik für ein Verständnis der mechanischen Eigenschaften von Festkörpern
- Lesen und Erstellen technischer Zeichnungen
- Beschreibung der Funktionsweise von Maschinenelementen

### Inhalte:

- Elemente der Statik: Kraft, Kraftmoment, Drehmoment, Freiheitsgrade eines Körpers, Lager, Kräftesysteme, Schwerpunkte
- Inneres Kräftesystem: Spannung und Beanspruchung; Normalspannung (Zug- Druck- und Biegespannung); Schubspannung (Scher- und Torsionsspannung); Schnittverfahren; Hookesches Gesetz
- Experimentelle Versuche bei Metallen und Keramik: Zug-, Druck- und Biegeversuch
- Bewegungslehre: Massenpunkt, Translation, Rotation, Schwingung; Weg- und Geschwindigkeits-Zeit-Diagramme; Würfe; geradlinige und kreisförmige Bewegungen
- Dynamik: 1. und 2. Newtonsche Gesetze und deren Konsequenzen; Reibung; rotierende Körper

### Medienformen:

Tafel, Overhead-Projektor, Skript

### Literatur:

- Böge, A., **Technische Mechanik**, Vieweg, 2006
- Böge, A., Schlemmer, W., **Aufgabensammlung Technische Mechanik**, Vieweg, 2006
- Böge, A., Schlemmer, W., **Lösungen zur Aufgabensammlung Technische Mechanik**, Vieweg, 2006

### Technische Wärme- und Strömungslehre (W 22 TWSL – B. Eng.)

<b>Studiengang:</b>	<b>Brückenkurs Master of Engineering Ceramic Science and Engineering</b>
<b>Kategorie:</b>	Pflichtmodul (bei naturwissenschaftl. Ausrichtung des Erststudiums)
<b>Semester:</b>	4. Semester
<b>Häufigkeit:</b>	jedes Semester
<b>Voraussetzungen:</b>	keine
<b>Modulverantwortlicher:</b>	Lucke
<b>Lehrende(r):</b>	Lucke
<b>Vorlesungssprache:</b>	Deutsch
<b>ECTS-Punkte/SWS:</b>	5 CP / 3 SWS
<b>Leistungsnachweis:</b>	Klausur (90 min) und erfolgreiche Praktikumsteilnahme
<b>Lehrformen:</b>	Vorlesung (3 SWS)
<b>Arbeitsaufwand:</b>	45 Stunden Präsenzzeit, 75 Stunden Selbststudium

#### Lernziele, Kompetenzen:

- Kompetenter Umgang mit Gaszustandsgleichungen
- Verständnis der Auswirkungen von Druck, Volumen, Temperatur auf die Zustände der Materie
- Deutung von Verbrennungsvorgängen in Hinblick auf den keramischen Brand
- Charakterisierung von Verbrennungsvorgängen in Hinblick auf den keramischen Brand
- Kenntnisse über Strömungsvorgänge
- Verständnis der Rolle von Maschinen zur Förderung von Fluiden
- Befähigung zur Auslegung von Maschinenparametern

#### Inhalte:

- Gaszustandsgleichungen
- Isotherme, isobare, isochore und isentrope Zustandsänderungen von Gasen
- Spezifische Wärmekapazität, Enthalpie
- Erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik
- Luftfaktor bei vollständiger und unvollständiger Verbrennung fester, flüssiger und gasförmiger Energieträger
- Theoretische Flammentemperaturen
- Beschreibung von verlustfreien und verlustbehafteten Strömungsvorgängen durch die Bernoulli-Gleichung
- Widerstandsbeiwerte, hydraulischer Durchmesser, Colebrook-Diagramm
- Kennwerte von Maschinen (Pumpen und Ventilatoren)

#### Medienformen:

Tafel, Overhead-Projektor, Skript, Demonstrationsobjekte, Beamer

#### Literatur:

- Cerbe, Wilhelms, **Technische Thermodynamik**, Hanser
- Wilhelms: **Übungsaufgaben zur Technischen Thermodynamik**, Hanser
- Langheinecke (Hrsg.), Jany, Sapper: **Thermodynamik für Ingenieure**, Vieweg
- Böswirth, **Technische Strömungslehre**, Vieweg
- Kümmel, **Technische Strömungslehre**, Teubner

**Tabelle 1 Modulübersicht Sonderstudienplan M. Eng. Ceramic Science and Engineering (Brückenkurs) für Studierende mit einem Bachelorabschluss mit 6 Semestern und 180 ECTS**

Modul	Semester 1 – 6 - B. Eng. Werkstofftechnik Glas und Keramik		Prüfung
	CP	Prüfungsleistung	Prüfungsform
<b>Keramik 1 (B. Eng. W 04 – KER1)</b>	6	PL	MP
<b>Phasenlehre (B. Eng. W 05 – PHL)</b>	8	PL	MP
<b>Feuerfeste Werkstoffe (B. Eng. W 28 – FFWS)</b>	6	PL	MP
<b>Werkstoffkunde 2 (B. Eng. W 15 – WSK2)</b>	5	PL	MP
<b>Kristallographie (B. Eng. W 06 – KRIST)</b>	5	PL	MP
<b>Technische Mechanik (B. Eng. W 11 – TMEC)</b>	5	PL	K
<b>Technische Wärme- und Strömungslehre (B. Eng. W 22 – TWSL)</b>	5	PL	K

Erklärungen / Legende:

PL = Prüfungsleistung

K = Klausur

MP = Mündliche Prüfung

Das fachliche Angebot der Module für den Brückenkurs (Sonderstudienplan für Studierende mit einer Zulassung mit 180 CP) beinhaltet 7 Module, von denen 5 Module mit insgesamt 30 CP zu absolvieren sind. Das vorsitzende Mitglied des Prüfungsausschusses legt mit Beginn des Masterstudienganges fest, welche Module der/die Studierende aufgrund seines/ihrer Bachelorabschlusses zu belegen hat. Die Module (B. Eng. W 04 – KER1), (B. Eng. W 05 – PHL) und (B. Eng. W 28 – FFWS) sind grundsätzlich von allen Masterstudierenden mit einer Zulassung mit 180 CP erfolgreich zu absolvieren. Bei einer naturwissenschaftlichen Ausrichtung des Bachelorabschlusses mit 180 CP sind grundsätzlich die Module (B. Eng. W 11 – TMEC) und (B. Eng. W 22 – TWSL) und bei einer ingenieurwissenschaftlichen Ausrichtung des Bachelorabschlusses mit 180 CP grundsätzlich die Module (B. Eng. W 15 – WSK2) und (B. Eng. W 06 – KRIST) erfolgreich zu absolvieren. Die Entscheidung trifft das vorsitzende Mitglied des Prüfungsausschusses anhand der fachlichen Ausrichtung des jeweiligen Bachelorabschlusses.