

Es werde Licht: Photoinitiatoren für Zahnfüllungen, Kontaktlinsen, Prothesen und Co.

Photoinitiatoren sorgen dafür, dass flüssiger Kunststoff - etwa für Zahnfüllungen - mittels Lichts schnell aushärtet. Dank einer neuen Synthesemethode der TU Graz lassen sich diese Initiatoren günstig herstellen, was der Technologie weitere Türen öffnet.

Wer schon einmal mit einem Loch im Zahn am Zahnarztstuhl gelegen ist, kennt das Prozedere womöglich: Nach dem Ausbohren des Zahns folgt eine Füllung aus flüssigem Kunststoff, die im Mund modelliert und durch UV-Licht zur fixen Plombe ausgehärtet wird. Möglich machen das sogenannte Photoinitiatoren. Das sind chemische Verbindungen, die der Füllpaste beigemischt werden. Sie zerfallen unter Lichteinwirkung und bilden Radikale, durch die diese Paste aushärtet.

Seit einigen Jahren werden dafür germaniumbasierte Photoinitiatoren eingesetzt. Ihr Plus: Sie absorbieren längerwelliges Licht und benötigen für die Aushärtung somit kein gesundheitlich bedenkliches UV-Licht. Im Dentalbereich hat sich dieser nicht toxische Photoinitiator bereits etabliert, obwohl seine Herstellung kostspielig ist: Die Produktionskosten von einem Kilogramm dieses Initiators liegen derzeit in der Größenordnung eines neuen Kleinwagens. „Angesichts der geringen Mengen, die für Zahnfüllungen benötigt werden, fällt der Preis des Photoinitiators in der Dentalbranche kaum ins Gewicht. Für andere Anwendungen war die teure Produktion aber ein Hemmschuh - bis jetzt“, erklärt der Chemiker Michael Haas von der TU Graz.

Neue, simple Synthesemethode

Gemeinsam mit seinem Team am Institut für Anorganische Chemie entwickelte Haas eine völlig neue Synthesemethode für germaniumbasierte Photoinitiatoren. Diese Herstellungsmethode kommt im Gegensatz zur konventionellen Synthese nicht nur ohne Schwefel aus („ein Geruch, den man nicht unbedingt im Mund wahrnehmen möchte“), sondern ist deutlich einfacher, effizienter und kostengünstiger. Es ist uns gelungen, einen alternativen Zugang zu dieser Verbindungsklasse zu etablieren, der einstufig ist und die Isolierung des Produkts geradezu simpel macht.“ Dabei werden simultan mehrere siliziumbasierte Schutzgruppen abgespalten. Die gewünschte Verbindung wird anschließend durch simples Auskristallisieren isoliert. Damit eröffnen sich für diese Klasse von Photoinitiatoren weitere biomedizinische Anwendungen, etwa in der Herstellung von Kontaktlinsen, Prothesen, neuartigen Implantaten oder künstlichem menschlichen Gewebe.

Diesen alternativen Zugang haben die Forschenden nun mit dem Projektpartner Ivoclar Vivadent AG in die Anwendung übersetzt. Das Dentalunternehmen hatte schon bisher einen toxikologisch unbedenklichen Photoinitiator (Ivocerin®) auf Germaniumbasis in seinem Produktportfolio. Dieser birgt aber auch gravierende Nachteile in der Herstellung, wie Haas erklärt: „Bei Ivocerin® ist die Synthese aufwendig und mehrstufig, außerdem ist die Entfernung der Reaktionspartner teuer und führt zu enormen Ausbeuteverlusten“. Durch die absehbare Markteinführung des neuen Initiators werden Zahnfüllungen künftig signifikant günstiger sein.

Geeignet für Kontaktlinsen und Co.

Michael Haas sieht auch Potenzial für weitere biomedizinische Anwendungen wie etwa

Kontaktlinsen: Für die meisten dieser Anwendungen werden bislang phosphorbasierte und damit toxikologisch bedenkliche Photoinitiatoren eingesetzt. Die gesundheitlich unbedenklichen Initiatoren auf Germaniumbasis waren für diese Anwendungen bislang zu teuer. Auch die Herstellung von neuartigen Implantaten, von Prothesen oder künstlichem menschlichen Gewebe sind mögliche Einsatzgebiete des neuartig synthetisierten Initiators. „Interessant wird es überall dort, wo die Verwendung von nicht toxischen Materialien von zentraler Bedeutung ist“, sagt Haas. Die Forschung an Photoinitiatoren ist mit rund zwölf Jahren ein relativ junges Gebiet. Michael Haas und seine Forschungsgruppe haben auf dem Gebiet der germaniumbasierten Photoinitiatoren in den vergangenen vier Jahren bereits zwei voneinander unabhängige Patente erfolgreich eingereicht. „Da radikalische Photoinitiatoren in vielen industriellen Prozessen eine Anwendung finden, ist die absolute Relevanz unserer Ergebnisse noch nicht abschätzbar“, meint Haas.

Publikation im Fachjournal Angewandte Chemie

Bei aller Anwendungsorientierung fährt die Arbeitsgruppe von Michael Haas auch eine reiche Ernte in der Grundlagenforschung ein: In den vergangenen Jahren haben sie alleine auf diesem Gebiet mehr als 15 Publikationen in anerkannten wissenschaftlichen Fachjournals publiziert. Unlängst veröffentlichte Haas gemeinsam mit seinem Doktoranden Manfred Drusgala sowie mit weiteren Kolleginnen und Kollegen im Fachjournal „Angewandte Chemie“ neue Ergebnisse. Darin beschreiben die Forschenden eine neue Methode zur gezielten Synthese sogenannter Bisenolate, einer speziellen Verbindungsklasse aus der Enolatchemie. Diese Verbindungsklasse zeichnet sich durch die Möglichkeit einer Doppelreaktion am zentralen und aktiven Germaniumatom aus – es sind also simultan zwei Reaktionen gleichzeitig durchführbar. Das erlaubt die Einführung neuer Funktionalitäten, wodurch diese neue Verbindungsklasse für die weitere Forschung am Gebiet der Photoinitiatoren von großem Interesse ist. „Das ist auch für die gesamte metallorganische Chemie ein Meilenstein“, so Haas. Er und sein Team entwickeln zurzeit ausgehend von diesen Molekülen völlig neuartige wasserlösliche Photoinitiatoren, was einen bislang unbetretenen Boden in diesem Forschungsgebiet darstellt.

An der TU Graz ist diese Forschung im Field of Expertise „Advanced Materials Science“ verankert, einem von fünf strategischen Schwerpunktfeldern.

Originalpublikation:

Isolable Geminal Bisgermenolates: A New Synthon in Organometallic Chemistry
Manfred Drusgala, Philipp Frühwirth, Gabriel Glotz, Katharina Hogrefe, Ana Torvisco, Roland C. Fischer, H. Martin R. Wilkening, Anne-Marie Kelterer, Georg Gescheidt, Michael Haas. Angewandte Chemie. Int. Ed. 2021 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.202111636>