

## **Durchführung und Auswertung von Bruchtests an keramischen Bauteilen: Prozessbeschreibung und Weiterverwendung der Daten**

### **Einführung in die Prüfung von Keramikbrüchen**

Die Durchführung und Auswertung von Bruchtests an keramischen Bauteilen bildet einen wesentlichen Schritt innerhalb des Herstellungs- und Qualitätssicherungsprozesses in der Keramikindustrie. Der Prozess ermöglicht die Bewertung von Faktoren wie Festigkeit, Härte und Haltbarkeit dieser Materialien, und die daraus resultierenden Daten können effektiv genutzt werden, um Produktqualität und Produktentwicklung zu verbessern.

### **Der Bruchtest-Prozess**

Die Durchführung eines Bruchtests an keramischen Bauteilen erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst wird ein geeignetes Prüfstück ausgewählt. Dieses sollte repräsentativ für die zu testende Materialpartie sein und keine sichtbaren Defekte aufweisen, die das Testergebnis beeinflussen könnten.

Anschließend wird das Prüfstück in eine spezialisierte Testmaschine eingespannt. Diese Maschine, oft eine Universalprüfmaschine, wendet eine kontrollierte und stetig steigende Kraft auf das Bauteil an, bis es bricht. Dabei werden die Kraft und die zugehörige Verformung kontinuierlich aufgezeichnet.

Besondere Beachtung bei der Durchführung des Tests verdient die Art und Weise, wie die Kraft auf das keramische Bauteil aufgebracht wird. Für verschiedene Anwendungsbereiche und Materialien können unterschiedliche Testverfahren angewandt werden, etwa die Druck-, Biege- oder Zugprüfung. In jedem Fall sollte jedoch das Ziel sein, die im realen Einsatz auftretenden Belastungen möglichst realistisch nachzubilden.

### **Auswertung der Testdaten**

Nach der Durchführung des Bruchtests ist es wichtig, die aufgezeichneten Daten sorgfältig auszuwerten. Durch die Kombination von Kraft und Verformung ergibt sich das Bruchbild des Materials, welches Rückschlüsse auf dessen Eigenschaften zulässt. Dabei spielt insbesondere die Bruchfestigkeit eine zentrale Rolle. Sie bezeichnet die maximale aufgetragene Kraft zum Zeitpunkt des Bruches und gibt somit Auskunft über die Belastungsfähigkeit des Materials.

Ein weiterer wichtiger Parameter ist die Bruchzähigkeit, welche die Fähigkeit eines Materials widerspiegelt, sich gegen Bruch zu wehren. Sie wird aus dem Verlauf der Kraft-Verformungs-Kurve bestimmt und zeigt an, wie viel Energie das Material aufnehmen kann, bevor es bricht.

Doch nicht nur die Menge an aufgenommenen Daten, sondern auch deren Güte ist entscheidend. Die Messdaten müssen korrekt, vollständig und verlässlich sein, um eine verlässliche Grundlage für Entscheidungen zu bieten. Dafür sind systematische

Fachbericht Durchführung und Auswertung von Bruchtests an keramischen Bauteilen:  
Prozessbeschreibung und Weiterverwendung der Daten ; Prüftechnologietechnik Keramik

Qualitätssicherungsmaßnahmen unabdingbar – insbesondere da keramische Materialien oftmals in sicherheitskritischen Anwendungen eingesetzt werden.

#### Weiterverwendung der Daten

Auf der Grundlage der aus den Bruchtests gewonnenen Daten können wichtige Erkenntnisse über die Eigenschaften und das Verhalten des keramischen Materials unter Belastung gewonnen werden. Diese Informationen sind für die Qualitätskontrolle, die Produktentwicklung und die Prozessoptimierung von enormer Bedeutung.

So können die Testdaten etwa dazu genutzt werden, um Schwachstellen in den Bauteilen zu identifizieren oder um Verbesserungspotential in den Herstellungsverfahren aufzudecken. Zudem können sie zur Überprüfung der Einhaltung von Qualitätsstandards und zur Abweichung von Produktspezifikationen herangezogen werden.

#### Zusammenfassung

Die Durchführung und Auswertung von Bruchtests an keramischen Bauteilen ist ein komplexer, aber sehr nützlicher Prozess in der Keramikindustrie. Mit sorgfältiger Planung, Durchführung und Auswertung können hochwertige Daten generiert werden, die zur Verbesserung der Produktqualität und -entwicklung bei Keramikmaterialien beitragen können. Es liegt in der Hand des Prüftechnologen, diese wertvollen Informationen zu ermitteln, richtig zu interpretieren und bestmöglich

## **Einsatz von Mikroskopie zur Qualitätskontrolle in der Keramikindustrie: praktische Erfahrungen und Anwendungsbeispiele**

### **Einführung und Grundlagen der Mikroskopie**

Mikroskopie ist ein unverzichtbares Werkzeug in der Qualitätskontrolle und der Forschung, insbesondere in der Keramikindustrie. Sie ermöglicht es den Prüftechnologen, die Mikrostruktur, Porosität und andere Eigenschaften des Materials zu beurteilen und so Qualitätsicherungsmaßnahmen zu ergreifen. Mit fortschreitenden Innovationen in der Messtechnik besteht die Zukunft dieser Branche sicherlich aus komplexeren und leistungsfähigeren Mikroskopen.

### **Einsatz von Mikroskopie in der Qualitätskontrolle**

In der Keramikindustrie verlässt man sich auf die Mikroskopie zur kontinuierlichen Überprüfung der Qualitätsstandards. Die Mikroskopie ermöglicht eine genaue Analyse der Oberflächenbeschaffenheit, der Schichtdicke und der Defekte in den Keramikprodukten. Insbesondere hilft die optische Mikroskopie bei der Untersuchung der Morphologie, der Verteilung und der Porosität der rohen und gebrannten Materialien. Das Rasterelektronenmikroskop (REM) hingegen eröffnet weitere Möglichkeiten zur Analyse von Materialien auf nanoskaliger Ebene, was bei der Identifizierung von Mikrorissen oder -porositäten hilfreich ist.

### **Anwendungsbeispiele in der Praxis**

Ein praktisches Anwendungsbeispiel ist die Untersuchung von keramischen Rohren. Diese werden häufig in industriellen Anwendungen eingesetzt und erfordern höchste Qualitätsstandards. Mit Hilfe eines Mikroskops zur Durchlichtmikroskopie kann die Gleichmäßigkeit der Rohrwanddicke und die gleichmäßige Verteilung der Keramik überprüft werden. Darüber hinaus sind Rasterelektronenmikroskope (REM) nützlich, um die innere Struktur der Rohre genauer zu untersuchen und Defekte wie Poren oder Risse zu identifizieren.

Weiteres Anwendungsbeispiel ist die Prüfung von keramischen Keramikprodukten, wie falschen Zähnen oder Implantaten. Hier spielen Aspekte wie Fertigungsgenauigkeit und Oberflächenbeschaffenheit eine wichtige Rolle, die mit dem Mikroskop präzise beurteilt werden können.

### **Praktische Erfahrungen und Herausforderungen**

In der täglichen Praxis kommt es jedoch auch auf das Fachwissen und die Erfahrung des Prüftechnologen an. Die Interpretation der Mikroskopbilder erfordert fundiertes Wissen über Keramikmaterialien und deren Eigenschaften. Selbst kleinste Unregelmäßigkeiten können die Qualität des Endprodukts beeinflussen und daher muss die Analyse sorgfältig und methodisch durchgeführt werden.

Eine Herausforderung in der Mikroskopie ist die Einschränkung des Sichtfelds, insbesondere bei hochauflösenden Mikroskopen. Bei großen Probenvolumina kann dies zeitaufwendig sein und erfordert möglicherweise den Einsatz automatisierter Systeme zur Vereinfachung des Prozesses.

### Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass für die Qualitätskontrolle in der Keramikindustrie die Mikroskopie ein unverzichtbares Werkzeug ist, das uns ermöglicht, Materialien auf Mikro- und Nanoskala zu analysieren. Es ermöglicht uns, die Qualität der rohen Materialien zu überprüfen, den Brennprozess zu verbessern und das Endprodukt zu analysieren.

Zukünftig könnten Fortschritte in der digitalen Bildverarbeitung und KI-Technologien dazu beitragen, die automatisierte Analyse von Mikroskopbildern zu verbessern und so die Arbeitsbelastung der Prüftechniker zu verringern und gleichzeitig die Genauigkeit der Analyse zu erhöhen. Es bleibt spannend, welche technologischen Innovationen die Zukunft der Mikroskopie in der Keramikindustrie prägen werden.

## **Durchführung von Verschleißprüfungen an keramischen Komponenten: Ablauf und Nutzen für die Produktentwicklung**

Verschleißprüfung an Keramikprodukten ist ein essentieller Schritt in der Entwicklung und Qualitätssicherung keramischer Produkte. Es handelt sich dabei um eine Reihe von Tests, die darauf abzielen, den Verschleiß und die Abnutzung von Keramikkomponenten unter verschiedenen Bedingungen zu beurteilen. Diese Erkenntnisse sind unerlässlich für die sicherheits- und leistungsgerechte Gestaltung der Produkte und zur Gewährleistung ihrer Langlebigkeit.

### **Einführung in Verschleißprüfungen**

Es ist wichtig zu verstehen, dass Keramik, obwohl robust und widerstandsfähig, dennoch unter bestimmten Bedingungen Verschleiß und Abnutzung unterliegt. Dazu gehören mechanische Belastung, thermische Beanspruchung und chemische Einwirkung. Durch gezielte Verschleißprüfungen kann bestimmt werden, wie ein Keramikprodukt unter solchen Einwirkungen reagiert und welche Bereiche möglicherweise verstärkt oder verbessert werden müssen.

### **Methoden von Verschleißprüfungen**

Verschiedene Prüfmethoden werden verwendet, um Verschleiß an keramischen Komponenten zu beurteilen. Eine gängige Methode ist die Trocken- oder Nassabriebprüfung. Bei dieser Methode wird das Keramikmaterial einem festen, abriebenden Material ausgesetzt, und der resultierende Materialverlust wird gemessen. Eine andere Methode ist die Kugelfalldmethode, bei der eine Kugel auf das zu testende Material fallen gelassen wird und der resultierende Verschleiß oder Schaden gemessen wird.

Andere Methoden umfassen die Taster-Abriebprüfung, die Rotationsabriebprüfung und die Kavitationsabriebprüfung. In allen Fällen ist der Zweck der Prüfung, unter kontrollierten Laborbedingungen einen Verschleiß zu erzeugen, der dem gleichkommt, den das Material in seinem vorgesehenen Anwendungsbereich erleben würde.

### **Ablauf von Verschleißprüfungen**

Der Ablauf von Verschleißprüfungen variiert je nach gewählter Testmethode und spezifischen Anforderungen des Produkts. Im Allgemeinen aber beginnt der Prozess mit der Auswahl des passenden Testverfahrens und der Vorbereitung der Testprobe. Dann wird die Probe den beschriebenen Bedingungen ausgesetzt und der sich daraus ergebende Verschleiß gemessen. Die Daten werden gesammelt und analysiert, um zu ermitteln, wie das Material auf die Prüfbedingungen reagiert hat.

### **Nutzen für die Produktentwicklung**

Die Durchführung von Verschleißprüfungen an keramischen Komponenten bietet eine Fülle von Vorteilen für die Produktentwicklung. Die gewonnenen Informationen

Fachbericht Durchführung von Verschleißprüfungen an keramischen Komponenten: Ansatz und Nutzen für die Produktentwicklung ; Prof. Dr. Ingrid Isenhardt / Lehrstuhl für Produktentwicklung

können dazu beitragen, die Leistungsmerkmale des Produkts zu optimieren und dessen Lebensdauer zu maximieren.

Darüber hinaus können Verschleißprüfungen auch dazu beitragen, mögliche Schwachstellen oder Verbesserungsbereiche in einem Produkt zu identifizieren. Sie können Aufschluss darüber geben, ob eine Komponente einer bestimmten Beanspruchung standhalten kann und ob Verbesserungen oder Änderungen im Design oder in der Materialzusammensetzung notwendig sind.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Verschleißprüfungen an keramischen Komponenten ein unerlässlicher Bestandteil des Produktentwicklungsprozesses sind. Durch die Bereitstellung von wertvollen Daten und Einblicken in die Leistungsfähigkeit des Produkts tragen sie dazu bei, die Qualität, Zuverlässigkeit und Langlebigkeit keramischer Produkte zu gewährleisten.

## **Untersuchungen zur chemischen Beständigkeit von Keramik: Vorgehensweise und Notwendigkeit**

Im Rahmen einer Ausbildung zum Prüftechnologen für Keramik ist die chemische Beständigkeit eines der wichtigsten zu berücksichtigenden Aspekte. Die Chemikalienbeständigkeit ist in diesem Bereich von entscheidender Bedeutung, da Keramik in zahlreichen industriellen und häuslichen Anwendungen zum Einsatz kommt. Sie wirkt sich auf die Haltbarkeit, Wirksamkeit und Sicherheit des Endprodukts aus. In diesem Bericht wird die Vorgehensweise und Notwendigkeit der Untersuchung der chemischen Beständigkeit von Keramik behandelt.

### **Chemische Beständigkeit und ihre Bedeutung**

Die chemische Beständigkeit von Keramik gibt an, wie gut das Material vor schädlichen chemischen Reaktionen geschützt ist. Keramik ist typischerweise viel widerstandsfähiger gegen Chemikalien als viele andere Materialien, wobei ihr Widerstand hauptsächlich von der Zusammensetzung und Dichte des Materials abhängt. Je dichter das Material, desto besser kann es Chemikalien standhalten. Eine hohe chemische Beständigkeit ist für viele Anwendungen unerlässlich, einschließlich in der Säureproduktion, in Laborgeräten, in medizinischen Geräten und in der Lebensmittelindustrie.

### **Methoden zur Prüfung der chemischen Beständigkeit**

Die chemische Beständigkeit wird in der Regel in einem Labor unter kontrollierten Bedingungen getestet. Ein gängiger Ansatz ist die Einwirkung spezifischer Chemikalien auf eine Probe des Materials und anschließende Beobachtung der Reaktionen. Dabei wird die Probe oft in die Chemikalie getaucht oder die Chemikalie wird auf die Oberfläche aufgetragen. Nach einer festgelegten Einwirkzeit wird die Probe analysiert, um Veränderungen in ihrer Struktur, ihrem Aussehen und ihrer mechanischen Festigkeit zu bewerten.

Zusätzlich zu diesem direkten Ansatz zur Prüfung der chemischen Beständigkeit, können auch indirekte Methoden angewendet werden. Eine solche Methode ist die Verwendung von Indikatorlösungen, die farbigen Niederschlag bilden, wenn sie mit bestimmten Chemikalien in Kontakt kommen. Dies ermöglicht die schnelle und einfache Identifizierung der chemischen Beständigkeit eines Materials gegenüber einer bestimmten Chemikalie.

### **Notwendigkeit der Untersuchung**

Die Bestimmung der chemischen Beständigkeit einer Keramik hat verschiedene Gründe. Erstens ist sie notwendig, um zu gewährleisten, dass das Material in seiner vorgesehenen Verwendung sicher ist. Einige Chemikalien können die Struktur des Materials anfängern oder seine mechanischen Eigenschaften beeinträchtigen, was zum Versagen der Keramik führen kann. Dies kann schwerwiegende Folgen haben, insbesondere wenn das Material in kritischen Anwendungen wie z.B. in medizinischen Geräten eingesetzt wird.

Zudem kann eine schlechte chemische Beständigkeit dazu führen, dass das Material im Laufe der Zeit abgebaut wird. Dieser Abbau kann das Aussehen und die Leistung des Materials beeinträchtigen. Eine fundierte Kenntnis der chemischen Beständigkeit kann dazu beitragen, diese Prozesse zu verhindern oder zu verlangsamen.

Eine weitere wichtige Notwendigkeit der Untersuchung der chemischen Beständigkeit ergibt sich aus Umweltaspekten. Die chemische Beständigkeit eines Materials kann darüber entscheiden, wie das Material auf eine sich verändernde Umwelt reagiert. Ein Material mit geringer chemischer Beständigkeit könnte beispielsweise in einer sauren Umgebung abgebaut und dabei schädliche Chemikalien freisetzen.

Insgesamt ist das Verständnis der chemischen Beständigkeit von Keramik eine grundlegende Anforderung in der Prüftechnologie für Keramik. Es hat direkte Auswirkungen auf die Sicherheit, Leistung und Langlebigkeit des Materials, und ist daher von zentraler Bedeutung für die optimale Auswahl und Verwendung von Keramik in einer Vielzahl von Anwendungen. Daher ist es unerlässlich, genaue und zuverlässige Methoden zur Prüfung der chemischen Beständigkeit zu entwickeln und durchzuführen.

## Oberflächenprüfung bei keramischen Produkten: Methoden und Bedeutung für die Produktsicherheit

### Einführung

Im Bereich der Keramikindustrie spielen Qualität und Produktsicherheit eine zentrale Rolle. Eine wichtige Methode zur Erreichung hoher Qualitätsstandards ist die Oberflächenprüfung keramischer Produkte. Sie bildet einen integralen Bestandteil der Qualitätskontrolle und trägt maßgeblich zur Sicherung der Produktintegrität bei.

### Methoden der Oberflächenprüfung

Es gibt viele Methoden zur Oberflächenprüfung von Keramik, unter denen visuelle Inspektionen, taktiler Vergleich, Rauheitsmessungen und optische Profilometrie hervorzuheben.

Die visuelle Inspektion ist die einfachste und am weitesten verbreitete Methode zur Oberflächenprüfung. Hierbei wird das Produkt unter ausreichender Beleuchtung betrachtet und auf Mängel wie Risse, Farbabweichungen oder Flecken untersucht. Auch Verformungen oder Unebenheiten können auf diese Weise festgestellt werden.

Beim taktilen Vergleich wird die Oberflächenbeschaffenheit des Produkts mit Referenzproben verglichen. Während dieses Vergleichs werden Faktoren wie Härte, Rauheit und Dichtigkeit der Oberfläche betrachtet.

Die Rauheitsmessung hingegen erlaubt eine quantitative Bewertung der Oberflächengüte. Hierbei kommen verschiedene Methoden wie Tastschrittverfahren oder Lichtstreuungsverfahren zum Einsatz. Die ermittelten Werte geben Aufschluss über die Oberflächenstruktur und können aussagekräftigere Informationen über die Produktqualität liefern.

Die optische Profilometrie ist eine hochmoderne Methode zur Oberflächenprüfung. Sie ermöglicht die dreidimensionale Darstellung der Oberflächenstruktur und die Quantifizierung von Oberflächenparametern wie Rauheit, Welligkeit und Form. Die Methode zeichnet sich durch eine hohe Präzision und Reproduzierbarkeit aus.

### Bedeutung der Oberflächenprüfung für die Produktsicherheit

Die Oberflächenprüfung trägt entscheidend zur Produktsicherheit bei. Oberflächenfehler können nicht nur die ästhetische Wahrnehmung des Produkts beeinträchtigen, sondern auch seine mechanischen Eigenschaften und Lebensdauer negativ beeinflussen.

So können beispielsweise Risse oder Porenräume in der Oberfläche eines keramischen Produkts dazu führen, dass es unter Belastung bricht. Unebene oder raue Oberflächen können die Reibungseigenschaften des Produkts verändern und somit seine Gebrauchseigenschaften beeinflussen. Des Weiteren können Verunreinigungen auf der Oberfläche dazu führen, dass das Produkt bei hohen

Temperaturen ungleichmäßig erhitzt wird, was wiederum zur Entstehung von Spannungen und potentieller Zerstörung führen kann.

Darüber hinaus spielt die Oberflächenprüfung auch eine wichtige Rolle bei der Einhaltung von Produktsicherheitsstandards und gesetzlichen Anforderungen. Die genaue Kenntnis der Oberflächeneigenschaften ermöglicht es, Mängel frühzeitig zu erkennen und geeignete Maßnahmen zur Verbesserung der Produktqualität zu ergreifen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Oberflächenprüfung keramischer Produkte von essentieller Bedeutung ist. Durch den Einsatz verschiedener Inspektionmethoden kann die Produktqualität gesichert und potenzielle Sicherheitsrisiken minimiert werden. Mit ihrer Hilfe können Hersteller die Zuverlässigkeit und Sicherheit ihrer Produkte sicherstellen und damit zum Schutz von Verbrauchern beitragen.

## **Analyse der Einflüsse auf die Materialeigenschaften von Keramik: Auswirkungen verschiedener Fertigungsparameter**

Die Produktion von Hochleistungskeramik beinhaltet viele verschiedene Prozesse und Parameter, die sich auf die endgültigen Materialeigenschaften auswirken. Diese umfassen die Auswahl des Rohmaterials, dessen Aufbereitung, Formgebung, Sintern und Nachbearbeitung.

### **Auswahl und Aufbereitung des Rohmaterials**

Die Eigenschaften von Keramikprodukten sind stark von der Qualität und Zusammensetzung des verwendeten Rohmaterials abhängig. Zu den wichtigen Faktoren gehören die Teilchengröße, die chemische Reinheit, die Kristallstruktur und die Verteilung der einzelnen Bestandteile. Hohe Reinheit und eine gleichmäßige Mikrostruktur des Ausgangsmaterials sind entscheidend für das Erzielen optimaler Materialeigenschaften in den Endprodukten.

Zusätzlich zur Qualität des Rohmaterials ist auch die Art der Aufbereitung entscheidend. In diesem Prozessschritt wird das Material für die anschließende Formgebung vorbereitet. Dazu gehört die Steigerung der Packungsdichte, der Abbau von Verunreinigungen und das Erreichen der gewünschten Partikelgröße. Dabei können unterschiedliche Verfahren wie Mahlen, Mischen, Granulieren oder Sprühtrocknen zum Einsatz kommen. Jede dieser Methoden hat spezifische Auswirkungen auf die Materialeigenschaften der resultierenden Keramikprodukte.

### **Formgebung und Sintern**

Nach der Aufbereitung folgt die Formgebung. Hierbei wird das keramische Pulver in die gewünschte Form gebracht, die es nach dem Sintern beibehalten soll. Es gibt verschiedene Methoden zur Formgebung, wie Trockenpressen, Schlickerguss oder Heißpressen. Jede dieser Techniken hat unterschiedliche Auswirkungen auf die Packungsdichte, Porosität und Mikrostruktur des Greenbodies und daher auch auf die Eigenschaften der fertigen Keramik.

Das Sintern ist ein Wärmebehandlungsverfahren, bei dem das keramische Grünkörpermaterial erhitzt wird, um es zu verfestigen und zu verdichten. Während des Sinterprozesses spielen Faktoren wie Sinter Temperatur, Haltezeit und Sinteratmosphäre eine entscheidende Rolle bei der Steuerung der Materialeigenschaften. Durch sorgfältige Kontrolle dieser Parameter können die mechanischen Eigenschaften, die Dichte, die Mikrostruktur und die chemische Stabilität der Keramikprodukte optimiert werden.

### **Nachbearbeitung**

Nach dem Sintern müssen die Keramikmaterialien oft weiter bearbeitet werden, um die gewünschten Endprodukteigenschaften zu erzielen. Dazu gehören Verfahren wie Schleifen, Polieren, Beschichten oder Wärmebehandeln. Diese Prozesse können die Oberflächenrauhheit, die Formgenauigkeit, die chemische Beständigkeit oder die mechanische Festigkeit des Materials stark beeinflussen.

Insgesamt beeinflussen viele Aspekte den Produktionsprozess von Keramik und damit auch ihre endgültigen Eigenschaften. Mit einem tiefen Verständnis für diese Zusammenhänge und einer sorgfältigen Kontrolle der Produktionseinflüsse lassen sich hochqualitative keramische Materialien mit spezifischen Eigenschaften herstellen, die für eine Vielzahl von Anwendungen geeignet sind.

## **Anwendung von Prüfsoftware in der Keramikindustrie: praktische Anwendungsfälle**

### **Einführung**

Die Nutzung von Prüfsoftware in der Keramikindustrie hat in den letzten Jahren signifikant zugenommen. Moderne Technologien ermöglichen nun die Verwendung spezifischer Softwarelösungen zur Verbesserung der Produktqualität, Effizienzsteigerung und Kostenreduktion. Die praktischen Anwendungsfälle von Prüfsoftware in der Keramikindustrie sind vielfältig und reichen von der Qualitätsprüfung über die Prozesssteuerung bis hin zur kontinuierlichen Produktentwicklung.

### **Anwendungsfälle von Prüfsoftware in der Qualitätskontrolle**

Ein wesentliches Anwendungsfeld der Prüfsoftware in der Keramikindustrie ist die Qualitätskontrolle. Technologien wie die Röntgenfluoreszenz-Analyse (XRF) ermöglichen eine schnelle und präzise chemische Analyse von keramischen Materialien, die dabei helfen, Qualitätsstandards einzuhalten und Kosten durch Ausschuss zu reduzieren.

Im Bereich der optischen Inspektion wird Prüfsoftware genutzt, um Fehler wie Risse, Löcher oder Verformungen zu identifizieren. Moderne Kamertechnologie in Kombination mit Bildverarbeitungssoftware kann diese Aufgabe automatisch und in hoher Geschwindigkeit durchführen, was sich positiv auf die Produktivität auswirkt.

### **Prüfsoftware im Bereich Prozesssteuerung**

Jenseits der klassischen Qualitätskontrolle wird Prüfsoftware auch verstärkt zur Optimierung von Produktionsprozessen in der Keramikherstellung eingesetzt.

Eine mögliche Anwendung ist die Temperaturüberwachung und -steuerung im Brennofen. Mithilfe von Softwarelösungen können Temperaturveränderungen erkannt und Korrekturen schnell vorgenommen werden. Dies ermöglicht eine präzisere Kontrolle des Brennprozesses, was eine gleichbleibende Produktqualität und Energieeffizienz gewährleisten kann.

Eine weitere wichtige Anwendung besteht in der Überwachung und Planung von Wartungs- und Reparaturarbeiten an Maschinen und Anlagen. Prüfsoftware hilft dabei, den optimalen Zeitpunkt für Wartungsarbeiten zu ermitteln und ungeplante Produktionsausfälle zu vermeiden.

### **Kontinuierliche Produktentwicklung und Innovation mit Prüfsoftware**

Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Innovation von Keramikprodukten ist ein weiteres zentrales Anwendungsfeld von Prüfsoftware. Durch genaue Materialanalyse und umfangreiche Simulation von Herstellungsprozessen können neue Materialkompositionen oder Verarbeitungstechniken erprobt und optimiert werden.

In Kombination mit Methoden des maschinellen Lernens kann Prüfsoftware auch zur Vorhersage von Materialeigenschaften oder zur Identifizierung potenzieller Fehlerquellen genutzt werden. Durch die systematische Nutzung der generierten Daten können Schlüsselprozesse weiter verbessert und innovative Keramikprodukte entwickelt werden.

## Fazit

Die Anwendung von Prüfsoftware in der Keramikindustrie stützt sich auf drei Pfeiler: Qualitätskontrolle, Prozesssteuerung und Produktentwicklung. In allen drei Bereichen ermöglicht die Software eine bessere Kontrolle über den Herstellungsprozess, führt zu Kosteneinsparungen und unterstützt die kontinuierliche Innovation in der Branche. Daher ist zu erwarten, dass der Einsatz von Prüfsoftware weiterhin zunehmen und für zukünftige Fortschritte in der Keramikindustrie wesentlich sein wird.

## Thermische Prüfung von Keramik: Prozessbeschreibung und Resultate

### Die thermische Prüfung von Keramik als wesentlicher Bestandteil der Qualitätssicherung

Als Auszubildender im Beruf Prüftechnikergewerkschaft für Keramik bin ich mit der wichtigen Aufgabe betraut, die Qualität unserer Produkte zu gewährleisten. Dies geschieht durch eine Vielzahl von Tests und Prüfungen, wobei die thermische Prüfung eine ganz besondere Rolle einnimmt. Im Folgenden möchte ich diese Prüfungsform näher erläutern und die daraus resultierenden Ergebnisse beschreiben.

### Die Bedeutung der thermischen Prüfung

Keramik ist ein Material mit zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten. Ob in der Technik, in der Industrie oder im Alltag, Keramikprodukte müssen hohen Anforderungen standhalten. Wesentlich für die Qualität eines Keramikproduktes ist neben der chemischen Zusammensetzung vor allem sein thermisches Verhalten. Qualitativ hochwertige Keramik muss sowohl bei hohen als auch bei niedrigen Temperaturen stabil bleiben und darf weder Risse noch sonstige Beschädigungen aufweisen. Daher ist die thermische Prüfung von Keramik ein unverzichtbarer Schritt in der Qualitätssicherung.

### Der Prozess der thermischen Prüfung

Die Durchführung der thermischen Prüfung beginnt mit der Auswahl der zu testenden Proben. Diese sollen repräsentativ für die gesamte Produktion sein. Die ausgewählten Keramikproben werden dann in einem speziell dafür vorgesehenen Prüfofen erhitzt. Dabei werden sie verschiedenen Temperaturstufen ausgesetzt, die von Raumtemperatur bis zu Extremtemperaturen reichen können, abhängig vom vorgesehenen Einsatzgebiet des Keramikprodukts. Während des Verlaufs wird der Ofen regelmäßig geöffnet und die Proben auf sichtbare Veränderungen untersucht. Dabei spielen Risse, Verfärbungen oder eine Veränderung der Form eine wichtige Rolle.

### Die Analyse der Resultate

Nach Abschluss des thermischen Prüfungsprozesses werden die Proben aus dem Ofen entnommen und erneut sehr genau untersucht. In dieser Phase reicht nicht nur der optische Eindruck von Bedeutung, sondern auch verschiedene Messwerte. Mit speziellen Geräten werden unter anderem der Wärmeausdehnungskoeffizient und die Wärmespeicherkapazität gemessen. Diese Werte geben Aufschluss über das thermische Verhalten des Keramiks und sind entscheidend für dessen Qualität und Eignung für bestimmte Anwendungen.

Zusätzlich zur Untersuchung der Proben ist es von großer Bedeutung, alle während der Prüfung erhebenen Daten systematisch zu dokumentieren und zu analysieren. Vergleiche mit den Werten von in der Vergangenheit getesteten Proben geben

Aufschluss über die Konsistenz des Produktionsprozesses und helfen dabei, eventuelle Probleme bei der Herstellung aufzudecken.

### Die Aussagekraft der thermischen Prüfung

Zusammengefasst bildet die thermische Prüfung von Keramik einen elementaren Bestandteil der Qualitätskontrolle in der Keramikindustrie. Die Ergebnisse dieser Prüfungen bestätigen nicht nur die Einhaltung der geforderten Qualitätsstandards, sondern liefern auch wichtige Informationen zur stetigen Verbesserung des Herstellungsprozesses. Dadurch tragen sie maßgeblich zur Sicherung des hohen Standards bei, der von Kunden weltweit geschätzt und erwartet wird. Letztendlich ist es die Kombination aus fachkundiger Durchführung der Prüfungen und fundierter Analyse der Resultate, die es uns als Prüftechnikern für Keramik ermöglicht, die hohe Qualität unserer Produkte zu gewährleisten und weiter zu steigern.

## Mechanische Eigenschaften von Keramik: Prüfmethoden und Auswertung

### Einführung

Keramik gehört zu den ältesten von Menschenhand geformten Werkstoffen und etabliert sich in der heutigen Zeit als wichtiger Bestandteil verschiedener industrieller Anwendungen. Die charakteristischen Merkmale und Vielfältigkeit von Keramiken basieren auf deren besonderen Eigenschaften. Besonders wichtig sind dabei die mechanischen Eigenschaften von Keramiken, die durch verschiedene Prüfmethoden analysiert und ausgewertet werden. Keramik ist ein spröder Werkstoff mit hoher Härte, geringem Verschleiß, guter Wärmeleitfähigkeit und ausgezeichnetem chemischem Widerstand.

### Keramikprüfmethoden

Ein Verständnis für die mechanischen Eigenschaften von Keramik und deren Prüfverfahren ist essentiell, um den Einsatzbereich des Materials zu bestimmen und Qualitätssicherung zu gewährleisten. Bei der Prüfung der mechanischen Eigenschaften werden einige gängige Methoden angewandt.

Zunächst gibt es den Härteprüfung-Tests, bei dem eine Diamantspitze unter einem spezifischen Kraftaufwand in das Material gedrückt wird. Die Eindringtiefe dient als Maß für die Härte des geprüften Materials. Bedeutend hierbei ist die Vickers-Härteprüfung, bei welcher die Fläche des Eindrucks zur Kraft ins Verhältnis gesetzt wird.

Zusätzlich wird die Biegefestigkeit untersucht. Hierbei werden die Proben durch dreipunkt- oder vierpunkt-Biegeversuche getestet. Die Belastung, die ein Material standhält bevor es bricht, ergibt die Biegefestigkeit oder Flexionsfestigkeit.

Die Zugfestigkeitsprüfungen gehören auch zu den maßgeblichen Prüfmethoden. Hier versucht man, das Material auseinander zu ziehen, um den Punkt der Bruchfestigkeit sowie die Zugfestigkeit zu bestimmen.

### Auswertung der Prüfmethoden

Die durchgeführten Prüfmethoden liefern wichtige Werte, die anschließend ausgewertet werden. Durch die Berechnung und Auswertung der gesammelten Daten kann ein umfassendes Bild über die mechanischen Eigenschaften und die Qualität der untersuchten Keramik herangezogen werden. Hierbei ist es wichtig zu beachten, dass Keramik einen spröden Bruch aufweist und die Festigkeiten stark von der Probengröße und der Oberflächenbeschaffenheit abhängen.

Die Härte einer Keramik bestimmt, wie widerstandsfähig es gegenüber Eindringverhalten oder Abrieb ist. Eine hohe Härte ist oft gleichbedeutend mit einer hohen Verschleißfestigkeit.

Die Biegefestigkeit ist dahingegen ein Indikator für die Resistenz gegenüber mechanischen Belastungen. Eine hohe Biegefestigkeit zeigt, dass das Material erheblichen Belastungen standhalten kann, bevor es bricht.

Die Auswertung der Zugfestigkeitsprüfungen liefert Erkenntnisse über die Grenzen der Dehnbarkeit vor dem Bruch und wie gut das Material Zugbeanspruchungen standhalten kann.

### Schlussfolgerungen

Zusammengefasst ermöglichen die Prüfung der mechanischen Eigenschaften und deren Auswertung ein tiefgreifendes Verständnis der physikalischen und mechanischen Eigenschaften von Keramiken. Dies dient nicht nur dazu, die Qualität von Keramiken zu gewährleisten, sondern auch dazu, ihre Eignung für spezifische Anwendungen zu bewerten und das Material effizient zu nutzen. Keramiken sind trotz ihrer Sprödigkeit aufgrund ihrer außergewöhnlichen Eigenschaften in der Technologie von großer Bedeutung und haben eine Vielzahl von Anwendungen in den unterschiedlichsten Bereichen. Ihre mechanischen Eigenschaften spielen dabei eine entscheidende Rolle. Daher ist es essentiell, geeignete Prüfmethoden anzuwenden und den Prozess der Auswertung zielgerichtet zu gestalten.

## Qualitätssicherung in der Keramikherstellung: Prüfverfahren und Normen

Die Qualitätssicherung in der Keramikherstellung ist ein wichtiger Aspekt, um sicherzustellen, dass die hergestellten Produkte den festgelegten Standards entsprechen und eine konsistente Qualität aufweisen. Um dies zu erreichen, werden verschiedene Prüfverfahren und Normen angewendet.

### Prüfverfahren in der Keramikherstellung

Die mechanischen Eigenschaften keramischer Produkte sind in hohem Maße von ihrer Mikrostruktur abhängig, insbesondere von der Größe und Anordnung der eingesetzten Rohstoffe. Daher sind Prüfverfahren von entscheidender Bedeutung, um die Kontrolle über die Einheitslichkeit der Produktstruktur zu behalten und somit die Qualität sicherzustellen.

**Spektrometrische Analyse:** Eine spektrometrische Analyse wird durchgeführt, um die chemische Zusammensetzung der Rohstoffe zu bestimmen. Diese Analyse ist besonders wichtig, um die Anwesenheit etwaiger Verunreinigungen festzustellen, die sich auf die endgültige Qualität des Produkts auswirken könnten.

**Particle Size Analysis:** Die Größe der Partikel in den Ausgangsmaterialien beeinflusst sowohl die Homogenität des Endprodukts als auch seine mechanischen Eigenschaften. Eine genaue Kontrolle der Partikelgröße durch Mikroskopie oder Laserdiffusion ist daher ein unverzichtbares Prüfverfahren.

**Physikalische Prüfungen:** Dazu gehören Prüfungen wie Dichte-, Porositäts- und Härtemessungen, die wesentliche Informationen über die mechanischen Eigenschaften des Endprodukts liefern.

**Thermische Analyse:** Durch thermische Tests können wichtige Informationen über die thermischen Eigenschaften des Materials gewonnen werden, wie z.B. seine Thermoschockbeständigkeit und seine Temperaturdeformationsraten.

### Keramik Normen für Qualitätssicherung

Neben den Prüfverfahren ist die Einhaltung von Normen ein weiterer wichtiger Aspekt der Qualitätssicherung in der Keramikherstellung. Diese Normen legen spezifische Anforderungen fest, die erfüllt werden müssen, um ein qualitativ hochwertiges Produkt zu gewährleisten.

**ISO-Normen:** Die Internationale Organisation für Normung (ISO) hat eine Reihe von Normen eingeführt, die sich speziell auf keramische Materialien beziehen. Dazu gehören Normen für die Prüfung von Rohstoffen, die Messung der mechanischen und physikalischen Eigenschaften sowie die Bewertung der thermischen Beständigkeit.

**DIN-Normen:** In Deutschland sind die Deutschen Industrienormen (DIN) weit verbreitet. Diese Normen legen spezifische Anforderungen an die mechanischen,

Themischen und chemischen Eigenschaften keramischer Produkte fest und beziehen sich auch auf die verwendeten Produktionsprozesse.

ASTM-Normen: Die American Society for Testing and Materials (ASTM) hat ebenfalls Normen eingeführt, die sich speziell auf die Keramikherstellung beziehen. Dazu gehören Normen für die Materialprüfung sowie für die Produktherstellung und -prüfung.

#### Zusammenfassung: Bedeutung der Qualitätssicherung

Insgesamt ist die Qualitätssicherung in der Keramikherstellung von entscheidender Bedeutung, um sicherzustellen, dass die produzierten Keramikartikel den erwarteten Qualitätsstandards entsprechen. Dabei spielen sowohl betriebliche Prüfverfahren als auch internationale Normen eine zentrale Rolle.

Diese Sicherung ist vielschichtig und beinhaltet sowohl die Kontrolle der eingesetzten Rohstoffe als auch die Prüfung der Endprodukte. Insbesondere berücksichtigt die Qualitätssicherung mechanische, physikalische, chemische und thermische Eigenschaften, um zu gewährleisten, dass die Produkte nicht nur ästhetisch ansprechend, sondern auch funktional, dauerhaft und sicher in ihrer Anwendung sind. Insgesamt tragen diese Maßnahmen dazu bei, die Qualitätsstandards der Keramikindustrie hoch zu halten und den Verbrauchern beständige und zuverlässige Produkte zu gewährleisten.