

**Abschlussarbeit Bachelor/Master:**  
**Funktionelle Keramiken mit optimierten Emissionsspektren für Infrarot-basierte  
Trocknungstechnologien**

Betreuer: Lukas Schlicker ([lukas.schlicker@ceramics.tu-berlin.de](mailto:lukas.schlicker@ceramics.tu-berlin.de), Tel: 314-25214)

Sprache: English / Deutsch

Ziel dieses Forschungslabors ist die Synthese und Charakterisierung funktioneller Keramiken als Emittiermaterial für Infrarotstrahler mit optimierten Emissionsspektren sowie IR-Strahler-Prototypenbau und Testing. Da das mittelfristige Ziel des Projektes in dessen Rahmen das Forschungslabor stattfindet auch die industrielle Anwendung von IR-Trocknungstechnologie ist, sind neben den Arbeiten im Labormaßstab auch Scale-up und geeignete Processingtechnologien von Bedeutung.

Die Trocknung von Gütern aller Art (z.B. mineralische Rohstoffe, landwirtschaftliche Erzeugnisse, Lebensmittel, Pharmaprodukte; Holz, Papier, Textil, Leder; Beschichtungen, Dispersionen, Lacke, Farben; Kunststoffe, Chemikalien, Kieselgel und weitere sowie die Trocknung von Flüssigkeiten wie Blut, Milch; die Trocknung von Abfällen) wird seit Beginn der industriellen Revolution hauptsächlich mit Konvektionstrocknung bewerkstelligt. Bis heute beherrscht die konvektive Technologie mit >95% den Markt für industrielle Trocknung. Konvektionstrocknung basiert darauf, dass die von einem Heizer (z.B. Heizwendel in der Ofenwand etc.) erwärmte Luft als Wärmeübertragungsmedium dient. Eine der Alternativen zur Konvektionstrocknung ist die IR-Trocknung: Die Erwärmung des Trockenguts basiert hier auf der Absorption infraroter elektromagnetischer Strahlung direkt im Trockengut, Luft als Übertragungsmedium wird nicht benötigt. Die IR-Trocknungstechnologie ist bei geeigneter Wahl der Prozessparameter der Konvektionstechnologie hinsichtlich Ressourcen- und Zeitbedarf hoch überlegen: Verglichen mit Konvektionsverfahren lassen sich die Energiekosten auf ca. 13-27 % und die eingesetzte Zeit auf 16-25% reduzieren, auch die Investitionskosten liegen nur bei 25-50 %.

Der Begriff „Trocknung“ bezieht sich meistens darauf, den Wassergehalt im Trocknungsgut zu reduzieren. Dementsprechend erzielt die Infrarottrocknung genau dann den besten Effekt bzw. arbeitet hocheffizient, wenn mit IR gearbeitet wird, dessen Wellenlänge mit Bereich des Absorptionsspektrums des Wassers liegt, gleichzeitig eine Absorption durch die weiteren Bestandteile des Trocknungsgutes vermieden wird und keine Primärenergie darauf verwendet wird „nutzlose“, d.h. nicht absorbierte Strahlung zu produzieren. Das Grundprinzip (=Überlapp von Emission des Strahlers mit Absorption des zu erwärmenden Stoffes) gilt neben Trocknung durch Wasserentzug auch für weitere Anwendungsgebiete der Erwärmung von festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen, beispielsweise der Polymerisation von Stoffen oder der Beschleunigung/Reduzierung des Wachstums biologischer Zellen und Mikroorganismen. Die Effizienz von Trocknungsprozessen lässt sich weiterhin dadurch steigern, dass mit Impuls-IR anstelle kontinuierlicher Bestrahlung gearbeitet wird: Eine impulsartige Dosierung der Strahlung mit 10-100x größerer Strahlungsintensität resultiert in einer erhöhten Eindringtiefe der Strahlung ins Trocknungsgut bei gleichzeitiger Vermeidung von äußerlicher Überhitzung/Verbrennung.

Für effizientere Trocknungsprozesse werden aus den genannten Gründen Strahler mit exakt definiertem und vor allem sehr engerem Emissionsspektrum benötigt, das dem jeweiligen Trocknungsgut optimal angepasst ist. Die meisten aktuell und kommerziell verfügbaren IR-Strahler emittieren keine eng begrenzten Spektren, sondern sind simpel unterteilt in kurz (0.75-1.4  $\mu\text{m}$ )-, mittel (1.4-3  $\mu\text{m}$ )- und langwellige Strahler (3-10  $\mu\text{m}$ ). Die Inhalte dieses Forschungslabors liegen in der Synthese und Anwendung geeigneter Emittier-Materialien. Die Arbeiten setzen auf den Ergebnissen von Rachimov et al. an, die verschiedene Rezepturen/Mischverhältnisse aus (Mullit,

---

Fachgebiet Keramische Werkstoffe, **Prof. Dr. Aleksander Gurlo**  
Hardenbergstraße 40, Sekr. BA3, 10623 Berlin  
Telefon +49 (0)30 314-23425; [gurlo@ceramics.tu-berlin.de](mailto:gurlo@ceramics.tu-berlin.de)

Sekretariat BA3: Anne-Claude Amtsfeld, [anne-claude.amtsfeld@ceramics.tu-berlin.de](mailto:anne-claude.amtsfeld@ceramics.tu-berlin.de)  
Telefon +49 (0)30 314-24833  
[www.keramik.tu-berlin.de](http://www.keramik.tu-berlin.de)



MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, LaAlO<sub>3</sub>, MgCrO<sub>4</sub>, CaZrO<sub>3</sub>, YCrO<sub>3</sub>, ZrO<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub>, LaCrO<sub>3</sub>) als geeignete Emitterkeramiken nahelegen die außerdem auch teilweise die Eigenschaft besitzen die kontinuierliche Emission einer Primärquelle in eine Impulsemission eines bestimmten Infrarotbereiches zu transformieren.

**Arbeitsinhalte** Keramik-Prozessing (Blending, Sintern, Beschichten, Scale-Up) // Charakterisierung (Mikroskopie, REM, XRD, FT-IR, Emissionsspektroskopie) // IR-Emitter Prototyping & Testing