

Nachweis des Gleit- und Rutschwiderstands von Industrieböden

1 Einleitung

Die sachverständige Bewertung des Gleit- und Rutschwiderstands von Industrieböden stellt den Sachverständigen aus unterschiedlichsten Gründen vor Probleme. So handelt es sich bei dem Referenzverfahren (Nachweis mittels der »schiefen Ebene«) um ein zerstörendes Verfahren, bei dem Prüfkörper mit den Abmessungen von mindestens 1,0 m × 0,4 m aus dem Industrieboden entnommen werden müssen. Das bedeutet, dass massive Zerstörungen am Boden auftreten sowie erhebliche Kosten verursacht werden. Des Weiteren liegt keine sachgerechte Korrelation zwischen dem Referenzverfahren (der »schiefen Ebene«) und den anderen Verfahren zum Nachweis des Rutschwiderstands vor. Nachfolgend sind einige der üblicherweise zur Anwendung kommenden Verfahren zum Nachweis des Gleit- und Rutschwiderstands dargestellt:

- Schiefe Ebene nach Anhang B der DIN EN 16165 (empfohlen im ASR A1.5),
- Gleitreibungsmessung mit dem GMG 200 des Herstellers GTE Industrieelektronik; mit dem GMG 200 wird der dimensionslose Gleitreibungskoeffizient μ ermittelt; die Prüfung erfolgte nach Anhang D der DIN EN 16165 (seitens der Berufsgenossenschaft akzeptiert),
- USRV-Verfahren (Vorgabe der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen zur Untersuchung von Pflasterdecken und Plattenbelägen).

Aufgrund der enormen Größe der für die Bestimmung der »schiefen Ebene« erforderlichen Prüfkörper (Mindestmaße von 100 cm × 40 cm) gab es im DBV-Merkblatt »Industrieböden aus

Beton für Frei- und Hallenflächen« bereits in der Vergangenheit eine Zuordnung der Rutschhemmungsklassen zu den üblichen Oberflächenbearbeitungsverfahren von Industrieböden.

Das Ziel eines aktuell vom ADIV (Allgemeiner Deutscher Industriebodenverein e. V.) zum Thema »Gleit- und Rutschwiderstand von Industrieböden« durchgeführten Forschungsvorhabens bestand darin, die Ergebnisse von Gleitreibungsmessungen mit dem GMG 200 an Bestandsflächen im Sinne der DGUV Information 208-041 mit den Laborergebnissen der Bestimmung des Rutschwiderstands mit der »Schiefen Ebene« zu korrelieren (siehe auch [2] und [3]). Im Ergebnis sollte auf Basis dieses Forschungsvorhabens eine Möglichkeit geschaffen werden, den Rutschwiderstand von Industrieböden durch den Einsatz des GMG 200 zu bestimmen und zu bewerten. Die Vorteile dieses Verfahrens liegen darin, dass es eine zerstörungsfreie, flächig anzuwendende und wiederholbare Bestimmung des Gleitreibungskoeffizienten von Industrieböden ermöglicht.

2 Forschungsvorhaben

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden zwei Musterflächen mit einer Größe jeweils von ca. 4,60 m × 4,60 m angelegt, die zur Durchführung der Untersuchungen (Messung mit dem GMG 200 und der schiefen Ebene) herangezogen wurden. Zur Herstellung dieser Flächen wurden die nachfolgenden Betone verwendet:

- ein Beton der Güte C25/30 (w/z-Wert = 0,53) und
- ein Beton der Güte C30/37 (w/z-Wert = 0,51).

Um die unterschiedlichen Arten der Industrieböden zu berücksichtigen, wurden beide Musterflächen so eingeteilt, dass die nachfolgend genannten Herstellungsverfahren zur Anwendung kamen:

- ohne Hartstoffeinstreuung, geglättet,
- ohne Hartstoffeinstreuung, geglättet und silikatisiert,
- ohne Hartstoffeinstreuung, geglättet, geschliffen und silikatisiert,
- mit Hartstoffeinstreuung, geglättet,
- mit Hartstoffeinstreuung, geglättet und silikatisiert,
- mit Hartstoffeinstreuung, geglättet, geschliffen und silikatisiert.

Tab. 1: Zuordnung der Art der Oberflächenbearbeitung von Industrieböden zu den R-Klassen (Quelle: DBV-Merkblatt [L 6])

Oberflächenbearbeitung	R-Klasse
mit Flügelglätter geglättet	R9, R10
maschinell abgeschiebt	R10, R11
abgerieben	R12
Besenstrich oder aufgerauter Beton	R13



Abb. 1: Glätten der Oberfläche



Abb. 2: Geschnittene Fugen

Die Betoneinbringung erfolgte bei Temperaturen um ca. 25°C. Die Betonoberfläche wurde nach der Einbringung geglättet und direkt nach dem letzten Flügelglätten mit Folie abgedeckt.

Am nächsten Tag wurden die Flächen mit einer Schnitttiefe von ca. 50 mm in Felder untergliedert.

Anschließend wurden die Musterflächen bis zum Alter von 28 Tagen mit Folie abgedeckt.

Nach der Aushärtung der Betone wurden u.a. die nachfolgend genannten Untersuchungen vor Ort durchgeführt bzw. Proben für die Durchführung der Laboruntersuchungen entnommen:

- Bestimmung des Gleitreibungskoeffizienten mit dem GMG-Gerät durch das Institut für Arbeitsschutz der DGUV,
- Bestimmung des Gleit- und Rutschwiderstands mittels »schiefer Ebene« durch das Institut für Arbeitsschutz der DGUV.

3 Ergebnisse des Forschungsvorhabens

3.1 Ergebnisse der Bestimmung der Gleitreibungskoeffizienten

Im Rahmen der Untersuchungen wurden die nachfolgend genannten, wesentlichen Ergebnisse ermittelt:

Die Ergebnisse der Einzelmesslinien zur Bestimmung des Gleitreibungskoeffizienten streuten zum Teil stark. So wurde bei den Einzelmesslinien mit dem GMG 200 an denselben Prüfflächen Schwankungen $\Delta\mu$ zwischen 0,03 und 0,23 ermittelt.

Auf Basis dieser Messwertschwankungen ist festzustellen, dass die Ergebnisse einzelner Messlinien nur eine überschaubare Aussagekraft besitzen. Aus diesem Grunde wird dringend empfohlen, immer eine größere Anzahl an Messbereichen zur Beurteilung eines Industriebodens heranzuziehen, wobei der Mittelwert die Beurteilungsgrundlage darstellt. Die vorgefundenen Schwankungen sind bauartbedingt und lassen sich bei üblichen Umgebungs- und Herstellbedingungen nicht zielsicher vermeiden. Demnach stellen einzelne Unterschreitungen in angemessener Größenordnung keinen Qualitätsmangel dar.

Werden lokal begrenzte Teilflächen vorgefunden, in denen nur ein geringer Gleitreibungskoeffizient ermittelt wird, so sind diese Ergebnisse über Wiederholungsmessungen zu bestätigen. Erst auf Basis einer ausreichenden Anzahl an Messwerten kann



Abb. 3: Messung des Gleitreibungskoeffizienten mit dem GMG-Gerät

auch eine begrenzte Teilfläche als nicht ausreichend rutschsicher eingestuft werden.

Weiterhin zeigte sich, dass die Messungen im nassen Zustand tendenziell häufig sogar bessere Ergebnisse lieferten als im trockenen Zustand. Die Ursache für diese unerwarteten Ergebnisse ließ sich nicht ermitteln. Es ist zu vermuten, dass die im nassen Zustand teilweise höheren Messwerte ggf.

- auf einen Ansaugeffekt der Gleiter,
- eine Beseitigung des Staubs durch das Annässen oder
- auf eine Wechselwirkung der Gleiter mit dem Wasser zurückzuführen sind.

Die Verwendung der SBR-Gleiter stellt einen Pessimalfall dar, mit dem üblicherweise die geringste Rutschhemmung erreicht wird. Andere Schuhmaterialien liefern im Normalfall eine bessere Rutschhemmung. Kommen in Objekten im Betriebszustand abweichende und besonders kritische Schuhsohlen zum Einsatz, so muss dies im Rahmen der Planung berücksichtigt und auch ausgeschrieben werden. Ansonsten ist nicht sichergestellt, dass die regelwerkskonforme Prüfung mit dem SBR-Gleiter zur labor-technischen Beurteilung der Rutschhemmung des Industriebodens im Betriebszustand geeignet ist.

Mit dem wässrigen Gleitmedium NaLS-Wasser 0,1 % werden vergleichbare Gleitreibungskoeffizienten wie mit üblichen, wässrigen Verschmutzungen erreicht. Einzig die Reinigungsmittel lieferten im Rahmen von Voruntersuchungen signifikant geringere Gleitreibungskoeffizienten. Kommen im Objekt im Betriebszustand abweichende und besonders kritische Gleitmedien zum Einsatz, so muss dies im Rahmen der Planung berücksichtigt und auch ausgeschrieben werden. Ansonsten ist nicht

sichergestellt, dass die regelwerkskonforme Prüfung mit dem Gleitmedium NaLS-Wasser 0,1 % zur labortechnischen Beurteilung der Rutschhemmung des Industriebodens im Betriebszustand geeignet ist.

Abschließend war festzustellen, dass alle untersuchten Flächen (sowohl im trockenen als auch im nassen Zustand) hinsichtlich des ermittelten mittleren Gleitreibungskoeffizienten den Sollwert an einen ausreichenden Rutschwiderstand (Sollwert > 0,45) erreichten. Nur sehr vereinzelt wurden Einzelwertunterschreitungen (bei Einzelmesslinien) vorgefunden, die ihre Ursache in der großen Streubreite der Einzelmesswerte hatten.

3.2 Ergebnisse der Bestimmung des Gleit- und Rutschwiderstands

Um die ermittelten Gleitreibungskoeffizienten mit den Gleit- und Rutschwiderständen der Teilflächen im Labor (schiefe Ebene) zu korrelieren, wurden die Messbereiche mit den jeweils höchsten und niedrigsten Gleitreibungskoeffizienten aus den jeweiligen Messfeldern herausgeschnitten. Diese Proben wurden zur Bestimmung der Rutschhemmungsklasse (des Winkels α_{shot}) bei dem Institut für Arbeitsschutz der DGUV verwendet.

Auch im Rahmen der Bestimmung des Gleit- und Rutschwiderstandes mit der »schiefen Ebene« zeigte sich, dass die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsflächen derselben Oberflächenbearbeitungsverfahren zum Teil stark streuten.

So wurden teilweise bei denselben Herstellungsverfahren Unterschiede in den korrigierten, mittleren Neigungswinkeln von bis zu 3° vorgefunden. Bei einem Extrembeispiel betrug der Unterschied zwischen den beiden Messungen desselben Herstellungsverfahrens sogar 8°.

Die ermittelten Ergebnisse zeigen, dass alle untersuchten Teilflächen unabhängig von der Betonqualität bzw. der Oberflächenbearbeitung (Glätten, Schleifen, Hartstoffeinstreuung oder Silikatisierung) mindestens die Anforderungen der Rutschhemmungsklasse R9, teilweise auch der Rutschhemmungsklasse R10 erfüllen. Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse können die Aussagen im DBV-Merkblatt »Industrieböden aus Beton« für die Bearbeitungsverfahren in Bezug auf die Klassen R9 und R10 bestätigt und hinsichtlich der silikatisierten, geschliffenen und mit Hartstoffen versehenen Industrieböden ergänzt werden.

4 Fazit

Im Ergebnis zeigen die Untersuchungen im Rahmen des Forschungsvorhabens des ADIV, dass die Beurteilung des Rutschwiderstands von Industrieböden mittels des GMG 200 unabhängig von der Betonqualität und der Oberflächenbearbeitung (Glätten, Schleifen, Hartstoffeinstreuung oder Silikatisierung) bei regelwerkskonformen Betriebsbedingungen (mit dem SBR-Gleiter und mit dem Gleitmedium NaLS-Wasser 0,1 %) sachgerecht erfolgen kann, sofern die Rutschhemmungsklasse R9/R10 für die zu beurteilenden Industrieböden vereinbart wurde.

Es wird empfohlen, vor der Herstellung neuer Industrieböden der Rutschwiderstandsklassen R9 oder R10 Beurteilungswerte des Gleitreibungskoeffizienten zu vereinbaren. Diese Beurteilungswerte sollten für Industrieböden der Rutschwiderstandsklassen R9 oder R10 mindestens bei einem μ -Wert > 0,45 oder besser > 0,50 liegen.

Im Falle eines Rutschunfalls muss darüber hinaus geprüft werden, ob der Unfall ggf. durch kritisches Schuhwerk oder durch vor Ort vorliegende, kritische Gleitmittel verursacht wurde.

Tab. 2: Zuordnung der Art der Oberflächenbearbeitung von Industrieböden zu den »R-Klassen«

Oberflächenbearbeitung	R-Klasse
mit Flügelglätter geglättet	R9, R10
mit Flügelglätter geglättet und silikatisiert	R9, R10
mit Flügelglätter geglättet und geschliffen	R9, R10
Industrieböden mit oder ohne Hartstoffeinstreuung geglättet	R9, R10
Industrieböden mit oder ohne Hartstoffeinstreuung geglättet und silikatisiert	R9, R10
Industrieböden mit oder ohne Hartstoffeinstreuung geglättet und geschliffen	R9, R10
maschinell abgescheibt	R10, R11
abgerieben	R12
Besenstrich oder aufgerauter Beton	R13

Im Sinne der durchgeführten Versuchsreihen ist festzustellen, dass bei Industrieböden eine Bewertung der Rutschhemmung auf Basis von GMG-Messungen sachgerecht erfolgen kann, wenn die Arbeitsbereiche im Rahmen der Nutzung eine Rutschhemmklasse R9 oder R10 erfordern.

Bei μ -Werten > 0,45 sind keine weiteren Maßnahmen durchzuführen (üblicherweise werden μ -Werte > 0,45 bei üblich hergestellten Industrieböden sicher erreicht), wobei signifikante Schwankungsbreiten zwischen unterschiedlichen Einzelmessungen zulässig sind.

Abschließend kann die Zuordnung der Rutschhemmungsklassen zu den Oberflächenbearbeitungsverfahren von Industrieböden des DBV wie in Tab. 2 beschrieben ergänzt werden.

Die detaillierten Ergebnisse der Untersuchungen können dem Forschungsbericht des ADIV entnommen werden.

Literatur

- [1] DIN EN 16165:2023-02 Bestimmung der Rutschhemmung von Fußböden – Ermittlungsverfahren
- [2] Allgemeiner deutscher Industriebodenverein (Hrsg.): ADIV-Leitfaden 2.7 Bestimmung der Rutschhemmung von Industrieböden aus Beton (Kurzversion). 2025
- [3] Allgemeiner deutscher Industriebodenverein (Hrsg.): ADIV-Leitfaden 2.7 Bestimmung der Rutschhemmung von Industrieböden aus Beton (Langversion). 2025
- [4] Arbeitsschutzausschüsse beim BMAS (Hrsg.): ASR A1.5 Technische Regeln für Arbeitsstätten. Fußböden. Ausgabe März 2022
- [5] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V. (Hrsg.): DBV-Merkblatt Industrieböden aus Beton für Frei- und Hallenflächen. Fassung November 2004
- [6] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E. V. (Hrsg.): Industrieböden aus Beton. Fassung Februar 2017
- [7] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (Hrsg.): DGUV-Information 208-041 Bewertung der Rutschgefahr unter Betriebsbedingungen. Stand September 2019
- [8] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (Hrsg.): FAQ zur Einführung der DIN EN 16165 – Rutschhemmung von Fußböden – Ermittlungsverfahren. Stand März 2023

- [9] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.): Merkblatt über den Rutschwiderstand von Pflasterdecken und Plattenbelägen für den Fußgängerverkehr. Ausgabe 2020

Der Autor

Dr. rer. nat. Karl-Uwe Voß

Seit 2005 von der IHK Koblenz als Sachverständiger für Analyse zementgebundener Baustoffe öffentlich bestellt und vereidigt; seit 2013 im Vorstand des QS-Pflaster; seit 2014 im Vorstand des LVS Rheinland-Pfalz; seit Dezember 2014 wurde der Bestellungstenor auf den Bereich der Flächenbefestigungen aus Betonpflastersteinen und anderen Betonwaren ausgedehnt

Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied GmbH
Sandkauler Weg 1
56564 Neuwied
Tel.: 02631/3993-23
Fax 02631/3993-40
E-Mail: voss@mpva.de



- [10] Rohowski, Henning: Neue Regeln zur Rutschhemmung bei Bodenbelägen – R-/SRT-/μ-Werte! Was gilt wo? Opus C 2 (2005), Nr. 3, S. 70
- [11] Rohowski, Henning: Neue Regeln zur Rutschhemmung bei Bodenbelägen – R-/SRT-/μ-Werte! Was gilt wo? BWI – BetonWerk International (2005), Nr. 3, S. 14
- [12] Wetzel, Christoph; Windhövel, Ulrich; Mewes, Detlef; Götte, Thomas: Rutschgefahr erkennen und vermeiden. Teil 1: Grundlagen, Messverfahren und Anforderungen. Technische Sicherheit. Düsseldorf: VDI Fachmedien GmbH und Co. KG, 2013, S. 49–54
- [13] Rohowski, Henning: Rutschhemmung. Zu gut, um mangelfrei zu sein? Fliesen Platten 63 (2013), Nr. 5, S. 28
- [14] Wetzel, Christoph; Windhövel, Ulrich; Mewes, Detlef; Götte, Thomas: Rutschgefahr erkennen und vermeiden. Teil 2: Gefährdungsbeurteilung in der Praxis. Technische Sicherheit. Düsseldorf: VDI Fachmedien GmbH und Co. KG, 2013, S. 45–49
- [15] Voß, Karl-Uwe: Mangelhaftigkeit einer Betonbodenplatte aufgrund eines zu hohen Gleit- und Rutschwiderstands. Schilderung und Analyse eines Rechtsstreits. Beton 65 (2015), Nr. 12, S. 590
- [16] Engels, M.: New Practice-Orientated Testing Possibilities Regarding the Durability of Slip Resistance and Cleanability, cfi/Ber. DKG 93 (2016), No. 8–9

<https://doi.org/10.60628/1614-6123-2026-1-18>

DAS BUCH ZUM THEMA

Karl-Uwe Voß

Industrieböden

Schäden und Schadensursachen

2025, 346 Seiten, 60 Abb., 41 Diagramme, Hardcover, Fraunhofer IRB Verlag
ISBN 978-3-7388-0943-5

Schäden an Industrieböden sind mehr als nur ein ästhetisches Problem – sie gefährden die Betriebssicherheit, treiben die Instandhaltungskosten in die Höhe und können Produktionsabläufe empfindlich stören. Dieses Fachbuch für Bausachverständige, Bauherren, Planende und ausführende Unternehmen behandelt wichtige Grundlagen der Planung und Ausführung unterschiedlicher Industrieböden im Innen- und Außenbereich sowie bei Sonderflächen.

Der Autor erklärt Schadensbilder von Rissbildungen über Popouts und Abplatzungen bis hin zu Problemen wie der Alkali-Kieselsäure-Reaktion. Detailliert und mit vielen Beispielen beschreibt er die in der Gutachterpraxis angewendeten Nachweisverfahren zur Beurteilung von Industrieböden und zur Klärung von Schadensursachen.

Mit präventiven Maßnahmen, Tipps zur Planung und praktischen Empfehlungen für die Ausführung hilft das Buch, mögliche Schäden frühzeitig zu vermeiden und langfristige Qualität zu sichern.

Damit ist das Buch eine wertvolle Unterstützung für alle, die Qualität und Sicherheit bei Industrieböden sicherstellen wollen – von der Planung über die Ausführung bis hin zur Instandhaltung.

