

# Transparenter Kratzschutz für Kunststoffoptik



Ulrike Schulz



Kerstin Lau



Norbert Kaiser

Transparente Kratzschuttschichten sind sowohl auf Kunststoff als auch auf Metall Schlüsselkomponenten zur Modifizierung der Eigenschaften der Substratoberfläche. Sie müssen neben der mechanischen Schutzfunktion dabei oft auch optische und dekorative Aufgaben erfüllen. In der Fraunhofer-Allianz Transparenter Kratzschutz bündeln die sechs Fraunhofer-Institute FEP, IFAM, IOF, ISC, IST und IWS ihr Know-how und ihre Kompetenzen auf dem Gebiet der Dünnschichttechnologien, um leistungsfähige transparente Kratzschuttschichten zu realisieren und in die Praxis zu transferieren. Neben der Weiterentwicklung bestehender Technologien verfolgt die Allianz ganz neue Ansätze auf der Basis von Nanokompositschichten. Gegenstand der Forschungen ist dabei auch die Integration zusätzlicher Schichtfunktionen.

Ein Arbeitsschwerpunkt am IOF Jena ist die Weiterentwicklung des optischen Interferenzschichtsystems AR-hard® für Kunststoffe und die Untersuchung seiner mechanischen Schutzfunktion für unterschiedliche Anwendungsbereiche. In diesem Zusammenhang wurden beschichtete Kunststoff-Optiken mittels

verschiedener Kratz- und Abriebfestigkeits-Prüfverfahren untersucht, z. B.: Ritztests (Scanning Scratch Test, Bleistift-Test) und Abriebfestigkeitsprüfgerät ABREX® sowie Radiergummitest.

Eine verbesserte Abrieb- und Kratzfestigkeit optischer Beschichtungen auf Polymersubstraten wird vor allem für Anwendungen im Bereich Brillengläser oder Displayabdeckungen und Armaturen im Automobil-Innenraum benötigt (Abb. 1).

Polymersubstrate weisen eine geringere mechanische Härte auf als die darauf abgeschiedenen dielektrischen Schichtmaterialien. Dies führt vor allem bei Prüfverfahren mit punktueller Beanspruchung der Oberfläche (z. B. Ritztests) zu einem spröden Bruch der Schichten, da sich das Substratmaterial infolge der Krafteinwirkung der Tastschpitze elastisch oder plastisch verformt. Bei geringen Schichtdicken wird das Schadensbild eher von der Härte des Kunststoffs bestimmt als von den Schichteigenschaften. Deshalb benötigt z. B. ein AR-hard®-System auf Polycarbonat eine Gesamtdicke von mehreren Mikrometern, um eine anwendungsreife Kratzfestigkeit zu gewährleisten.

Mit geringerem Auflagedruck, aber größeren Kontaktflächen simuliert man Reinigungsvorgänge, die optische Oberflächen in der Praxis bestehen müssen. Eine solche »Abriebfestigkeit« beschichteter Kunststoffe ist eher von Schichthärte und -dicke als von der Art des Kunststoffsubstrates abhängig. Bereits eine 1 µm dicke AR-hard®-Beschichtung reicht aus, um auf Polycarbonat die Simulationstests für die Abriebfestigkeit, z. B. durch das Prüfgerät ABREX®, zu bestehen (Abb. 2 und 3).

Abb. 1: Displayabdeckung aus PC für ein Autoradio der Firma Blaupunkt (oben: unbeschichtet, unten: entspiegelt mit AR-hard®), entwickelt innerhalb des vom BMBF geförderten Verbundprojektes FKZ 03N3118.



Fig. 1: Display of a car radio for the Blaupunkt company (above: pure surface, below: anti-reflective coating system AR-hard®) developed within a cooperative project supported by the German BMBF (FKZ 03N3118).

# Transparent scratch-resistance for polymer optical components

Transparent scratch-resistant coatings are key elements for the modification of surface properties of polymers and metals. They have to fulfill optical and decorative requirements just as well their mechanical, protective function. In the Fraunhofer Alliance for Transparent Scratch-Resistance, the Fraunhofer Institutes FEP, IFAM, IOF, ISC, IST and IWS are cooperating in order to focus their collective expertise in thin film technology on the implementation of effective transparent scratch-resistant coatings and their transfer into industrial production.

In addition to the enhancement of modern thin film technology, this alliance is developing brand-new approaches on the basis of nano-composite coatings. One aim is to integrate additional functionalities into the coating systems, for example UV-protection or conductivity.

The Fraunhofer IOF Jena specializes in connecting the optical properties of an interference coating system, such as AR-hard® at polymer optical components, with the wear-resistance required in different practical applications. In this context several tests of wear- and abrasion-resistance have been conducted on coated polymer optical components, for instance scanning scratch tests or eraser tests. These optical coatings for enhanced wear-resistance at polymer substrates will, principally, be applicable in the fields of ophthalmic lenses, display coverings and interior fittings in cars (Fig. 1).

Polymer substrates, such as polycarbonate (PC), have considerably softer surfaces than the coating materials deposited onto them. This leads to the characteristic damage caused by point-loads, for instance as used in test procedures for scratch-tests. Under point-load pressure, the coating cracks into brittle fractures due to the elastic

or plastic deformation of the substrate material. For a low coating thickness, the damage features are determined by the hardness of the polymer substrate rather than by the coating properties. For instance in the case of the relatively soft polymer material Polycarbonate (PC), it is necessary to deposit a protective AR-hard® coating which is some microns thick in order to achieve the required scratch-resistance.

Cleaning procedures, such as those optical surfaces have to withstand in practical application, are simulated in testing methods by application of a reduced pressure across a larger contact area. The abrasion-resistance can be described as a function of the coating hardness and -thickness rather than by the properties of the polymer substrate. Optical components made of PC are well-protected by an AR-hard® coating of 1 micron (Fig. 2 and 3).

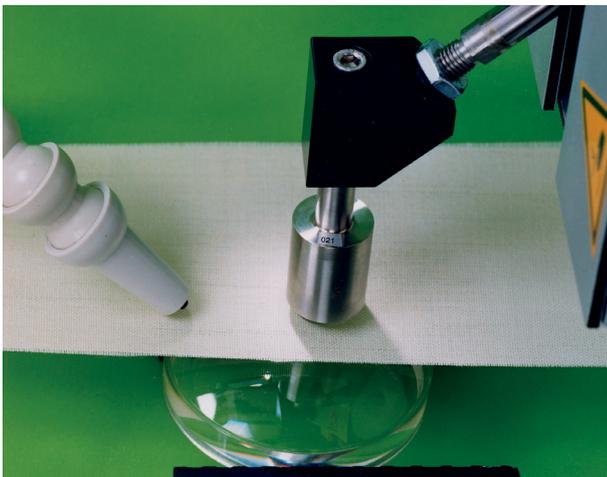


Abb. 2:  
Praxisnaher Test der Abriebfestigkeit mit Prüfgerät ABREX®:  
Ein Tuch wird mit definierter Auflagekraft über die Probenfläche bewegt.

Fig. 2:  
Applied abrasion-resistance test procedure by ABREX® device:  
grinding by standardized cloth.

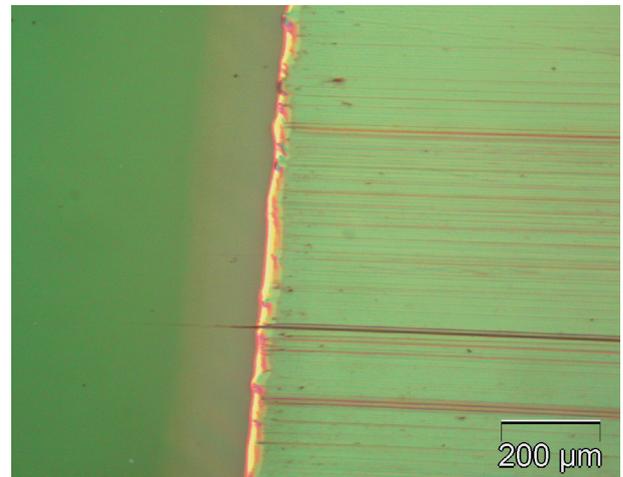


Abb. 3:  
PC-Oberfläche mit und ohne Kratzschuttschicht (1 µm AR-hard®)  
nach Ausführung von 500 Hieben mit Normgewebe, Kraft 10 N,  
Prüfgerät ABREX®.

Fig. 3:  
Polycarbonate surface with and without scratch-resistant coating  
of 1 micron AR-hard® after application of 500 swings of a normal  
force of 10 N by standardized cloth with ABREX® testing device.