



## Materialmarkierung von Polysecure

- » Plagiatschutz, Nach- und Rückverfolgbarkeit von Materialien
- » Tracer-Based Sorting/Marker-basiertes Sortieren

Leverkusen, 2018-05-28

Dr. Martin Fahr, CTO Polysecure GmbH





## ÜBERBLICK ZU POLYSECURE

- » Junges Technologieunternehmen, 2009 gegründet
- » Lösungen zur direkten Produktmarkierung
- » One-Stop-Strategie: Entwicklung & Herstellung der Markermaterialien und Formulierungen sowie der Detektoren und (Sortier-)maschinen -> optimale Lösungen
- » Starke IP-Position zu Markermaterialien & Anwendungen (über 10 eigene Patentfamilien)
- » Weltmarktführer als erste Kunden
- » > 10.000 t zu markierendes Endmaterial jeweils in 2015 und 2016



## Materialmarker (Tracer) von Polysecure

- » Keramische / kristalline Partikel und Pulver.
- » Schwer bis praktisch unmöglich zu kopieren
- » meist chemisch inert, unlöslich, temperaturstabil, feuerbeständig
- » z.T. biokompatibel
- » Einbringung in Materialien / Produkte:
  - Homogene additive Einmischung in Polymere über Masterbatch, 1 bis 1000ppm. praktisch kein Einfluss auf die Eigenschaften des Materials
  - Über Beschichtungsprozess -> Farbe, Lack, Druck, Galvanik, Thermisches Spritzen etc.
  - Als „Markertropfen“ mit Klebesystem in einer Bohrung/Kavität (z.B. Metalle)
- » Marker können oft ohne zusätzlichen Produktionsschritt ins Produkt integriert werden





## WAS KÖNNEN MATERIAL-/PRODUKTMARKER LEISTEN?

- » **Originale authentifizieren – Plagiate diskriminieren**
  - im Feld, am Point of Sale, mit kleinen, mobilen Detektoren, in Sekunden
  - automatisiert in der Produktion, in Maschinen
  - während der gesamten Lebensdauer
- » **Plagiateure und Kunden abschrecken – Umsätze zurückholen**
- » **Schutz vor unberechtigten Reklamationen und Gewährleistungen, auch nach Feuer und anderen Beschädigungen**
- » **Rezepturkontrolle -> wichtige Komponenten und deren Dosierung überwachen**
- » **Sortierung (kleine Partikel oder größere Objekte), z.B. im Rahmen von Recycling**



# SICHERHEITSMERKMALE VON POLYSECURE

Sicherheitsmerkmal	Nachweis und wesentliche Eigenschaften
<b>Charakteristische Fluoreszenz</b> Anti-Stokes und Stokes Optische Marker	Schneller, mobiler Nachweis mit unseren kleinen, günstigen <b>BRANDPROOF®-Detektoren</b> -> <b>Aufbau für Smartphone denkbar</b> Hohe Fälschungssicherheit, automatische Auslesung in ~ 1 Sekunde -> Sortierfunktionen, Qualitätskontrolle, Originalitätsbeweis im Handel, beim Service und am POS
<b>Produktcode</b> Chemischer Code Keramischer Marker	Auslesung in Minuten mittels mobiler / stationärer RFA-Analyse Firma / Produkt / Chargennummer; Überwachung von Produktionsmengen und Rezepturen möglich
<b>Struktureller Fingerabdruck</b> Zufällige Struktur- Eigenschaften jeder Charge Keramischer Marker	Markerpulver wird aus kleiner Materialprobe aufgeschlossen und analysiert (max. 1 Labortag) <b>Nicht reproduzierbar</b> durch uns und daher <b>prinzipiell nicht kopierbar</b> -> höchste Fälschungssicherheit
<b>3D Mikrostrukturen - NEU</b> Einzigartige Diatomeen- Schalen	Ziel: Detektion durch <b>Smartphone</b> mit Adapter (Linse und ggf. Laserdiode (Interferenzmuster)) Gezüchtete, einzigartige 3D-Strukturen; regelmäßige Nanostrukturen -> Interferenz- und Beugungseffekte; natürliche Fluoreszenz, biokompatibel!
<b>Entwicklungsoption: Pigmente mit Farbwechseleffekt</b>	Teilweise sichtbarer, messbarer Farbwechseleffekt der mittels Smartphone und App ausgelesen werden soll. Produktauthentifizierung für Kunden, Zoll/Polizei weltweit

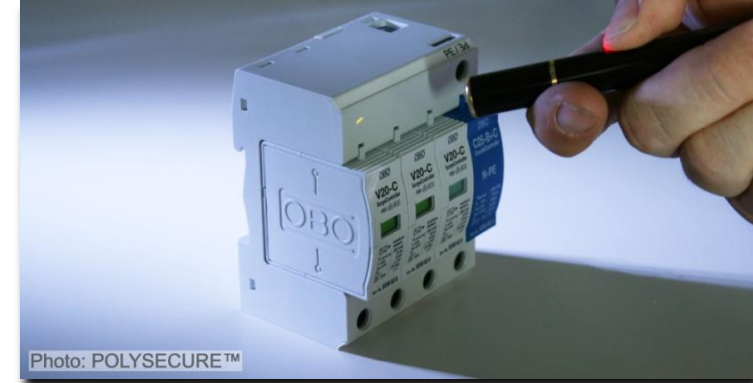
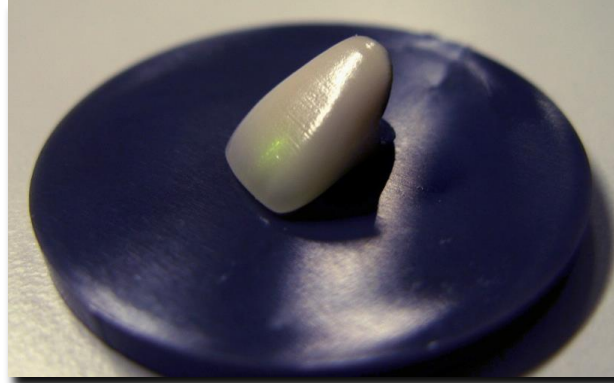
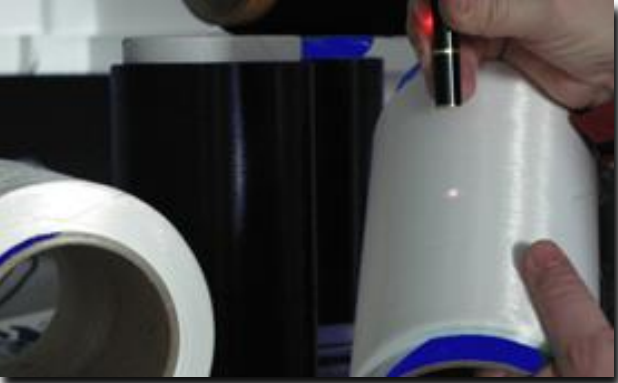




## MATERIALIEN, DIE MARKIERT WERDEN KÖNNEN

- » Spritzgegossene Polymerprodukte
- » Extrudierte Polymerprodukte: Kunstfasern, Filamente, Folien, Filamente, Gewebe
- » Filz
- » Duromere, Elastomere
- » Beschichtungen, Filme, Lacke, Klebstoffe, Schmierstoffe
- » Keramiken, Beton, Pulver
- » „Markertropfen“ in Metallprodukten, Marker in galvanischen und thermisch gespritzten Schichten

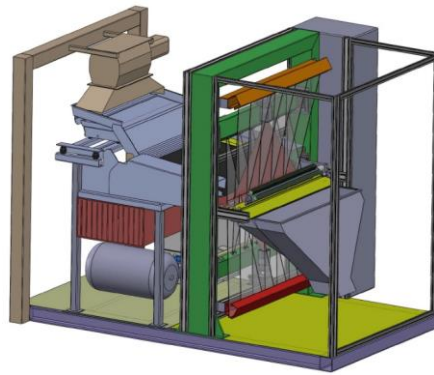
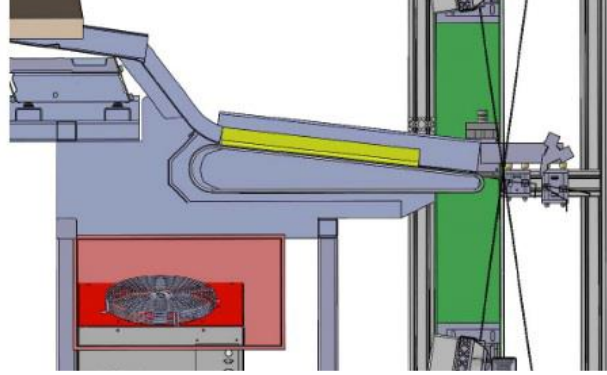




## SPEZIELLE ANWENDUNGEN VON POLYSECURE®- MARKIERUNGEN

- » Sicherheitsdokumente und –druck
- » Schraubensicherungslacke, sonstige Farben und Lacke zur Markierung von Objekten
- » Fluoreszierende Marker für das schnelle Sortieren von Kunststoffen
- » Marker, die den Verschleiß von Schichten und die Nutzung von Bauteilen anzeigen
- » Marker für Produkte mit speziellen Zulassungen: Dentalkeramiken, Trinkwasserprodukte, elektrische Schalter





## MARKER-BASIERTES SORTIEREN - TRACER-BASED SORTING

- » Sortieren von gezielt mit Fluoreszenzpigmenten markierten Objekten
  - Schnelle Sortierung: Sortiergut durchströmt Laser-“Vorhang“ – fluoreszierende (leuchtende) Objekte werden abgetrennt
  - Feinere Sortierung: verschiedene Materialien, Hersteller, etc. können über Farbe und dynamische Eigenschaften der Fluoreszenz getrennt werden
- » IR-Leuchtstoffe / Up-Conversion / Anti-Stokes-Effekt
  - Effekt existiert in gebräuchlichen Materialien nicht -> keine Interferenzen , die das Signal verschleiern
  - Zusätzlich Sortieren über die Anregungswellenlänge
- » Klassische UV-Leuchtstoffe (Stokes-Effekt)
  - Besonders effizient in dunklen / gerußten Kunststoffen



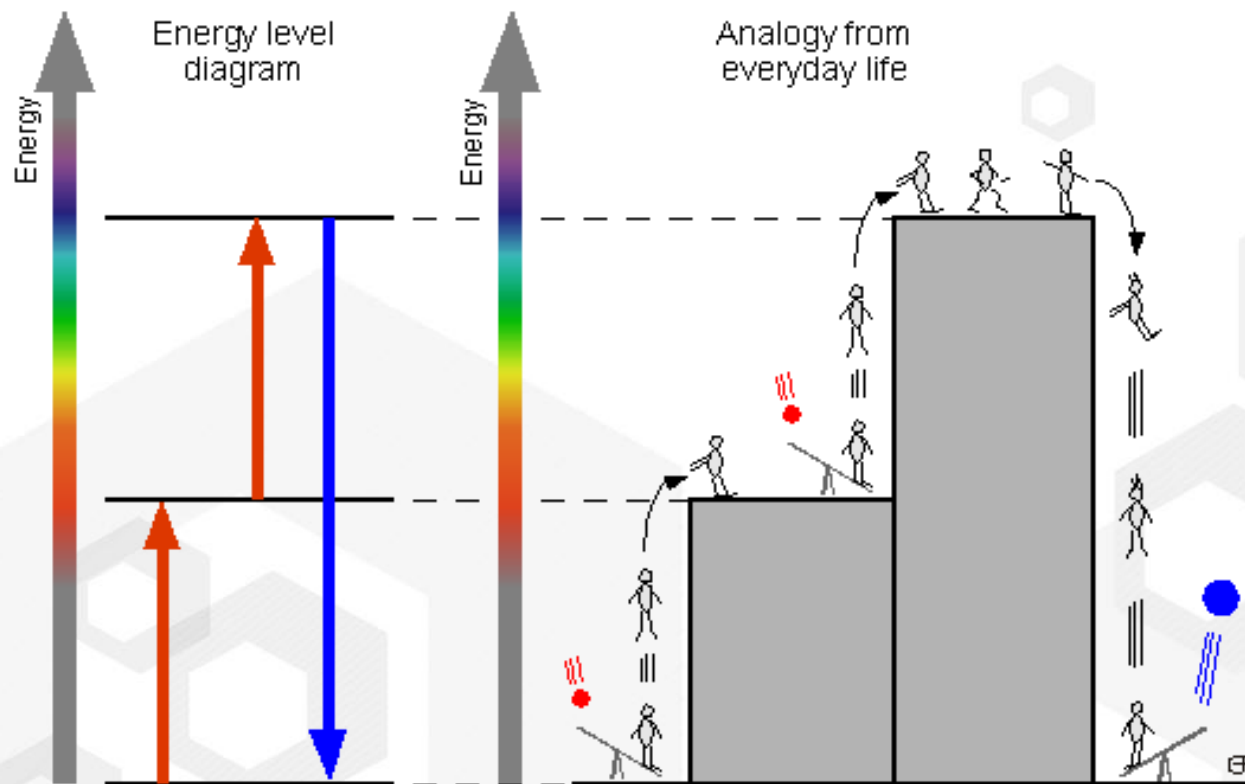


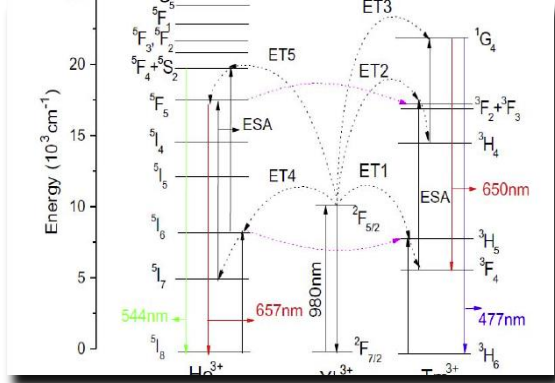


# STOKES EFFECT - UPCONVERSION

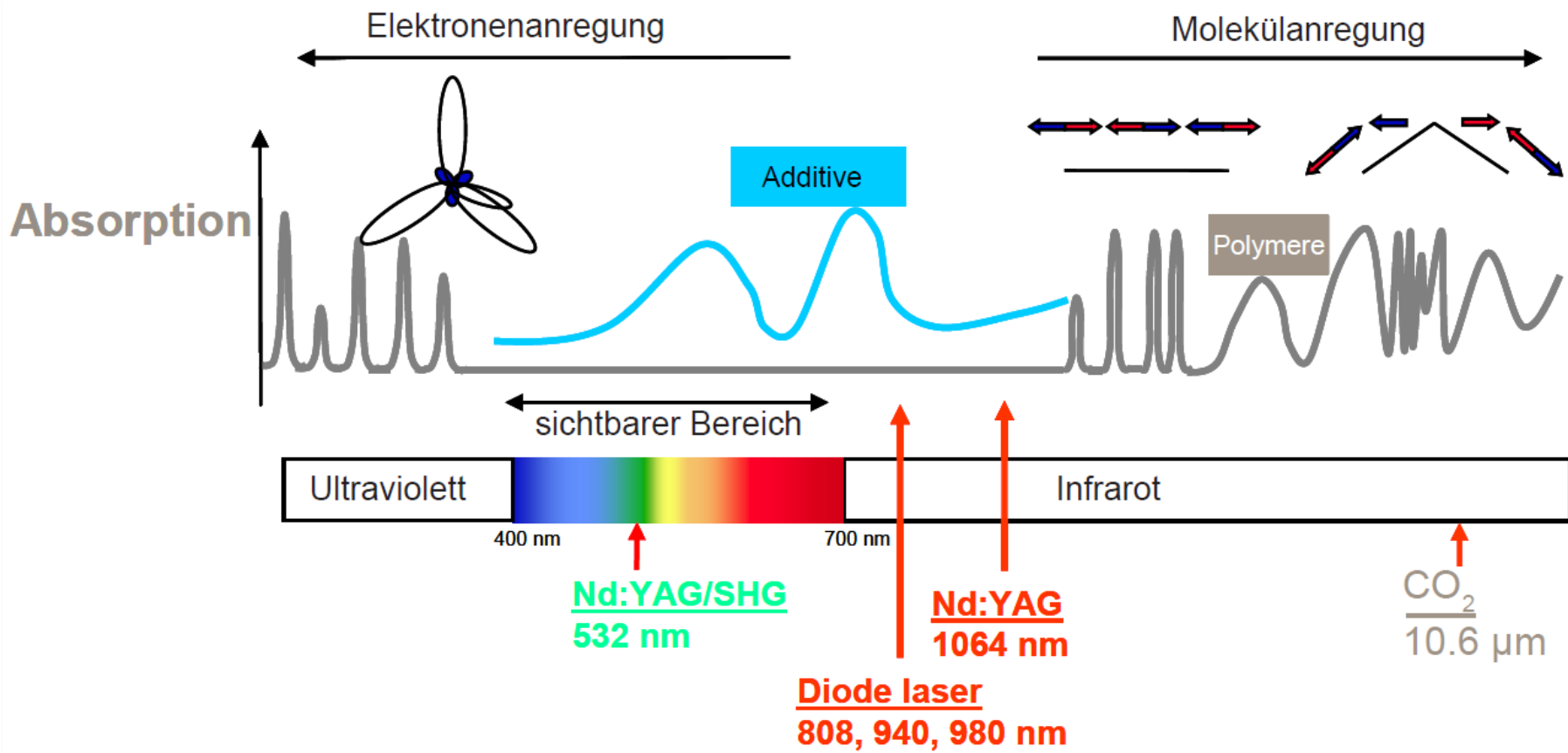
Upconversion

Making 1x blue out of 2x red





# CHARAKTERISTISCHE FLUORESZENZ





Standard PVC Profile



RAUFIPRO Profile

## Pilotanwendung mit Firma Rehau

- RAUFIPRO: glasfaserverstärktes PVC für Fensterrahmen
- REHAU hat die Herausforderungen der Extrusion von GV-verstärktem PVC gemeistert!
- RAUFIPRO-Fenster haben bessere mechanische und thermische Eigenschaften -> innovatives und erfolgreiches Material!

**ABER: RAUFIPRO-Fenster mussten in ein bestehendes Recycling-Konzept der PVC-Fensterrahmen-Industrie eingliedert werden (REWINDO-Verband) (ca. 1 Mio. t PVC/Jahr)**

- Glasfasern müssen vom Standard-Recycling-Strom abgetrennt werden. Glasfasern wären anderenfalls eine erhebliche Belastung für konventionelle Extrusionslinien der Mitbewerber von REHAU
- Darüberhinaus ermöglicht die Abtrennung auch ein Recycling des GV-verstärkten PVCs

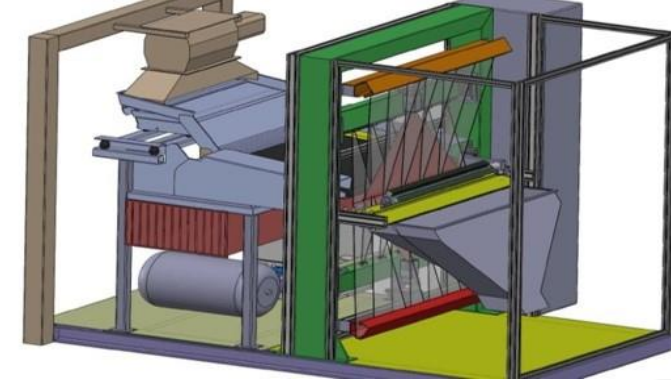




## BESSERES SORTIEREN & RECYCLING VON KUNSTSTOFFEN

- » ~30 Mt. Kunststoffabfall in der EU – nur 6-8 Mt. werden recycelt!
- » EU-Ziel: Recyclingquote bis 2020 auf 50% erhöhen, keine Deponierung ab 2025
- » EG-Altfahrzeugrichtlinie 2015 -> 85 Gew.% müssen wiederverwendbar sein!
- » Pfandsysteme funktionieren, können aber nur in Teilbereichen umgesetzt werden
- » Sortierung nach Form, Aufdruck, Material nur eingeschränkt möglich
- » Marker-basiertes Sortieren empfiehlt sich, wo klassisches Sortieren schwer bis unmöglich ist:
  - Weiß versus transparent (z.B. PET)
  - Diverse Additive (gefährliche, toxische, nicht rezyklierbare,...) (Pilotanwendung: Glasfaser-verstärktes PVC in Fensterrahmen mit Firma REHAU und REWINDO-Verband)
  - Lebensmittel- versus Nicht-Lebensmittel-Verpackungen
  - Synthetisch versus biobasiert





## MARKIERUNG DER PRODUKTE

- » Einbringung Marker in Kunststoff bei Extrusion und Spritzguss über Marker-Masterbatch oder zusammen mit anderen Additiven ins Dryblend
- » Markerpartikel sind dann an jeder Stelle des Produkts vorhanden
  - Praktisch unzerstörbare homogene Markierung
  - Beschädigte, geshredderte, unvollständige Objekte können sortiert werden
  - Materialien oder gar Hersteller etc. können über Marker geschlüsselt werden
- » Szenario Recycling:
  - Marker überlebt viele Extrusionen und ist während der Extrusion praktisch nicht mobil, geeignet, um einen bestimmten Materialstrom (Produkt und Rezyklat) immer wieder zu erkennen und abzutrennen
  - alternativ Marker in Etikett oder abwaschbarer Bedruckung/Beschichtung, um Marker separat zu rezyklieren





Valve line within POLYSECURE Tracer Based Sorting machine

# Zahlen, Daten, Fakten zum Rehau-Sortierprojekt

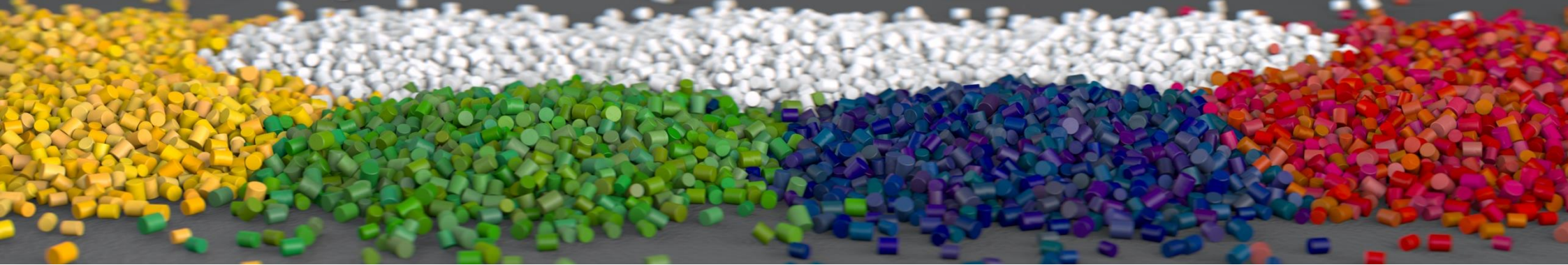
## Sortiermaschine und Sortierkonzept

- 1 IR-Marker, dessen Fluoreszenz im VIS genutzt wird
- Geschreddertes Material der Größe 2 mm bis 8 mm
- Geschwindigkeit des Materials: 3m/s
- Breite des sortierten Stroms: 1m
- Durchsatz: ca. 1.5t/h, geplant 2 t/h (= ca. 10000 Partikel/s)
- Reinheit des sortierten ACCEPT-Stroms: >98%
- Maschine hat erste Tests bestanden
- Langzeittests und endgültige Abnahme noch in 2018



POLYSECURE Tracer Based Sorting machine





# Projekt Marek

- Hochschule Pforzheim, Institut für Industrial Ecology (INEC)
- Polysecure GmbH (Freiburg)
- Werner & Mertz GmbH (Mainz)
- Der Grüne Punkt – Duales System Deutschland GmbH (Köln)
- Institut für Mikrostrukturtechnik des Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Unterauftragnehmer CMO-SYS GmbH und Nägele Mechanik GmbH
- assoziierter Partner: Umwelttechnik BW GmbH (Landesagentur für Umwelttechnik und Ressourceneffizienz Baden-Württemberg)

Website: [www.hs-pforzheim.de/marek](http://www.hs-pforzheim.de/marek)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



**FONA**  
Forschung für Nachhaltige  
Entwicklung  
BMBF



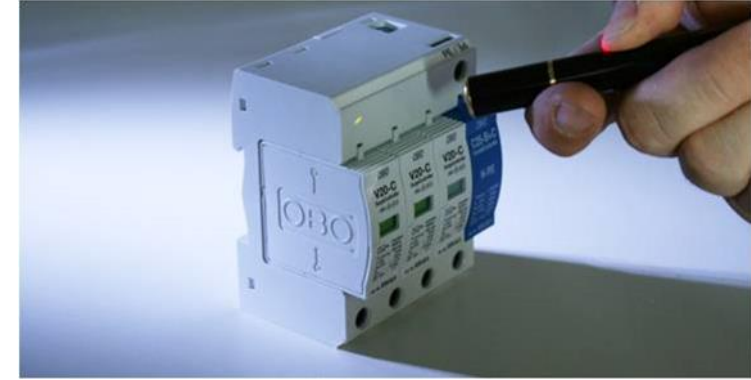


## Schwerpunkte im Projekt Marek

- Repräsentative Kreislaufführung von Kunststoff-Leicht-verpackungen incl. Bestimmung des technischen Restwertes (Werkstoffeigenschaften) und des Wertschöpfungspotentials
- Neu- bzw. Weiterentwicklung und industrielle Erprobung des „Tracer-Based Sorting“-Verfahrens mit realen Chargen aus der Getrennterfassung (Technikum), hierzu Weiterentwicklung der Tracer und Detektionstechnologie
- Angewandte Innovationsforschung zur Untersuchung von Treibern und Hemmnissen der entwickelten Technologie und deren Anwendung im komplexen Gefüge der Stakeholder
- Umfassende Analyse von Energie- u. Stoffströmen und Bewertung möglicher Umweltauswirkungen der entwickelten Technologie unter Berücksichtigung der Lebenszyklusperspektive
- Projektlaufzeit: 01.07.2017 – 31.12.2019



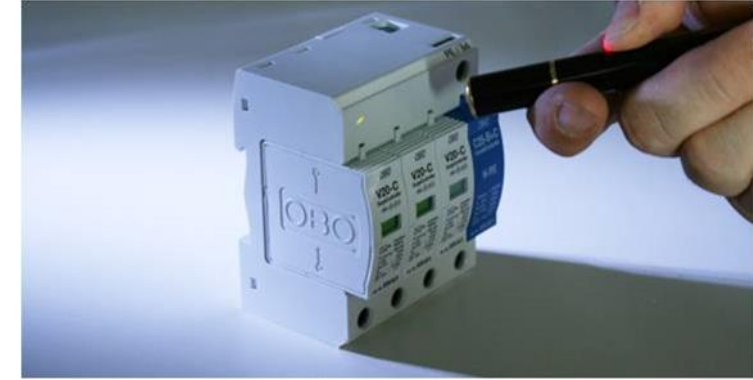




## ZUSAMMENFASSUNG TBS

- Automatisches Sortieren von *beliebigen* Materialien durch gezielte Markierung bei der Herstellung
- Gut markiert werden können:
  - Kunststoff-Spritzguss & extrudierte Polymerprodukte
  - Beschichtungen, Klebstoffe, Schmiermittel
  - Keramik, Pulver, Beton
  - Holz, Papier, Filz, Fasern, Textilien
  - Metalle eher indirekt (über Beschichtung, zusätzliche Elemente, etc.)
- Mögliche Anwendungen: Trennung ähnlicher Compounds, verschiedener Additive, nach Anwendung (Lebensmittelverpackungen), nach Hersteller, nach Herkunft (biobasiert)
- Geschredderte, ebenso wie verschmutzte und beschädigte Objekte sortierbar
- Marker sind sehr beständig und beeinflussen Materialeigenschaften i.d.R. nicht





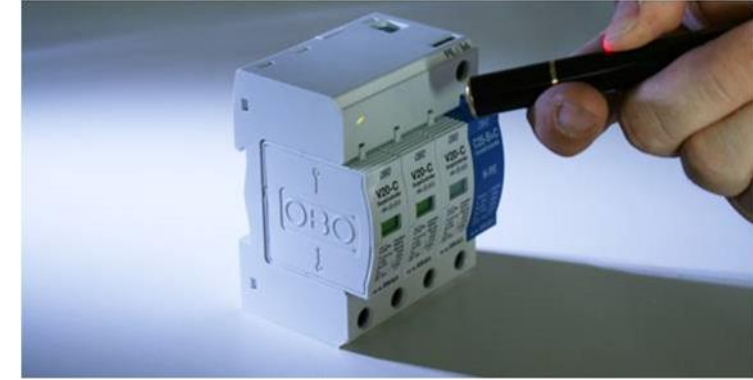
## ZUSAMMENFASSUNG

Diverse Marker für Plagiatschutz und Sortierung

Gut markiert werden können:

- Kunststoff-Spritzguss & extrudierte Polymerprodukte (z.B. Profile, Rohre, Folien ...), Hart- und Weich-PVC
- Beschichtungen, Klebstoffe, Schmiermittel
- Keramik, Pulver, Beton
- Holz, Papier, Filz, Fasern, Textilien
- Metalle eher indirekt (über Beschichtung, zusätzliche Elemente, etc.)





## ZUSAMMENFASSUNG

### Marker als Plagiatschutz:

- Zweifelsfreie, schnelle Detektion im Feld
- Gerichtsfeste Abwehr unberechtigter Gewährleistung
- Überwachung von Rezepturen und Satelliten-Produktionen

### Anwendung als Sortiermarker:

- Automatisches Sortieren von Partikeln, Flakes etc. -> geschlossene Materialströme möglich
- Sortieren auf Partikelebene -> einheitliches Einsammeln unterschiedlicher Produkte möglich
- Differenzieren zwischen Materialbereichen -> z.B. Deckschicht / Kern

