

Selbstheilende Materialien

Die meisten Materialien verschlechtern sich im Laufe der Zeit aufgrund von Ermüdung, Umweltbedingungen oder Schäden, die während der Nutzung auftreten. Risse und andere Arten von Schäden auf mikroskopischer Ebene verändern die thermischen, elektrischen und akustischen Eigenschaften von Materialien, Risse können dazu führen, dass das Material völlig unbrauchbar wird. Selbstheilende Materialien sind synthetisch hergestellte Substanzen, die die Fähigkeit haben, Schäden an sich selbst ohne externe Diagnose des Problems oder menschliches Eingreifen automatisch zu reparieren. Diese Materialien besitzen also „eingebaute“ Reparaturmechanismen. Selbstheilende Materialien sind vielfach Polymere oder Elastomere, aber auch Metalle, Glas, Keramiken und Zement – letzterer könnte in Zukunft zu deutlich längeren Gebrauchszeiten für Häuser und Straßen führen.¹ Die Heilungsmechanismen reichen von einer intrinsischen Reparatur des Materials bis hin zur Zugabe eines Reparaturmittels, welches durch einen äußeren Reiz (Licht, Temperaturänderung, usw.) aktiviert wird.

Dieses F&E-Feld ist ausgesprochen dynamisch und hat bereits zu konkreten Anwendungen geführt.² So entdeckte Yu Yanagisawa bereits 2017 „selbstheilendes“ Polymerglas, das nach dem Brechen durch einfaches Aneinanderdrücken wieder verbunden wird (Yanagisawa et al. 2018). Selbstheilende Polymere, so genannte Copolymere, weisen nach mechanischer Beanspruchung außerordentliche Selbstheilungsfähigkeiten, sowohl in trockenen als auch wässrigen und alkalischen Milieus auf. Die Heilung erfolgt dabei innerhalb weniger Minuten (Wang et al. 2019). Neuere Entwicklungen sind spezielle Pervoskite-Nanopartikel, bleifreie Strukturen, die in Solarzellen und Leuchtdioden eingesetzt werden könnten (Khalfin et al. 2021). Einige selbstheilende Materialien gelten als intelligente Strukturen, da sie sich an verschiedene Umgebungsbedingungen anpassen können. Selbstheilende Materialien können durch ihre besonderen Eigenschaften zu einer höheren Kosteneffizienz führen. Sobald ein Material Gebrauchsschäden aufweist, würde es sich selbst reparieren und müsste nicht aufwendig ausgetauscht werden. Die Lebensdauer von Teilen könnte erhöht werden, was vor allem im industriellen Einsatz von wesentlicher Bedeutung wäre.

Die Anwendungsfelder für solche neuartige Materialien sind sehr breit und zukunftssträftig.³ Sie reichen von Materialien im Flugzeugbau über Brenn-

¹ intechopen.com/online-first/self-healing-concrete-and-cementitious-materials.

² Einen populärwissenschaftlichen Überblick gibt dieses aktuelle Video aus Mai 2022 youtube.com/watch?v=ch6ixUbsEWk&t=552s.

³ Radical Innovation Breakthrough Inquirer (RIBRI): Foresight Tender EC: Fraunhofer ISI (lead), Institut Prospectiva, Finland Futures Research Centre, isi.fraunhofer.de/en/competence-center/foresight/projekte/ribri.html; siehe auch den ausführlichen Wikipedia-Artikel "Self-healing material", Stand: 04.08.2022, en.wikipedia.org/wiki/Self-healing_material.

stoffzellen und Lithium-Ionen-Akkus mit langer Haltbarkeit bis zu Oberflächenbeschichtungen, bspw. zur Isolierung von elektrischen Kabeln.² International gibt es bereits erste Firmen, die selbstheilende Materialien kommerziell erzeugen, z. B. der französische Chemiekonzern Arkema (Gummi) oder die US-Firma Autonomic Materials (Korrosionsschutz). Auch in Österreich gibt es dazu einige F&E-Aktivitäten, beispielsweise: recycelbare Kunststoffe, die das Polymer-Kompetenzzentrum Leoben entwickelt;⁴ selbstheilende Metalle, mit denen sich das Erich-Schmid-Institut für Materialwissenschaften der ÖAW und die Montan-Uni Leoben beschäftigen.⁵ Österreich ist über Joint Technology Initiative ECSEL-Austria auch an den europäischen Aktivitäten zur Entwicklung von elektronischen Komponenten und Systemen beteiligt.⁶ Der österreichische Farbenhersteller Adler hat selbstheilende Fensteranstriche („SH-Technologie“) entwickelt.⁷

Es ergeben sich aber auch einige Risiken und Beschränkungen: Fragen der Persistenz innerhalb des Systems (siehe [Langlebige organische Schadstoffe](#)), Hybridisierung von Materialien, ob und wie diese im System zirkulieren werden ([Kreislaufwirtschaft](#)), und letztlich Haftungs- und Compliancefragen (Haines-Gadd et al. 2021).

Zitierte Quellen

- Haines-Gadd, M., Charnley, F. und Encinas-Oropesa, A., 2021, Self-healing materials: A pathway to immortal products or a risk to circular economy systems?, *Journal of Cleaner Production* 315, 128193 [sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621024112](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621024112).
- Khalfin, S., et al., 2021, Self-Healing of Crystal Voids in Double Perovskite Nanocrystals Is Related to Surface Passivation, *Advanced Functional Materials* 32/15 2110421, doi.org/10.1002/adfm.202110421.
- Wang, L., et al., 2019, Synthesis of an Acrylamide Copolymer Containing Nano-SiO₂ by Ex Situ Cu(0)-Mediated SET-LRP, *International Journal of Polymer Science*, 7379368 doi.org/10.1155/2019/7379368.
- Yanagisawa, Y., et al., 2018, Mechanically robust, readily repairable polymers via tailored noncovalent cross-linking. *Science* 2018, 359, 72.

⁴ uar.at/en/associated-companies/associated-companies-/polymer-competence-center-leoben-gmbh/recyclable-and-self-healing-polymer-materials.

⁵ [pure.unileoben.ac.at/portal/de/publications/thermallytriggered-dual-insitu-selfhealing-metallic-materials\(28345444-215c-4692-acb6-3822480669dc\).html](https://pure.unileoben.ac.at/portal/de/publications/thermallytriggered-dual-insitu-selfhealing-metallic-materials(28345444-215c-4692-acb6-3822480669dc).html).

⁶ ecsel-austria.net/home.

⁷ adler-coatings.com/news/current-topics/self-healing-paint-technology-by-adler-something-like-this-probably-happens-every-10-years~n124731.