Seiten-Adresse:
https://www.gesundheitsindustrie-bw.de/fachbeitrag/pm/massgeschneiderte-funktionalisierte-gelatine-reproduzierbar-hergestellt

Maßgeschneiderte funktionalisierte Gelatine – reproduzierbar hergestellt

Gelatine ist ein vielseitig einsetzbares natürliches Material. Um seine Eigenschaften gezielt an die Anforderungen unterschiedlicher Anwendungen in Medizin, Diagnostik und Kosmetik anzupassen, hat das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB eine Toolbox für chemische Funktionalisierungen entwickelt. Mithilfe automatisierter Prozesse können die Modifikationen nun unter definierten Bedingungen skaliert und reproduzierbare Qualitäten modifizierter Gelatine im Gramm- bis hin zum Kilogramm-Maßstab für Bemusterungen hergestellt werden.

Gelatine hält nicht nur Gummibärchen, Sahnepuddings und Weichkapseln in Form. Aufgrund seiner Fähigkeit, durchgehende und mechanisch stabile Filme zu bilden, ist das Biopolymer auch für Beschichtungen gefragt, etwa von Textilien, Papier oder fotografischen Filmen, in denen Gelatine als Träger von Pigmenten und Chemikalien fungiert. Das natürliche Protein ist zudem sehr gut biokompatibel, sodass es sich auch für Anwendungen in Kosmetik und Medizin eignet, etwa als Träger für Wirk- und Farbstoffe oder als quellfähige Wundauflage.

Häufig ist es jedoch notwendig, die Materialeigenschaften gezielt anzupassen, beispielsweise für den Einsatz im 3D-Bioprinting. So ist Gelatine aufgrund ihres temperaturabhängigen Gelierverhaltens erst bei höheren Temperaturen fließfähig, verliert jedoch unter physiologischen Bedingungen an Formstabilität. Für diese Fälle optimiert das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB die Eigenschaften von Gelatine anforderungsspezifisch mithilfe chemischer Modifizierungsreaktionen.

»Für den Einsatz im Bioprinting modifizieren wir Gelatine so, dass wir sowohl die Eigenschaften der Biotinte als auch die strukturelle Stabilität nach dem Druck gezielt einstellen können«, erklärt Dr. Achim Weber, Bereichsleiter Biofabrikation und Materialentwicklung am Fraunhofer IGB. Neben dem Gel- und Schmelzpunkt und damit dem Gelierverhalten können auch die Viskosität, die Löslichkeit oder die Ladung des Biopolymers an die jeweils gewünschte Anwendung angepasst werden.

Ein Baukasten für Funktionalisierungen nach Maß

Im Beispiel des Bioprinting greifen die Forschenden bevorzugt darauf zurück, Gelatine durch Umsetzung mit Methacrylsäureanhydrid fotovernetzbar zu machen. »Die methacrylierte Gelatine vereint die biologische Verträglichkeit von Gelatine mit der Eigenschaft, unter UV-Licht auszuhärten«, erklärt Melanie Dettling, die die chemischen Modifizierungen im Labor durchführt und überwacht. Sobald die modifizierte Gelatine nach dem Druckprozess – unter Zuhilfenahme eines Photoinitiators – mit UV-Licht bestrahlt wird, vernetzt sie sich zu einem festen Hydrogel. Das Material imitiert in diesem Fall die körpereigene extrazelluläre Matrix (ECM) der Zellen und unterstützt als strukturgebendes Gerüst deren Adhäsion, Wachstum und Differenzierung, sodass sich neues Gewebe bilden kann.

Eine derartig modifizierte Gelatine kam im EU-Projekt TriAnkle zum Einsatz, zusammen mit Kollagen und modifiziertem Kollagen. Die Biomaterialien dienten hier als individualisiertes Trägersystem für Zellen und Wachstumsfaktoren. Präklinische Studien mit passgenauen Implantaten für Sprunggelenk-Defekte zeigten eine deutlich verbesserte Regeneration von Sehnen- und Knorpelgewebe, reduzierte Entzündungsreaktionen und eine beschleunigte Heilung.

Je nach gewünschter Anwendung können auch andere Funktionalisierungen zum Ziel führen. »So bringen wir beispielsweise Thiolgruppen in Biopolymere ein, um eine Vernetzung über sogenannte Klick-Reaktionen zu ermöglichen«, erklärt Dettling. Die Vernetzung kann somit auf unterschiedliche Weise erfolgen – photochemisch mittels UV-Strahlung, thermisch oder durch chemische Reaktionen.

Mithilfe ihres flexiblen Baukastens konnten die Forschenden auch die positive Ladung von Gelatine erhöhen. In einem Point-of-Care-Schnelltest wurden solch kationisierte Gelatinehydrogele erfolgreich eingesetzt, um zentrale Reaktionskomponenten einzubetten und die negativ geladenen Targetmoleküle zu immobilisieren.

Automatisierter, standardisierter Prozess für konsistente Materialeigenschaften

Um die Eigenschaften des optimierten Materials testen zu können, benötigen Partner aus Forschung und Industrie in der Regel größere Mengen der funktionalisierten Biopolymere. Für eine skalierbare und reproduzierbare Herstellung funktionalisierter Gelatine hat das Materialentwicklungsteam am Fraunhofer IGB nun neue Prozesse in automatisierten Reaktorsystemen etabliert.

In den automatisierten Reaktoren werden alle relevanten Prozessparameter nach einem eigens definierten Standardprotokoll (SOP) systematisch erfasst und angepasst – von der Temperatur, dem Zufluss beispielsweise des Methacrylsäureanhydrids, über den pH-Wert bis zur zudosierten Natronlauge. Dettling konnte zeigen, dass der resultierende Methacrylierungsgrad der Gelatine im 1-Liter-Reaktor sich linear zum Methacrylsäureanhydrid-Überschuss der Zuflusslösung verhält – ein Befund, der sich bei der manuellen Herstellung im Kolben so nicht demonstrieren ließ.

»In unserem 1-Liter-Reaktor können wir nun 100 Gramm modifizierte Gelatine reproduzierbar und mit absolut konsistenter Qualität herstellen«, so Dettling. Derzeit überträgt die angewandte Chemikerin die standardisierte Prozessführung auf Reaktoren mit Volumina von 5 und 10 Litern, um zu zeigen, dass die Materialeigenschaften auch bei der weiteren Skalierung reproduzierbar bleiben. In einem Batch-Ansatz kann dann bis zu einem Kilogramm funktionalisierter Gelatine hergestellt werden.

Vergleichbare Funktionalisierungen von Mustermengen

Die automatisierte Prozessführung erlaubt es, unterschiedliche chemische Funktionalisierungen unter standardisierten Prozessbedingungen umzusetzen und damit, die Effekte der Modifizierungen direkt miteinander zu vergleichen.

»Unterschiede der Materialeigenschaften können wir jetzt eindeutig der jeweiligen chemischen Modifikation zuordnen und ausschließen, dass sie auf variierende Herstellungsbedingungen zurückzuführen sind«, erklärt Dettling. Die hergestellten Materialien werden Unternehmen und Forschungspartnern für Bemusterungen zur Verfügung gestellt. Diese können für ihre Produktentwicklungen die Materialeigenschaften testen, Anwendungen evaluieren oder Machbarkeitsstudien durchführen, ohne eigene Entwicklungs- oder Skalierungsprozesse aufbauen zu müssen.

Breites Anwendungsspektrum für funktionalisierte biobasierte Polymere

»Modifizierte Gelatine eignet sich als Hydrogel, Trägermaterial oder strukturgebende Komponente in biomedizinischen Systemen oder Personal-Care-Produkten ebenso wie für funktionelle Materialien und Beschichtungen, bei denen gezielte Wechselwirkungen, Barriere- oder Hafteigenschaften gefordert sind«, so Weber. Darunter fallen auch In-vitro-Testsysteme sowie mikrofluidische Diagnostikplattformen, die definierte, reproduzierbar herstellbare Materialien mit kontrollierten Oberflächen- oder Materialeigenschaften benötigen.

Die am Fraunhofer IGB eingesetzten Prozesskonzepte sind nicht auf Gelatine beschränkt. Vielmehr können auch die Materialeigenschaften weiterer biobasierter Polymere, etwa Kollagen, Chitosan, Inulin und Hyaluronsäure, aufgrund ihrer guten chemischen Modifizierbarkeit gezielt eingestellt werden, ob zur Verkapselung für eine kontrollierte Freisetzung oder zur Beschichtung.

Pressemitteilung

18.06.2026
Quelle: Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB

Weitere Informationen

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB
Nobelstr. 12
70569 Stuttgart

Dr. Achim Weber
Bereichsleiter Biofabrikation und Materialentwicklung | Gruppenleiter Biofabrikation
Tel.: +49 (0) 711 970 4022

Dr. Claudia Vorbeck
Kommunikation
Tel.: +49 (0) 711 970 4031

- Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB