



LAND

OBERÖSTERREICH

# SMARTE OBERFLÄCHEN

AUF DAS ÄUSSERE  
KOMMT ES AN



OBERÖSTERREICHISCHE  
ZUKUNFTS  
AKADEMIE

### **Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber:  
Amt der Oö. Landesregierung  
Direktion Präsidium, Oö. Zukunftsakademie  
Kärntnerstraße 10-12, 4021 Linz  
Tel.: +43 732 7720 14402  
E-Mail: [zak.post@ooe.gv.at](mailto:zak.post@ooe.gv.at)  
[www.ooe-zukunftsakademie.at](http://www.ooe-zukunftsakademie.at)  
Auflage: August 2019

### Redaktionsteam:

DI Dr. Klaus Bernhard (Projektleitung)  
Mag.<sup>a</sup> Dr.<sup>in</sup> Petra Leitner  
Mag.<sup>a</sup> Dr.<sup>in</sup> Reingard Peyrl

Informationen zum Datenschutz finden Sie unter:  
<https://www.land-oberoesterreich.gv.at/datenschutz>

Titelfoto: TactoTek, Finnland

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>1. Innovative Oberflächenbeschichtungen</b>	<b>5</b>
1.1. Nanoskalige Beschichtungen	5
1.2. Korrosionshemmende Zink-Chrom-Legierungen	6
1.3. Reibungserhöhende Diamantbeschichtungen	6
1.4. Umweltfreundliche Galvanik	7
<b>2. Funktionelle elektronische Oberflächen</b>	<b>8</b>
2.1. Beheizte Oberflächen	8
2.2. Intelligente Fenster	9
2.3. Ultradünne Elektrofolien	10
2.4. Funktionale Tapeten und Wandbeschichtungen	10
<b>3. Bionisch inspirierte Oberflächenstrukturen</b>	<b>11</b>
3.1. Flüssigkeitstransportierende Oberflächenstrukturen	11
3.2. Selbstreinigende Materialien	12
3.3. Reibungsvermindernde Oberflächen	12
3.4. Biologisch inspirierte Haft- und Antihaftstrukturen	13
<b>4. Impulse für Oberösterreich</b>	<b>15</b>
<b>5. Quellen- und Literaturverzeichnis</b>	<b>18</b>

# Einleitung

---

Praktisch alle festen Stoffe weisen eine definierte Oberfläche auf, deren Optimierung nicht nur die Funktion von Produkten verbessert, sondern auch die Lebensdauer verlängert. Demgemäß hat die **Oberflächenbehandlung** in Oberösterreichs Industrie- und Gewerbebetrieben eine lange Tradition. Einige Beispiele sind die Verzinkung von Maschinenteilen, die Glasur von Keramik, die Galvanisierung von Automobilblechen oder die Lackierung von Hölzern.

Im Zuge der enormen technologischen Entwicklungen der Materialwissenschaften und der Informationstechnologie während der letzten Jahre entsteht eine **Vielzahl neuer Anwendungen** wie in Oberflächen integrierte Sensoren oder die Verringerung von Reibungsverlusten bei Fahrzeugen durch biologisch inspirierte Strukturen. Der Erfolg vieler aus heutiger Sicht besonders zukunftssträchtiger und nachhaltiger Technologien wie der Windenergie oder Photovoltaik beruht auf auch in Extremsituationen reibungsarmen und verschleißfesten Beschichtungen.

Durch diese raschen Entwicklungen verändert sich auch das **Bild der Oberflächentechnik in der Öffentlichkeit**: Noch vor wenigen Jahren standen negative Umweltaspekte wie die Gefahren durch Abwässer der Galvanikbetriebe oder Lösemittelmmissionen aus Lackieranlagen im Vordergrund der Berichterstattung. Heute sind dies eher die ökologischen, technischen und medizinischen Chancen wie z.B. die Treibstoffeinsparung durch eine der Haifischhaut abgesehen Beschichtung oder biokompatible Oberflächen von Implantaten.

Ähnlich wie kaum mehr ein modernes Haushaltsgerät ohne elektronische Teile auskommt, stellt auch die Oberflächentechnik eine unverzichtbare Schlüsseltechnologie für die **Produktion der Zukunft** dar. Dies bedeutet insbesondere für ein Industrieland wie Oberösterreich mit zahlreichen metall-, kunststoff-, glas- und holzverarbeitenden Betrieben und für die damit in Verbindung stehenden privaten und universitären Forschungseinrichtungen sowohl Herausforderung als auch Chance.

Allerdings ist die Bedeutung der funktionalen Oberflächen wesentlich weniger bekannt als beispielsweise die der Informationstechnologie. Daher sollen auf den folgenden Seiten **aktuelle Forschungsrichtungen der Oberflächentechnik** vorgestellt werden, wobei neben innovativen Beschichtungen schwerpunktmäßig auf die Elektronik sowie Bionik eingegangen wird. Ziel dieses Berichtes ist die Steigerung des Bewusstseins für die Bedeutung funktionaler Oberflächen, sowie das Entwickeln von Zukunftsvisionen für die heimische Forschung und Wirtschaft, die gleichzeitig zu Ressourcenschonung und Klimaschutz beitragen. Die dargestellten Verfahren wurden öffentlich zugänglichen Quellen entnommen und umfassen sowohl heimische als auch internationale Forschungen, erheben aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Wir danken uns für die Gespräche und Unterlagen im Rahmen der Rechercharbeit bei der **Johannes Kepler Universität**, der **Kunstuniversität Linz** sowie beim **Kunststoff-Cluster**.

# 1. Innovative Oberflächenbeschichtungen

---

Die Optimierung der vielfältigen Verfahren zur Oberflächenbeschichtung erfolgt wie häufig in der Technik als Kombination einer kontinuierlichen Weiterentwicklung und weniger spezieller Quantensprünge (wie etwa der Pulverlackierung), die ihrerseits wieder Ausgangspunkt eigener kontinuierlicher Entwicklungen werden. Forschungsschwerpunkte sind nicht nur neue und verbesserte Produkteigenschaften, sondern auch Ökologie und Ressourcenschonung. Wie groß mögliche Innovationspotentiale sind, wird beispielsweise daran deutlich, dass in der Automobilserienproduktion rund 50 % der gesamten Energie in Zusammenhang mit der Oberflächenbehandlung und -beschichtung verbraucht wird. Ziel ist es, die technologischen Verfahren optimal auf den Grundwerkstoff, die Geometrie und das Anforderungsprofil für die jeweiligen Produkteigenschaften anzupassen. Die im folgenden (inklusive weiterführender Internetlinks) vorgestellten aktuellen Forschungen und „Best Practice“-Anwendungen stellen vorbildliche und innovative funktionale Oberflächenbeschichtungen dar.



Foto: vadimalekandr – stock.adobe.com  
Automatisierte Autolackierung

## 1.1. Nanoskalige Beschichtungen

Um die Eigenschaften der meist sehr dünnen Oberflächenbeschichtungen z.B. von Stahl zu optimieren, sind Untersuchungen auf nanoskaliger Ebene sehr wertvoll, bei denen das Verhalten kleinster Metallpartikel analysiert wird. Derartige Forschungen werden vom Zentrum für Oberflächen- und Nanoanalytik der Johannes Kepler Universität Linz durchgeführt, wobei als Beispiel das in Zusammenarbeit mit mehreren Partnern (voestalpine AG u.a.) verwirklichte Projekt „NANOSTRUCT- Struktur und Korrosionsverhalten von ZnMgAl Beschichtungen auf nanoskaliger Ebene“ zu nennen ist. Die aktuelle Eröffnung eines materialwissenschaftlichen Christian Doppler Labors stärkt die fachliche Kompetenz in diesem Wissenschaftsbereich.

**Johannes Kepler Universität Linz, Zentrum für Oberflächen- und Nanoanalytik**

<https://www.jku.at/zentrum-fuer-oberflaechen-und-nanoanalytik-zona/>

## 1.2. Korrosionshemmende Zink-Chrom-Legierungen

Ein Langzeit-Korrosionsschutz ist in vielen Bereichen, insbesondere der Automobilindustrie, von großer Bedeutung, da das früher gefürchtete Rosten von Karosserieteilen optisch stört und die Funktion und Lebensdauer deutlich verringert. Die dazu häufig eingesetzte Methode der Verzinkung der Bleche mit nachfolgender Behandlung mit Salzen der Chromsäure ist zwar effektiv, gilt aber als kritisch in Bezug auf den ArbeitnehmerInnenschutz auf Grund des verwendeten gesundheitsschädlichen sechswertigen Chroms. Das Forschungszentrum CEST, Kompetenzzentrum für elektrochemische Oberflächentechnologie GmbH entwickelte gemeinsam mit der voestalpine AG, der Andritz AG und der TU Wien ein Verfahren, das anhaltenden Schutz ohne bedenkliche Nebenwirkungen bietet. Kernstück ist die elektrochemische Abscheidung einer kombinierten Chrom-Zink-Legierung, die ohne sechswertiges Chrom auskommt und daher besonders umweltschonend bei gleichzeitig optimalem Korrosionsschutz ist.

**CEST Kompetenzzentrum für elektrochemische Oberflächentechnologie GmbH,  
Linz und Wr. Neustadt**

[https://cest.at/web\\_documents/cest\\_korrosionsschutz\\_web.pdf](https://cest.at/web_documents/cest_korrosionsschutz_web.pdf)

## 1.3. Reibungserhöhende Diamantbeschichtungen

In manchen Automobilteilen wie z.B. der Kurbelwelle müssen starke Drehmomente übertragen werden, wobei bislang der benötigte Reibwert zur Vermeidung des „Durchrutschens“ nur durch zusätzliche Bauteile wie beschichtete Metallscheiben erreicht werden konnte. Mit einem neu entwickelten Verfahren werden Bauteile erstmals direkt mit einer reibwerterhöhenden Beschichtung aus Industriediamanten versehen. Dies verringert das Gewicht, spart zusätzliche Teile ein und erhöht die motorische Performance.



Foto: Anatoly Maslennikov – stock.adobe.com  
Diamant

Technisch werden die diamantenen Partikel unter atmosphärischem Plasma auf die Oberflächen aufgebracht. Die dabei verwendeten Industriediamanten sind mit Nickel ummantelt. Diese metallische Hülle sorgt dafür, dass die Hartpartikel mit dem Substrat verschmelzen und damit eine dauerhafte Verbindung eingehen. Der Prozess selbst findet bei niedrigen Temperaturen statt. Verschiedenste Materialien wie beispielsweise Aluminiumlegierungen, carbonfaserverstärkter Kunststoff (CFK), glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK), Magnesium oder Polymerwerkstoffe eignen

sich für das Verfahren. GRIPCOAT® Direct wurde in enger Zusammenarbeit mit der Technischen Universität in Chemnitz entwickelt und getestet. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass es ohne Nasschemie auskommt und daher keine zu behandelnden Abwässer oder Schlämme anfallen.

**Miba Coating Group, High Tech Coatings GmbH, Vorchdorf**

[https://www.miba.com/fileadmin/user\\_upload/Innovationen/GRIPCOAT/miba\\_Gripcoat\\_de.pdf](https://www.miba.com/fileadmin/user_upload/Innovationen/GRIPCOAT/miba_Gripcoat_de.pdf)

## 1.4. Umweltfreundliche Galvanik

In der Galvanotechnik werden metallische Schichten auf Gegenständen aus Metall, aber auch aus Kunststoffen beispielsweise als Korrosionsschutz oder für dekorative Zwecke aufgebracht. Auf Grund der zahlreichen notwendigen Chemikalien (Schwermetallsalze, Netzmittel) galten Galvanikbetriebe in der Vergangenheit oftmals als umweltbelastend.

Im Projekt „Galvano MD“ ist es dem steirischen Unternehmen Rotreat Abwasserreinigung GmbH gemeinsam mit dem Forschungspartner AEE INTEC gelungen, die Membrandestillation, die beispielsweise für die Meerwasserentsalzung Verwendung findet, auch für die Galvanik einsetzbar zu machen. In Zukunft ist Galvanisierung durch diese Innovation umweltfreundlicher und ressourcenschonender möglich. Beide Partner erhielten 2016 einen Preis der Austrian Cooperative Research (Wien). Diese Entwicklung verspricht längere Standzeiten der Bäder, sowie einen geringeren Chemikalien- und Energieverbrauch bei gleichzeitiger Senkung der Kosten.

**Rotreat Abwasserreinigung GmbH, Seiersberg-Pirka (Steiermark)**

<https://www.rotreat.at/>

<https://www.acr.ac.at/presse-detail/acr-kooperationspreis-2016-weniger-chemikalien-in-der-galvanik/>

<https://www.aee-intec.at/>

## 2. Funktionelle elektronische Oberflächen

Durch die zunehmende Digitalisierung und vor allem durch Fortschritte bei der Miniaturisierung elektronischer Bauteile haben sich in den vergangenen Jahren elektronische Informations- und Bedienpaneele auf viele Bereiche unseres Lebens ausgedehnt: die Heizung wird über einen Touchscreen gesteuert, an der Kühlschranktür befindet sich ein Display, bei neuen Fahrzeugen werden Instrumente wie Geschwindigkeits- und Drehzahlmesser durch elektronische Anzeigen ersetzt.



Foto: bht2000 – stock.adobe.com  
Display zur Steuerung der Haustechnik

Der nächste Schritt ist die direkte Integration von elektronischen Funktionen in die Oberflächen von Objekten oder auch die Umhüllung mit funktionellen transparenten Folien. Elektronische Oberflächen können eine Vielzahl von Funktionen beinhalten. Neben den Bedien-, Informations- und Messelementen können in Kombination mit neuen Materialien bei veränderten Rahmenbedingungen völlig neue Eigenschaften entstehen. Beispielsweise ändert sich die Durchlässigkeit der Oberfläche, deren Farbe, Form oder Temperatur. In Oberösterreich und weltweit gibt es hierzu eine Fülle von Forschungsprojekten und tätigen Unternehmen, wie ausgewählte Beispiele im Folgenden zeigen. Die Marktdurchdringung wird in den nächsten Jahren bis Jahrzehnten erwartet und stellt ein wichtiges Zukunftsfeld dar.

### 2.1. Beheizte Oberflächen

Die Initiative Smart Plastics des Kunststoff-Clusters der Business Upper Austria beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Integration von elektronischen Elementen in Kunststoffe. In einem Forschungsprojekt mit acht beteiligten Unternehmen konnten beheizbare qualitativ hochwertige Oberflächen etwa für den Einsatz im Automobilbereich umgesetzt werden. Die E-Mobilität ist durch die limitierte Akkukapazität auf Energieeffizienz besonders angewiesen, um akzeptable

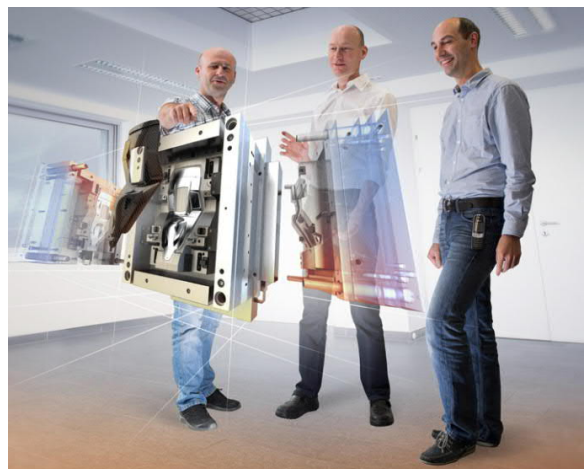


Foto: Schöfer GmbH  
Augmented Reality-Darstellung



Reichweiten auch beim zusätzlichen Betrieb von Stromabnehmern wie Radio und Heizung zu gewährleisten. Bei der neuen Technologie liegt die Heizung energiesparend direkt unter der Oberfläche und spricht sehr schnell an. Ein weiterer Vorteil ist die relativ kostengünstige Integrationsmethode, weshalb eine Herstellung für die Großserie angestrebt wird.

**plastic electronic GmbH, Linz**

**HUECK FOLIEN GmbH, Baumgartenberg**

**Schöfer GmbH, Schwertberg**

**ENGEL AUSTRIA GmbH, Schwertberg**

**ATT advanced thermal technologies GmbH, Dobl-Zwaring (Steiermark)**

**Niebling GmbH, Penzberg (D)**

**VOTTELER Lackfabrik GmbH & Co. KG, Korntal-Münchingen (D)**

**Reichle Technologiezentrum, Bissingen/Teck (D)**

<https://www.kunststoff-cluster.at/news-presse/detail/news/neue-technologie-fuer-beheizte-premium-oberflaechen/>

<https://www.smart-plastics.com/>

## 2.2. Intelligente Fenster

Es gibt Brillengläser, die sich bei Sonneneinstrahlung automatisch zu Sonnenbrillen verdunkeln – der Mechanismus wird über die eingehende UV-Strahlung gesteuert und läuft verzögert ab. Für die großflächige Umsetzung bei Fenstern sind die Anforderungen insofern höher, als dass die Funktionen regelbar sein sollten. Dies wird durch im Normalzustand durchsichtige elektrisch leitfähige Nanokristalle möglich, die beim Anlegen einer Spannung nicht nur sichtbares Licht blockieren, sondern gegebenenfalls auch eingehende Wärmestrahlung. Dies bedeutet, dass die Innenräume nicht nur verdunkelt werden, sondern bei Bedarf auch vor Überhitzung geschützt sind, zusätzliche Beschattung ist unnötig.

Neben diesen Neuentwicklungen werden auch bereits seit Jahren verwendete Oberflächentechnologien (wie z.B. Infrarot reflektierende Fensterglasbeschichtungen) kontinuierlich weiterentwickelt.

**Flachglas (Schweiz) AG, Wikon (CH)**

<https://flachglas.ch/produkte/fassadenglas/sonnenschutzglas/infraselect/>

<https://www.md-mag.com/materialien/werkstoffe/glas/intelligentes-glas/>

<https://www.heise.de/newsticker/meldung/Smart-Windows-Intelligente-Fenster-sollen-Energie-sparen-helfen-2781338.html>

**Internorm International GmbH, Traun**

[https://www.internorm.com/fileadmin/internorm/Konzern-de/Download/Presse/3\\_BPT\\_Internorm\\_I-tec\\_Innovationsserie.pdf](https://www.internorm.com/fileadmin/internorm/Konzern-de/Download/Presse/3_BPT_Internorm_I-tec_Innovationsserie.pdf)

## 2.3. Ultradünne Elektrofolien

ForscherInnen der Johannes Kepler Universität beschäftigen sich mit der Herstellung und Optimierung von flexiblen ultradünnen Elektrofolien. Ziele sind unter anderem leistungsoptimierte Dünnschichtsolarzellen, aber auch die verbesserte Integration von Transistoren, Sensoren bis hin zu komplexeren Schaltkreisen im Mikrometerbereich. Zukünftige Anwendungsfelder sind neben der Energiegewinnung auch die Medizintechnik, intelligente Kleidung oder die Weltraumtechnik, bei der das geringe Gewicht besonders wichtig ist.

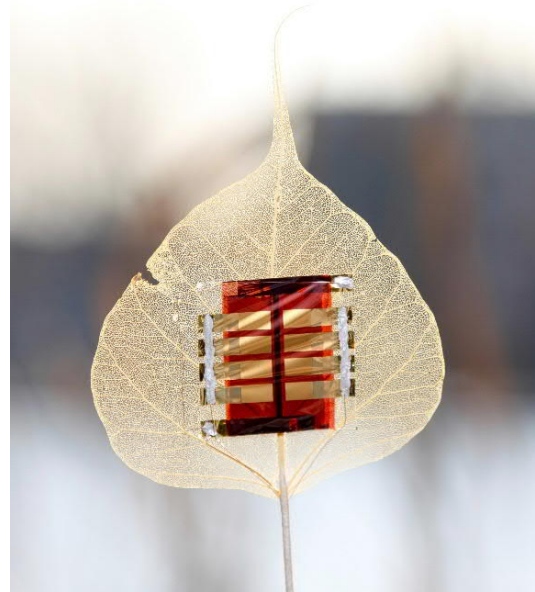


Foto: JKU / Martin Kaltenbrunner

Ultradünne Solarzelle

**Johannes Kepler Universität Linz**

**Institut für Physikalische Chemie**

**Linzer Institut für organische Solarzellen**

**Institut für Experimentalphysik, Abt. Physik weicher Materie**

<https://www.nature.com/articles/ncomms1772>

<https://www.nachrichten.at/anzeigen/karriere/campus/Internationale-Fachwelt-blickt-auf-Solarzellen-Spitzenforschung-aus-Linz;art121,1996166>

## 2.4. Funktionale Tapeten und Wandbeschichtungen

In den meisten Wohnräumen herrschen weiße Wandanstriche vor, die Entscheidung beschränkt sich meist auf Dispersion oder Mineralfarbe. Zukünftig könnten Wände jedoch einen besonderen Stellenwert in Gebäuden einnehmen, da die Möglichkeiten zur Einbindung von Funktionen durch die zunehmende Miniaturisierung von elektronischen Bauteilen, neue Materialien und die Entwicklung der OLEDs (organische Leuchtdioden) schier unendlich erscheinen. Leuchtende Tapeten statt herkömmliche Lampen, überdimensionale Touchscreens und Anzeigemöglichkeiten, elektrisch beheizbare Wandfarbe als Ersatz für Heizkörper, Wände bestückt mit Sensoren zur Überwachung des Innenraumklimas, etc.

**LOMOX Ltd, Congleton, Cheshire (UK)**

**FutureCarbon GmbH, Bayreuth (D)**

<https://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/technik/oleds-machen-die-tapete-zum-heimkino-13372274>

<https://carbo-e-therm.de/e-paint/>

## 3. Bionisch inspirierte Oberflächenstrukturen

---

Bionik, eine vergleichsweise junge Wissenschaft, verbindet Biologie mit Technik. Bionik beschäftigt sich damit, aus dem großen Reservoir an biologischen Strukturen, Prozessen und funktionalen Lösungen aus der Natur, Erkenntnisse abzuleiten und in technischen Anwendungen und Lösungsstrategien einzusetzen.

Die Oberflächen der Zukunft werden von der Natur inspiriert. Die besten nachhaltigen Technologien bringt die Natur selbst hervor. In den kommenden Jahrzehnten werden neue Entwicklungsanstöße durch Vorbilder aus der Natur von zunehmender Bedeutung für Forschung, Technik und Wirtschaft sein.

### 3.1. Flüssigkeitstransportierende Oberflächenstrukturen

Die texanische Krötenechse hat die besondere Fähigkeit Flüssigkeit über die Haut aufzunehmen. Mit Kapillarkanälen zwischen ihren Schuppen sammelt sie kleinste Wassermengen aus der Umgebung. Diese feinen Kapillarkanäle transportieren anschließend das Wasser zum Maul. ForscherInnen haben die Geometrie dieser Kanäle auf der Haut feuchtigkeitserntender Echsen untersucht und erfolgreich auf Kunststoff- und Metalloberflächen übertragen. Die neuartigen Oberflächenstrukturen ermöglichen es, Flüssigkeiten passiv und energieneutral in eine Richtung zu transportieren (auch entgegen der Schwerkraft).

Der passive, gerichtete Transport von Flüssigkeiten oder Schmiermitteln ist bei vielen technischen Prozessen notwendig. Daher sieht die Wissenschaft für die technische Anwendung ein breites Spektrum von Möglichkeiten. Konkrete Beispiele sind eine verbesserte Schmierung von Gleitlagern von Elektromotoren, die medizinische Analytik oder die Optimierung von E-Ink-Displays (digitale Preisschilder in Supermärkten, E-Books). Mit diesen Methoden gelingt es technische Prozesse zu verbessern und Ressourcen zu schonen.

**Johannes Kepler Universität Linz**

**Institut für Medizin- und Biomechatronik**

<https://www.jku.at/en/institute-of-biomedical-mechatronics/news-events/news/>

<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsif.2017.0975>

<http://www.biokon.de/news-uebersicht/von-trinkenden-echsen-zum-gezielten-transport-von-schmiermitteln/>

<https://www.wko.at/service/ooe/innovation-technologie-digitalisierung/Prof.-Baumgartner.pdf>

## 3.2. Selbstreinigende Materialien

Selbstreinigende Oberflächen lassen Wasser, aber auch viele andere Flüssigkeiten einfach abperlen (Lotosseffekt). Die von der Lotospflanze abgeleitete wasserabweisende Struktur hat den positiven Nebeneffekt, dass dabei auch Schmutz, Viren und Bakterien mitgenommen werden und die Oberflächen somit sauber bleiben.



Genau diese Fähigkeit zur Selbstreinigung haben sich Forschung, Wissenschaft und Industrie zu Nutzen gemacht. Viele Materialien wurden bereits entwickelt, die mit ihren feinen Strukturen auf der Oberfläche stark wasser- und schmutzabweisend sind. Der Lotosseffekt eignet sich besonders für Oberflächen, die ständig Wind und Wetter ausgesetzt sind.

Foto: Wolfilser – stock.adobe.com  
Lotosseffekt mit Wassertropfen auf der Oberfläche einer Kapuzinerkresse

Die Anwendungsbereiche selbstreinigender Oberflächen sind vielfältig, von der Fassadenfarbe (die Wasser und Schmutz von Hauswänden einfach abperlen lässt) über Silikonwachs (das auf verschiedene Materialien aufgesprüht werden kann, zum Beispiel auf Markisen, Dachziegel), flüssigkeitsabweisende Lacke bis hin zu Sensoren oder Flugzeugoberflächen.

**JOANNEUM RESEARCH MATERIALS,  
Hueck Folien Ges. m.b.H., Baumgartenberg**

[https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/nw\\_pdf/events/20180416\\_stakeholderdialog/08\\_nees\\_Stakeholder-Dialog.pdf?m=1523874104](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/nw_pdf/events/20180416_stakeholderdialog/08_nees_Stakeholder-Dialog.pdf?m=1523874104)

**Airbus S.A.S., Toulouse (Fr)**

<http://www.chemie.de/news/1156889/laser-mustern-lotuseffekt-auf-flugzeuge.html>

## 3.3. Reibungsvermindernde Oberflächen

Reibungsvermindernde Oberflächen (auch Ribletstrukturen genannt) haben feine Rillen, die den Reibungswiderstand um bis zu 8 % verringern und sind somit der Haut eines Haifisches sehr ähnlich. Dem Haifisch dient seine speziell strukturierte Haut zum energieeffizienten und schnellen Schwimmen im Wasser. Entsprechend imitierte Oberflächenstrukturen können als

Riblet Folie oder Riblet Lack in der Luft aber auch im Wasser oder in jedem anderen Fluid eingesetzt werden.

Mit einer rillenförmigen Struktur ihrer Schuppen gelingt es Haien, den Strömungswiderstand beim Schwimmen zu minimieren. Aufgrund dieser Hautstruktur können Haie auf kurzen Strecken eine Geschwindigkeit von über 70 Stundenkilometern erreichen. Das ist möglich aufgrund winziger, in Strömungsrichtung laufender Längsrillen (englisch riblets) auf ihren Hautschuppen. Die Schuppen sind so angeordnet, dass sie den Hai mit einem fortlaufenden Rillenmuster überziehen und damit den Strömungswiderstand am ganzen Körper verringern.

Forschung und Wirtschaft haben sich die Haifischhaut zum Vorbild genommen und entsprechende strukturierte Oberflächen(folien) ähnlich der Haifischhaut hergestellt, um besonders Fahr- und Flugzeugen zu mehr Aerodynamik zu verhelfen sowie den Treibstoffverbrauch zu senken.

Häufige Anwendungsbereiche derartiger Strukturen findet man im Sport- und Motorsportbereich, im Transport- und Mobilitätsbereich, in der Industrie (z.B. Rohrleitungssysteme und Turbinen) aber auch in der Energieerzeugung (z.B. Windkraftanlagen).

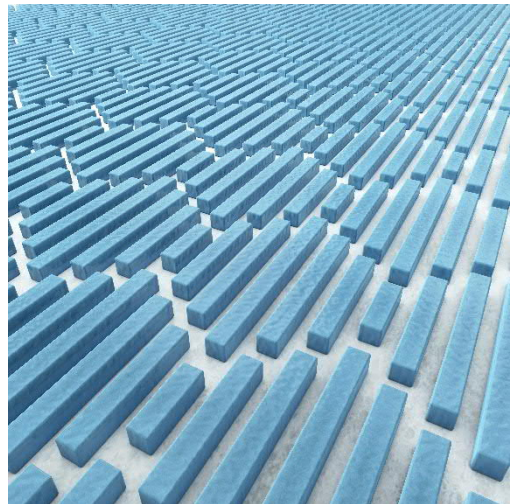


Foto: fotoliarender – stock.adobe.com  
Haihaut material macroshot - 3d rendering

#### **bionic surface technologies GmbH, Graz**

<https://www.bionicsurface.com/>

#### **FRIMO Group GmbH, Lotte (D)**

<https://www.frimo.com/de/unternehmen/unternehmen.html>

<https://www.frimo.com/de/magazin/post/neuer-denkansatz-fuer-pur-composites.html>

#### **Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Bremen (D)**

[https://www.ifam.fraunhofer.de/content/dam/ifam/de/documents/IFAM-Bremen/presse/2006/presetext\\_2006\\_Schnell-wie-ein-Haifisch-im-Wasser\\_de.pdf](https://www.ifam.fraunhofer.de/content/dam/ifam/de/documents/IFAM-Bremen/presse/2006/presetext_2006_Schnell-wie-ein-Haifisch-im-Wasser_de.pdf)

### **3.4. Biologisch inspirierte Haft- und Antihaftstrukturen**

Bei der Entwicklung bzw. Erforschung neuartiger Haft- und Antihaftstrukturen spielt ebenso die Natur eine große Rolle. Vorbilder für reversible bionische Haftstrukturen sind die Anhaftungssysteme der Füße von Geckos, Baumfröschen, Spinnen und Insekten. Für permanente

bionische Haftsysteme dienen die Haftstrukturen von Pflanzen (beispielsweise Haftpads des Wilden Weins oder die Haftwurzeln von Efeu) als biologische Vorbilder.



Foto: Wikimedia Commons / Shim-bathesnake  
Fuß eines Geckos

Im Fahrzeugbau müssen unterschiedliche Materialien wie Kunststoffe, Schäume und Metall miteinander verklebt werden, damit sie ausreichend steife Einheiten bilden. Dies stellt den Recyclingprozess nach Ende der Einsatzdauer und eine sortenreine Trennung der eingesetzten Werkstoffe vor große Hürden. Geckos halten sich mit Hilfe von Hafthärchen an glatten Oberflächen fest. Rückstandslose Klebeverbindungen nach diesem Vorbild könnten die Recyclingrate der Fahrzeuge erhöhen.

Interessant sind auch Verfahren zur Vermeidung von unerwünschter Haftung etwa von Muscheln oder Seepocken an Schiffsrümpfen oder Offshore-Anlagen, sogenanntes Biofouling.

### **Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, (D)**

<http://www.chemie.de/news/1157048/neue-beschichtung-zur-vermeidung-von-biofouling-an-schiffsruempfen.html>

## 4. Impulse für Oberösterreich

---

Zukunftsweisende Innovationen durch oberösterreichische Forschungseinrichtungen und Unternehmen wie reibwerterhöhende Diamantbeschichtungen oder der Natur nachempfundene flüssigkeitstransportierende Oberflächen zeigen, dass die **Möglichkeiten funktionaler Oberflächen** zunehmend erkannt werden. Dies wird verstärkt durch die Gründung eigener Forschungszentren wie dem CEST für elektrochemische Oberflächentechnologie sowie eines Christian Doppler Labors an der Johannes Kepler Universität Linz.

Die in diesem Report angeführten Projekte sind bereits realisiert oder zumindest im fortgeschrittenen Versuchsstadium. In Kombination mit anderen Technologien werden künftig Anwendungen smarter Oberflächen denkbar, die heute noch nach Science-Fiction klingen, wie z.B. der „Tastsinn für Roboter“ oder transluzente Gegenstände. Smarte Oberflächen sind daher eine wesentliche **Schlüsseltechnologie der Zukunft**.

Bedeutend ist in diesem Zusammenhang, dass funktionale Oberflächen für viele durch die globalen Megatrends hervorgerufenen Herausforderungen **innovative Lösungen** anbieten. Intelligente Pflaster für pflegebedürftige Personen (Demografie), funktionale Textilien (Gesundheit) oder reibungsvermindernde Rotoren von Windenergieanlagen (Klimawandel) generieren nicht nur wirtschaftliche Impulse in unserem Bundesland, sondern ziehen auch überregional positive Auswirkungen etwa beim Klimaschutz nach sich.

Hervorzuheben ist der besonders stark **multidisziplinäre Charakter** dieses Fachgebietes, was an den Beispielen des autonomen Fahrens<sup>1</sup> sowie des Wohnzimmers der Zukunft dargestellt werden kann.

Da die Reisezeit künftig auch für andere Tätigkeiten als dem Fahrzeuglenken zur Verfügung steht, könnten in einem künftigen **autonomen Fahrzeug** bislang ungenutzte Oberflächen Infotainment-Möglichkeiten bieten oder integrierte Lichteffekte zu mehr Sicherheit im Straßenverkehr verhelfen.

Im **Wohnzimmer der Zukunft** werden multifunktionelle Oberflächen zu einer optimalen Nutzung des Raumes etwa in Form von in Wänden integrierten Bildschirmen oder Bedienflächen beitragen. Darüber hinaus tragen selbstreinigende Materialien mit Lotoseffekt zu einem höheren Komfort und zu einem geringeren Reinigungsmittelverbrauch bei.

---

<sup>1</sup> <https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/index.html>

Dass **Oberösterreich** in der Oberflächenforschung in vielen Zukunftsbereichen zur Weltspitze gehört, ist außerhalb der Fachwelt weitgehend unbekannt. Seien es textile Interfaces, implantierbare oder abbaubare Elektronik – die heimische Forschungswelt zeigt Erfindungsgeist und ist in der internationalen Oberflächen-Community gut vernetzt. Im Gegensatz zu anderen Schlüsseltechnologien wie etwa der Photonik<sup>2</sup> in der z.B. Deutschland bereits seit Jahren große Anstrengungen zur Erreichung einer Vorreiterrolle unternimmt, wird der Bereich der funktionalen Oberflächen erst in jüngerer Zeit als Lösungsbringer für gesellschaftliche und wirtschaftliche Herausforderungen erkannt. Oberösterreich sollte durch geeignete Rahmenbedingungen, Bewusstseinsbildung und gezielte Förderungen die Chance nutzen, ein national und international bekanntes Zentrum smarter Oberflächen zu werden.

Um die durch smarte Oberflächentechnologien entstehenden Chancen für unser Bundesland optimal zu nutzen, werden folgende **weitere Maßnahmen** vorgeschlagen:

- ❖ Smarte Oberflächen sind ein Querschnittsthema, das sich durch die intelligente Kombination von Know-how aus unterschiedlichen Fachrichtungen und Technologiefeldern zusammensetzt. Darüber hinaus ist es, wie dargelegt wurde, ein großes Zukunftsthema und ein globaler Wachstumsmarkt. Daher werden zunächst Maßnahmen der **Bewusstseinsbildung und Information** (z.B. durch Hochschulen, Unternehmen, Verbände etc.) vorgeschlagen, um in der breiten Öffentlichkeit entsprechend zu sensibilisieren.
- ❖ Die Oberfläche und ihre (Zukunfts-)Funktionen könnten in Form von **Ausstellungen** facettenreich dargestellt werden. Die oberösterreichische Forschungs- und Unternehmenslandschaft bietet gute Voraussetzungen, eine Vielzahl von AkteurInnen zum Mitmachen motivieren zu können – z.B. JKU, Biz-up, FH OÖ, Kunstuniversität, oö. Museen und Unternehmen, die sich mit Oberflächen in unterschiedlicher Weise auseinandersetzen.
- ❖ Durch eine Intensivierung von **cross-sektoralen Weiterbildungsangeboten** insbesondere wie z.B. in Richtung der Funktionalisierung von Oberflächen durch elektronische Bauteile, Nanotechnologie und neue Fertigungsverfahren profitieren besonders kleinere und mittlere Unternehmen (KMUs).
- ❖ In Hinblick auf die Multidisziplinarität der Herausforderungen sind **neue und flexible Formen der Zusammenarbeit** innerhalb, aber auch zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen empfehlenswert, die auch als Vorbild für andere komplexe

---

<sup>2</sup> [https://www.oe-zukunftsakademie.at/Photonik\\_Zukunftsthema\\_2018.pdf](https://www.oe-zukunftsakademie.at/Photonik_Zukunftsthema_2018.pdf)



Zukunftsthemen dienen können. Dies gilt es insbesondere bei der Gestaltung von nationalen und regionalen Förderungen und Calls zu berücksichtigen.

- ❖ Bedingt durch die immer stärkere **Personalisierung** verschiedenster Produkte wird der Fertigung durch flexibel programmierbare Industrieroboter künftig vermutlich ein höherer Stellenwert auch bei KMUs zukommen. Beispiele sind individuelle Oberflächengestaltung in Wohn- oder Geschäftsräumen oder Beschriftungen für Textilien, wofür auch das künstlerische Element zum Tragen kommt. Dadurch entstehen weitere Chancen, um unser industrielles Know-how für neuartige Produkte einzusetzen.
- ❖ Ähnlich wie die künstliche Intelligenz schon heute zur Suche nach neuen Wirksubstanzen in der Medizin verwendet wird, wäre ein IT-Pilotprojekt überlegenswert, in dem auf Grund der bekannten Eigenschaften vorhandener Substanzen und Beschichtungen völlig **neue Kombinationen oder neue Anwendungsbereiche für smarte Oberflächen** gesucht werden. Sollte dieses Pilotprojekt erfolgreich sein, könnte es auch auf andere Zukunftstechnologien ausgedehnt werden.
- ❖ Im Rahmen einer **innovativen Beschaffung** der öffentlichen Hand könnte einerseits zukunftssträchtige Oberflächentechnologien unterstützen und andererseits neue Impulse im Sinne des „Smart Government“ generieren.

Um die facettenreichen Möglichkeiten der funktionalen Oberflächen zur Lösung der **Grand Challenges** wie Klimaschutz, Ressourcenschonung oder Demografie auszuschöpfen, ist eine multidisziplinäre Zusammenarbeit erforderlich, die etwa die Bereiche Polymerchemie, Physik der weichen Materie, Elektronik, Ökologie, Gesundheit sowie nicht zuletzt ein ansprechendes Design umfasst.

Durch die Vielzahl von bestehenden Forschungseinrichtungen und Zulieferbetrieben, die bereits jetzt in diesen Fachgebieten tätig sind, ist unser Bundesland in einer guten Position, diese Zukunftstechnologie insbesondere durch eine intensive Vernetzung und Forschungsaktivitäten noch weiter zu vertiefen.

## 5. Quellen- und Literaturverzeichnis

---

ContiTechAG, 2017: Intelligente Oberflächen für die Fahrzeuge der Zukunft.- in Hanser automotive OEM Supplier 2017, S. 18-19

[https://www.hanser-automotive.de/\\_storage/asset/4258416/storage/master/file/33412735/OEM-1-17\\_Digitale%20Augabe.pdf?etcc\\_cmp=Thema&etcc\\_plc=Teaser-box&etcc\\_med=Link&etcc\\_key=OEMSupplier&etcc\\_var=2017](https://www.hanser-automotive.de/_storage/asset/4258416/storage/master/file/33412735/OEM-1-17_Digitale%20Augabe.pdf?etcc_cmp=Thema&etcc_plc=Teaser-box&etcc_med=Link&etcc_key=OEMSupplier&etcc_var=2017)

Gregor Steinhagen, Johannes Braumann, Jan Brüninghaus, Matthias Neuhaus, Sigrid Brell-Cokcan, Bernd Kuhlenkötter, Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design 2016, pp 122-135, Path Planning for Robotic Artistic Stone Surface Production

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-26378-6\\_9](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-26378-6_9)

Initiative Smart Plastics, Smart Plastics Upper Austria, c/o Business Upper Austria – OÖ Wirtschaftsagentur GmbH

<https://www.smart-plastics.com/about-us/>  
[www.3d-meod.at](http://www.3d-meod.at)

Karlheinz Steinmüller, Z\_punkt GmbH The Foresight Company, Zukunftstrends 2025-Anforderungen für die Oberflächentechnik:

[http://steinmuller.de/media/pdf/Artikel\\_Oberfl.pdf](http://steinmuller.de/media/pdf/Artikel_Oberfl.pdf)

Martin Kaltenbrunner, Matthew S. White, Eric D. Glowacki, Tsuyoshi Sekitani, Takao Someya, Niyazi Serdar Sariciftci, Siegfried Bauer, Nature Communications, volume 3, No. 770, 2012,; Ultrathin and lightweight organic solar cells with high flexibility

<https://www.nature.com/articles/ncomms1772>

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau, 2017, Oberflächentechnik:

[https://ot.vdma.org/documents/266765/16623423/01\\_Oberflaechentechnik\\_8.+Auf-lage+2017.pdf/6ac45754-baab-48a9-a7e5-93efbfc5f39](https://ot.vdma.org/documents/266765/16623423/01_Oberflaechentechnik_8.+Auf-lage+2017.pdf/6ac45754-baab-48a9-a7e5-93efbfc5f39)



