



**Fachhochschule Jena**  
University of Applied Sciences Jena

*20 Jahre FH Jena - 20 Jahre  
erfolgreiche Forschung und Entwicklung*

# **Forschungs- bericht**

▷ **wissenschaftliche Aktivitäten  
in den Jahren 2009 und 2010**

▷ **Forschungsprojekte**

▷ **wissenschaftliche  
Veranstaltungen**

▷ **Publikationen**

▷ **kooperative  
Promotionen**

▷ **Patente**



# Hexagonale Ferrite für Hochleistungs-Permanentmagnete – HexFerMag

**Projektleiter:**

Prof. Dr. rer. nat. Jörg Töpfer  
FB SciTec

**Mitarbeiter:**

Dr. rer. nat. T. Schmidt

**Laufzeit und Fördermittelgeber:**

September 2009 bis August 2012;  
gefördert mit Mitteln des Thüringer  
Ministeriums für Bildung, Wissenschaft  
und Kultur und des EFRE (OP Thüringen)



v. l.: T. Schmidt, J. Töpfer

**Kontakt:**

✉ Joerg.Toepfer@fh-jena.de ☎ (03641) 205 479

MeMe'-substitution has been found to be a promising approach to further improve high-quality hard ferrite materials. This project deals with the preparation and analysis of new single-phase M- and W-type hexagonal substituted ferrites with superior magnetic properties.

Hartferrite der Zusammensetzung  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  (M-Typ) stellen weltweit den volumenmäßig größten Anteil an Permanentmagneten dar, deren Herstellung über eine keramische Route erfolgt. In den letzten Jahren ist die Entwicklung von qualitativ hochwertigen Hartferritwerkstoffen mit hohem Energieprodukt insbesondere durch die Substitution von La/Co in  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  bestimmt worden. Eine neue Qualität von Hartferriten mit hohem Energieprodukt auf Basis hexagonaler Ferrite ist z. Z. bei japanischen Herstellern in der Entwicklung. Die Grundlagen dieser modernen substituierten hexagonalen Ferrite sollen für die Herstellung von Dauermagneten erschlossen und geeignete Werkstoffsorten entwickelt werden. Im Mittelpunkt des Vorhabens steht die Untersuchung des Einflusses von maßgeschneideren Substitutionen auf die magnetischen Eigenschaften von hexagonalen Ferriten des M- und W-Strukturtyps ( $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  und  $\text{SrFe}_{18}\text{O}_{27}$ ).

In Abb. 1 ist die Elementarzelle eines Strontium-Hexaferrit M-Typ ( $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ ) dargestellt. Die makroskopischen magnetischen Eigenschaften sind im Wesentlichen durch die Vektoren der magnetischen Momente der ungepaarten Elektronen in den d-Orbitalen der Eisenatome bestimmt. Deren Ausrichtung ist von den jeweiligen Positionen der Eisenatome in der Elementarzelle abhängig. Die Gesamtheit der Vektoren dieser magnetischen Momente ergibt das Gesamtmoment eines Kristalls. Dieses wird auch als Sättigungsmagnetisierung  $M_s$  bezeichnet und ist eine für die Anwendung bedeutsame Größe. Zudem ist die magnetische Anisotropie ein wichtiger intrinsischer Faktor, der vor allem die technisch relevante Größe der Koerzitivfeldstärke beeinflusst. In diesem Projekt sollen über die MeMe' Ko Substitution der Strontium- und Eisen-Ionen durch

ausgewählte Elemente der Haupt- und Nebengruppen, wie Ca, La, Zn, Sn, Cu, Ni und Ti, auf Basis verschiedener Substitutions-Theorien, gezielt die magnetischen Momente, sowie die magnetische Anisotropie der Hartferrite optimiert werden. Mit Hilfe von VSM- (Vibrating Sample Magnetometer) und Tieftemperatur-SQUID-Messungen kann neben weiteren Messgrößen vor allem die Sättigungsmagnetisierung ( $M_s$ ) bestimmt werden. Abb. 2 zeigt die Ergebnisse von SQUID-Messungen an einer über Substitution optimierten Zusammensetzung im Vergleich zur unsubstituierten Probe. Zudem besteht in Ferriten eine Korrelation zwischen der keramischen Gefügestruktur und den magnetischen Eigenschaften. Neben der gezielten Variation der atomaren Parameter ist somit ein weiterer Punkt des Projektes die Optimierung des keramischen Prozesses hinsichtlich der Verbesserung der magnetischen Eigenschaften, sowie der Übertragbarkeit auf großtechnische Anwendungen.

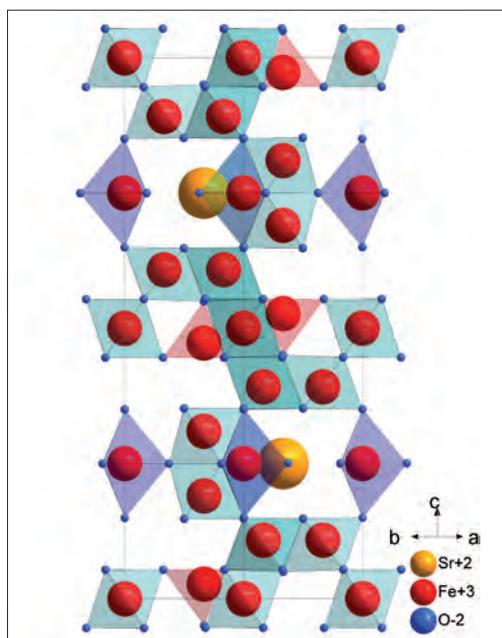


Abb. 1: Strukturmodell des Strontium-Hexaferrit M-Typ

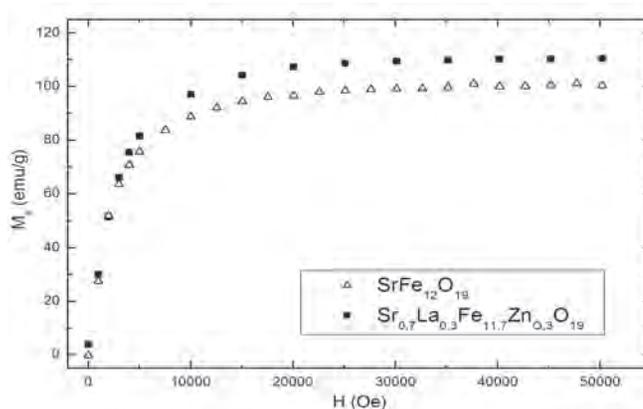


Abb. 2: Magnetisierung in Abhängigkeit der Feldstärke für klassischen Strontium-Hexaferrit und spezielle Substitutionszusammensetzung



## Ansteuerung von LEDs durch LTCC Ferrit-Module (ALFerMo)

### Teilprojekt: Ferrite für LTCC-Module

#### Projektleiter:

Prof. Dr. rer. nat. Jörg Töpfer

FB SciTec

#### Mitarbeiter:

Dipl.-Ing.(FH) J. Hesse

#### Forschungspartner:

Siemens AG München, IKTS Hermsdorf,  
VIA electronic GmbH, Siegert TFT GmbH,  
TU Dresden, IKTS Dresden, BAM (Berlin),  
W. C. Heraeus GmbH & Co.KG Hanau

#### Laufzeit und Fördermittelgeber:

Juni 2010 bis Mai 2013; gefördert mit Mitteln des BMBF im Rahmen des Programms „LES“

#### Kontakt:

✉ Joerg.Toepfer@fh-jena.de ☎ (03641) 205 479



v. l.: J. Hesse, J. Töpfer

ausreichend dicht gesintert werden. Mit diesen Versätzen wurden ebenso die angestrebten Anfangspermeabilitäten und Grenzfrequenzen (Abb. 2) erreicht. Weitere Untersuchungen fokussieren auf die magnetischen Eigenschaften, wie Curie-Temperatur, Sättigungsmagnetisierung und Magnetisierungsverluste. Zudem sollen durch eingehende Gefüge- und Strukturuntersuchungen mittels Rasterelektronenmikroskopie und Röntgenbeugung Rückschlüsse auf Vorgänge beim Sintern und daraus resultierende Gefüge-Eigenschaftskorrelationen gezogen werden. Des Weiteren soll genauer betrachtet werden, ob sich bei den Cu-ärmeren Zusammensetzungen durch Einsatz von Sinterhilfsmitteln das Schwindungsverhalten zu tieferen Temperaturen verschieben lässt und somit diese Ferrite für die LTCC-Technologie zugänglich gemacht werden können. Ergänzend wird das Sinterverhalten von Ni-Cu-Zn-Ferriten bei verschiedenen Sauerstoffpartialdrücken, die ein wichtiger Prozessparameter bei der Herstellung von LTCC-Modulen mit Silberleiterbahnen sind, untersucht.

### Advanced LTCC Ferrite Modules; Subproject: Ferrites for LTCC Modules

Ferrite powders of the system  $\text{NiO-CuO-ZnO-Fe}_2\text{O}_3$  for integrated inductive LTCC components will be studied in this project. Selected compositions show high densities after sintering at  $900^\circ\text{C}$  and appreciable values of the initial permeability of  $\mu = 500 - 550$  and resonance frequencies from 8 to 10 MHz.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Ferritpulvers auf Basis des Systems  $\text{NiO-CuO-ZnO-Fe}_2\text{O}_3$  mit werkstoffspezifischen Eigenschaften, die für den Einsatz in einer miniaturisierten, temperaturwechselstabilen Baugruppe für künftige Leuchtdioden (LED)-Arrays in der Allgemeinbeleuchtung erforderlich sind. Die elektronische Ansteuerung der LED, welche u.a. einen Transformator enthält, soll als miniaturisierte Baugruppe mit in keramischen Mehrlagensubstraten eingebetteten Bauelementen als LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics) gefertigt und in das LED-Array integriert werden. Schwerpunkt der Untersuchungen im Teilprojekt der FH Jena ist die Entwicklung eines magnetischen Ferritwerkstoffes mit folgenden Parametern: Sinterfähigkeit bei  $900^\circ\text{C}$  für die Integrierbarkeit in die LTCC-Technologie, Anfangspermeabilität  $\mu > 300$ , Grenzfrequenzen  $f_g > 5$  MHz und Curie-Temperaturen  $T_C > 250^\circ\text{C}$ . Aufbauend auf Erkenntnissen aus vorangegangenen Projekten wurden verschiedene Zusammensetzungen des  $\text{NiO-CuO-ZnO-Fe}_2\text{O}_3$ -Systems zur genaueren Materialcharakterisierung ausgewählt. Bisher wurden das Kalzinier- und Sinterverhalten sowie die Permeabilitäten in Abhängigkeit des Cu-Anteiles in Ferriten der Zusammensetzung  $\text{Ni}_{0,50-x}\text{Cu}_x\text{Zn}_{0,52}\text{Fe}_{1,98}\text{O}_{3,99}$  untersucht. Versätze mit höherem Cu-Anteil ( $x = 0,20; 0,25$ ) weisen dabei schon bei  $870 - 880^\circ\text{C}$  Schwindungsmaxima auf (Abb. 1) und konnten somit bei  $900^\circ\text{C}$

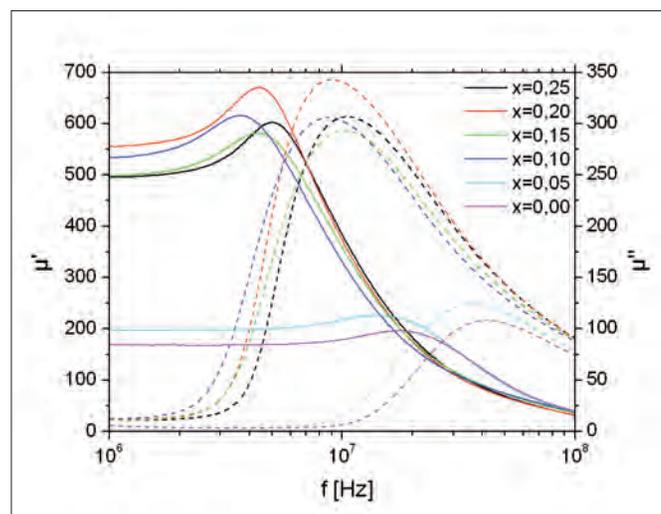


Abb. 1: Schwindungsverhalten der Ferrite

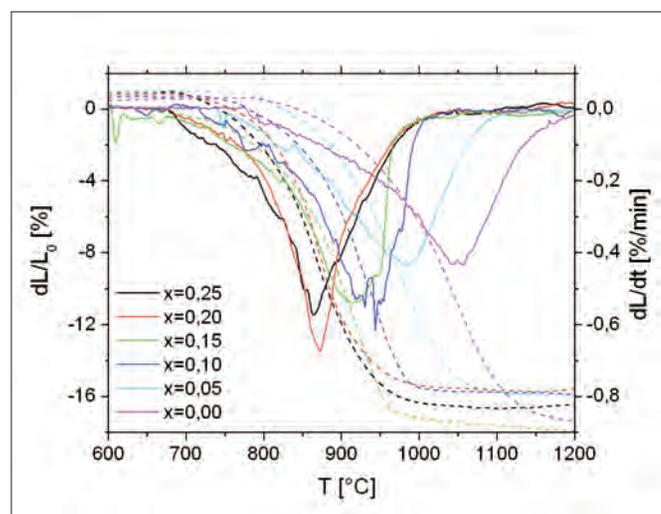


Abb. 2: Permeabilität der Ferrite als Funktion der Frequenz



## Keramische Funktionsmaterialien für integrierte Mehrlagenbauelemente

### Projektleiter:

Prof. Dr. rer. nat. Jörg Töpfer  
FB SciTec

### Mitarbeiter:

Dr. rer. nat. S. Bierlich  
Dr. rer. nat. S. Römhild  
Dipl.-Ing. (FH) T. Reimann

### Forschungspartner:

Fraunhofer-Institut für keramische  
Technologien und Systeme,  
Technische Universität Ilmenau



v. l.: S. Römhild, S. Bierlich, J. Töpfer, T. Reimann

### Laufzeit und Fördermittelgeber:

August 2009 bis August 2011;  
gefördert mit Mitteln des Thüringer Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur im  
Rahmen des Landesprogramms „ProExzellenz Thüringen“

### Kontakt:

✉ Joerg.Toepfer@fh-jena.de ☎ (03641) 205 479

The main aim of the project is to improve the miniaturization of LTCC devices by adding of new functional ceramic layers. Therefore, LTCC-compatible ceramics for inductive, dielectric and resistance applications with a sintering temperature below 900 °C have to be developed. Moreover the shrinkage and dilatation behavior have to be adjusted. The inhibition of chemical reactions between these functional ceramics is also an important research topic.

Im Rahmen des Forschungsprojektes werden neuartige Funktionskeramiken für die Integration von induktiven, kapazitiven und Widerstandsfunktionalitäten in LTCC (Low Temperature Ceramic Cofiring) Mehrlagenschaltungen entwickelt. Die Entwicklung hat das Ziel, die bisher z.B. in der Automobilbranche verbreiteten Multilagenbauelemente weiter zu miniaturisieren, indem man zusätzliche Funktionsschichten integriert. Um die Integration in LTCC-Module zu ermöglichen, müssen zunächst Funktionskeramiken entwickelt werden, die bereits bei 900 °C hinreichend dicht sintern und dabei die geforderten elektrischen Eigenschaften besitzen. Außerdem müssen im Hinblick auf die spätere Kombination verschiedener Funktionskeramiken mit den bisher verwendeten Basistapes das Sinterverhalten sowie das thermische Ausdehnungsverhalten aufeinander abgestimmt werden. Darüber hinaus muss die chemische Kompatibilität der verschiedenen Funktionskeramiken sichergestellt werden, wodurch die Entwicklung aufeinander abgestimmter Werkstoffe an der FH Jena einen wesentlichen Entwicklungsschwerpunkt des Projektes darstellt. Im nächsten Schritt sollen die entwickelten Funktionskeramiken am Fraun-

hofer-IKTS durch Zusatz geeigneter organischer Binder zu druckfähigen Pasten und Grünfolien verarbeitet werden, wobei der Bindemittelanteil und die technische Prozessführung optimiert werden müssen. Aus den Grünfolien sollen danach an der TU Ilmenau zunächst monolithische Mehrlagenbauelemente aufgebaut werden. Nach der Optimierung der Prozessparameter sollen im abschließenden Entwicklungsschritt Mehrlagenbauelemente mit verschiedenen integrierten Funktionskeramiken hergestellt werden.

### NTC-Thermistormaterialien auf Basis von $\text{NiMn}_2\text{O}_4$

Durch die Integration von NTC-Thermistoren in das Mehrlagenbauelement soll die Temperaturmessung als neue Funktion eingebunden werden. Darüber hinaus sollen auch bisher nachteilige Eigenschaften wie z. B. die Alterung des elektrischen Widerstandes untersucht und durch Entwicklung einer optimalen Stoffzusammensetzung minimiert werden. Dies hat das Ziel, die Einsatzdauer der Temperatursensoren zu erhöhen und eine aufwändige Nachkalibrierung zu vermeiden. Um die Sintertertemperatur von ca. 1100 °C auf die in der LTCC-Technologie typischerweise eingesetzten 900 °C zu reduzieren, wurden verschiedene kristalline und amorphe Sinteradditive zugegeben. Dabei wurde durch Zusatz von BBSZ (Bi-B-Si-Zn)-Glas,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  und  $\text{BiB}_3\text{O}_6$  die Sinteraktivität deutlich erhöht (Abb. 1), wodurch bei 900 °C phasenreine  $\text{NiMn}_2\text{O}_4$ -Keramiken mit bis zu 98 % theoretischer Dichte hergestellt werden konnten. An allen Proben wurde typisches NTC-Widerstandsverhalten gemessen, wobei die B-Konstante im Bereich von 3500 K bis 3800 K und die spezifischen elektrischen Widerstände bei Raumtemperatur im Bereich von 2 kΩcm bis 30 kΩcm lagen. Diese Kennwerte erfüllen die vorgegebenen Anforderungen. ▶

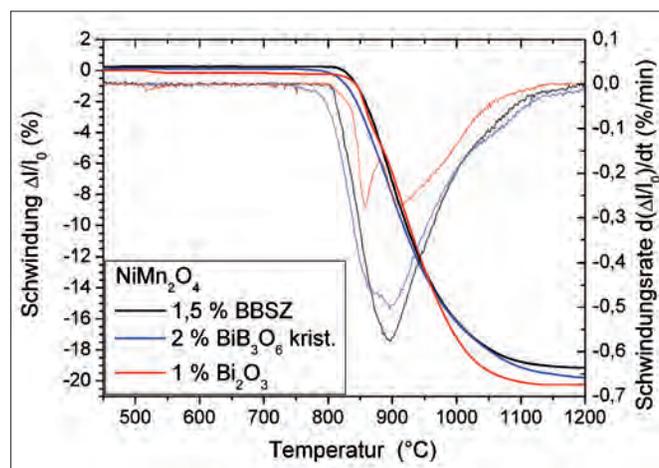


Abb. 1: Schwindungskurven von  $\text{NiMn}_2\text{O}_4$  mit verschiedenen Sinteradditiven



In weiteren Untersuchungen werden die Additivgehalte und Haltezeiten bei 900 °C optimiert, um eine hohe Dichte bei möglichst kurzen Haltezeiten zu erzielen. Im nächsten Entwicklungsschritt werden vom  $\text{NiMn}_2\text{O}_4$  abgeleitet Spinelle mit Eisen, Kobalt, Zink und Kupfer substituiert, um die Alterungserscheinung zu minimieren.

### High-DK-Werkstoff $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ (CCTO)

Erst seit wenigen Jahren ist CCTO als neues High-DK-Material bekannt. Es können relative Dielektrizitätskonstanten (DK) von 20000 bis 60000 erreicht werden, was etwa dem Zehn- bis Hundertfachen kommerziell verwendeter Werkstoffe entspricht. Diese DKs werden durch Sintern der Proben bei 1100 °C erreicht. Zusätzlich zeigt CCTO keine ferro – paraelektrische Phasenumwandlung. CCTO ist aufgrund seiner Eigenschaften ein potentiell hochwertiger Werkstoff für Multilagenbauelemente (MLCC) und deshalb wichtiger Forschungsgegenstand dieses Projektes. Ziel der Untersuchungen ist zum einen die Reproduzierung der hohen DK-Werte durch Sinterung bei hohen Temperaturen (1100 °C), und zum anderen sollte mit Hilfe von Sinteradditiven eine signifikante DK durch Sinterung bei 900 °C unter LTCC-Bedingungen erreicht werden. An bei 1100 °C gesinterten Proben konnten DKs im Bereich von 10000 bis 40000 bestätigt werden. Zudem konnte durch Anwendung von BBSZ als Sinteradditiv nach dem Sintern bei 900 °C eine DK von 500 bei gleichzeitig geringem Verlustfaktor erreicht werden (Abb. 2). Die Sinterung bei 900 °C führt zu hinreichender Verdichtung ( $4,6 \text{ g/cm}^3$ ). Bei Erhöhung der Haltezeit bei 900 °C und der erhöhter Additivzugabe ist eine Verbesserung der DK-Werte auf 2000 erreicht worden, allerdings steigt unter diesen Bedingungen auch der Verlustfaktor.

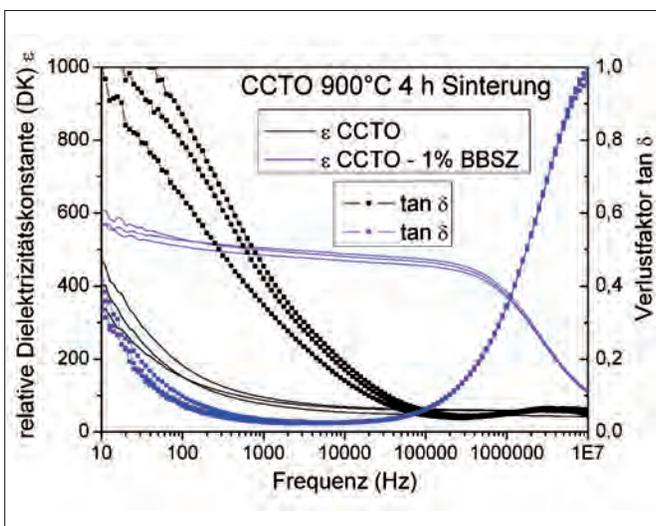


Abb. 2: Ermittelte relative DK und Verlustfaktoren an gesinterten CCTO-Proben mit und ohne Sinteradditiv

### Hexagonale Ferrite für Hochfrequenzanwendungen

Oxidkeramiken der Gruppe der hexagonalen Ferrite mit planarer Kristallanisotropie weisen eine hohe Grenzfrequenz

(bis zu 3 GHz) auf und können somit als induktive Komponenten bis zu hohen Arbeitsfrequenzen eingesetzt werden. Ziel ist es, neuartige LTCC-kompatible keramische Funktionselemente zu entwickeln, welche eine Permeabilität ( $\mu' = 10$ ) über den ganzen Frequenzbereich bis zu 2 GHz gewährleisten. Es wurde gezeigt, dass der in der Literatur favorisierte Ferrit vom Z-Typ ( $\text{Ba}_3\text{Co}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ ) sehr gute Permeabilitäten nach Sinterung bei 1300 °C besitzt, sich jedoch bei Sinterung unter LTCC-Bedingungen (900 °C) in andere Ferrite (M- und Y-Typ) zersetzt. Um weichmagnetische Ferrite für die geforderten Prozessbedingungen zu entwickeln, wurde eine Substitutionsreihe  $\text{BaCo}_x\text{Ti}_x\text{Fe}_{12-2x}\text{O}_{19}$  ausgehend vom hartmagnetischen M-Typ Ferrit  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  ( $x = 0$ ) zu Verbindungen mit den Zusammensetzungen  $x = 1,1; 1,2; 1,3$  und  $1,4$  hergestellt. Dabei wird die uniaxiale in eine planare Kristallanisotropie umgewandelt. Es wurde gezeigt, dass Kalzinierung bei 1000 °C phasenreine M-Typ Ferritpulver mit den angegebenen Zusammensetzungen präpariert werden können. Die Sinteraktivität der Zusammensetzungen  $x = 1,1$  und  $x = 1,3$  konnte durch Zugabe von 5 Ma% BBSZ so stark erhöht werden, dass die Probendichte nach Sinterung bei 900 °C 95 % der theoretischen Dichte beträgt. Die erhaltenen Ferrite weisen eine Permeabilität von  $\mu' = 18$  und eine Grenzfrequenz  $f_g \geq 1 \text{ GHz}$  auf, was deutlich über den geforderten Kennwerten liegt (Abb. 3).

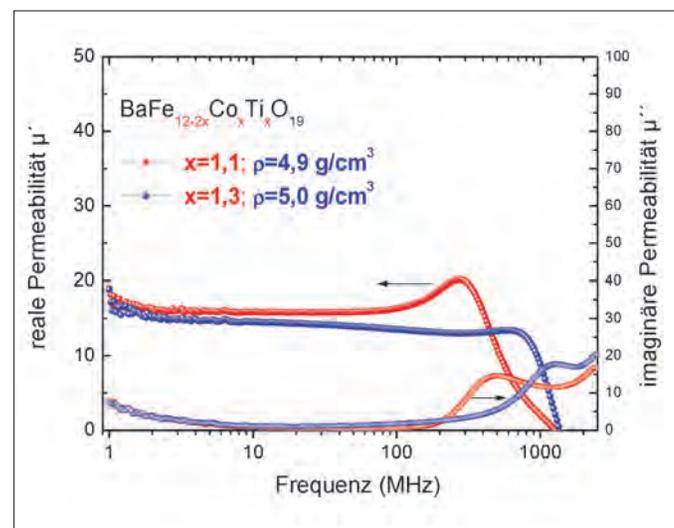


Abb. 3: Permeabilität der BaM Ferrite als Funktion der Frequenz

Im nächsten Schritt sollen die bisher hergestellten substituierten M-Typ und Y-Typ Hexaferrite durch weitere Variationen des Additivgehaltes und durch Einsatz neuer Sinteradditive verbessert werden. Dabei soll eine Permeabilität von  $\mu' = 10$  und eine Grenzfrequenz im Bereich von 1 GHz bis 3 GHz angestrebt werden.



# Computergestützte Multiskalenmodellierung zur Virtuellen Entwicklung Polykristalliner Ferroelektrischer Materialien (COMFEM); Teilprojekt „Materialcharakterisierung mittels Röntgendiffraktometrie an PZT-Zusammensetzungen mit Nb- oder Al-Dotierung“

**Projektleiter:**

Prof. Dr. rer. nat. Jörg Töpfer

FB SciTec

**Mitarbeiter:**

Dr. A. Rechtenbach

**Forschungspartner:**

PI Ceramic GmbH, Lederhose  
 Robert Bosch GmbH,  
 CeramTec GmbH, Plochingen  
 Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik,  
 Halle, Siemens AG, Universität Karlsruhe



v. l.: A. Rechtenbach, J. Töpfer

**Laufzeit und Fördermittelgeber:**

April 2007 bis März 2010; gefördert mit Mitteln des BMBF

**Kontakt:**

Joerg.Toepfer@fh-jena.de ☎ (03641) 205 479

Client-specific requirements require new or optimized research and production processes of piezoceramic materials based on lead-zirconat-titanat (PZT). This research project includes a detailed XRD-phase analysis and a precise determination of the lattice parameters for a more comprehensive evaluation of this system.

Ziel dieses Projektes ist die Zusammenführung theoretisch berechneter und praktisch gemessener Parameter für piezoelektrische Keramikwerkstoffe im modifizierten Stoffsystem  $PbZrO_3 - PbTiO_3$  (PZT). Leistungsfähige FEM (Finite Elemente Methode) Analyse-Tools sowie CAD-Software werden für die Simulation und Entwicklung neuer Elektronik- und Mechaniksysteme eingesetzt und von der Robert Bosch GmbH, der Siemens AG, dem Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik und der Universität Karlsruhe weiter spezifiziert. Die Herstellung und Materialcharakterisierung obliegt der Firma Ceramtec AG („Hart“-PZT) und der Firma PI Ceramic GmbH („Weich“-PZT), in deren Auftrag an der Fachhochschule röntgenographische Untersuchungen erfolgen. Die Synonyme „Weiche“ und „Harte“ PZT Keramiken beziehen sich auf die Dipol- bzw. Domänenbeweglichkeit und damit auch auf das Polarisations- und Depolarisationsverhalten. „Weiche“ Piezokeramiken sind gekennzeichnet durch eine vergleichsweise hohe Domänenbeweglichkeit und einem daraus resultierenden „ferroelektrisch weichen“ Verhalten, d.h. relativ leichte Polarisierbarkeit. Im Gegensatz dazu können ferroelektrische „Hart“-PZT Materialien hohen elektrischen und mechanischen Belastungen ausgesetzt werden. Die dabei geringe Änderung ihrer Eigenschaften macht sie damit speziell für Leistungsanwendungen prädestiniert. An Proben (Pulver, polarisierte und depolarisierte Tabletten) der Zusammensetzungen  $Pb(Zr_x Ti_{1-x})_{1-y} Nb_y O_3$  und  $Pb(Zr_x Ti_{1-x})_{1-y} Al_y O_3$  mit  $x = 0.48$

bis 0.58 und  $y_{Nb} = 0.5; 1.0; 1.5; 2.5$  und  $y_{Al} = 0.5$  mol % wurden an der FH Jena detaillierte röntgenographische Phasenanalysen und präzise Gitterkonstantenbestimmungen durchgeführt. PZT-Materialien kristallisieren in der Perowskitstruktur und können in Abhängigkeit vom Zr/Ti-Verhältnis in der tetragonalen und/oder rhomboedrischen Modifikation auftreten. Das Übergangsgebiet zwischen diesen beiden Phasen wird als morphotrope Phasengrenze bezeichnet und ist aufgrund der günstigen piezoelektrischen Eigenschaften von besonderem Interesse. Abb. 1 zeigt beispielhaft Röntgendiffraktogramme im Winkelbereich von  $42 - 46^\circ 2\theta$  mit deutlicher Reflexaufspaltung für den tetragonalen Phasenanteil (Reflexe (002)t und (200)t) und den mit zunehmendem Zr-Gehalt entstehenden rhomboedrischen Phasenanteil (Reflex (200)r). In Abb. 2 ist ein Profilfilterergebnis dargestellt, aus dem die tetragonalen und rhomboedrischen Phasenanteile bestimmt werden können. Die aus den Diffraktogrammen mittels Rietveldverfeinerung und Einzelpeakfitting berechneten strukturellen Informationen erlauben im Zusammenhang mit elektromechanischen Untersuchungen eine umfassende Charakterisierung des PZT-Materials und tragen somit zur Optimierung dieser piezokeramischen Werkstoffe und deren technischer Verwertbarkeit bei.

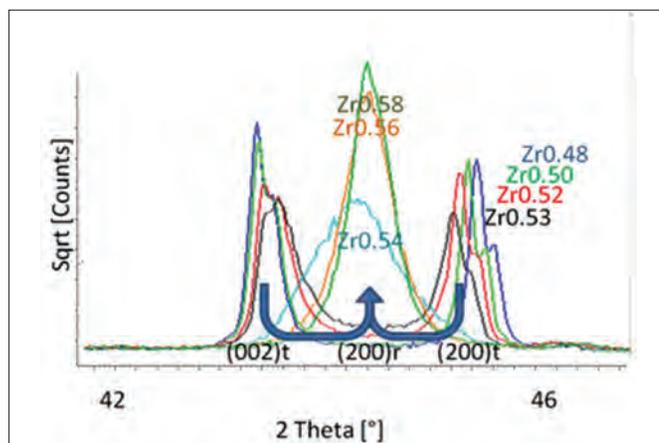


Abb. 1: XRD-Diffraktogramme: Phasenübergang PZT mit 1.0 mol % Nb-Dotierung

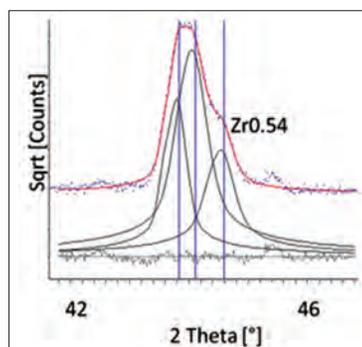


Abb. 2: graphische Darstellung eines Profilfilterergebnisses, berechnet mit Topas P



## Auszug der Publikationen, Vorträge und Poster der Jahre 2009 und 2010 \*)

### Fachbereich SciTec - Präzision-Optik-Materialien-Umwelt

#### Prof. Dr. rer. nat. Jörg Töpfer

##### PUBLIKATIONEN:

G. Hildebrand, S. Grohmann, E. Hüger, B. Rupprecht, A. Rechtenbach, K. Liefeth: Mechanisch modifizierte Titanoberflächen für enossale Implantate – Korrosionseigenschaften und Zellbiologie, *BIOmaterialien* 10 (2009), 25-32.

G. Hildebrand, M. Strickstock, S. Grohmann, A. Rechtenbach, H-J. Moje, I.M. Zylla, K. Liefeth: Raue Y-TZP Biokeramikoberflächen für die dentale Implantologie, *BIOmaterialien* 11 (2010), 5-14.

S. Kracunovska, J. Töpfer: Preparation, thermal stability and permeability behavior of substituted Z-type hexagonal ferrites for multilayer inductors, *J. Electroceramics* 22 (2009) 227-232.

C. Glitzky, T. Rabe, M. Eberstein, W. Schiller, J. Töpfer, S. Barth, A. Kipka: LTCC-Modules with Integrated Ferrite Layers – Strategies for Material Development and Co-Sintering, *J. Microelectronics Electr. Packaging*, 6 (2009) 1-5.

J. Töpfer, S. Kračunovska, S. Barth, E. Müller: Co<sub>2</sub>Z hexagonal ferrites for multilayer inductors, *Adv. Appl. Ceramics* 108 (2009) 280-284.

J. Töpfer, R. Kircheisen, S. Barth: Nonstoichiometry, point defects, magnetoresistance of Sr<sub>2</sub>FeMoO<sub>6-δ</sub>, *J. Appl. Phys.* 105 (2009) 07D712.

N. Langhof, D. Seifert, M. Göbbels, J. Töpfer: Reinvestigation of the Fe-rich part of the pseudo-binary system SrO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, *J. Solid State Chem.* 182 (2009) 2409-2416.

D. Seifert, J. Töpfer, F. Langenhorst, J.-M. Le Breton, H. Chiron, L. Lechevallier: Synthesis and Magnetic Properties of La-substituted M-type Sr Hexaferrites, *J. Magn. Magn. Mater.* 321 (2009) 4045-51.

R. Kriegel, R. Kircheisen, J. Töpfer: Oxygen stoichiometry and expansion behavior of Ba<sub>0.5</sub>Sr<sub>0.5</sub>Co<sub>0.8</sub>Fe<sub>0.2</sub>O<sub>3-δ</sub>, *Solid State Ionics* 181 (2010) 64-70.

D. Seifert, J. Töpfer, R. Grössinger, J.-M. Le Breton, Rare-earth-substituted SrFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> hexagonal ferrites, *J. Am. Ceram. Soc.*, accepted, in print

J. Töpfer, R. Dieckmann: Variation of the Oxygen Content and Point Defects in Tephroite, Mn<sub>2</sub>SiO<sub>4+δ</sub>, *Solid State Ionics* 181 (2010) 479-488.

S. Kracunovska, J. Töpfer: Co<sub>2</sub>Z, Co<sub>2</sub>Y and CoM-Type hexagonale ferrites of multilayer inductors, *Key Engin. Mater.* 434-435 (2010) 361-365.

A. Angermann, E. Hartmann, J. Töpfer: Mixed-metal carbonates as precursors for the synthesis of nanocrystalline Mn-Zn ferrites, *J. Magn. Magn. Mater.*, 322 (2010) 3455-3459.

G. Picht, J. Töpfer, E. Hennig: Structural properties of (Bi<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>)<sub>1-x</sub>Ba<sub>x</sub>TiO<sub>3</sub> lead-free piezoelectric ceramics, *J. Europ. Ceram. Soc.* 30 (2010) 3445-3453.

A. Angermann, J. Töpfer, K.L. da Silva, K.D. Becker: Nanocrystalline Mn-Zn ferrites from mixed oxalates: synthesis, stability and magnetic properties, *J. Alloys Comp.* 508 (2010) 433-439.

\*) Aufgelistet sind die von den Autoren zugearbeiteten Veröffentlichungen. Veröffentlichungen von Mitarbeitern einer Forschungsgruppe sind bei dem jeweiligen Leiter aufgeführt.

**ISBN 978-3-932-886-27-0**

**Bibliographische Information Der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation  
in der Deutschen Nationalbibliographie;  
detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über  
<http://dnb.ddb.de>  
abrufbar.

© Fachhochschule Jena 2011

## **Impressum**

**Herausgeber:** Rektorin der Fachhochschule Jena  
Prof. Dr. Gabriele Beibst

**Redaktion/Layout:** ServiceZentrum Forschung und Transfer  
Dr. Dirk Schlegel, Evelyn Jahn

**Korrektorat:** Dr. Dirk Schlegel

**Satz:** Evelyn Jahn

**Titelbild:** Mathias Meyer, Kahla

**Grafiken:** FH Jena

**Druck:** Förster & Borries GmbH & Co. KG Zwickau

**ISBN-Nr.:** 978-3-932-886-27-0  
Printed in Germany  
Copyright © 2011 Fachhochschule Jena

**Verlag:** Verlag Fachhochschule Jena

**Redaktionsschluss:** 31.03.2011

Die inhaltlichen Darlegungen der Forschungsprojekte wurden durch die Projektleiter verfasst. Publikationen und Veranstaltungen sind auszugsweise benannt. Aus Gründen des Vertrauensschutzes wurde auf die Namensnennung der Projektauftraggeber teilweise verzichtet. Nachdruck oder Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung der FH Jena gestattet (Kontakt: [transfer@fh-jena.de](mailto:transfer@fh-jena.de)).