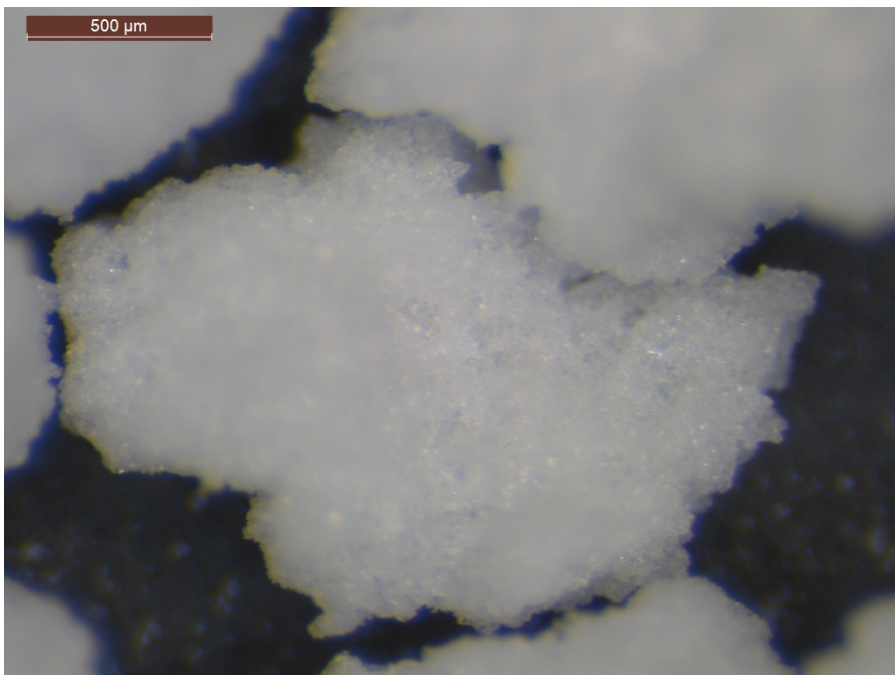
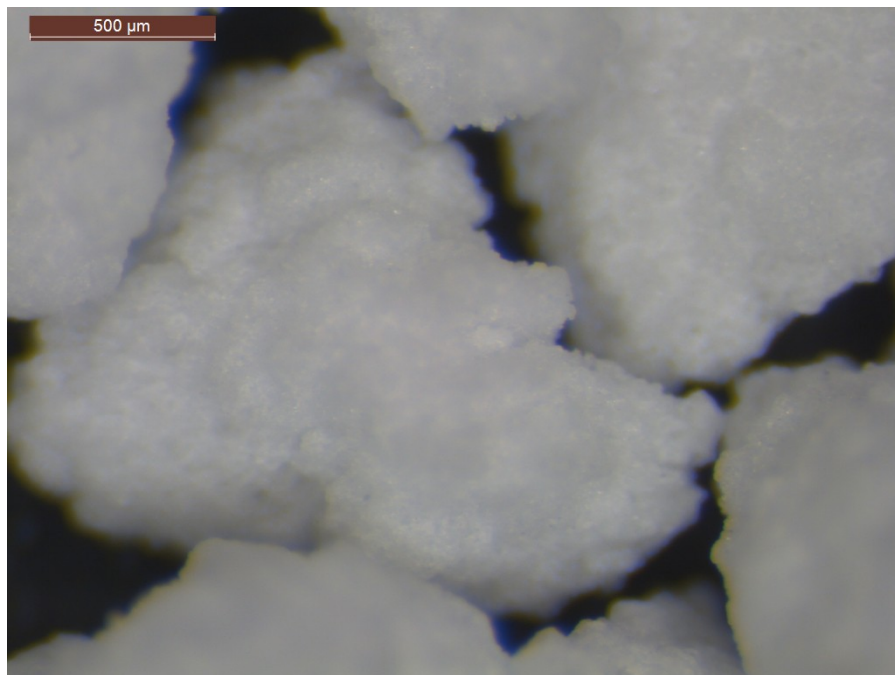


Herstellung von sphärischen Calciumphosphat-Granulaten

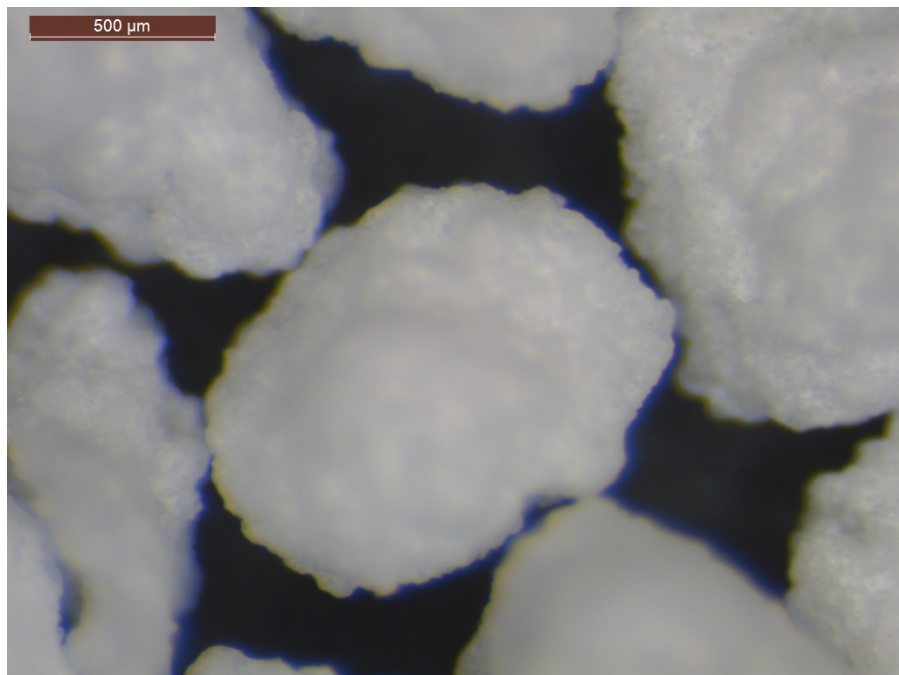
Schüttel-Mischer-Experiment



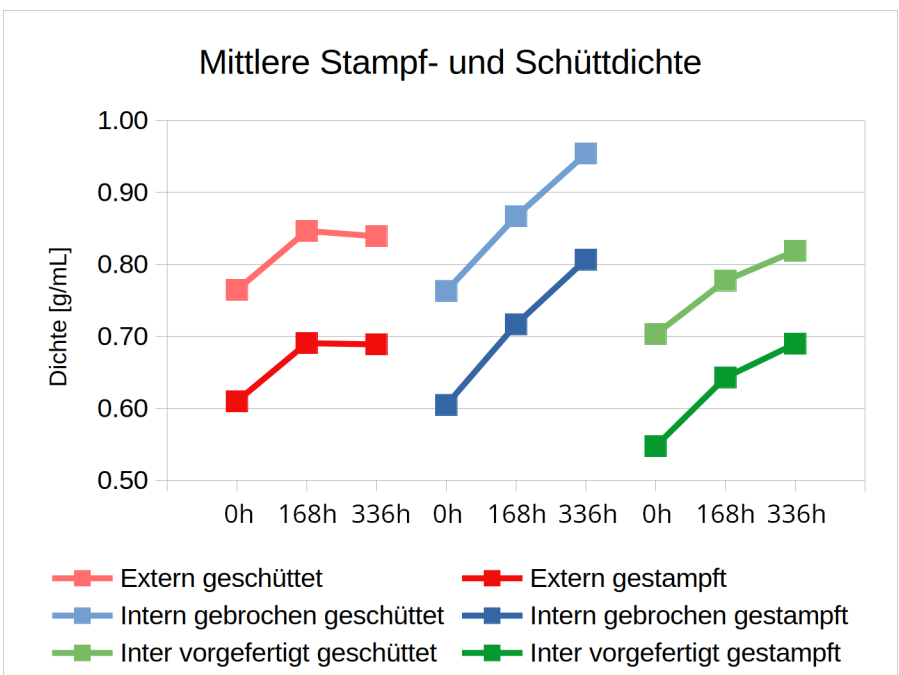
TCP Granulat Original



TCP Granulat nach 168h

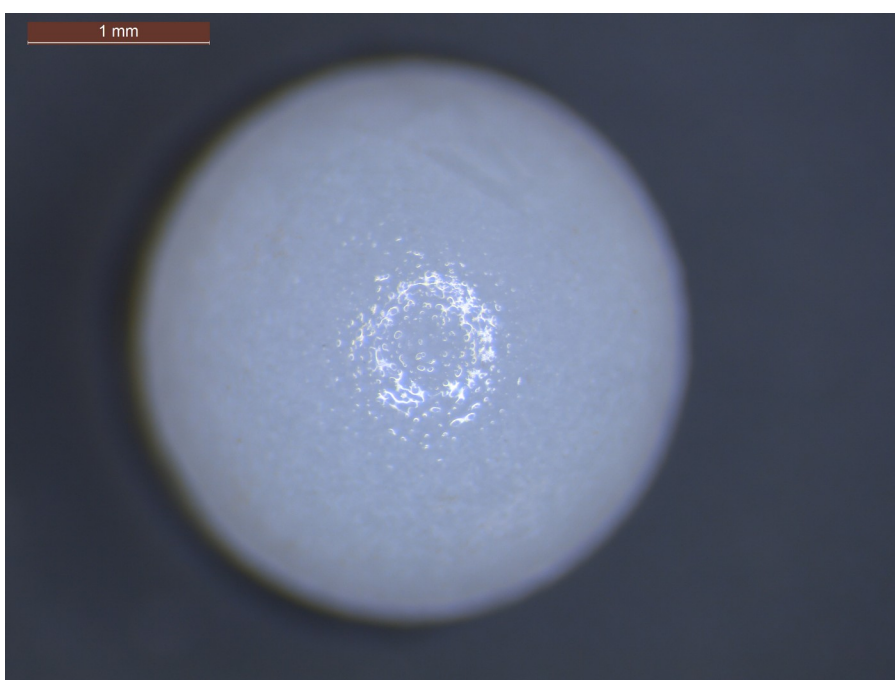


TCP Granulat nach 336h

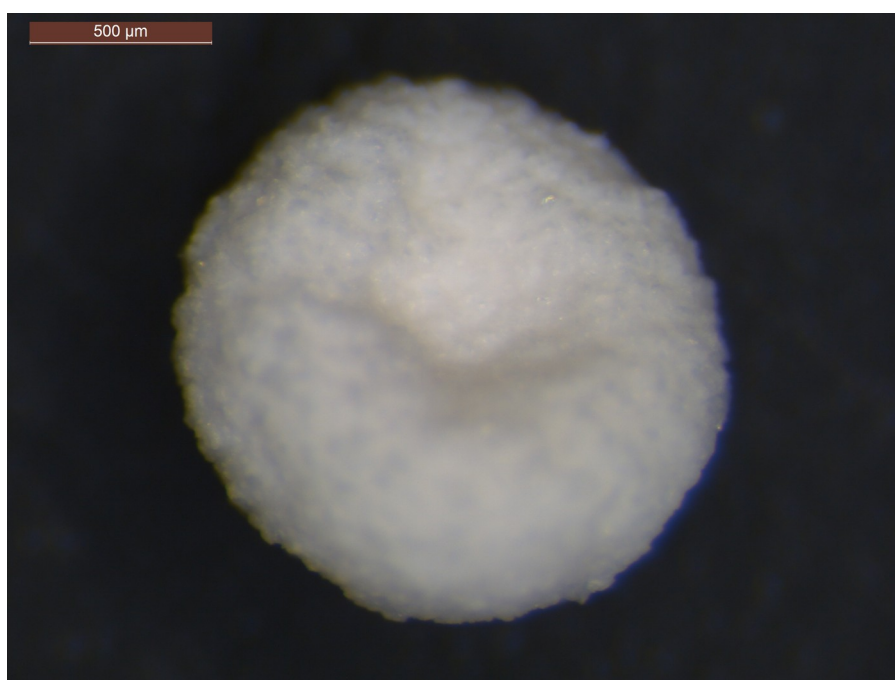


Dichtevergleich

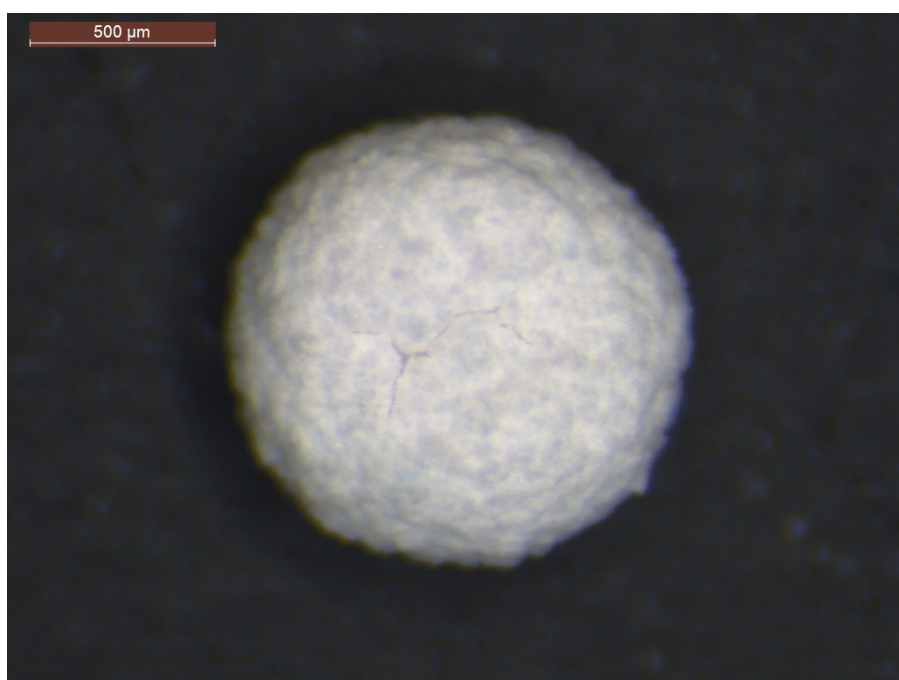
Slurry-Tropf-Experiment



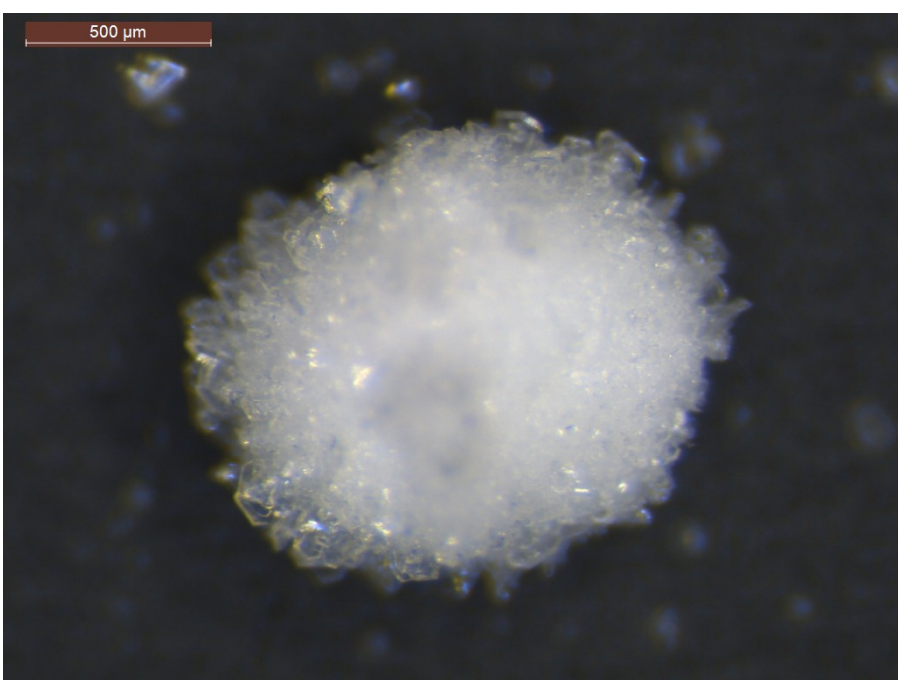
Geliertes Slurry-Tropfen



40 °C getrocknetes Granulat



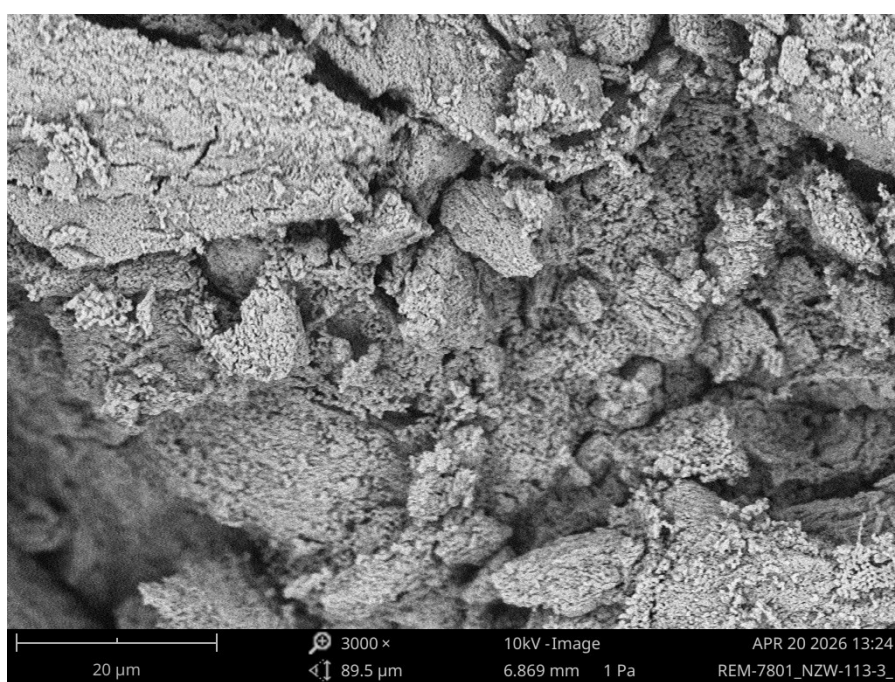
1'050 °C gesintertes Granulat



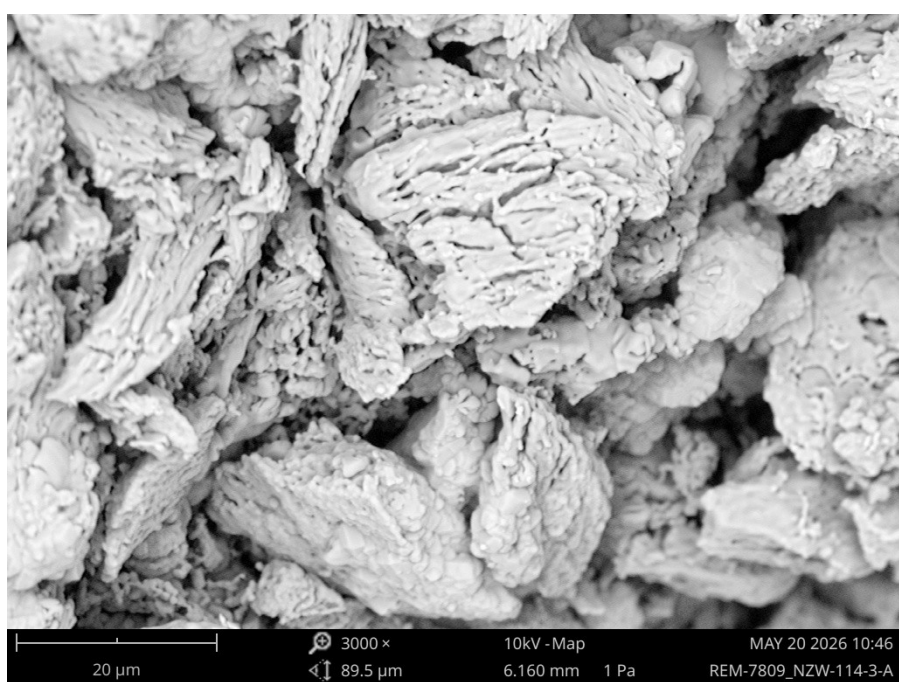
1'500 °C gesintertes Granulat



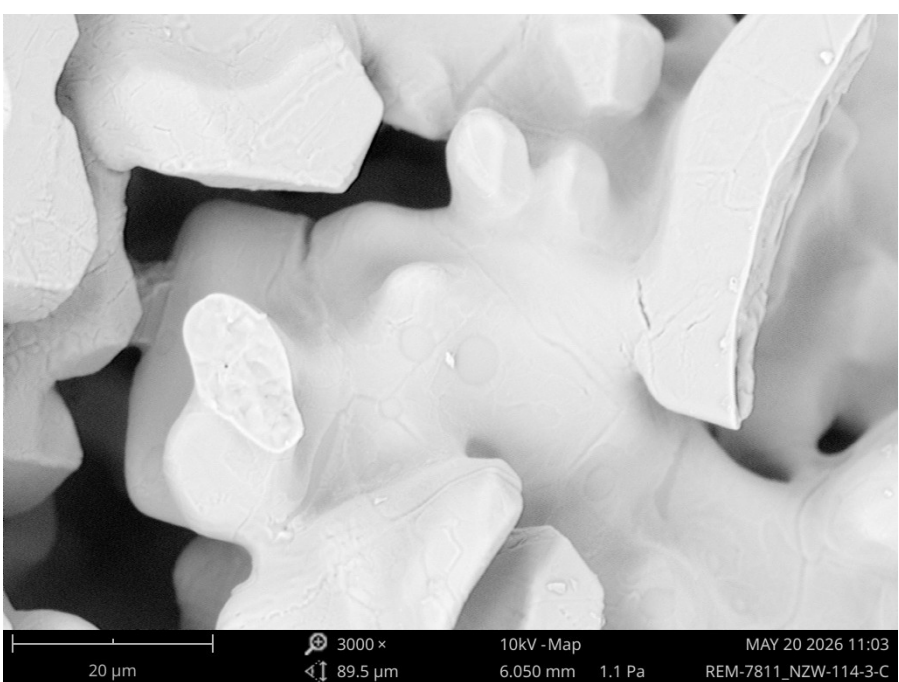
Versuchsaufbau für die Tropfengenerierung



REM von 40 °C Granulat



REM von 1'050 °C Granulat



REM von 1'500 °C Granulat

Problemstellung

Kalziumphosphat-basierte Biomaterialien werden aufgrund ihrer Biokompatibilität häufig für die Knochenregeneration eingesetzt. Herkömmliche Granulate weisen jedoch oft unregelmässige, kantige Formen auf, wodurch die Packungsdichte, Injizierbarkeit und klinische Handhabung eingeschränkt werden. Kugelförmige Granulate bieten diesbezüglich Vorteile, jedoch sind zuverlässige und standardisierte Herstellungsverfahren bislang begrenzt.

Zudem kann die Integration oder Substitution von Ionen in Knochenersatzmaterialien die Knochenbildung positiv beeinflussen. Sie können zum Beispiel das Zellwachstum stimulieren, die Wundheilung beschleunigen oder durch ihre antibakterielle Wirkung das Infektionsrisiko senken.

Die Prüfung verschiedener Herstellmethoden sphärischer Granulate war der zentrale Fokus dieser Arbeit. Zusätzlich sollte noch versucht werden Ionen in das Granulat mit einzubinden oder darauf zu deponieren. Die Arbeit dient der Machbarkeitsprüfung dieser Methoden.

Lösungskonzepte

Zwei Herstellvarianten wurden versucht. Für die erste wurden TCP Granulate in einen Schüttel-Mischer gegeben und über längere Zeit gemischt. Durch gegenseitigen Abrieb sollten sich die Granulate abrunden.

Als zweiter Versuch wurde Hydroxylapatit-pulver mit einer Ionenquelle in einer Slurry suspendiert und in ein Kalzium-Chlorid-Bad getropft. Die erstellten Gel-Kügelchen wurden schliesslich getrocknet und / oder gesintert.

Ergebnisse

Vielversprechend ist der Slurry-Tropf-Prozess, da damit Granulate mit hoher Form- und Grössenkonstanz hergestellt werden können. Zudem ermöglicht dieses Verfahren die Verwendung von Hydroxylapatit-Pulver sowie eine einfache Ionen-Integration durch Stoffeinemischung in die Suspension. Die erzeugten Tropfen können direkt getrocknet oder zusätzlich gesintert werden, um die Festigkeit der Granulate zu erhöhen. Die gesinterten Granulate weisen eine sehr gleichmässige Grössen- und Formverteilung auf und sind nahezu perfekt sphärisch.

Auch die Nachbearbeitung von TCP-Granulaten zeigte Potenzial, da vorgefertigte Granulate durch Mischen abgerundet werden können. Aufgrund der hohen Materialhärte benötigt dieser Prozess jedoch vergleichsweise viel Zeit. Die bearbeiteten Granulate zeigen klar eine erhöhte Packungsdichte und überwiegend abgerundete Formen, enthalten jedoch auch Feinpulveranteile, welche mit einer Siebung entfernt werden können.

Tim Marguth

Hauptbetreuer:
Prof. Dr. Michael Buffler

Experte:
PD Dr. Philipp Stämpfli

Kooperationspartner:
Geistlich Pharma AG
Marco Mehr & Nina Zwahlen

Geistlich