

Multifunktionsbeschichtungen für innovative Applikationen von Kunststoff-Substraten



HiCotec
Smart Coating Solutions

Dr. Markus Kuhr
Schott HiCotec, Mainz

SCHOTT
glass made of ideas

Inhalt

✓ Einleitung

✓ Grundlagen der Kunststoffbeschichtung

✓ PICVD (Plasma Impulse Chemical Vapour Deposition)

✓ Trends in der Kunststoffbeschichtung

SCHOTT in Mainz

- n Zentrale und Hauptwerk des SCHOTT Konzerns
 - è Von hier aus werden die weltweiten Aktivitäten geleitet und koordiniert
 - è Sitz der Corporate Functions und Services

- n Umsatz und Mitarbeiter
 - è rund 18.700 Mitarbeiter weltweit
 - è ca. 1,95 Milliarden Euro Weltumsatz

- n Otto-Schott-Forschungszentrum:
 - è Europas modernste Glasforschungsstätte
 - è Ideenschmiede für die Innovationen von SCHOTT



SCHOTT in Mainz

SCHOTT AG und Kunststoffbeschichtung

Fiktion oder Realität ?



Innovationsfelder z.B. Beschichtungstechnologien

zur Veredelung von Glas- und Kunststoffprodukten **auf Basis des PICVD-Verfahrens**



- è Kaltlichtreflektoren
- è Energiesparlampen
- è Pharmafläschchen
- è Kunststoff-Brillengläser
- è Kunststoff-Displayabdeckungen
- è PET-Flaschen



SCHOTT
glass made of ideas

HiCotec hat zwei Hauptgeschäftsfelder – Lohn-Beschichtungen und PICVD-Anlagenbau

HiCotec

Beschichtungen

Mobilfunk

- Handy
- Smartphones



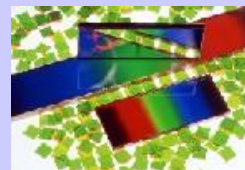
Automotive

- Autoradio/Navi.
- Instrumentenabdeckungen
- Blenden/Sensoren



Filter

- Mikroskope
- Sensoren
- Night Vision
- Airbag Zünder



Anlagenbau

Ophthalmik

- PICVD Beschichtungsanlagen für die Ophthalmikindustrie



Verpackung

- PICVD Beschichtungsanlagen für die Verpackungsindustrie



PICVD / PVD

SCHOTT
glass made of ideas

Inhalt

▼ Einleitung

▼ Grundlagen der Kunststoffbeschichtung

▼ PICVD (Plasma Impulse Chemical Vapour Deposition)

▼ Trends in der Kunststoffbeschichtung

Ziel ist es, die Vorteile beider Werkstoffe miteinander zu verbinden

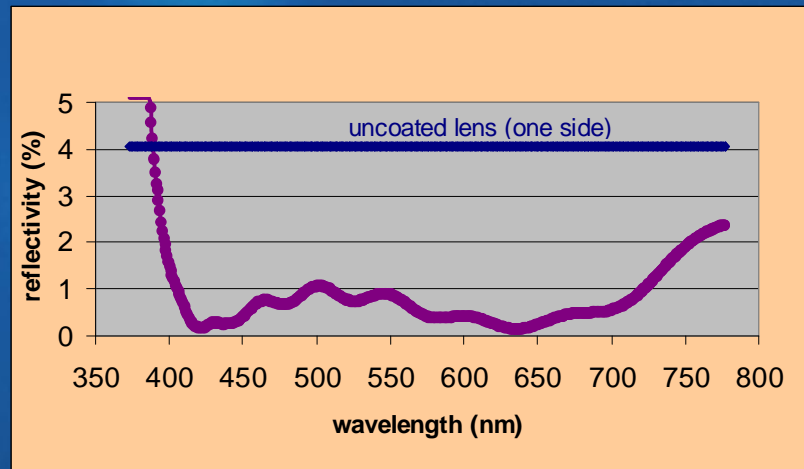
Glas

- hoher Kratzschutz
- Steifigkeit
- Gebrauchseigenschaften optischer Schichten sind standardisiert (chem., UV, Korrosion)

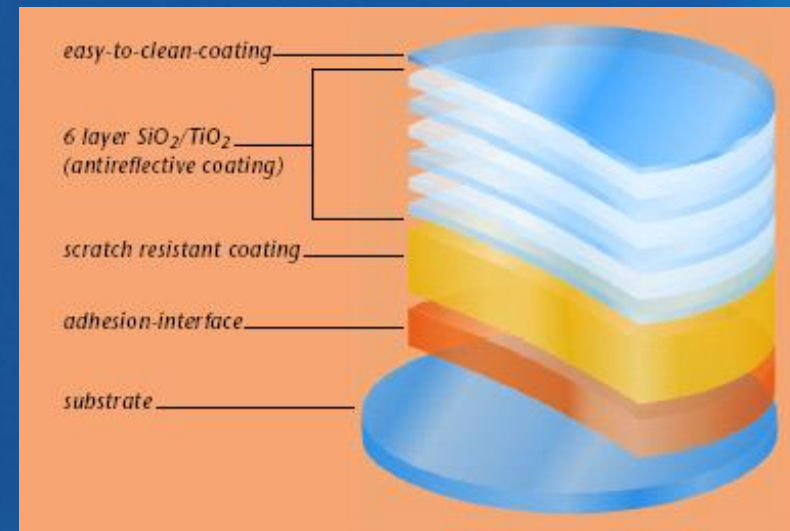
Kunststoff

- neue Designmöglichkeiten
- Gewichtsreduzierung
- Sicherheit
- Integrierte Systeme
- Anmutung

Die unterschiedlichen Kundenanforderungen können mit Hilfe der **PICVD-Technologie** mit nur einer Beschichtungstechnologie dargestellt werden.



Reflektivität eines beschichteten
CR 39 Brillenglases



Schichtaufbau für optische Anwendungen
auf Kunststoff-Substraten

Multifunktionale Schichten auf Kunststoffen nach Kundenwunsch: “ Wunschtraum oder Realität “

elektrische Eigenschaften

- ü Leitfähigkeit (antistatisch)
- ü Durchbruchspannung

Biokompatibilität

visuelle Eigenschaften

- ü Haze
- ü Newton'sche Ringe
- ü Rißbildung (Temperaturbeständigkeit)



Oberflächeneigenschaften

- ü Haptik
- ü Antihaft
- ü ETC (hydrophob, hydrophil)
- ü Reibung
- ü gute Haftung



mechanische Eigenschaften

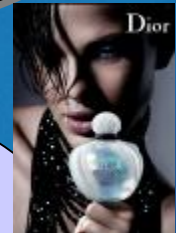
- ü Kratzfestigkeit
- ü Abriebfestigkeit
- ü Steifigkeit
- ü Reibung

chemische Eigenschaften

- ü Kraftstoffresistenz
- ü Permeationsbarriere (Diffusionssperre)
- ü Passivierungsschicht
- ü Korrosionsschutz

optische Eigenschaften

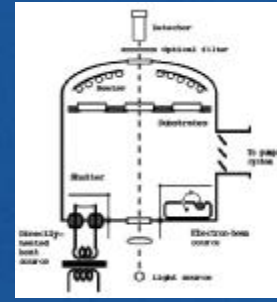
- ü Transmission (spektral)
- ü Glanz
- ü Absorption
- ü Reflexion (spektral), AR, IR-Reflex, Spiegel
- ü UV-Beständigkeit
- ü Farbe -> Dekoration



SCHOTT
glass made of ideas

Standardverfahren zur Veredelung von Kunststoffflächen mit einer Multifunktionsschicht ist die Kombination aus verschiedenen Technologien !

Aufdampfen



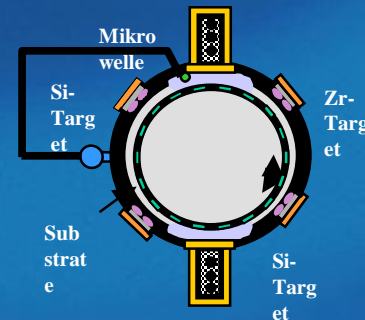
Plasma -Polymerisation



Lackierverfahren



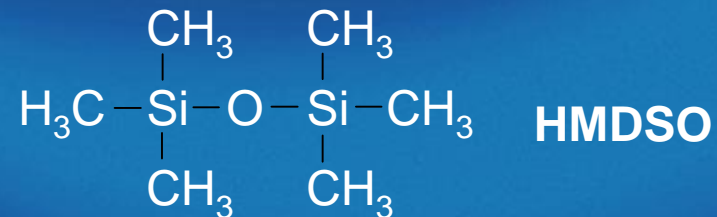
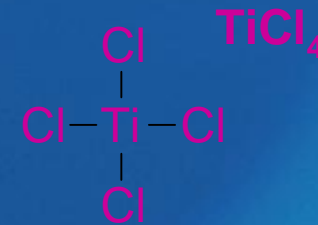
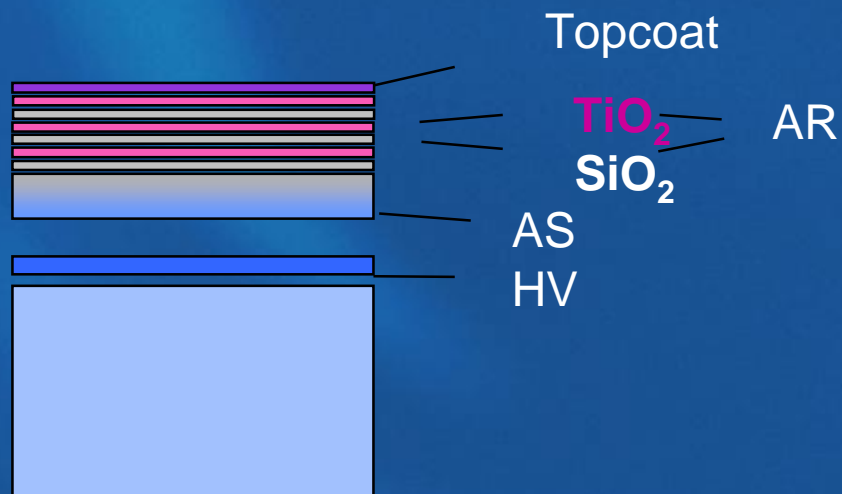
PVD-Verfahren



Kathodenzerstäubung (Sputtern)

SCHOTT
glass made of ideas

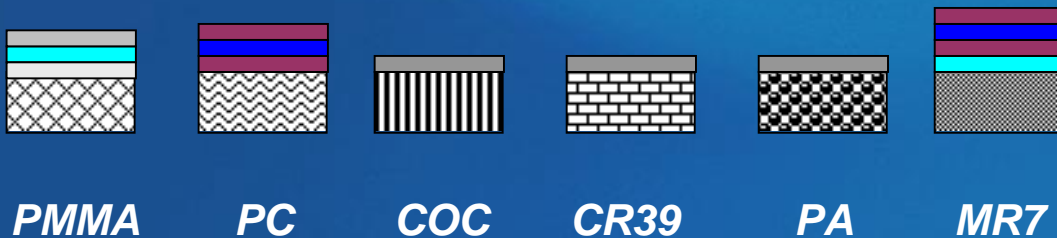
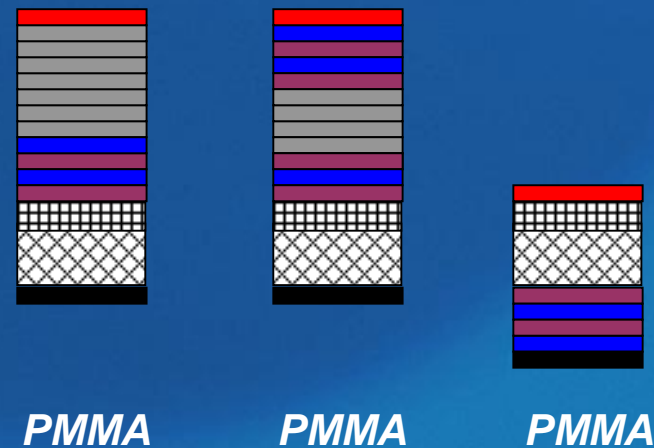
Polymerartige und glasartige Schichten homogen oder als Gradient darstellbar durch die Verwendung von HMDSO



Nach dem Baukastenprinzip gibt es eine Standardisierung nach innen, eine Individualisierung nach außen, Stabilität der Struktur und Flexibilität in der Kombination.

-  TiO_2
-  SiO_2
-  $SiO_x (AK)$
-  ETC
-  ETC : F
-  ETC : CH_4
-  HV
-  $SiO_x (Passiv)$
-  $SiO_x (Barr)$

Motorola Dekorationsspiegel



Inhalt

✓ Einleitung

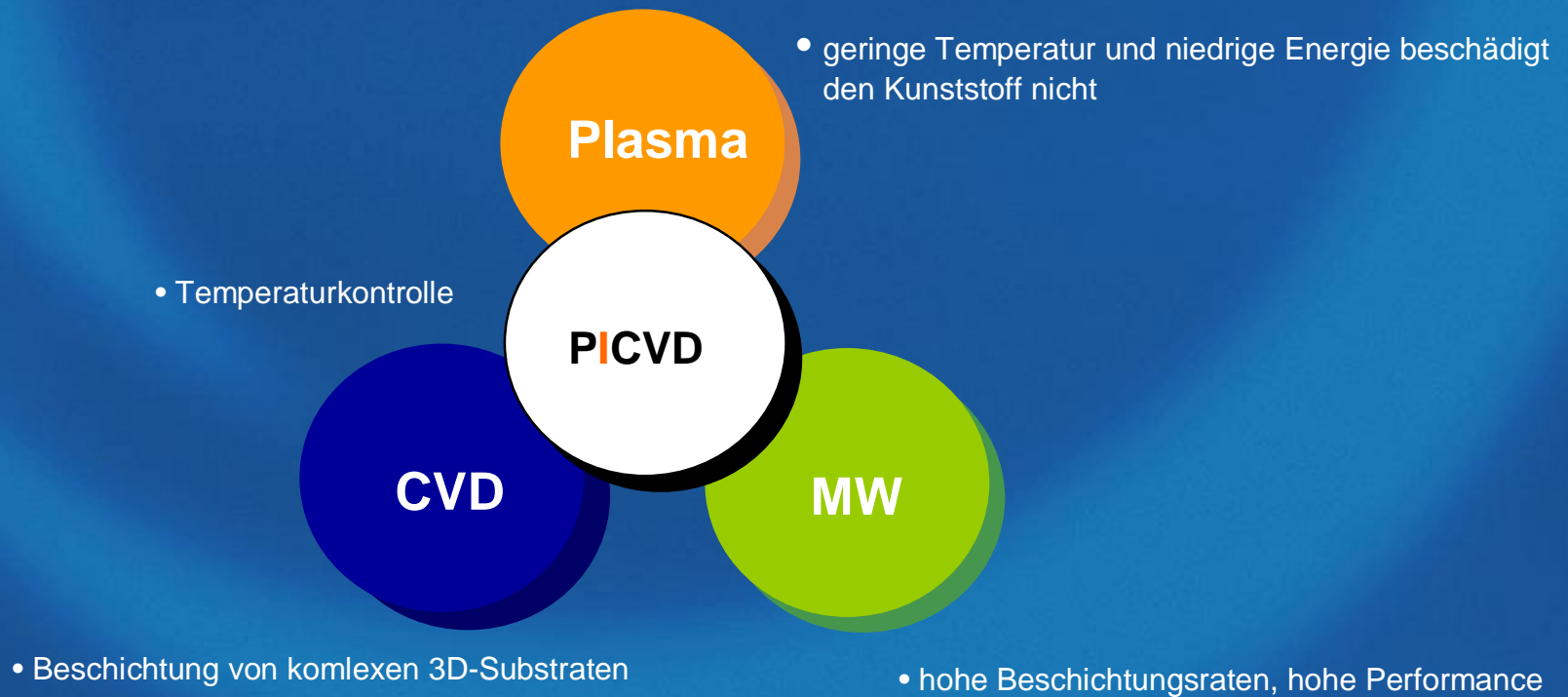
✓ Grundlagen der Kunststoffbeschichtung

✓ PICVD (Plasma Impulse Chemical Vapour Deposition)

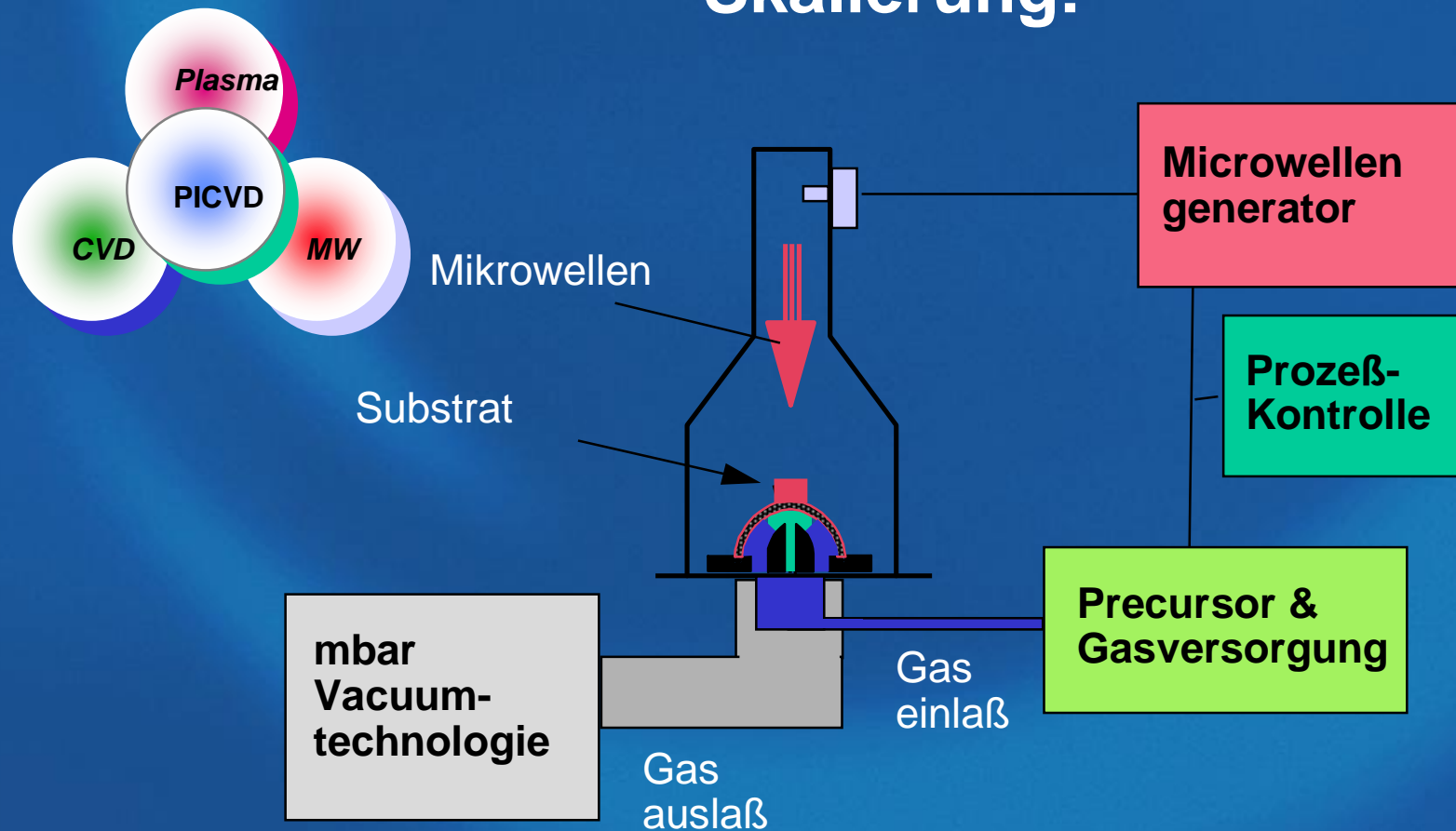
✓ Trends in der Kunststoffbeschichtung

Was ist PICVD ?

Plasma Impulse Chemical Vapour Deposition



Anlagentechnologie der PICVD-Beschichtung mit Einzelplatzkonzept für einfache Mengen- Skalierung:



PICVD: Plasma Impulse CVD

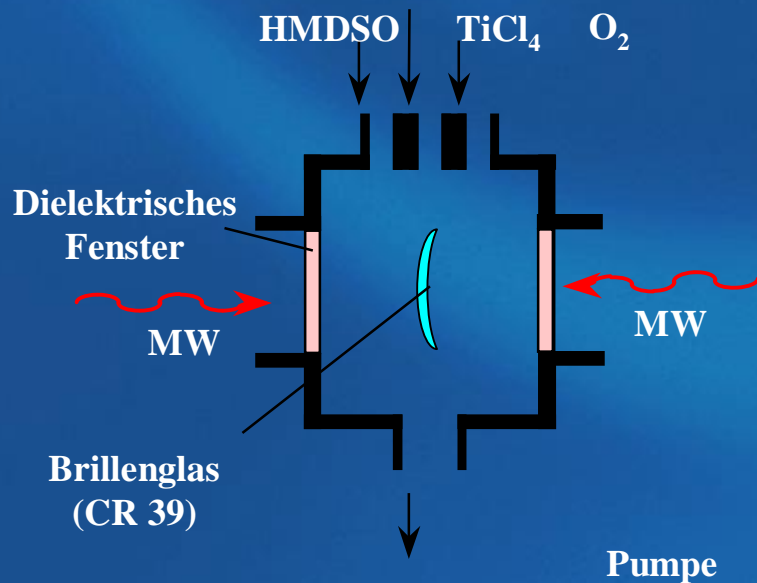
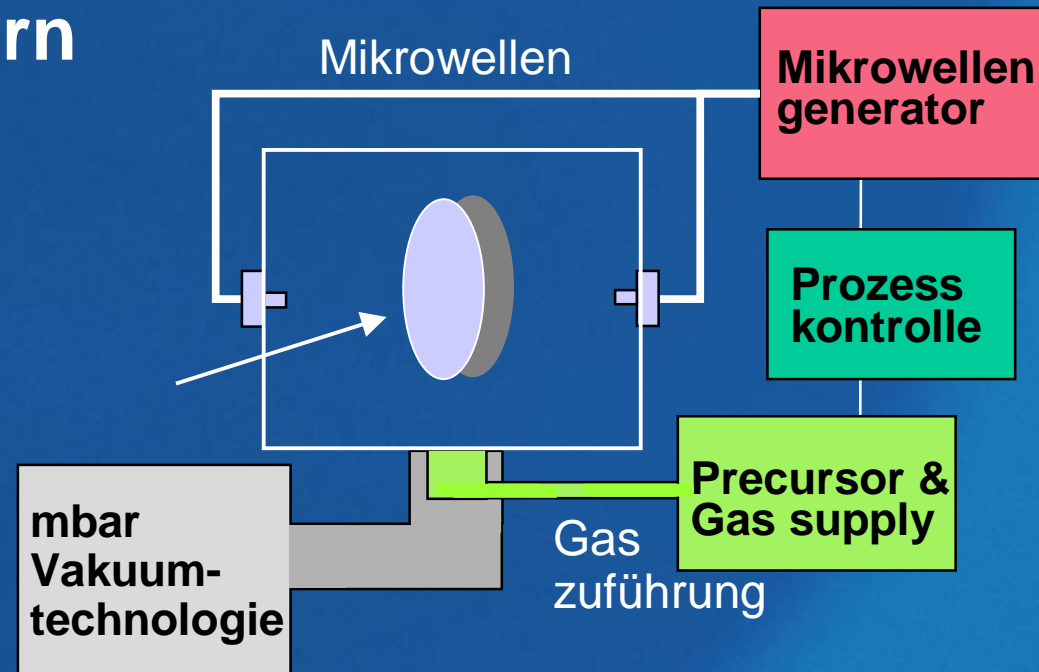
SCHOTT
glass made of ideas

PICVD Produktionstechnologie in Bad Gandersheim



SCHOTT
glass made of ideas

Das Konzept der Einzelplatzstation / „Mini-Batch“ ist einfach zu erweitern



- Substrat wird im Reaktor platziert
- Der Reaktor wird mit gasförmigen Precursoren durchströmt
- Die Plasmazündung erfolgt durch Mikrowellenenergie
- Aufspaltung des gasförmigen Precursors

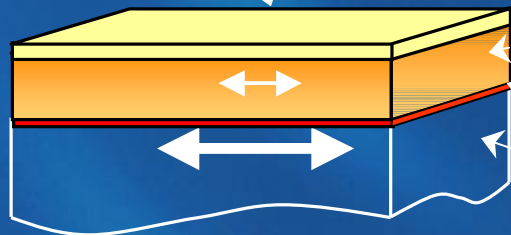
SCHOTT
glass made of ideas

Mittels PICVD können sehr unterschiedliche Kunststoffmaterialien gebrauchstüchtig veredelt werden:

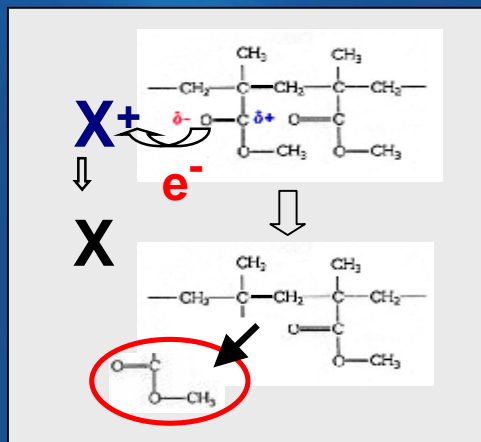
PMMA:

Antireflex Beschichtung

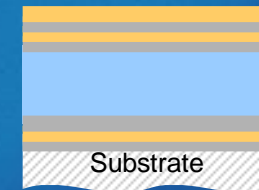
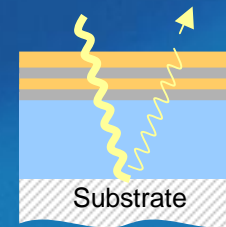
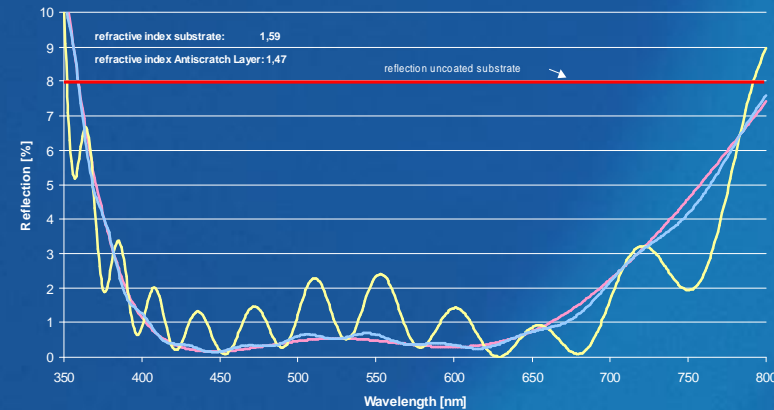
- SiO₂
- TiO₂



Antikratz-Schicht
Haftvermittler
PMMA-Substrate

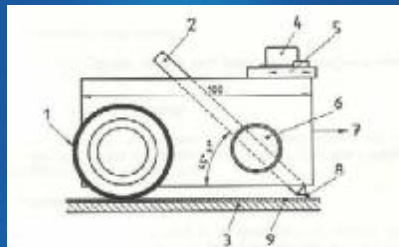
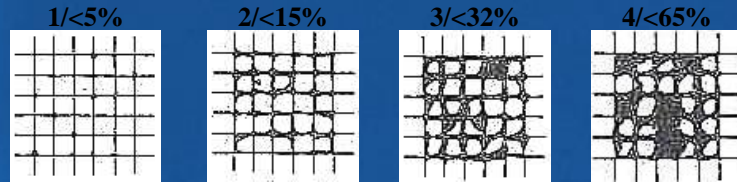


PC:

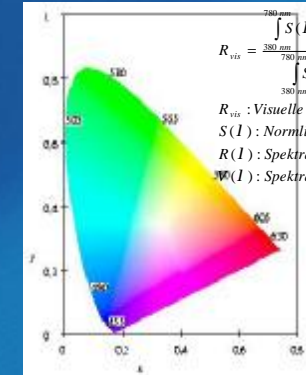


SCHOTT
glass made of ideas

Eine komplette Spezifikation enthält eine große Auswahl an verschiedenen Eigenschaften



	optics	ophthalmic	automotive	optical sensoric	mobile phone	measuring systems
Optical performance	Filter AR	AR	AR	Filter AR	AR	AR
adhesion	Mirror Grid & Tape			Mirror Grid & Tape		
anti scratch	'low'	+	+	'low'	++	+
abrasion						
Temperature change	+ 85 °C	+ 85 °C	- 40 °C + 85 °C	+ 85 °C	(- 40 °C) + 85 °C	(- 15 °C) + 85 °C
Climate tests	Wet	Boil test	Wet Condensed water	wet	wet	wet
Chemical solutions		(acids) (bases) (salt-water)	(acids) (bases) (fats) (salt-water)		acids bases fats	
Easy to clean	no	yes	yes	no	(yes)	no
Material	PMMA PC COC	CR 39 PC	PMMA PC	PMMA PC COC	PMMA PC	PMMA PC



$$R_{vis} = \frac{\int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} S(\lambda) R(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda}{\int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} S(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda}$$

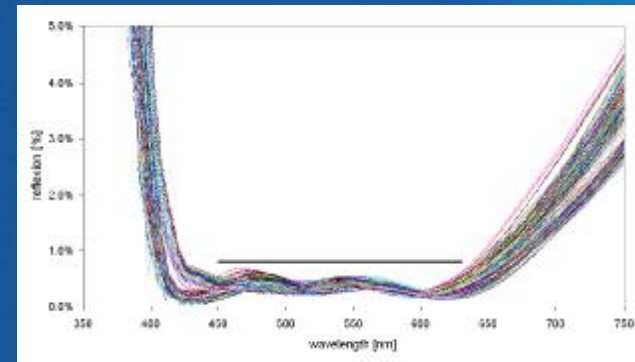
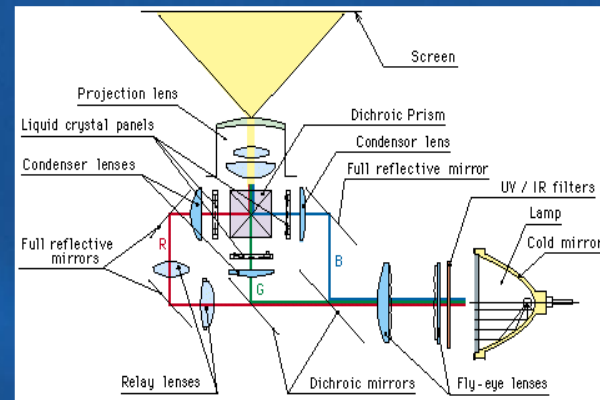
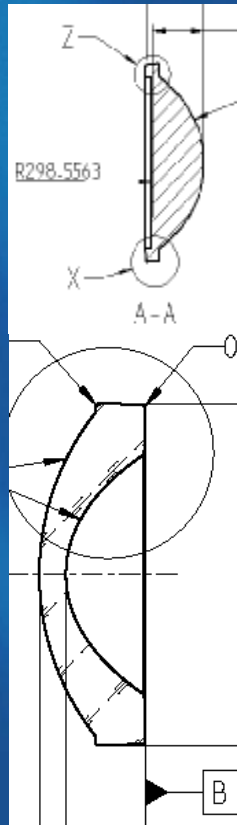
R_{vis} : Visuelle Reflexion, Reflexions normal
 $S(\lambda)$: Normlichtspektrum D65
 $R(\lambda)$: Spektrale Reflexion
 $V(\lambda)$: Spektrale Empfindlichkeit

- PICVD ist hervorragend zur optischen Beschichtung von Kunststoffsubstraten geeignet (Temperatureintrag -- Pulsbetrieb)
- Produkte mit den unterschiedlichsten Funktionalitäten können mit nur einer Technologie hergestellt werden
- PMMA Substrate können mit einer Plasma-Technologie langzeitstabil beschichtet werden
- PC und andere Kunststoffe mit einem Brechungsindex höher als $n = 1.50$ innen können ohne optische Beeinträchtigung beschichtet werden
- Hohe Flexibilität in Funktionalität und Materialarten
- Kurze Entwicklungszyklen durch kurze Prozesszeit möglich
- Kombinationen mit anderen Beschichtungstechnologien vorstellbar

Inhalt

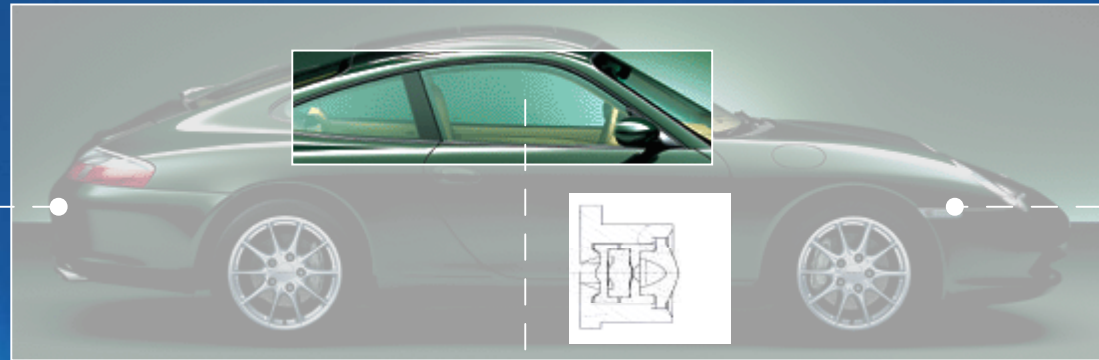
- ✓ Einleitung
- ✓ Grundlagen der Kunststoffbeschichtung
- ✓ PICVD (Plasma Impulse Chemical Vapour Deposition)
- ✓ Trends in der Kunststoffbeschichtung

Anwendungsbereich Digitale Projektion :



SCHOTT
glass made of ideas

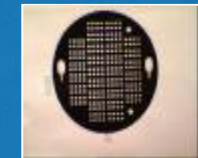
In der Zukunft ergeben sich neue Anwendungsfelder für die Beschichtung von Kunststoff-Bauteilen im Automobil



Linsen für
Head-up Displays

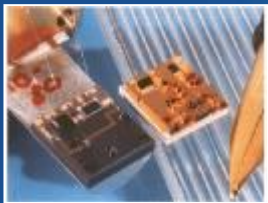


4 Großflächige Multifunktions-Displays (z.B. für Navigation, Telefone und Klima-Kontrolle wird Standard in einigen Modell-Reihen)



Linsen für:
- Abstandskontrolle

Linsen für:
- 3-D Cameras
- Park-Kontrolle

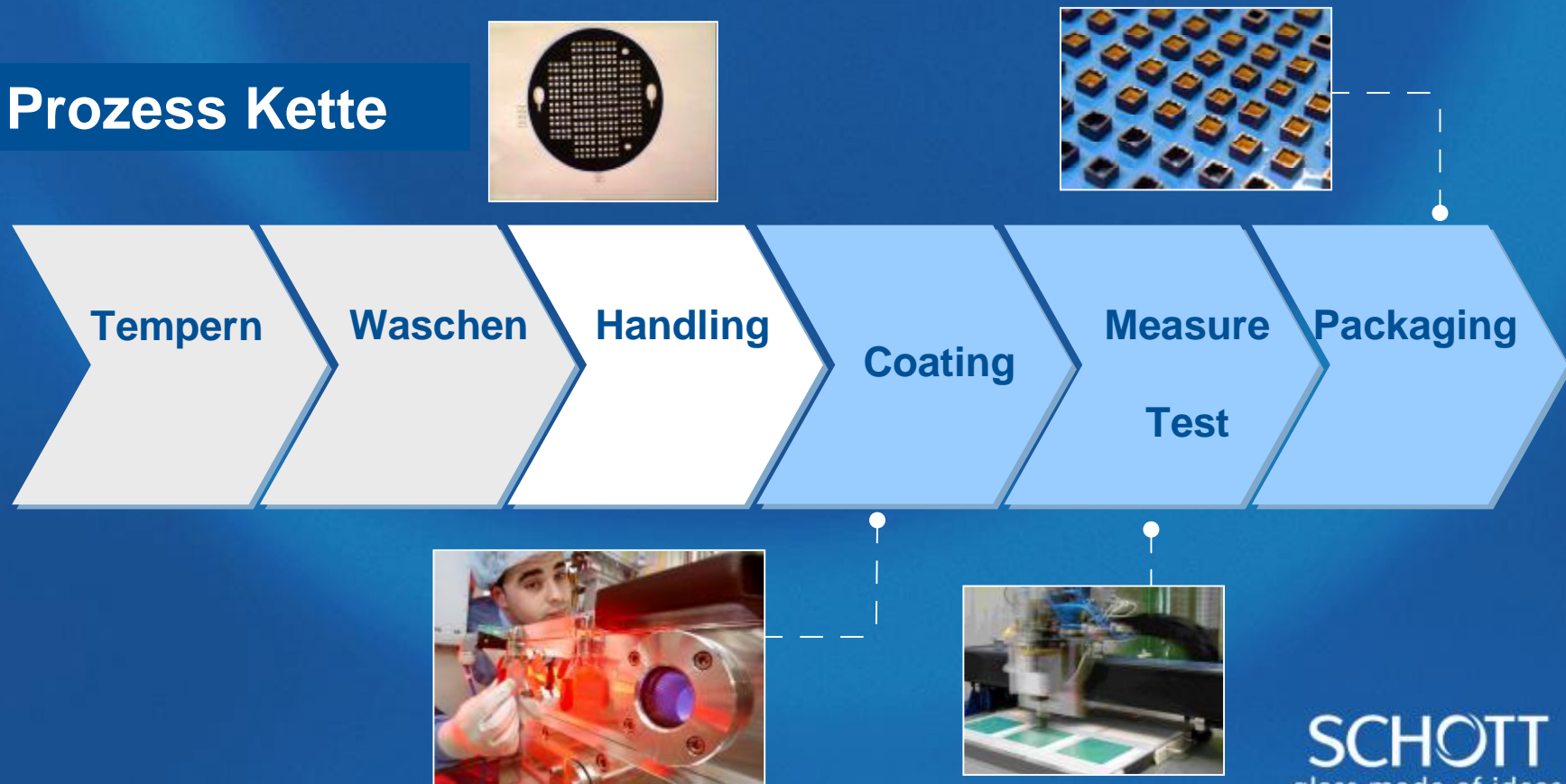


(ebenso Handy,
Kameras, ...)

SCHOTT
glass made of ideas

Neben der Entwicklung neuartiger Funktionsschichten ist eine optimale Auslegung einer Prozess-Kette zur Veredelung von Beschichtungsprodukten notwendig.

Prozess Kette



SCHOTT
glass made of ideas

SCHOTT
glass made of ideas