



Funktionalisierung von Kunststoff- oberflächen: Ein interessanter Weg zu neuen Anwendungsfeldern

Dr. Jochen Ackermann
Innovation & Business Development
Acrylic Polymers

Materials Valley Workshop „Oberflächenbeschichtungen“
Hanau, 13. März 2014



EVONIK
INDUSTRIES

**PLEXIGLAS® is the
inspiring plastic that
helps shape the
future.**

More than 100 years tradition from Darmstadt
More than 80 years PLEXIGLAS® innovations



PLEXIGLAS® has inspired people right from the start

Automotive



DKW
small tail lights
1950's



MAN
large
automotive
body parts

Architecture



Olympic Stadium
Munich
1970's



Kunsthaus
Graz

Consumer Electronics



Braun Phonosuper SK4
"Snow White's coffin"
1950's



Light guide
panel in
TFT-LCD
televisions

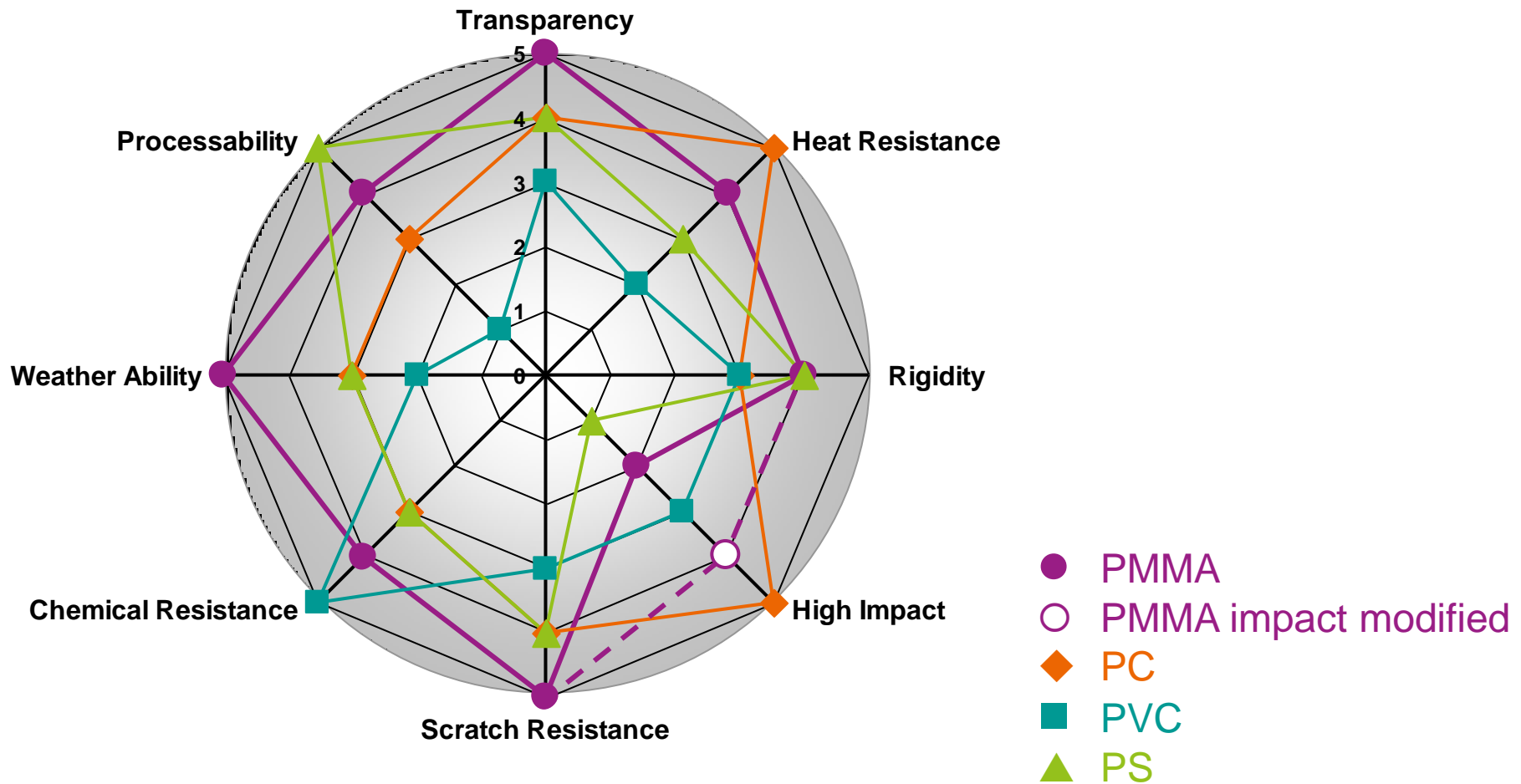


- outstanding weather ability
- very high transparency
- no haze
- color fastness
- high stiffness
- high surface hardness
- good heat resistance
- good chemical resistance
- chemically recyclable
- easy to process

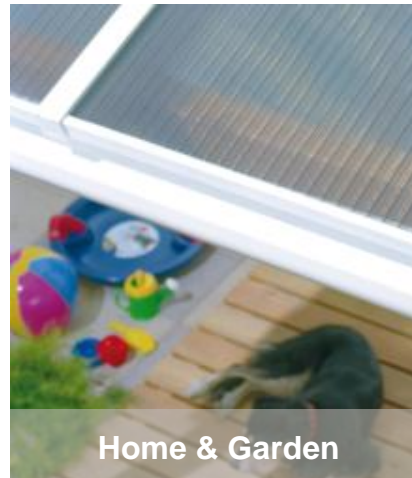
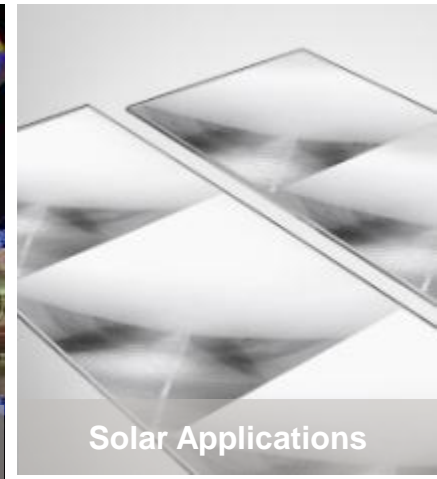


Forget about gloss
that fades.
Create your world of wow.

Among transparent thermoplastics PMMA shows a well balanced portfolio of properties



Market segments for PLEXIGLAS®





Acrylic Specialties



Over the last decades innovation is changing from polymer development to improved applications to functionalized materials and system solutions



1960 1970 1980 1990 2000 2010 2020

A horizontal timeline arrow pointing to the right, with tick marks for the years 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010, and 2020.

New
Polymers

Improved
Applications

Functionalized
Materials & System
Solutions

- Chemistry as **key enabler** for functionalized materials & system solutions
- Deep understanding of **customer value chains** required

Processes to produce polymer based functional films, sheets & surfaces

**Functional
Films, Sheets
& Surfaces**

Coextrusion

Lamination

Coating

Microstructuring

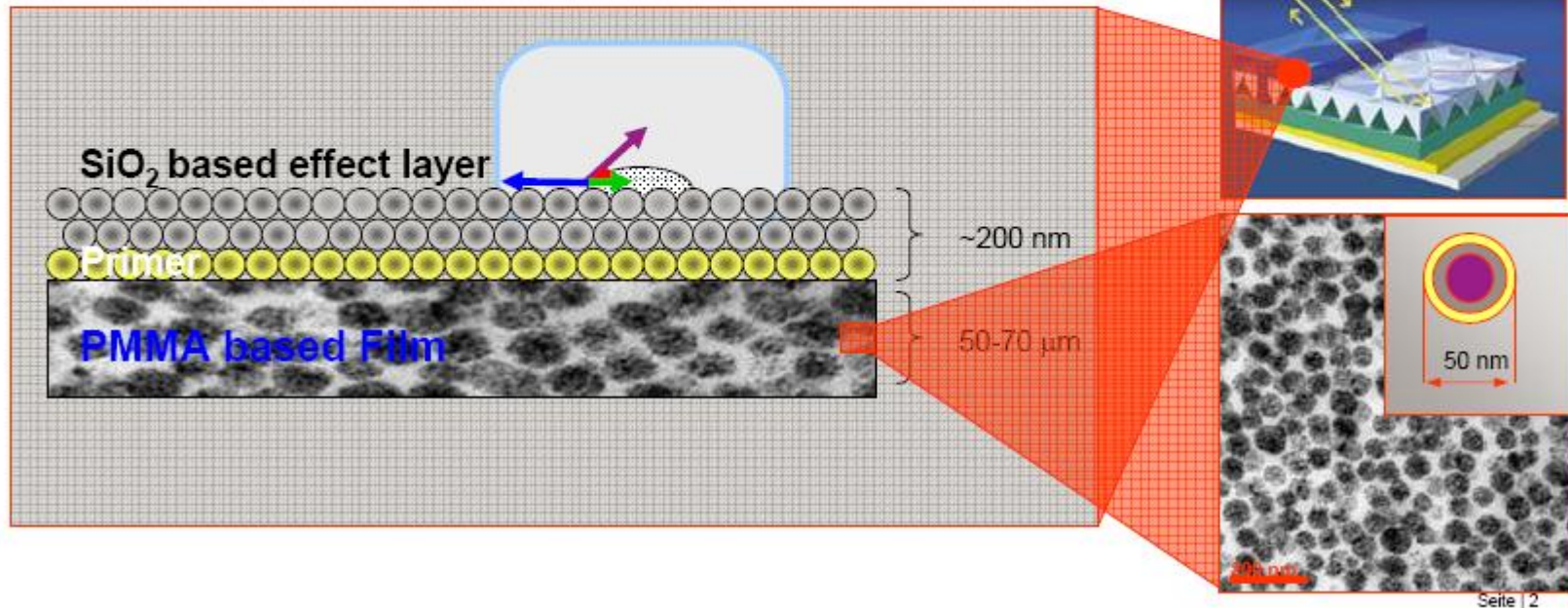
System Solution



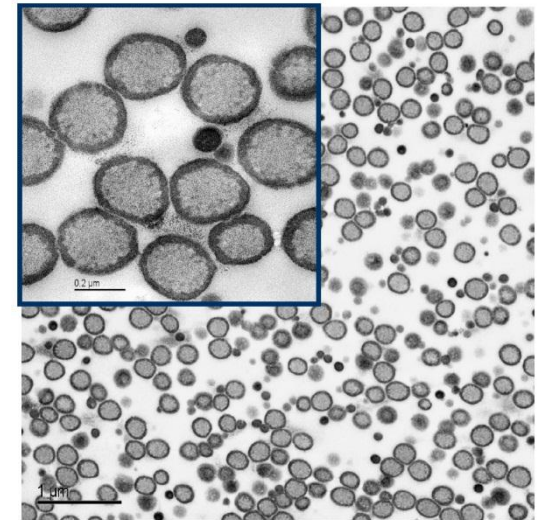
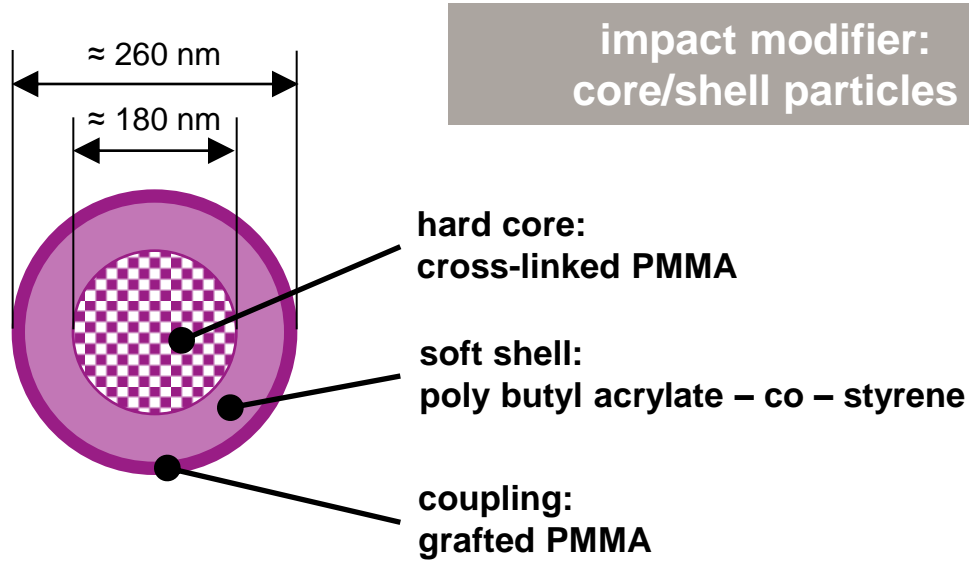
Functional Coatings

TCM (Traffic Control Materials): nanotechnology enhanced overlay film

„No Drop“ Function
prevents droplet formation @ the dew point

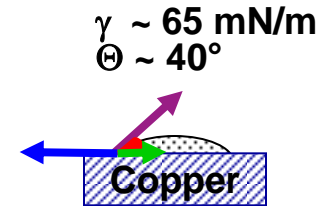
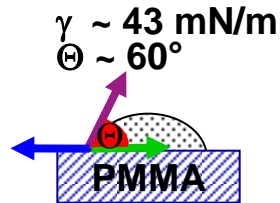
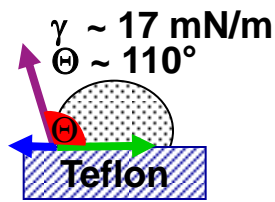


Nano-scale elastomer impact modifier cause high impact resistance within PLEXIGLAS® films



elastomer fraction	thermal properties	optical properties	mechanical properties			
			Vicat softening temperature	transmission	tensile strength	elongation at break
wt.-%	°C	%	MPa	%	MPa	KJ/m ²
0	108	92	77	3,5	3300	15
17	95	91	45	> 50	1800	80

TCM (Traffic Control Materials): improved substrate wetting for road safety



droplet formation

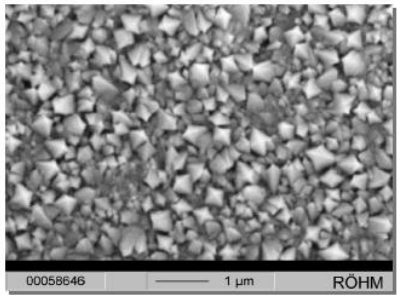
surface wetting

no coating



coating

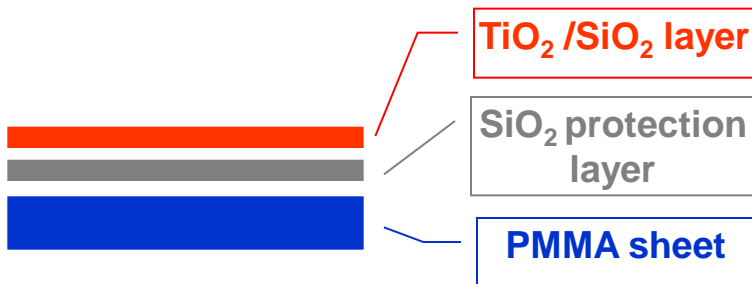
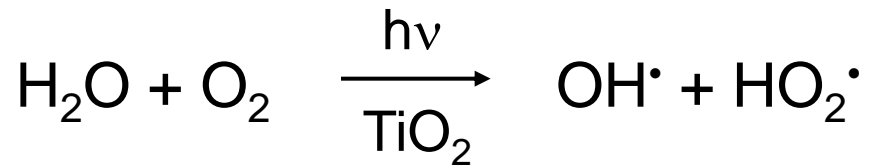
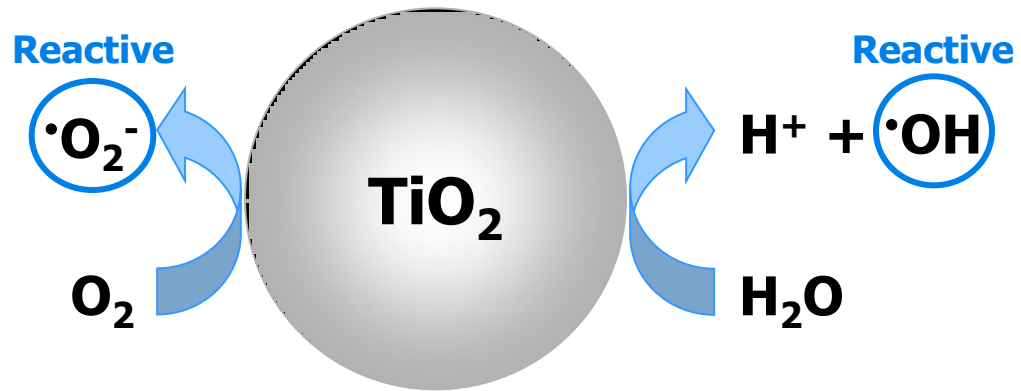




Nanostructured TiO₂ Surface



Photocatalysis on TiO₂

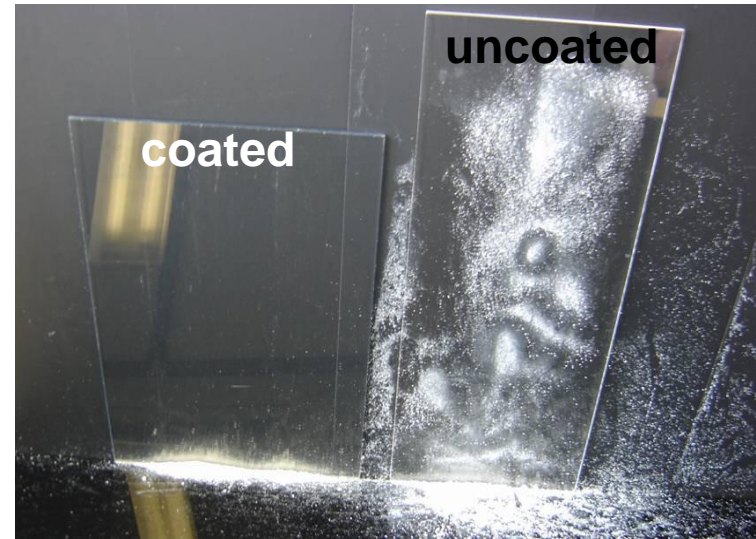
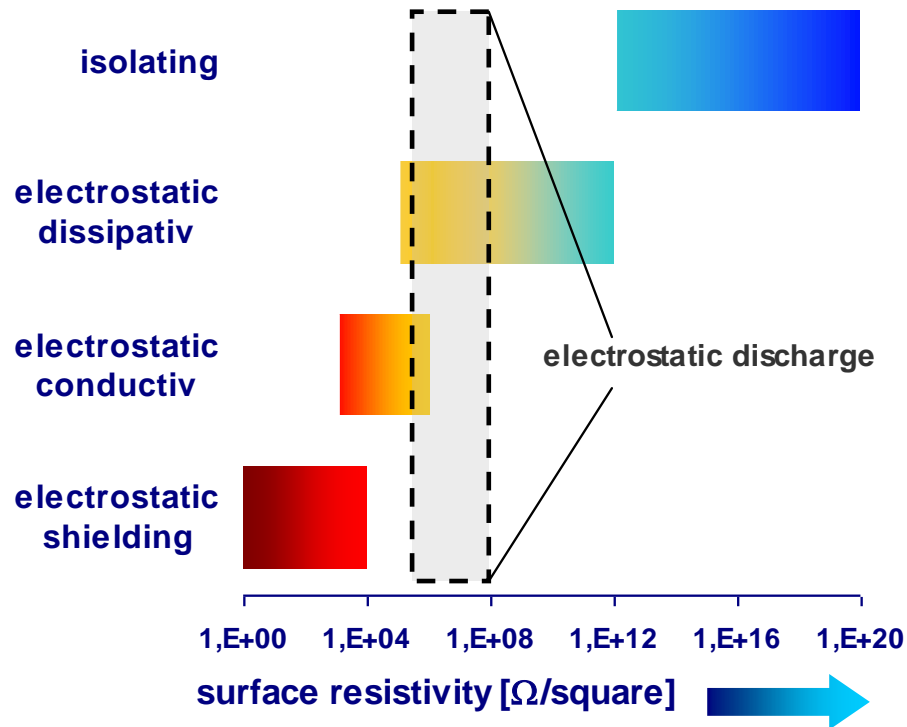


Relax instead of clean – thanks to new PLEXIGLAS RESIST® AAA multi-skin sheets with anti-algae technology

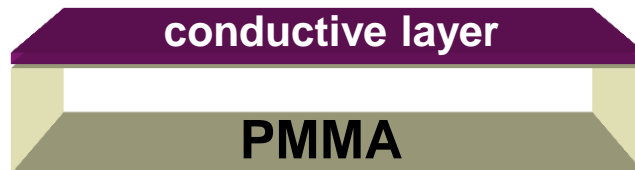


EUROPLEX® EC / SDX

Antistatic coatings on PC/PMMA sheets



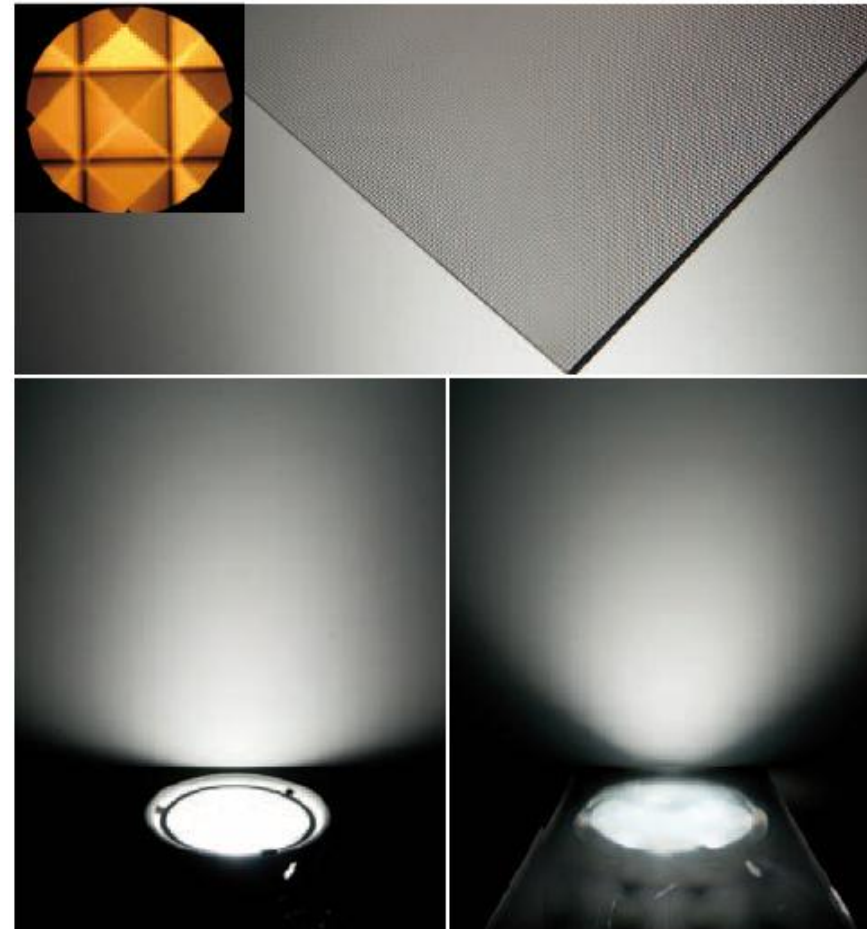
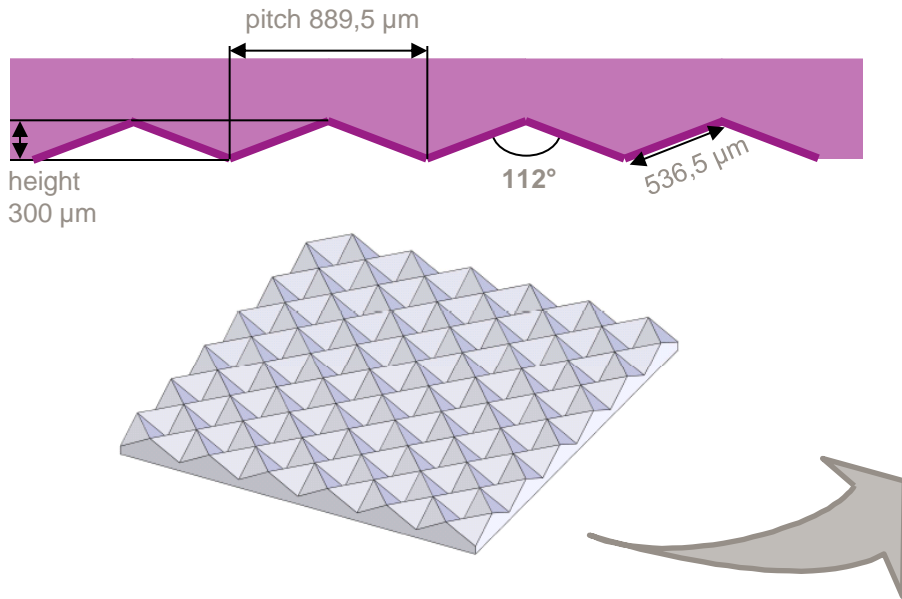
ITO containing lacquer system



Microstructuring and Lamination

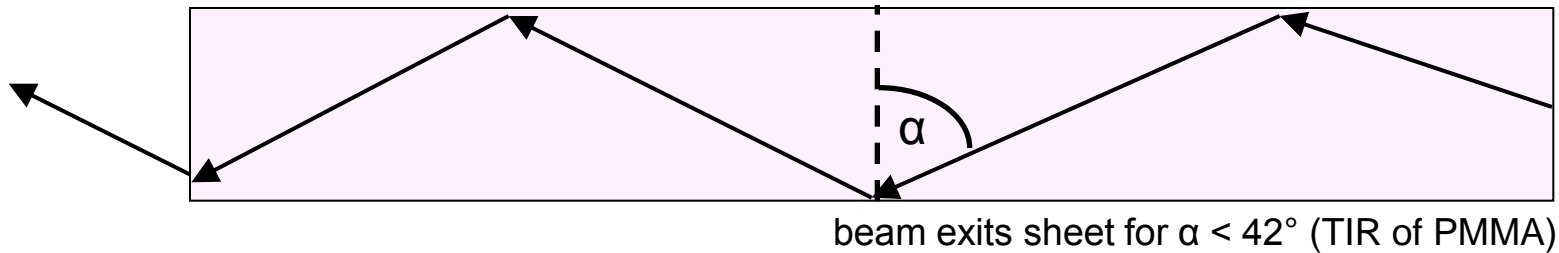
Light management can effectively be enhanced by high-precision microstructured surfaces

Deglaring prism structure produced by continuous R2R hot-embossing and subsequent inline film lamination on extruded sheet



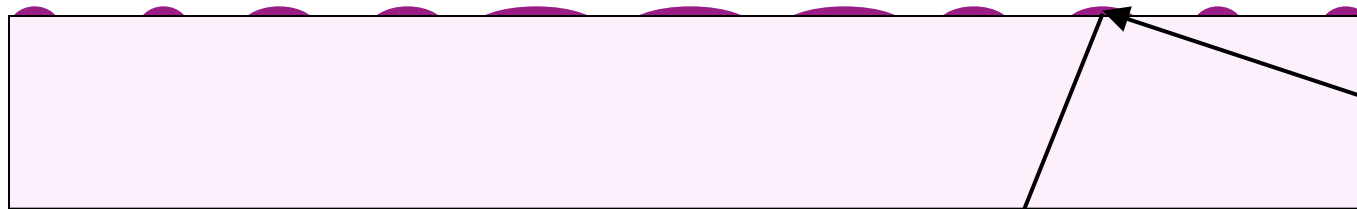
(Co)Extrusion and Microstructuring

PMMA light guide



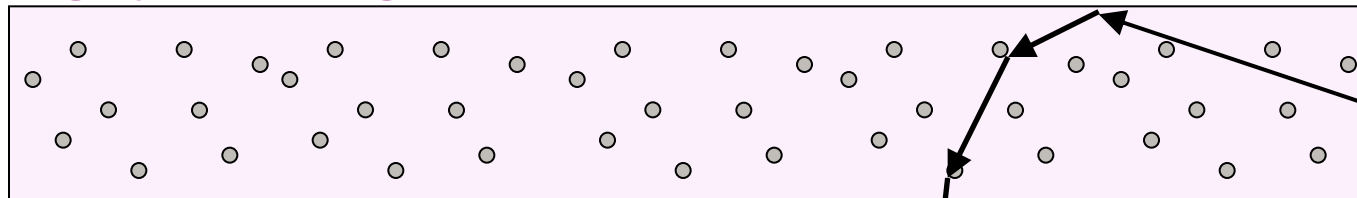
LED

patterning by back-printing (non-transparent)



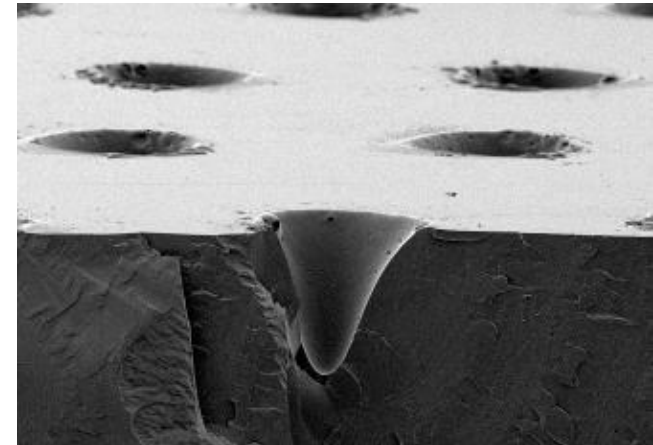
LED

highly scattering nano-scale additives (transparent)

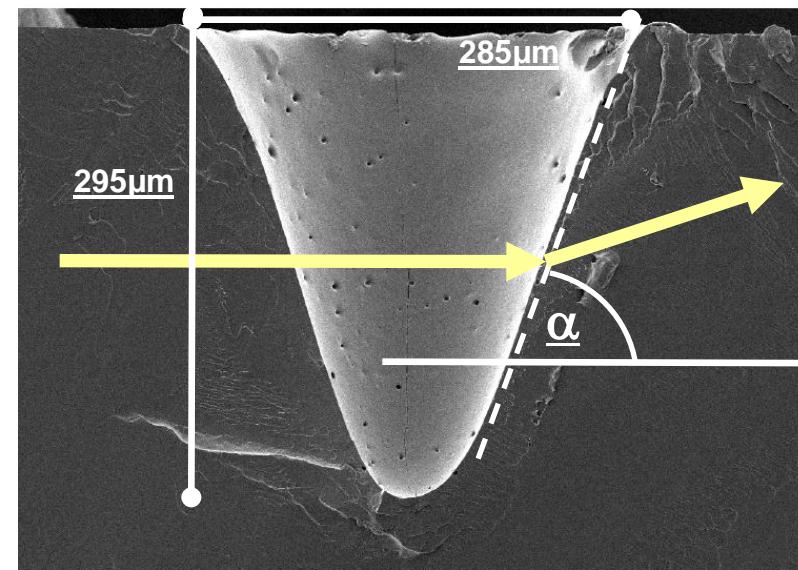


LED

- esp. thin LGP (< 3 mm) need fine patterns (< 300 μ m)
- such patterns can be produced by CO2 laser structuring
- direct geometrical influence on directionality of light exit
- luminance / geometry relationship



laser parameter	geometry	light effect
energy	depth	luminance
focus	angle	out-coupling angle



Direct patterning by laser microstructuring

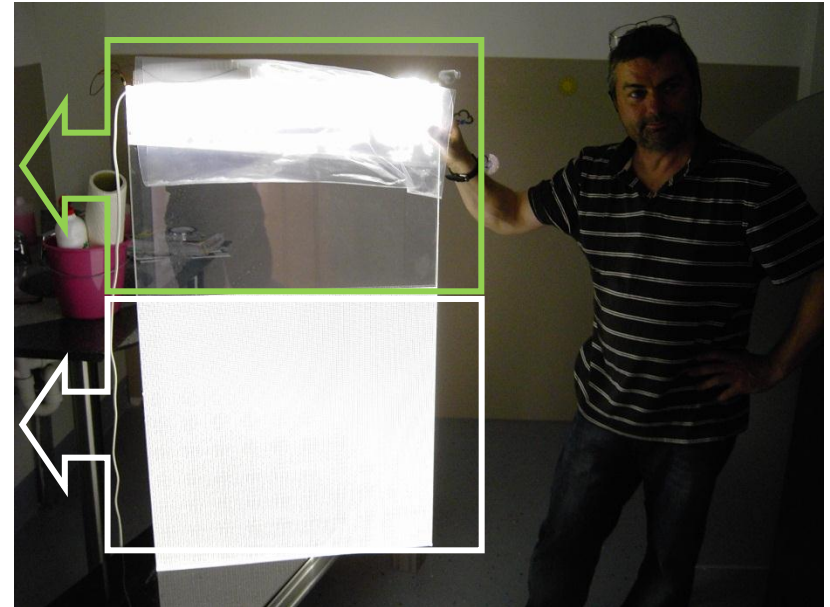
light incoupling side



light outcoupling side

unstructured

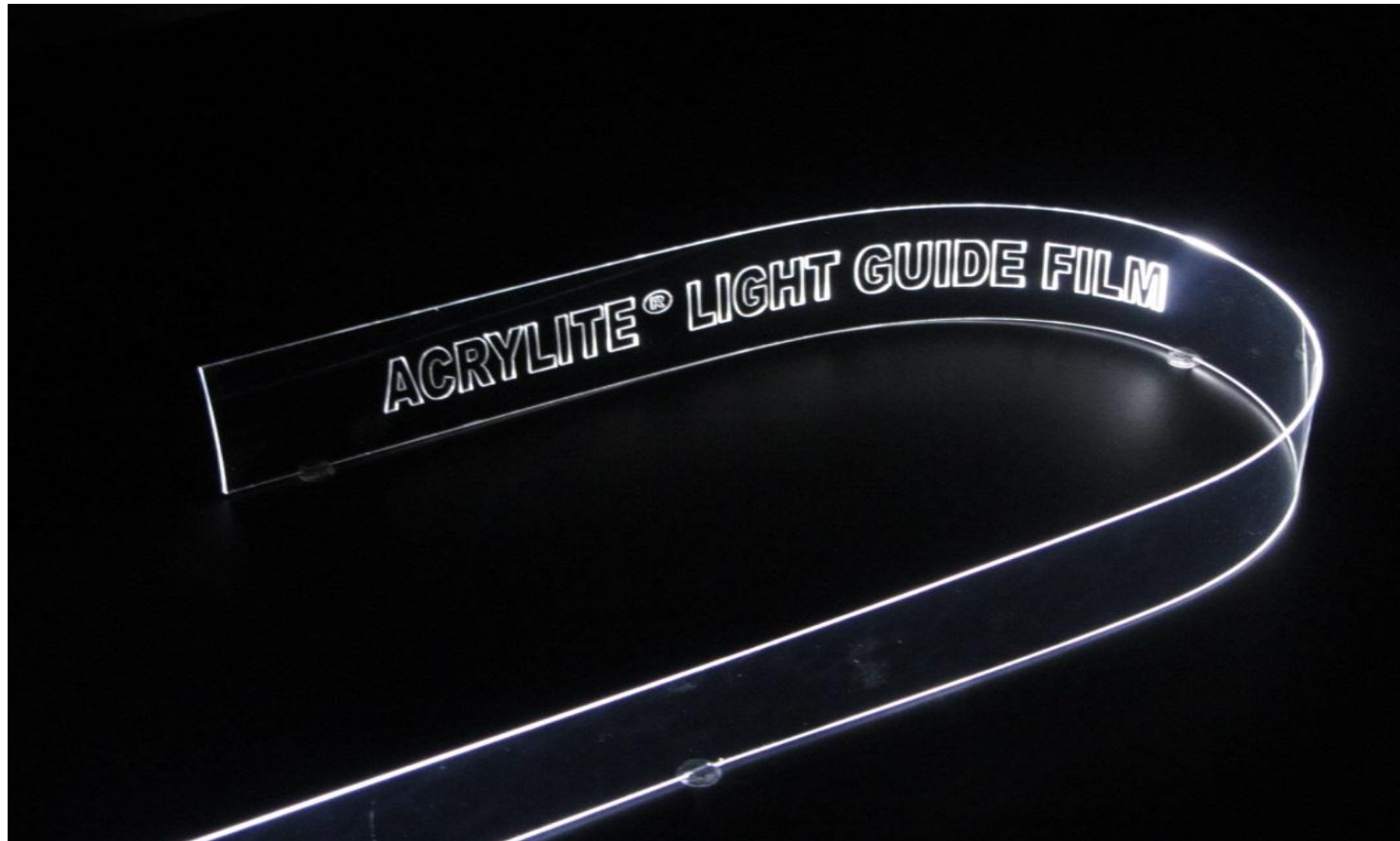
microstructured



Light guides for functional and ambient lighting

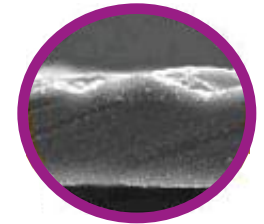
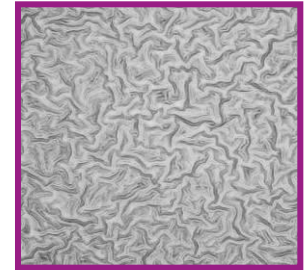
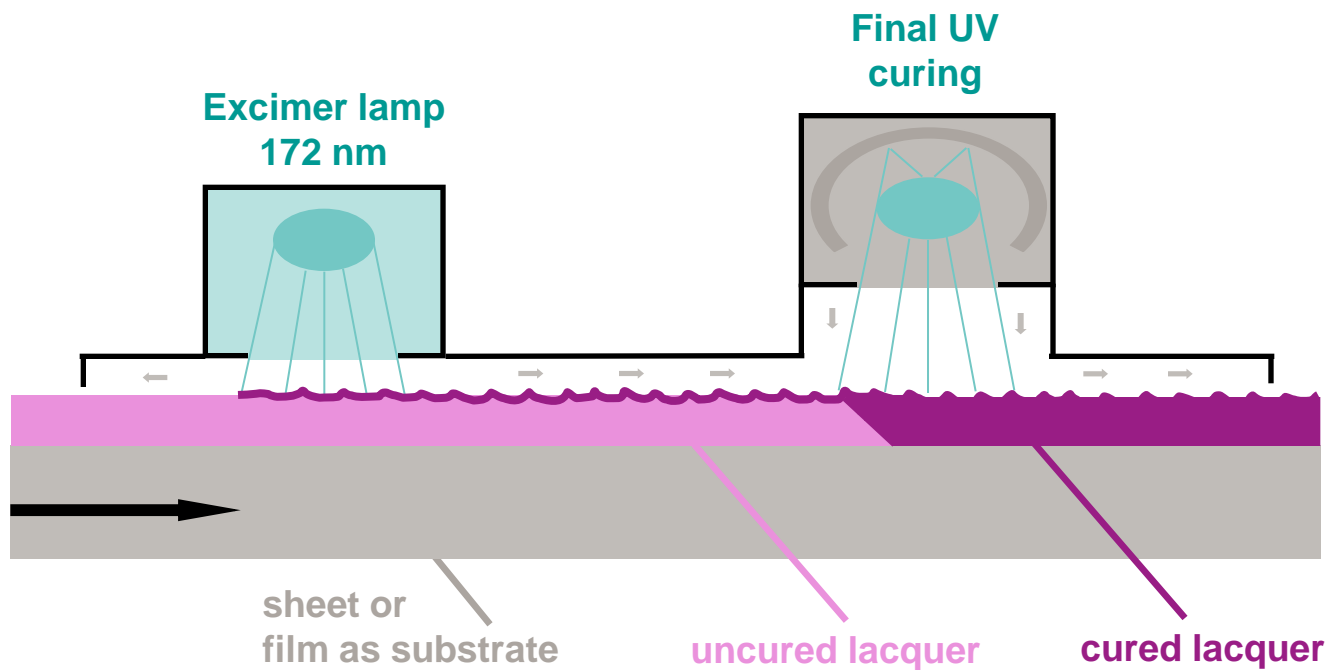


New light guide films open an interesting new arena of applications



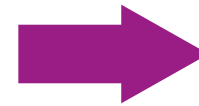
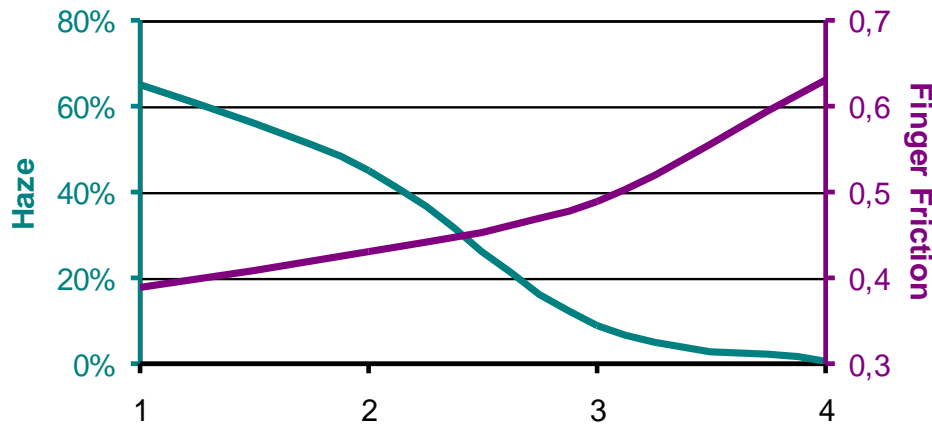
Coating and Microstructuring

Matt-finished scratch resistant surfaces from excimer (VUV) cured UV SR lacquers

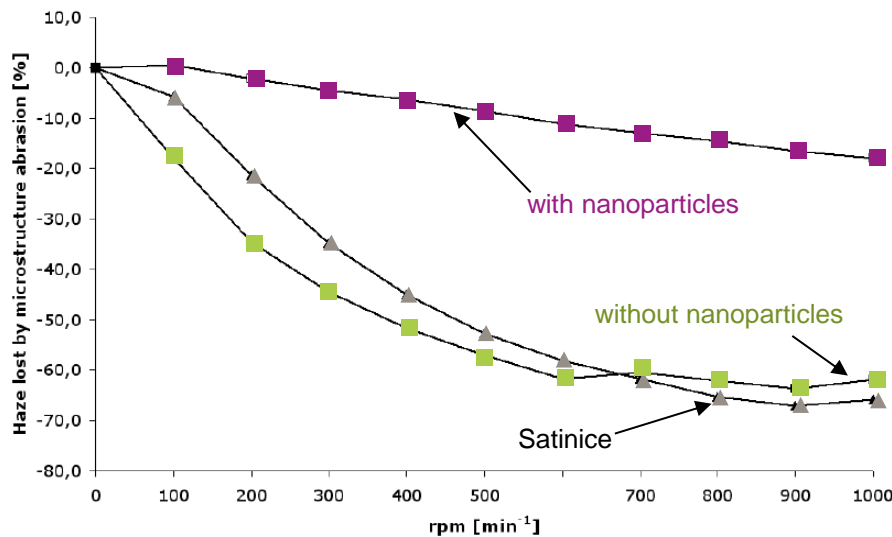


**matt-finished
&
scratch resistant
film or sheet**

Abrasion resistance and friction/transmission properties of matt-finished PLEXIGLAS® sheets



Friction and transmission are adjustable by the size of the microstructures



Abrasion resistance increases significantly by adding AEROSIL® nano-particles

Matt-finished SR sheets for furniture and lighting



System Solution



Kratzfeste und chemikalienbeständige PMMA-Oberflächen in einem Schritt



KraussMaffei

CoverForm®: eine Systemlösung

CoverForm® Maschine



KraussMaffei

CoverForm® Material

1K Reaktiv-System Formmasse



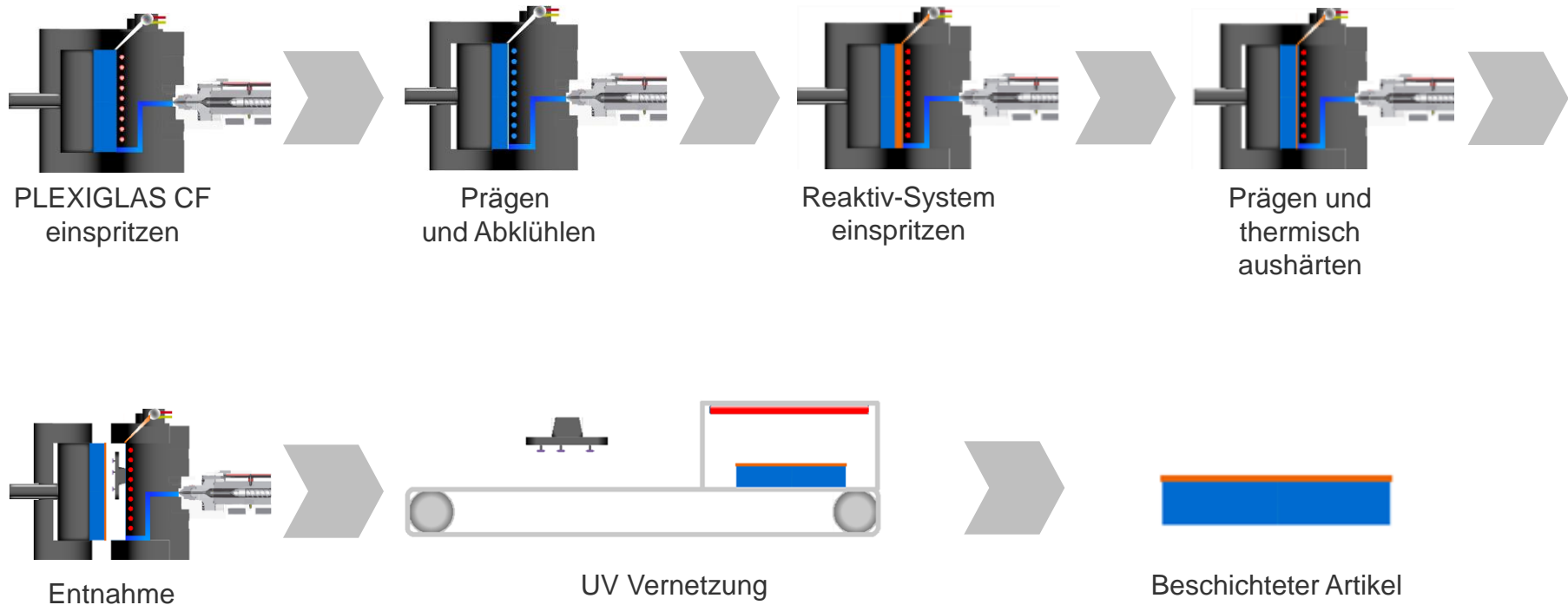
Evonik Industries AG

CoverForm® Werkzeug



auf Empfehlung

CoverForm®: Prozess-Schritte



CoverForm[®] – Weniger ist oft mehr!

Thermische Beschichtung mit Primer:

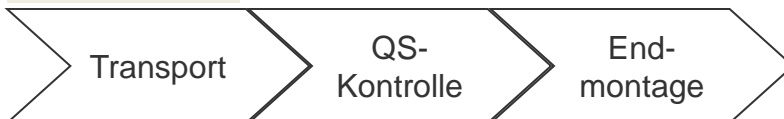
Spritzgieß-Prozess



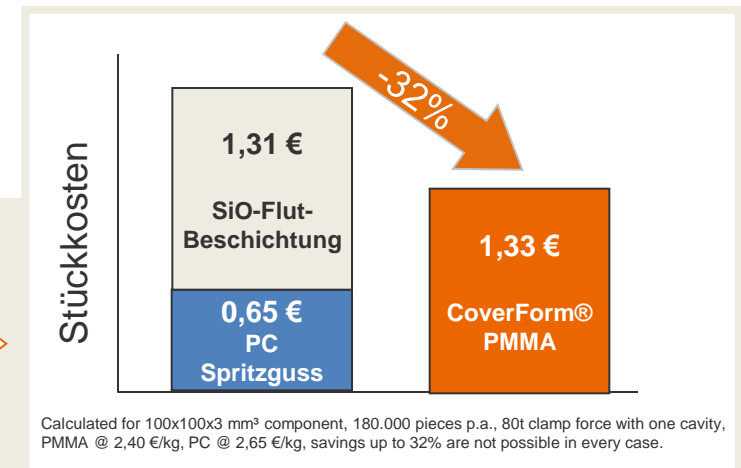
Beschichtungs-Prozess



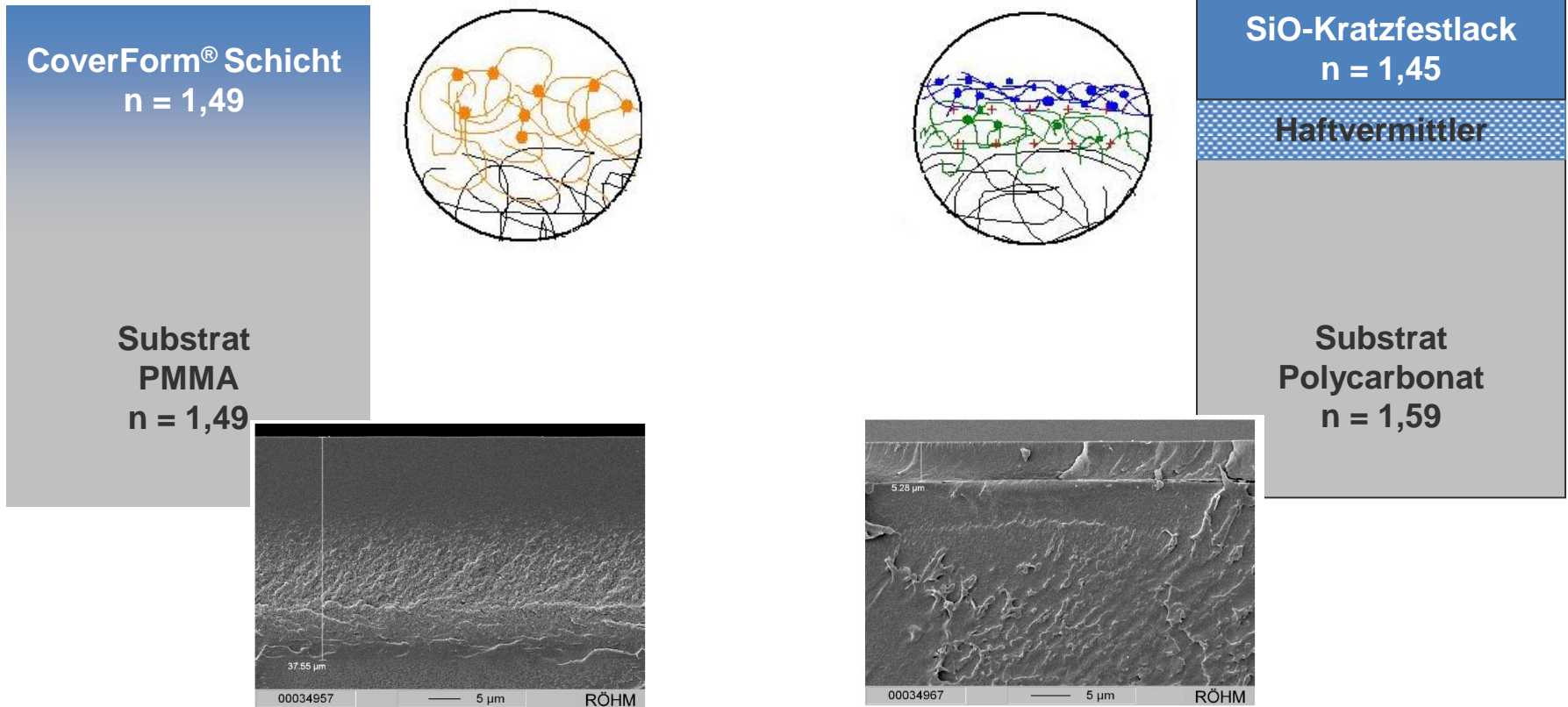
Endmontage



CoverForm[®]:



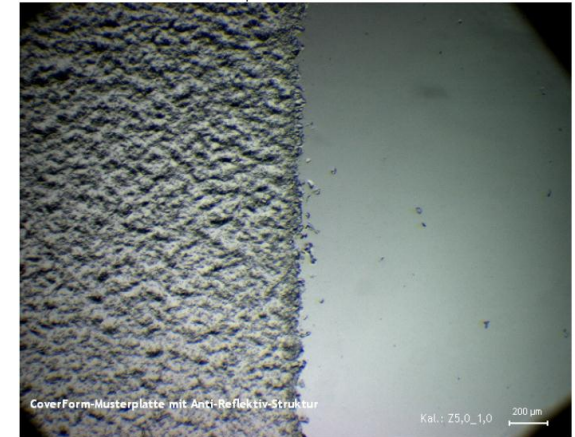
Perfekte Haftung auf dem PMMA-Substrat ohne Haftvermittler!



CoverForm® Schicht: Werte zur Orientierung

▪ Schichtdicke:	10-50 µm, Variation ± 10 %
▪ Bewitterung:	Xenontest bis zu 3000 h bzw. 6000 h bestanden → GT0
▪ Bleistifthärte:	> 7H
▪ Taber:	< Δ Haze 10 % (500 g, 500 Zyklen)
▪ Klimawechseltest:	Kein Haftungsverlust zwischen -40°C → 95 °C
▪ Sonnencremetest:	bestanden

Kratzfeste Mikrostrukturen leicht darstellbar!



Glanz-Messung:

Wasser gekoppelt
(Wert ohne Wasser):

R20° = 0,7 (3)

R60° = 5,3 (11,9)

R85° = 7,9 (8,1)

Transmission:

T= 89,9 %

Case Study Fa. FLABEG: Display-Anwendungen mit Antiglare-Struktur (AG) and Antireflex-Beschichtung (AR)

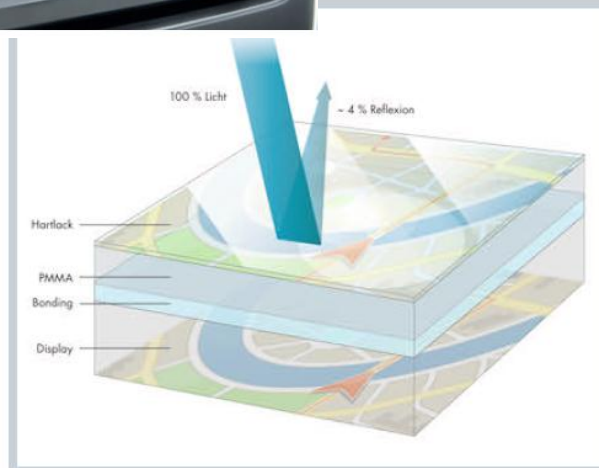


Bild 2. Display-Aufbau ohne Antiglare-Struktur und Antireflex-Schicht: 4 % des Lichts werden reflektiert, die Display-Anzeige ist nicht mehr lesbar

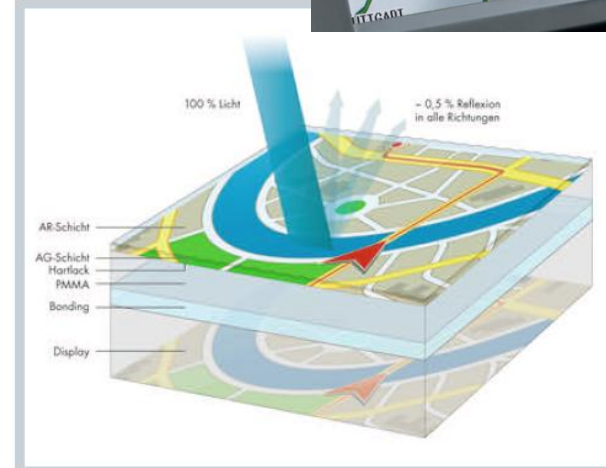


Bild 3. Display-Aufbau mit einer in die CoverForm-Kratzestschicht eingebrachten Antiglare-Struktur (AG) und einer anschließend aufgetragenen Antireflex-Schicht (AR): Nur noch 0,5 % des Lichts werden reflektiert, wodurch die Display-Anzeige deutlich klarer erscheint

Case Study Fa. FLABEG: Display-Anwendungen mit Antiglare-Struktur (AG) und Antireflex-Beschichtung (AR)



Bild 7. Kerneinsatz mit vier unterschiedlichen Versuchsfeldern im CoverForm-Werkzeug einer Spritzprägemaschine (Foto: Evonik)

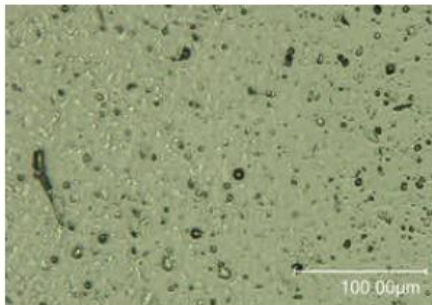


Bild 4. Mikroskopaufnahme der Formeinsatz-Oberfläche mit einer Rauigkeit Ra von 0,07 µm

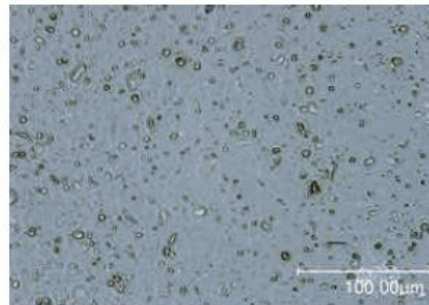


Bild 5. Mikroskopaufnahme der im CoverForm-Verfahren abgeformten Oberfläche mit einer Rauigkeit Ra von 0,06 µm

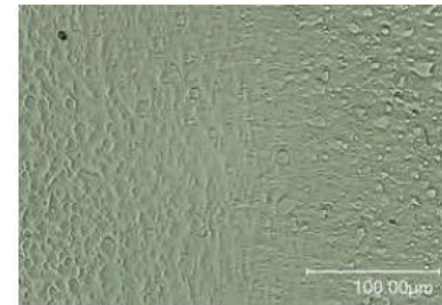


Bild 6. Mikroskopaufnahme der mit PMMA abgeformten Oberfläche mit einer Rauigkeit Ra von 0,03 µm

Case Study Fa. FLABEG: Display-Anwendungen mit Antiglare-Struktur (AG) und Antireflex-Beschichtung (AR)

Klimawechseltest	-40 °C @ 4 h / +80 °C @ 4 h, 5 Zyklen / 120 h
CASS-Test	DIN EN ISO 9227 CASS, 24 h
Salzsprühtest	DIN EN ISO 9227 NSS, 48 h
Feuchtraumtest	DIN 50017, 50 °C / 95 % RH, 144 h
Chemikalienbeständigkeit	Spiritus, Waschbenzin, Ajax-Reiniger
Chemikalienbeständigkeit nach ISO/DIS 18750-5	dest. Wasser, Isopropanol, Glasreiniger, Aceton
	Salzlösung, künstl. Schweiß, Kaffee, Cola
Schichthaftung	Klebeband (DIN 58196-6-K2)
	Gitterschnitt (GT 0.1)
Kochtest	kochen in VE-Wasser (DIN 58196-2-C80)
Abriebfestigkeit	10 N Last mit weichem Tuch, 10 mm Zapfen, 600 Hube
	10 N Last mit 2-Propanol-getränktem Tuch, 100 Hube

Tabelle 1. Bestandene Prüfungen von Prüfkörpern, hergestellt nach dem CoverForm-Verfahren, hinsichtlich der gängigen Automobilstandards

		Testfeld 4 / NK5			Ätztglas (ohne AR)		
		Werkzeug	PMMA	Cover-Form	CoverForm mit AR	GW100	GW50
Rauigkeit Ra	µm	0,07	0,03	0,06	0,06	0,1	0,2
Reflexion (C/2°) mit Glanz ⁽¹⁾	%		7,59	7,69	4,96	8,5	8,4
Reflexion (C/2°) ohne Glanz	%		0,58	1,09	0,64	0,08	1,4
Transmission (C/2°)	%		93,9	93,4	95,5	92,4	92,1
Haze	%		2,81	11,9	12,4	2,2	11,7
Clarity	%		93,6	89,8	90,2	78,7	48,1
Glanzgrad 20°			61,4	57,3	41,7	67,2	24,5
Glanzgrad 60°			89,5	82,2	53,9	101	52,4
Glanzgrad 85°			96,6	83,9	74,5	93,8	75,3

(1): In der Reflexion mit Glanz ist der Rückseitenreflex von ca. 4 % enthalten, der nach dem Aufbenden auf ein Display verschwinden würde.

Tabelle 2. Prüfung und Bewertung der optischen Eigenschaften von Glas- und CoverForm-Oberflächen

Auch großflächige Bauteile sind möglich



Dekorative Blende für Weiße Ware Anwendung
Fa. EDER SIEBDRUCKTECHNIK

Verbesserte Haftung von Sputterschichten



Weitwinkelspiegel
Fa. MEKRA Lang

CoverForm® Competence Center



- **DARMSTADT (Evonik)**
 - KraussMaffei CX80
 - 1-Kavität
 - Material-Entwicklung
 - Pilotstudien



- **MÜNCHEN (KraussMaffei)**
 - KraussMaffei CX200 Blue Power
 - 2-Kavitäten
 - Prozess-Entwicklung
 - Vorserienstudien

Dr. Jochen Ackermann

Head of Innovation & Business Development
Business Line Acrylic Polymers
Evonik Industries AG

Kirschenallee
64293 Darmstadt

 +49-(0)6151-184085

 jochen.ackermann@evonik.com



EVONIK
INDUSTRIES