

# Neuartige Beschichtungssysteme mit permanent antistatischer Wirkung für den Einsatz auf elastischen und Laminatfußbodenbelägen

## Novel coating systems with a permanently antistatic effect for application on resilient and laminate floor coverings

### Projektleiterin

#### Project leader:

Dr. Jana Peters

### Projektbearbeiter

#### Project team:

Bernd Brendler,  
Uta Sokol

### Fördermittelgeber

#### Sponsor:

BMW (IGF)

### Projektpartner

#### Project partner:

Leibniz-Institut für  
Oberflächenmodifizierung  
e. V. (IOM)

### AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

Die elektrostatische Personenaufladung beim Begehen betrifft viele industriell gefertigte Bodenbeläge wie PVC-, CV- und Designbeläge sowie Polyolefin- oder auch holzbasierte Böden wie Laminat. Die Möglichkeiten, Bodenbeläge leitfähig bzw. antistatisch auszustatten, hängen dabei sehr stark vom Bodenbelagstyp ab. Bei homogenen elastischen und textilen Bodenbelägen kann die geforderte Ableitfähigkeit durch Beimischung von chemischen Verbindungen mit bekanntem antistatischem Effekt wie zum Beispiel Industrieruß, chemischen Antistatika oder leitfähigen Textilfasern erreicht werden. Elastische Bodenbeläge können jedoch auch mit Beschichtungen, die entsprechende Beimengungen enthalten, versehen werden oder es werden zyklisch Pflegemittel, welche z. B. Antistatika enthalten, aufgetragen. Holzbasierte Fußböden können dagegen generell nur oberflächlich mit einer antistatischen Beschichtung ausgestattet werden.

Additive, die in derartige antistatische Beschichtungen bislang eingearbeitet werden, sind durch verschiedene Nachteile gekennzeichnet, die entsprechend auch die Dauerhaftigkeit des antistatischen Effektes oder die Gebrauchsfähigkeit des Materials beeinflussen. Die permanente Wirkung der antistatischen Ausrüstung durch Ruß oder leitfähige Fasern kann durch Fehler bei der Verlegung des Bodenbelages verloren gehen. Chemi-

### INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

Many industrially manufactured floor coverings, such as PVC, CV and design coverings as well as polyolefin-based or also wood-based flooring, e.g., laminate, cause persons to be electrically charged when walking on them. The possibilities of making floor coverings conductive or anti-static, respectively, depends strongly on the type of floor covering. In homogeneous resilient and textile floor coverings, the required discharge capacity can be achieved by adding chemical compounds of well-known antistatic effect, such as industrial carbon black, chemical antistatics or conductive textile fibres. Resilient floor coverings, however, may also be provided with coatings containing appropriate additives or care agents containing antistatics, for example, are applied periodically. In contrast, the surface of wood-based floors can generally be equipped with an antistatic coating only.

Additives that have so far been incorporated in such antistatic coatings are characterised by several drawbacks that affect the durability of the antistatic effect or the usability of the material accordingly. The permanent effect of the antistatic treatment with carbon black or conductive fibres may get lost by laying the floor covering inappropriately. Chemical antistatics tend to migrate to the surface of the coating and may wear off by walking on them or by cleaning processes. Against that background, the objective of

sche Antistatika neigen zur Migration an die Oberfläche der Beschichtungen und können durch Begehen oder Reinigungsvorgänge abgetragen werden.

Vor diesem Hintergrund wurde als Zielstellung des Forschungsvorhabens die Entwicklung von transparenten Beschichtungsformulierungen für Fußböden formuliert, die sich durch eine permanente antistatische auszeichnen.

## VORGEHENSWEISE

Aus der Zielstellung lassen sich folgende Entwicklungsaufgaben ableiten:

- Untersuchung der antistatischen Wirkung von reduzierten Grafenoxiden (rGO), funktionalisierten Acrylate und verschiedenen Additiven
- Darauf aufbauend Formulierung von Beschichtungen für Fußbodenbeläge,
  - die thermisch oder strahleninduziert vernetzen,
  - die den Grenzwert von 2 kV für die Personenspannung beim Begehtest unterschreiten,
  - deren Oberflächenwiderstand einen Grenzwert von 109  $\Omega$  nicht überschreitet
- Entwicklung eines optimierten Verfahrens zur Reduzierung von Graphenoxid (strahlenchemisch, thermisch)

## ERGEBNISSE

Auf Basis eines Screenings wurden verschiedene Beschichtungssubstrate (kommerzielle Bodenbeläge, PVC-Halbzeuge und Folien) und strahlenhärtende Lacksysteme (100 %

the project was defined to develop transparent coating formulations for floor coverings that are distinct for their permanent anti-static effect.

## APPROACH

The following tasks for development can be derived from that objective:

- Investigating the antistatic effect of reduced graphene oxides (rGO), functionalised acrylates and various additives
- Based on that, formulating coatings for floor coverings
  - which cross-link thermally or radiation-induced,
  - which fall short of the limit value of 2 kV for voltage in humans in a walk-on test,
  - whose surface resistance does not exceed a threshold value of 109  $\Omega$
- Developing an optimised method to reduce graphene oxide (radiation-chemically, thermally)

## RESULTS

Based on a screening, several coating substrates (commercial floor coverings, PVC semi-finished products and films) and radiation-curing lacquering systems (100 % and aqueous UV lacquering systems) were chosen to be the basis for making coating samples.

Setting out from a graphene oxide (GO) of low defect density (ai-GO – almost intact GO), reduced graphene oxides of very low specific resistances could subsequently be obtained by both radiation-chemical and thermal treatment that suggest themselves

und wässrige UV-Lacksysteme) als Basis für die Herstellung von Beschichtungsmustern ausgewählt.

Ausgehend von einem Graphenoxid (GO) mit kleiner Defektdichte (ai-GO – almost intact GO) konnten anschließend sowohl auf strahlenchemischem wie auch thermischem Weg reduzierte Graphenoxide mit sehr geringen spezifischen Widerständen erhalten werden, die sich potentiell als antistatische Additive in Fußbodenbeschichtungen eignen.

potentially as antistatic additives in floor covering coatings.

However, in the course of the development, it turned out to be yet impossible to stabilise the sh-rGO in sufficiently high concentration in aqueous solution. Therefore, th-rGO was used exclusively in this context for consideration in coating formulations.

The suitability of the synthesised th-rGO to improve the electrostatic properties was determined experimentally by way of blending

Kürzel	Verfahren zur Reduktion	Spezifischer Oberflächenwiderstand RS [ $\Omega$ ]
ai-GO	-----	> 2E+08
sh-rGO	strahlenchemisch	(5±2)E+02
th-rGO	thermisch	(6±2)E+02

Tab. 1: Vergleich der Oberflächenwiderstände von Graphenoxid (ai-GO) und den reduzierten Graphenoxiden (sh-rGO, th-rGO)

Tab. 1: Comparison of surface resistances of graphene oxide (ai-GO) and reduced graphene oxides (sh-rGO, th-rGO)

Im Laufe der Entwicklungsarbeit gelang es allerdings noch nicht, das sh-rGO in ausreichend hoher Konzentration in wässriger Lösung zu stabilisieren und somit wurde in diesem Rahmen ausschließlich das th-rGO für die Verarbeitung in Beschichtungsformulierungen berücksichtigt.

Die Eignung des synthetisierten th-rGO zur Verbesserung der elektrostatischen Eigenschaften wurde experimentell über Mischungsversuche bestimmt. Hierbei konnte in verschiedenen Lacksystemen durch th-rGO-Zusatz schrittweise der initiale spez. Widerstand von der Größenordnung 1012  $\Omega$  in den Bereich 109  $\Omega$  gesenkt werden. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse hergestellte

tests, in which the initial resistivity in various lacquer systems was gradually reduced from 1012  $\Omega$  to 109  $\Omega$  by adding th-rGO. Functional samples produced based on these findings showed charging voltages in the range between 2.0 and 2.2 kV and are thus very close to the required limit value for personal voltage. Although the functional samples have a slightly grey hue, the developed product has proven potential to be used in the field of floor coating.

Another approach examined the application of polyethylene-glycol diacrylates (PEGDA) as electrostatically discharging additives. To that end, PEGDA of different chain lengths or molar mass, respectively, were cured to

Funktionsmuster wiesen Aufladespannungen im Bereich zwischen 2,0 und 2,2 kV auf, und liegen somit sehr nahe am geforderten Grenzwert für die Personenspannung. Obwohl die Funktionsmuster eine leicht graue Färbung aufweisen, hat das entwickelte Produkt nachweislich das Potential, im Bereich der Fußbodenbeschichtung zum Einsatz zu kommen.

In einem weiteren Lösungsansatz wurde der Einsatz von Polyethylenglykol-Diacrylaten (PEGDA) als elektrostatisch ableitend wirkende Additive untersucht. Dafür wurden PEGDA unterschiedlicher Kettenlänge bzw. Molmasse als reine Schichten ausgehärtet und deren spezifische Widerstände bestimmt. Dabei konnte ein PEGDA mit einem spez. Widerstand von  $108 \Omega$  identifiziert werden. Mit diesem PEGDA wurden die ausgewählten Lacksysteme modifiziert, Funktionsmuster angefertigt und deren elektrostatischen Kenngrößen bestimmt. In allen untersuchten Lacksystemen sinkt durch Zusatz dieses PEGDA der spezifische Oberflächenwiderstand um eine Zehnerpotenz. Auch Aufladespannung und Personenspannung können deutlich abgesenkt werden, wobei der angestrebte Grenzwert von 2 kV nur in einem Fall unterschritten wird. Nach Applikation der modifizierten Lacke auf kommerziellen Bodenbelägen werden die elektrostatischen Kennwerte der Funktionsmuster allerdings nicht reproduziert, sondern liegen deutlich über den geforderten Zielparametern. Die Eignung dieser Additive zur Verbesserung der ableitenden Wirkung von Beschichtungsstoffen kann demnach noch nicht zufriedenstellend nachgewiesen werden.

become pure layers and their specific resistances determined. Thereby, one PEGDA of a specific resistance of  $108 \Omega$  could be identified. The selected lacquer systems were modified with this PEGDA, functional samples were made and their electrostatic parameters determined. In all lacquer systems examined, the specific surface resistance decreased by one power of ten by adding this PEGDA. Also, the charging voltage and the personal voltage could be reduced clearly with the envisaged limit value of 2 kV being undercut in one case only. However, after application of the modified lacquers on commercial floor coverings, the electrostatic parameters of the functional samples are not reproduced, but range clearly above the required target parameters. As a result, the fitness of the additives to improve the discharging effect of coating materials could not yet be proved satisfactorily.