

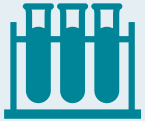
3. Netzwerksitzung FONIE

Freudenberg 23.1.24,
Dr. Victor Trapp

PFAS-Substitution durch moderne
Oberflächenbeschichtungen



Was sind PFAS?



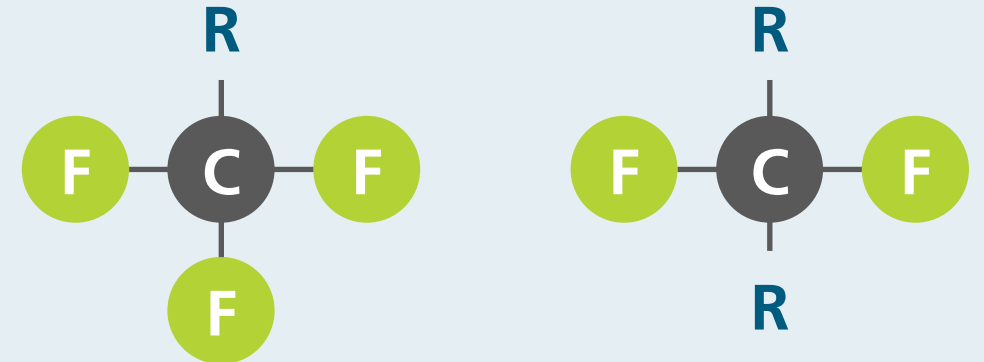
Gemäß OECD¹ umfassen PFAS² alle chemischen Substanzen welche wenigstens eine –CF₂– oder –CF₃ Gruppe enthalten (mit wenigen Ausnahmen)



Prinzipiell Millionen verschiedener Verbindungen (Moleküle) möglich, daher gibt es keine allumfassende Liste



Von industriellem Interesse sind einige Tausend Verbindungen (Moleküle), die meisten davon in der chemischen Industrie



¹ Organization for Economic Co-operation and Development

² Per- und Polyfluoralkyl-Substanzen

Viele Vorteile - Viele Anwendungen

PFAS bieten zusätzlich zur Beständigkeit weitere hervorragende technische Eigenschaften, u.a.:

Wasser, Schmutz und Fett abweisend

Tribologie/ Schmiermittel

elektrischer Isolator u.v.m.

Allround-Eigenschaften für unterschiedlichste Produkte

- Kleidung + Outdoorausrüstung
- Antihaftbeschichtungen
- Öle, Wachse, Schmiermittel
- Medizinische Geräte
- Elektronikgeräte und Kabel
- Papiere und Verpackungen
- Kosmetika
- Lacke und Farben
- Feuerlöscher und Flammschutzmittel
- Imprägnierspray und Antibeschlagmittel
- Teppiche und Möbel
- Pflanzenschutzmittel
- Brennstoffzellen und Batterien
- usw.



© AdobeStock

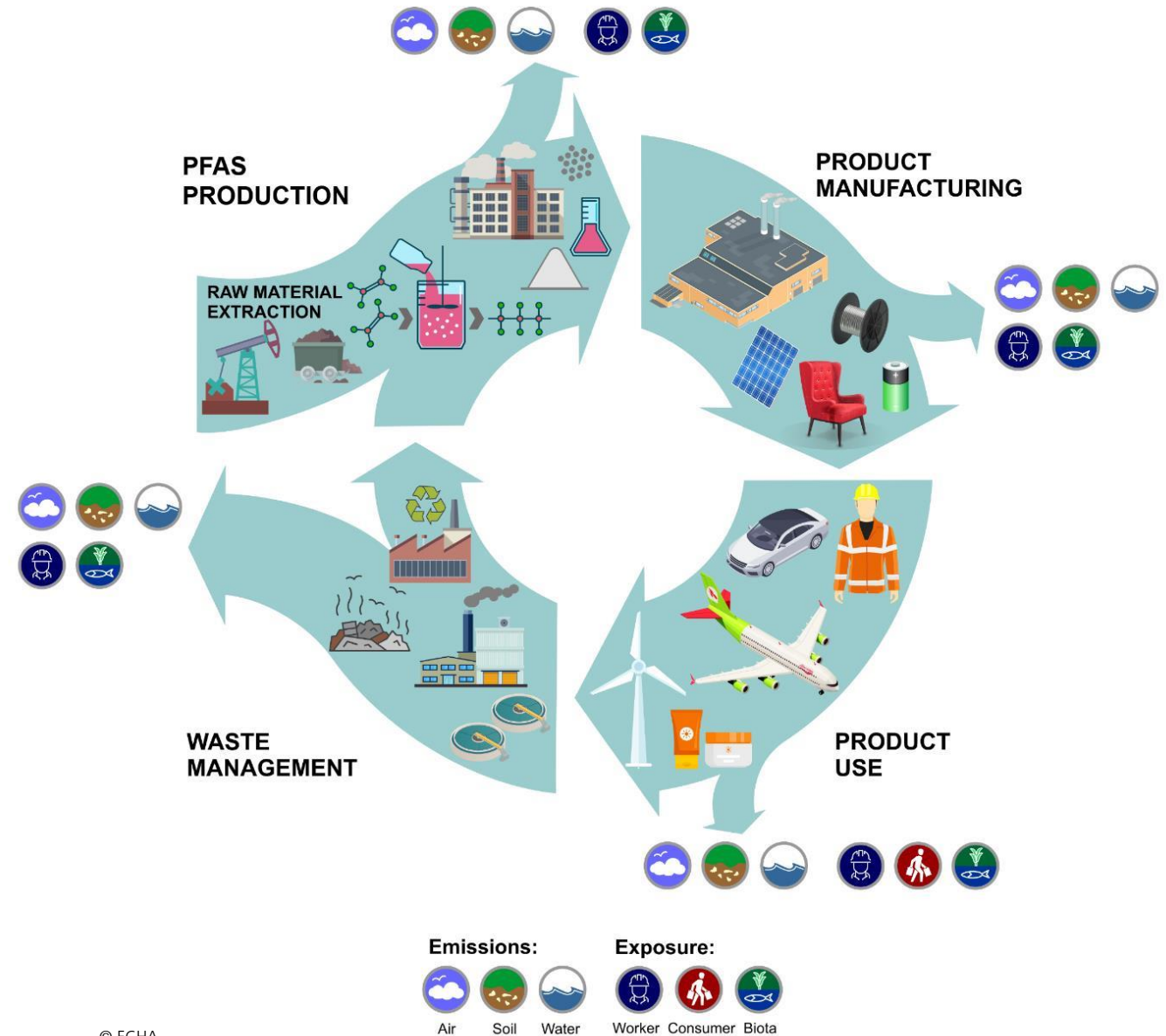
PFAS – die Geister die ich rief...

PFAS sind omnipresent und akkumulieren

zunehmende Mengen PFAS in der Umwelt die **kaum abgebaut werden**

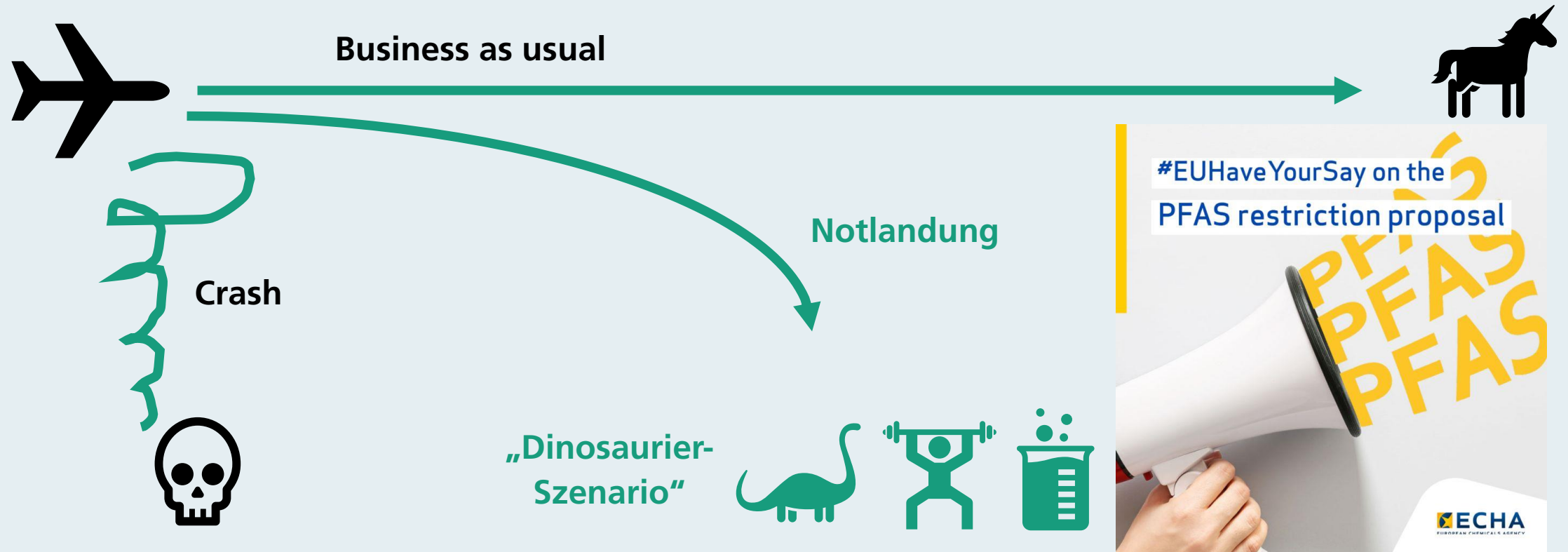
PFAS, wie PFOA oder PFOS, sind bereits stark **in Nahrungsketten akkumuliert** (bspw. Blut der meisten Menschen, Leber von Eisbären)
PFAS können bei hoher Exposition **Krebs oder andere Krankheiten** auslösen

Fluorpolymere, wie PTFE (Teflon®), sind zwar nicht toxisch **aber PFAS werden zu deren Herstellung eingesetzt**



© ECHA

„PFAS-Flugszenarien“





Alternativen zu PFAS:

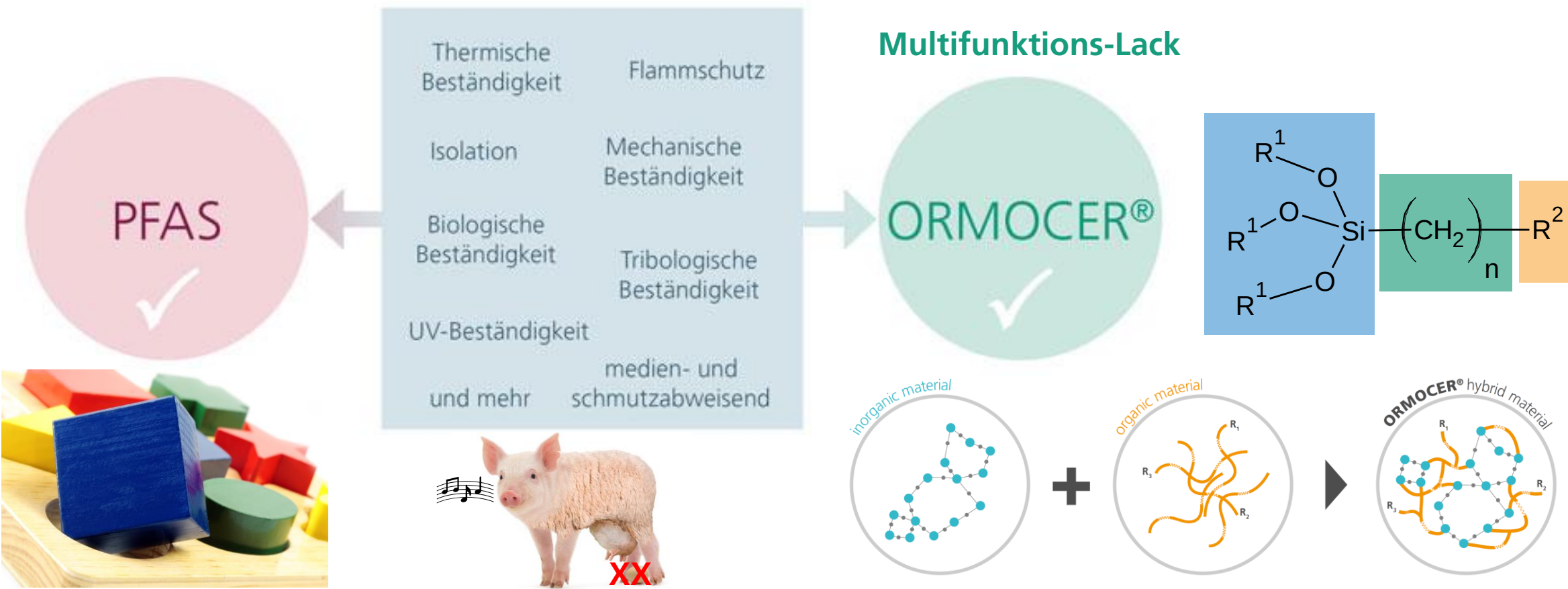
Multifunktionelle Beschichtungen

Vom „function follows material“ zum „Material follows function“



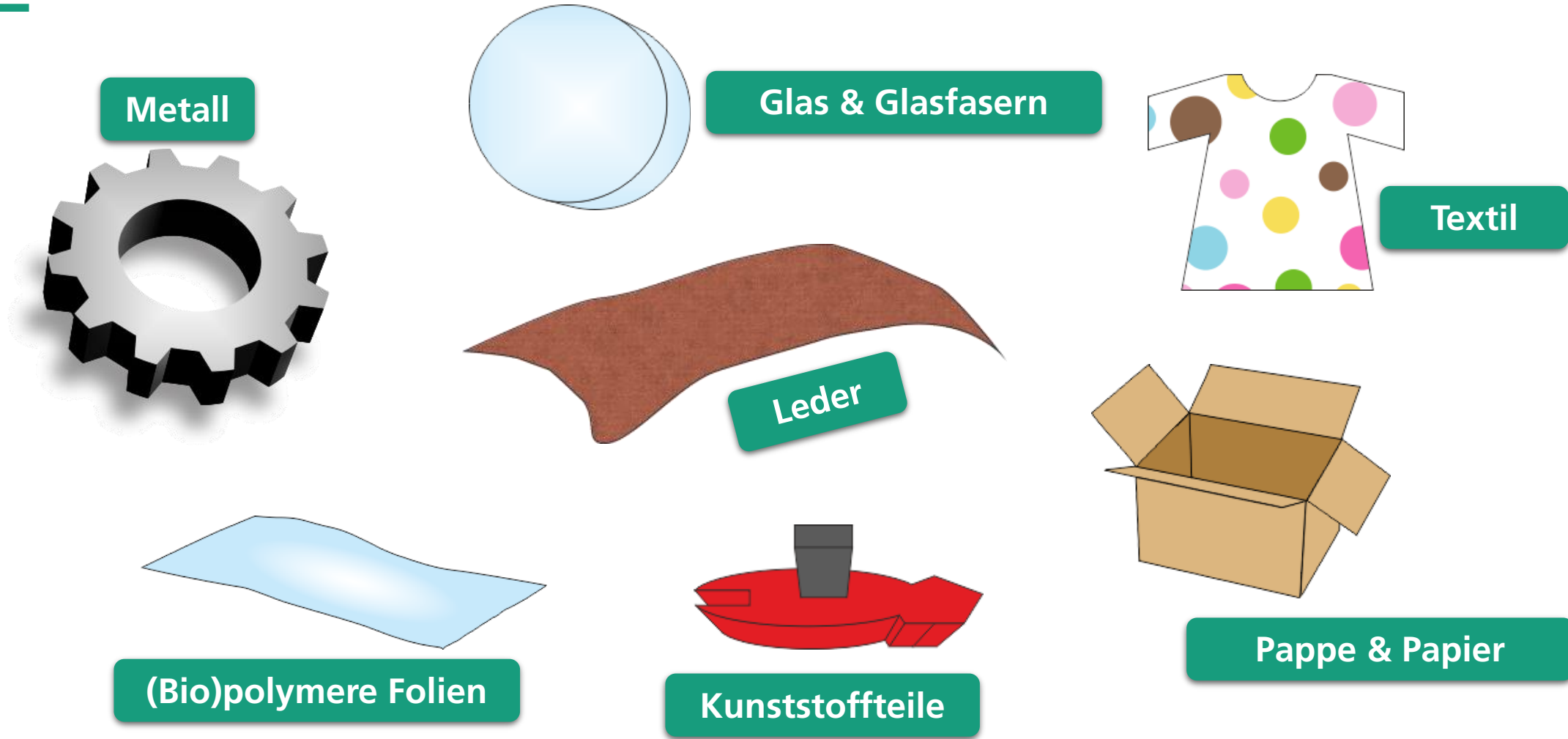
ORMOCER® statt PFAS

Allround-Talent aber keine All-in-One-Substitution



© AdobeStock

ORMOCER® Beschichtungen für viele Anwendungen auf vielen Substraten



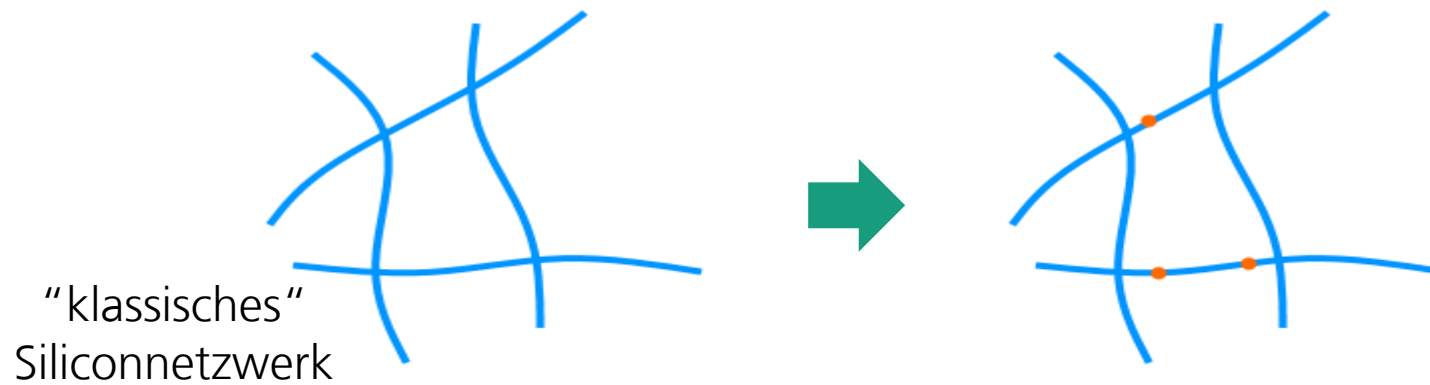
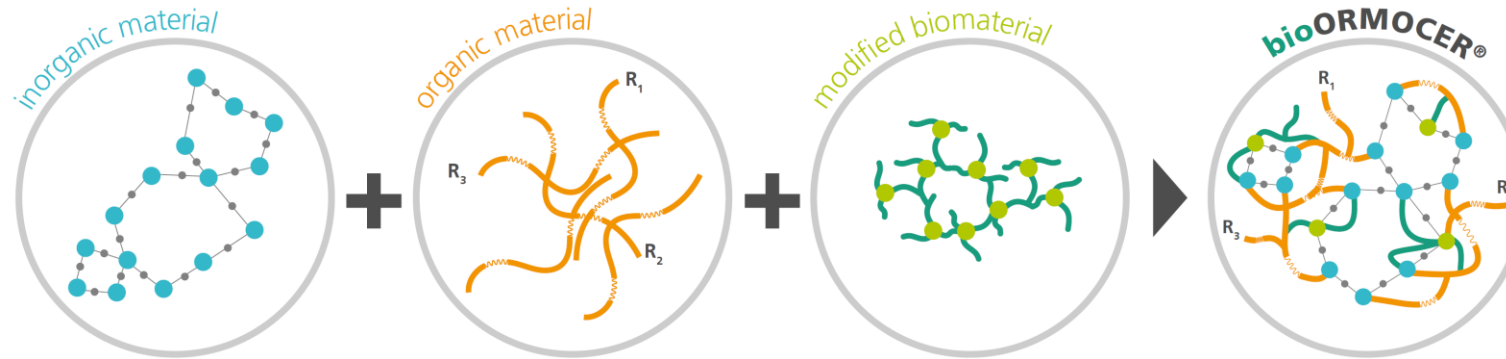
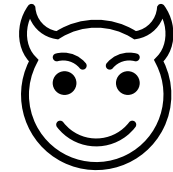
Einfach nur neue persistente Materialien statt PFAS?

Durch Innovationen Nachteile ausschalten

- Biologisch inert
- Hohe Lebensdauer



**Nachteil für
Kreislaufwirtschaft**



modifiziertes Siliconnetzwerk
mit Angriffsstellen
(bspw. für biobasierte Agenzien)

↓
Kreislaufrückführung von Siliconketten

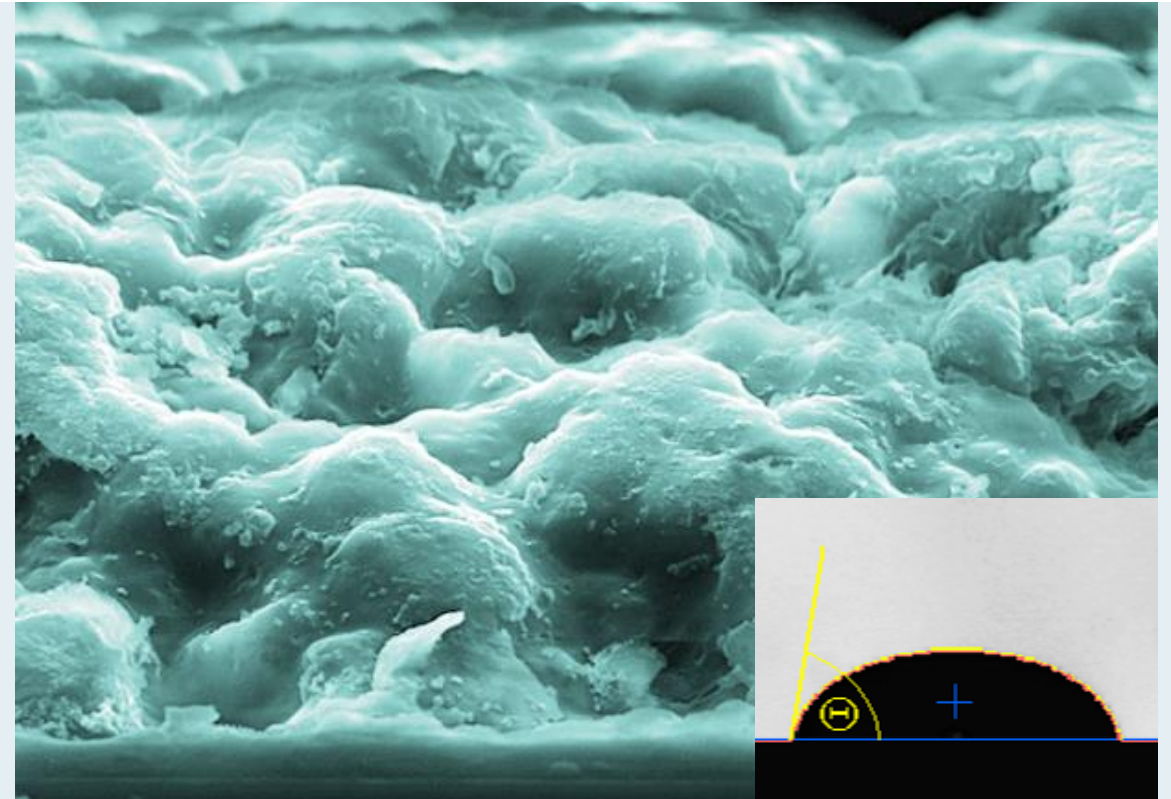
Superhydrophobie durch multifunktionelle Beschichtungen

Lotus-Effekt kombiniert mit „chemischer Hydrophobierung“

Hydrophobe ORMOCER®-Beschichtung mit hoher Oberflächenrauigkeit durch eingearbeitete Partikel

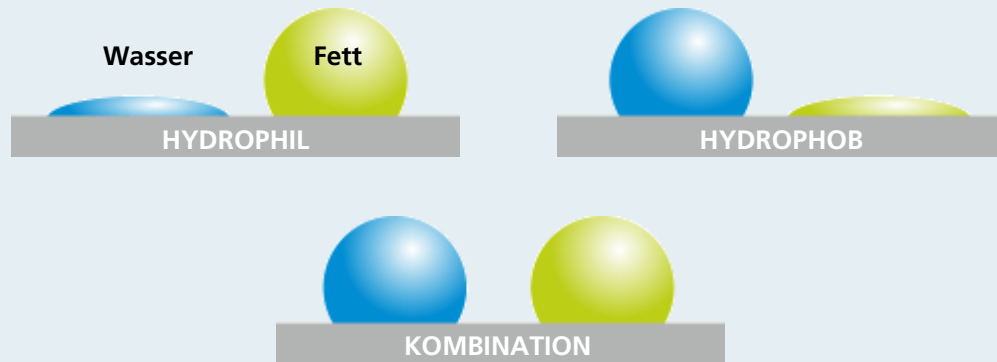
chemische Natur der Antihaft-Schicht – in dem Fall Hydrophobie – zusätzlich mit einem bekannten physikalischen Effekt – dem Lotus-Effekt – kombiniert. Dies erfolgte durch **partikelförmige Additive**.

Kombination aus chemischen und physikalischen Effekten lässt sich gezielt eine **Vielzahl von anwendungsspezifischen Antihaft- bzw. Antischmutz-Formulierungen** designen. Daneben können noch viele weitere Funktionen in die wenige μm dünnen Schichten integriert werden.



Fluorfreie Easy-to-Clean-Beschichtungen aus ORMOCER®

Projekt „Easy Care Surfaces“ z.B. für Möbel



© Fraunhofer ISC

Fluorfreie schmutzabweisende Beschichtungen

Für »Antischmutz-Oberflächen« wurden **sowohl hydrophile als auch hydrophobe** Eigenschaften in einer Beschichtung vereint. Dieser Effekt wird **omniphob** genannt und ist eine **PFAS-typische Eigenschaft**.



»Alles außer Ketchup«

Tests mit **Olivenöl, Rotwein, Kaffee** und **Zahnpasta** zeigten hervorragende Ergebnisse. Nur **Ketchup** hat sich (bislang) als widerspenstiger Kandidat entpuppt. Falls Tomatenketchup nicht zur Spezifikation gehört, können wir gerne weiter **ins Detail gehen**.

Fluorfreie Beschichtungen für Lebensmittelverpackungen und Polstertextilien

Projekt „ZeroF“ (<http://www.zerof.eu> // <https://www.ormocere.de/de/projekte/projekt-zerof.html>)

Alternativen zu Per- und Polyfluoralkylsubstanzen (PFAS) im Fokus

Ziel des Projekts ist es, PFAS durch **erneuerbare Ausgangsstoffe und ungiftige Verbindungen** zu ersetzen. Die entwickelten Materialien sollen sehr **widerstandsfähig gegen Wasser, Öl und Fett** sein und die Umweltbelastung um mindestens **25 % verringern**.

Das **Fraunhofer ISC** fokussiert sich auf die **Entwicklung einer omniphoben Beschichtung für Textilien**. Als **PFAS-Alternative** wird hier das am ISC entwickelte **ORMOCER®-System** eingesetzt, welches über die chemische Zusammensetzung, verschiedene Additive sowie Nano- und Mikrostrukturierung optimiert wird.



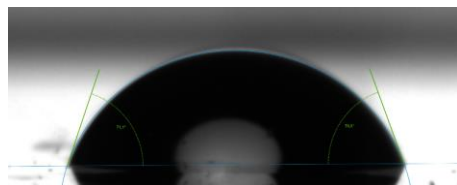
Co-funded by
the European Union

Also funded by the Swiss State Secretariat
for Education, Research and Innovation (SERI)



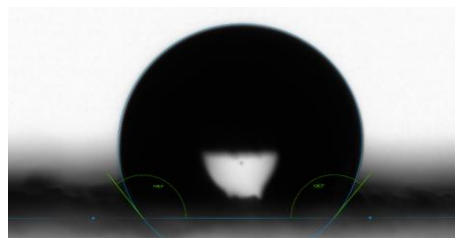
Zwischenergebnisse

Kontaktwinkel auf ORMOCER®-Beschichtungen auf Glas (Referenz: F-haltige Oberflächen > 120 °)

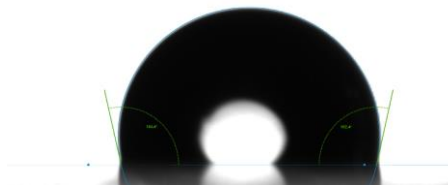


H₂O

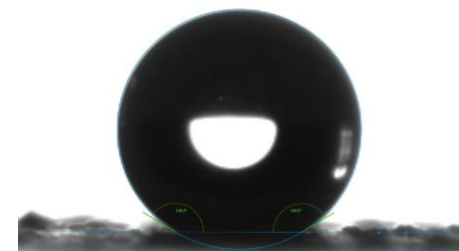
CA: 70 °



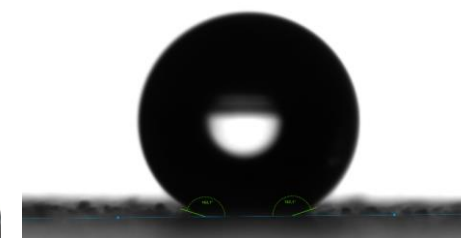
CA: 130 ° (verteilt sich)



CA: 100 °



CA: 150 °



CA: 155 °

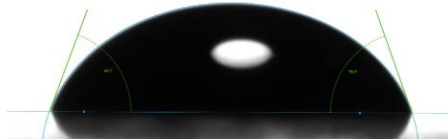


CH₂I₂

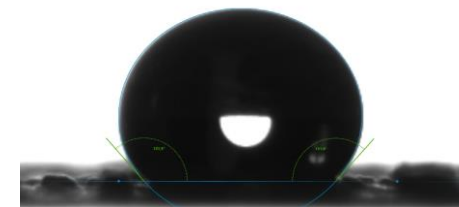
CA: 50 °



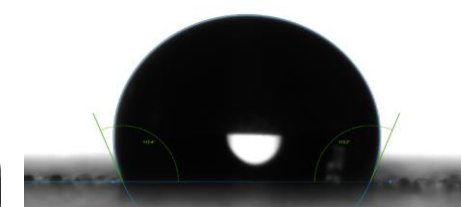
CA: -



CA: 70 °



CA: 130 °



CA: 115 °

SFE
[mN/m]

43,70
±1,93

-

23,36
±1,71

1,36
±0,23

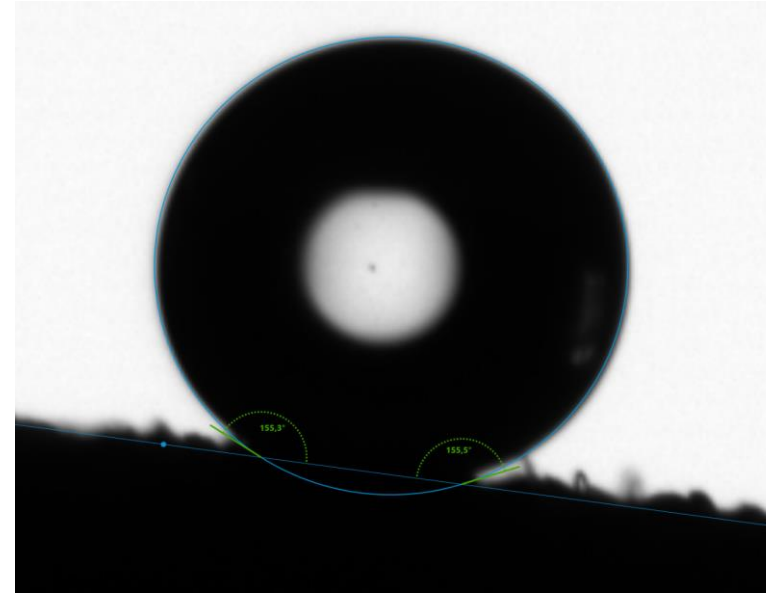
5,49
±1,10

Zwischenergebnisse (auf Textil deutlich komplexer)

Wassertropfen auf Textil I mit modifizierter ORMOCER®-Beschichtung



**Textil I mit modifizierter
ORMOCER-Beschichtung**



CA: 155 °

Hydrophober Effekt der Beschichtung ist auch auf Textil zu beobachten (CA: >140°), es gibt allerdings noch Probleme durch ungleichmäßige Partikelverteilung, sowie Einfluss auf Optik/ Haptik des Textils...
work in progress

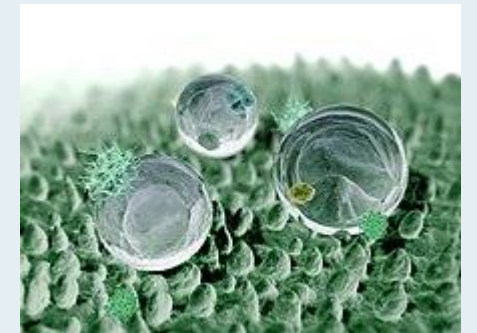
Fluorfreie (Multi-)Funktionsschichten

Nasschemie oder Plasma



© EMPA

Diverse Vor- und Nachteile
Einzelfallentscheidungen



de.wikipedia.org/wiki/Lotuseffekt

A low-angle shot of a modern building with a curved glass facade. The glass reflects the sky and clouds, creating a dynamic pattern of light and dark blue. The building's structure is visible through the reflections.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Victor Trapp
Head of Marketing & Sales

Fraunhofer Institut für Silicatforschung ISC
Neunerplatz 2 | 97082 Würzburg
Tel +49 931 4100 370
victor.trapp@isc.fraunhofer.de
www.isc.fraunhofer.de