

## Künstliche Intelligenz zur Bestimmung der Rutschhemmungsklasse verlegter elastischer Bodenbeläge

### IGF 21357 N

Von den Stolper-, Rutsch und Sturzunfällen in Deutschland treten etwa 45 % beim Gehen auf ebenen Flächen auf. Im Falle eines Unfalls wird dabei häufig behauptet, dass nicht-sachgerechte Reinigung und Pflege die Unfallursache sei, wobei oft sämtliche Schadensersatzansprüche direkt an den Gebäudereiniger weitergegeben werden. Die Bewertung der rutschhemmenden Eigenschaften von Bodenbelägen erfolgt dabei mittels eines international einmaligen Klassifizierungssystems in Rutschhemmungsklassen (sog. R-Klassen). Diese Klassifizierung kann gegenwärtig nur mittels eines stationären Prüfverfahrens, dem Begehungsverfahren „Schiefe Ebene“, im Labor erfolgen. Hierbei wird der zu untersuchende Bodenbelag auf einer schiefen Ebene von einer Prüfperson mit einem speziellen Prüfschuh bei sukzessiver Erhöhung des Neigungswinkels begangen, bis es zum Ausrutschen kommt. Der so ermittelte Akzeptanzwinkel wird nach DIN 51130 mit einer Rutschhemmklasse korreliert. Nachteil dieses Verfahrens ist, dass eine zerstörungsfreie Untersuchung von verlegten Bodenbelägen vor Ort nicht möglich ist. Mobile Prüfverfahren, wie beispielsweise mittels Gleitreibungsmessgeräten, erfassen nur Teilaspekte des komplexen Vorgangs des Rutschens und vernachlässigen die dynamische Schrittkinematik des Menschen. Schritt simulatoren versuchen diese abzubilden, werden jedoch aufgrund ihrer Größe und Komplexität nur im Labormaßstab eingesetzt. Zudem sind diese Methoden zeitaufwändig und personalintensiv.

Ziel dieses Projektes war daher die Entwicklung eines automatisierten, zerstörungsfreien Verfahrens zur Vor-Ort-Bestimmung der Rutschhemmungsklasse elastischer Bodenbeläge.

Das Messverfahren wurde unter Einsatz künstlicher Intelligenz realisiert, welche die R-Klasse der elastischen Bodenbeläge anhand von Messkurvenprofilen der charakteristischen Kenngrößen Elastoplastizität, Reibung und Oberflächenrauheit unter Berücksichtigung mechanischen Abriebs vorhersagt.

## Artificial intelligence for determining the slip-resistance class of laid elastic floor covering

### IGF 21357 N

About 45 % of the tripping, slipping and falling accidents in Germany occur while walking on flat surfaces. In the event of an accident, it is often claimed that improper cleaning and maintenance was the cause of the accident, with all claims for damages often being passed directly on to the building cleaner. The evaluation of the slip-resistant properties of floor coverings is carried out by means of an internationally unique classification system in slip-resistance classes (so-called R-classes). At present, this classification can only be carried out by means of a stationary test procedure, the "inclined plane" walking procedure, in the laboratory.

Here, the floor covering to be tested is walked on an inclined plane by a test person with a special test shoe while successively increasing the angle of inclination until slipping occurs. The angle of acceptance determined in this way is correlated with a slip resistance class according to DIN 51130. The disadvantage of this method is that a non-destructive examination of installed floor coverings on site is not possible. Mobile test methods, such as those using sliding friction measuring devices, only capture partial aspects of the complex system of slipping and neglect the dynamic step kinematics of humans. Step simulators attempt to reproduce this, but are only used on a laboratory scale due to their size and complexity. In addition, these methods are time-consuming and labour-intensive.

The aim of this project was therefore to develop an automated, non-destructive method for on-site determination of the slip resistance class of resilient floor coverings.

The measurement procedure was realised using artificial intelligence, which predicts the R-class of resilient floor coverings based on measurement curve profiles of the characteristic parameters elasto-plasticity, friction and surface roughness, taking into account mechanical abrasion.

Fortsetzung auf Seite 2

To be continued on page 2

## Fortsetzung:

### IGF 21357 N

Unter den angewandten Laboruntersuchungsbedingungen zeigten Temperatur und rel. Luftfeuchte keinen signifikanten Einfluss auf die R-Klasseneinstufung. Das verwendete Künstliche Neuronale Netzwerk Multilayer Perceptron (MLP) zur Vorhersage der R-Klasse elastischer Bodenbeläge wurde mithilfe der Programmiersprache Python und Open-Source-Entwicklungswerkzeugen trainiert. Die Validierungsergebnisse von 23 unterschiedlichen Bodenbelägen zeigten, dass die KI in der Lage ist, die Akzeptanzwinkel verschiedener Bodenbeläge mit einem Vorhersagebereich von etwa 3° genau vorherzusagen.

Die entwickelte Messeinheit KIMM (Funktionsmuster) besteht aus einem Gehäuse, das auf den Bodenbelag feststehend aufgesetzt wird, und in das Sensoren zur Messung der Kenngrößen integriert sind. Eine Mikroprozessoreinheit steuert die Messungen und zeichnet die Ergebnisse auf. Als Sensoren wurden ein Kraftsensor (stationäre Messung, vertikale Bewegung bezogen auf Bodenbelag) zur Bestimmung der Elastoplastizität (Messung von Druckkraft und Entlastung), ein Laser-Distanz-Sensor zur Messung der Rauheit (horizontale Bewegung bezogen auf Bodenbelag) und ein Kraftsensor (horizontale Bewegung bezogen auf Bodenbelag) zur Messung der Gleitreibungskraft eingebaut.

Nach Weiterentwicklung der mobilen Messeinheit KIMM auf Basis der Ergebnisse wird diese in der Lage sein, aussagekräftige und valide Daten zu generieren. Dies wurde durch einen Vergleich der vorhergesagten und tatsächlichen Akzeptanzwerte der Bodenbeläge bestätigt.

## Continued:

### IGF 21357 N

Under the applied laboratory test conditions, temperature and relative humidity showed no significant influence on the R-class rating. The artificial neural network Multilayer Perceptron (MLP) used to predict the R-class of resilient floor coverings was trained using the Python programming language and open-source development tools.

The validation results of 23 different floor coverings showed that the AI is able to accurately predict the acceptance angles of different floor coverings with a prediction range of about 3°.

The KIMM measuring unit (functional model) developed consists of a housing that is placed in a fixed position on the floor covering, in which sensors for measuring the characteristics are integrated. A microprocessor unit controls the measurements and records the results. The sensors installed were a force sensor (stationary measurement, vertical movement in relation to the floor covering) to determine the elasto-plasticity (measurement of compressive force and release), a laser distance sensor to measure the roughness (horizontal movement in relation to the floor covering) and a force sensor (horizontal movement in relation to the floor covering) to measure the sliding friction force.

After optimising the mobile measuring unit KIMM based on the achieved results, it will be able to generate meaningful and valid data. This was confirmed by comparing the predicted and actual acceptance values of the floor coverings.

**Der Forschungsbericht ist auf Anfrage beim  
wfk - Cleaning Technology Institute erhältlich.**

**The research report is available on request from the  
wfk - Cleaning Technology Institute**

Das IGF-Projekt 21357 N der Forschungsvereinigung Europäische Forschungsgemeinschaft Reinigungs- und Hygienetechnologie e.V., Campus Fichtenhain II, 47807 Krefeld, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

The IGF-project 21357 N of the research association Europäische Forschungsgemeinschaft Reinigungs- und Hygienetechnologie e.V., Campus Fichtenhain II, 47807 Krefeld, was supported via the AiF within the funding program „Industrielle Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)“ by the Federal Ministry of Economic Affairs and Climate Action due to a decision of the German Parliament.