

## Smart@Surface

Advanced Sensors, Materials, Actuators, Reactive User Interfaces and Illumination Technologies for Smart Object Surfaces

<b>Programm / Ausschreibung</b>	COMET, K-Projekte, 7. Ausschreibung COMET Projekte 2017	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.09.2018	<b>Projektende</b>	31.08.2023
<b>Zeitraum</b>	2018 - 2023	<b>Projektlaufzeit</b>	60 Monate
<b>Keywords</b>	in-mold electronics; smart objects; surface functionalisation; simulation		

### Projektbeschreibung

Wie Wolfgang Pauli es in seinem berühmtem Zitat "Das Volumen des Festkörpers wurde von Gott geschaffen, seine Oberfläche aber vom Teufel" metaphorisch ausgedrückt hat, steht die perfekte kristalline Ordnung des Festkörpervolumens der Diskontinuität seiner Oberfläche gegenüber, wodurch letztere in ihrer analytischen Beschreibung „verteufelt“ komplex wird. Die Oberfläche, welche die Grenze zwischen einem Festkörperobjekt und seiner Umgebung bildet, schützt das Objekt nicht nur gegen harsche Umgebungseinflüsse und verleiht ihm sein spezifisches Aussehen und seine Textur, sondern bildet auch sein Tor zur Welt. Da Objekte heutzutage immer intelligenter (smarter) werden und als Verkörperung der Vision einer omnipräsenten Datenverarbeitung die Grenze zwischen Alltagsgegenständen und Computern zunehmend verschwinden lassen, werden ihre Oberflächen eine immer wichtigere Rolle als interaktive Schnittstelle zur Außenwelt spielen. Allerdings, sind die meisten Objektoberflächen weit davon entfernt diese Vision zu unterstützen, da sie aus Materialien bestehen, die eher passiv als aktiv und schon gar nicht interaktiv sind. Um Objektoberflächen (inter)aktive Funktionalität zu verleihen, ist typischerweise eine mehrstufige und komplexe Montage von elektronischen, sensorischen und optischen Komponenten nötig.

Smart@Surface ermöglicht in diesem Zusammenhang einen erheblichen Innovationssprung, indem die Oberflächen selbst und direkt mit Funktionen versehen, also funktionalisiert werden. Das Ziel von Smart @Surface ist es, Objektoberflächen zu entwickeln, die aktiv und sogar interaktiv sind, Oberflächen, die äußere Stimuli wie Berührung, Druck, Zug und Annäherung erkennen und darauf reagieren können. Smart@Surface verleiht Objekten eine sensitive Haut, um menschliche Bewegung und Gesundheitsparameter zu detektieren. Diese intelligente Haut kann aus verschiedenen Materialien wie Leder, Stein, Holz oder Folie bestehen und bildet eine nahtlose und saubere Oberfläche mit elegantem Erscheinungsbild, die eine intuitive Wechselwirkung mit dem Menschen mit visuellem und haptischem Feedback unterstützt. Das Gesamtziel einer Funktionalisierung von eigentlich „gefühllosen“ flexiblen Materialien ist sehr herausfordernd; Smart@Surface stellt sich dieser wissenschaftlichen und technologischen Herausforderung durch Kombination innovativer Fabrikationsmethoden wie Drucken, generative Fertigung und heterogene Integration um multimodale Sensoren, rekonfigurierbare transparente Aktuatoren, intuitive Eingabeelemente (wie z.B. druckempfindliche Tasten) und ultradünne Leuchtfilme, die mit geringer Spannung betrieben werden können, direkt auf diesen Materialien zu realisieren. Danach werden diese interaktiven, sensitiven und leuchtenden Materialoberflächen mit Hilfe von Hochdruckformen und Multikomponenten-Spritzguss in smarte

3D-Objekte umgeformt. Das wissenschaftliche Fundament für diese Innovation wird einerseits durch optische Design-, Prozess- und Devicesimulationen gelegt, andererseits durch die Entwicklung von multifunktionalen Sensormaterialien (basierend auf ferroelektrischen Polymer(komposit)en), neuartigen elektro-aktive Aktuormaterialien, die hohe Haltekräfte bei geringen Spannungen ermöglichen (basierend auf Formgedächtnispolymeren), dehnbaren leitfähigen Materialien (basierend auf Nanopartikel-, Nanodraht- und Nanoschuppentinten aus Silber oder Kupfer) und nanostrukturierbaren optischen Materialien (basierend auf Prägelacken mit einstellbaren Brechungsindices). Zu diesem Zweck baut Smart@Surface auf der fruchtbaren Zusammenarbeit von innovativen Wissenschaftlern, kreativen Technologieentwicklern und visionären Firmen, die aus angesehenen Innovationszentren in der DACH-Region sowie den Niederlanden kommen. Die Validierung der Smart@Surface Forschungs- und Technologieplattform wird durch die Integration in verschiedene Funktionsmustern gezeigt, welche durch Anwendungen aus den Bereichen Smart Home, Smart Interior und Smart Outdoor inspiriert sind.

## Abstract

According to Wolfgang Pauli's famous quote "The volume of the solid state was created by God, but its surface was created by the devil", the perfect crystalline order of the solid state's bulk faces the discontinuity of its surface, which makes the latter infernally challenging in terms of modelling and analytic description. The surface, forming the boundary between a solid state object and its environment, not only protects against harsh ambient conditions and gives the object its specific appearance and texture, but also forms the object's gateway to the world. Since nowadays objects are becoming increasingly smart, materializing the vision of ubiquitous computing by dismantling the boundary between everyday objects and computers, the object's surface has an important role to play by forming an interactive interface to the outer world. However, most objects' surfaces are far from supporting this vision as they are formed by materials that are rather passive than active and not at all interactive. To date (inter)active functionality is brought to object surfaces only by complicate multistage assembling steps of discrete electronic, sensory and optic components.

In this context Smart@Surface is creating a major innovation leap by giving function directly to the surface. Smart@Surface aims to develop object surfaces that are active and even interactive, surfaces that detect and react on external stimuli such as touch, pressure, strain and proximity. Smart@Surface supplies objects with a sensitive skin for recording human motion and vital parameters. This smart skin, made of diverse materials such as leather, stone, wood or foil, forms a seamless and neat surface of elegant appearance thus supporting intuitive interaction with humans with visual and haptic feedback. This overall goal of functionalizing flexible numb materials is very challenging; Smart@Surface picks up this scientific and technological challenge by combining innovative manufacturing methods like printing, additive manufacturing and heterogeneous integration to realize multi-modal sensors, reconfigurable transparent actuators, intuitive input elements (such as pressure-sensitive keys) and ultrathin low-voltage luminaire films directly on these materials. Subsequently these interactive, sensitive and luminous material surfaces are reshaped into smart 3D objects by high pressure forming and multi-component injection molding. The scientific foundation for this innovation is laid by optical design, process and multi-physics device simulation on the one hand and by development of multi-functional sensor materials (based on ferroelectric polymer (composites)), high force and low-voltage actuator materials (based on shape memory polymers), stretchable conductive materials (based on nanoparticle, nanowire or nanoflake inks made of silver or copper) and adaptive and nanopatternable optical materials (based on imprint resists with tuneable refractive indices) on the other hand. For this purpose Smart@Surface relies on the fruitful collaboration of innovative scientists, experienced technologists and visionary companies coming from renowned innovation centres in Austria, Germany, Netherlands and Switzerland. The validation of the Smart@Surface research and technology platform is provided by its integration in diverse functional models inspired

from smart home, smart interior & smart outdoor components.

### **Projektkoordinator**

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

### **Projektpartner**

- Niebling GmbH
- Swarovski-Optik AG & Co KG.
- École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
- ATOMIC Austria GmbH
- Parador GmbH
- kdg opticom GmbH
- Interuniversitair Micro-Electronica Centrum vzw (IMEC)
- F. LIST GMBH
- Isosport Verbundbauteile Gesellschaft m.b.H.
- Montanuniversität Leoben