

Das Sachgebiet „Fußschutz“ im Fachbereich „Persönliche Schutzausrüstungen“ (FB „PSA“) informiert:

AUTOREN:

DIPL.-ING. NICOLA VON DER BANK
Sachgebietsleiterin
„Persönliche Schutzausrüstungen gegen physikalische Einwirkungen“
Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA),
Sankt Augustin
nicola.von.der.Bank@dguv.de

DR.-ING. DETLEF MEWES
Leiter des Referates
„Werkstoffe, Bauprodukte, Arbeitsmittel“
Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA),
Sankt Augustin
detlef.mewes@dguv.de

DIPL.-ING. ANDREAS VOGT
Leiter des Sachgebietes „Fußschutz“
im FB „Persönliche Schutzausrüstungen“ der DGUV
andreas.vogt@bgbau.de

Das Sachgebiet hat sich mit der Thematik Durchtrittssicherheit von Sicherheitsschuhen befasst. In umfangreichen Untersuchungen beim Institut für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung in Sankt Augustin wurde das Verhalten von Sicherheitsschuhen mit metallischen oder nichtmetallischen Einlagen gegen Nägel unterschiedlicher Geometrie bestimmt, um so im Vergleich zur Normprüfung praxisnähere Informationen für den Einsatz zu gewinnen. Die Ergebnisse fließen in die Weiterentwicklung der Fußschutznormen ein. Über die weitere diesbezügliche Entwicklung wird nachfolgend berichtet.

Elemente für den Schutz gegen Durchstich

Fußschutz als persönliche Schutzausrüstung (PSA) soll die Füße gegen äußere schädigende Einflüsse schützen. Die an Fußschutz zu stellenden Grund- und Zusatzanforderungen sind in den Normen

**Aktuelles aus dem Sachgebiet Fußschutz:
„Durchtrittssicherheit von Fußschutz“ –
status quo und quo vadis**

DIN EN ISO 20345 (Sicherheitsschuhe), DIN EN ISO 20346 (Schutzschuhe) und DIN EN ISO 20347 (Berufsschuhe) aufgeführt. Die Durchtrittssicherheit gehört dabei zu den optionalen Zusatzanforderungen. Fußschutz der Kategorien S3, S5, P3, P5, O3, O5 oder Fußschutz der in der Kennzeichnung das Kürzel „P“ führt, erfüllt die Normanforderungen hinsichtlich der Durchtrittssicherheit. Durchtrittssicherheit ist dann wichtig, wenn die Gefahr durch Penetrationsverletzungen durch Nägel und andere spitze Gegenstände besteht.

Während in der Vergangenheit durchtrittssichere Einlagen nur aus Stahl bestanden, finden heute zunehmend auch textile Materialien Verwendung (Abb. 1). Textile Einlagen bieten im Gegensatz zu metallischen Einlagen den Vorteil, den gesamten Fußsohlenbereich abzudecken. Bei metallischen Einlagen verbleibt fertigungsbedingt immer ein ungeschützter Randbereich (Abb. 2). Dort kann es zu Durchstichen kommen.

Textile Einlagen verbessern zudem den Tragekomfort der Schuhe. Sie sind insgesamt flexibler als Stahlsohlen. Für thermisch isolierende Schuhe eignen sich die textilen Einlagen aufgrund ihrer geringeren Wärmeleitfähigkeit besser als metallische Einlagen. Zudem gibt es Einsatzbereiche, in welchen Stahleinlagen ungeeignet sind und die Arbeitsabläufe stören oder gar behindern. So etwa auf Flughäfen, bei Arbeiten im Bereich von Sicherheits-schleusen mit Metalldetektoren.

Normanforderung zur Durchtrittssicherheit von Fußschutz

Bei der Prüfung der Durchtrittssicherheit nach DIN EN ISO 20344 wird ein 4,5 mm dicker Prüfnagel von außen mit einer Mindestkraft von 1100 N und einer definierten Geschwindigkeit in die Schuhsohle gedrückt. Bei Profilsohlen wird die Prüfung zwischen den Profilen durchgeführt (Abb. 3). Bei der Prüfung von nichtmetallischen Einlagen wird die Prüfmaschine mit der definierten Geschwindigkeit bis zur erforderlichen Kraft von 1100 N betrieben. Dann ist die Maschine anzuhalten und entweder innerhalb von 10s eine Sichtüberprüfung oder eine elektrische oder kinematografische Erkennung durchzuführen. Damit die Prüfung als jeweils bestanden gilt, darf die Spitze des Prüfnagels innen nicht aus dem Prüfmuster hervorragen.

Bei der Prüfung bilden Sohle und Prüfnagel einen rechten Winkel zueinander. Im Hinblick auf die Praxis ist für die textile Einlage der Winkel, mit welchem der Nagel eintritt, weitestgehend ohne Bedeutung. Bei Sohlen aus Metall kommt es mit zunehmender Schrägstellung des Nagels zu einer steigenden Wahrscheinlichkeit des seitlichen Abgleitens des Nagels entlang der Metalloberfläche. Der rechtwinklige Versuchsablauf stellt also für Stahlsohlen die ungünstigste Stellung dar. Generell steigt mit dünner werdendem Nageldurchmesser zudem die Wahrscheinlichkeit, dass der Nagel beim Auftreffen wegnickt.



Abb. 1: Sicherheitsschuhe mit durchtrittssicherer Einlage aus textilem Material



Abb. 2: Querschnitt durch einen Sicherheitsschuhe mit durchtrittssicherer Einlage aus Metall

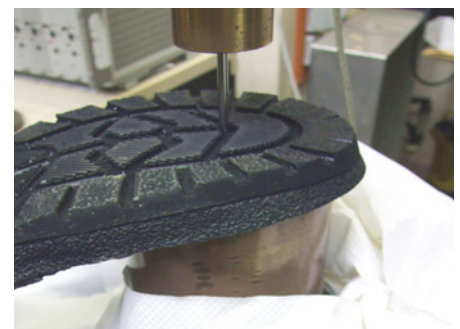


Abb. 3: Prüfaufbau

Einsatzbereiche mit Unfallaufkommen

In vielen Tätigkeitsbereichen ist mit Nägeln zu rechnen, deren Durchmesser deutlich kleiner ist als der des Prüfnagels nach DIN EN 20344. Diese Tätigkeitsbereiche liegen vor allem im Baubereich bei Schalarbeiten, Zimmer- und Dacharbeiten, aber auch bei Abbrucharbeiten vor.

Bei Fußschutz mit nichtmetallischen Einlagen ist es dabei in der Vergangenheit wiederholt zu Fußverletzungen durch eingetretene Nägel gekommen. Aufgrund der dem Sachgebiet bekannten Unfälle kann nicht von einem signifikanten Unfallgeschehen ausgegangen werden. Jedoch haben die Unfallereignisse zu Zweifeln an der Praxisrelevanz des in der Norm vorgeschriebenen Prüfnagels geführt. Untersuchungen mit dünneren Nägeln sollten gesicherten Aufschluss darüber geben, inwieweit auch bei dünneren Nägeln noch eine ausreichende Durchtrittssicherheit besteht. Bei der bestimmungsgemäßen Benutzung von Fußschutz mit metallischer Einlage sind bis dato keine Durchstiche durch die Einlage beim Sachgebiet dokumentiert.

Versuchsmaterial und experimentelle Methoden

Für die Untersuchungen des IFA stand eine repräsentative Anzahl von Sicherheitsschuhe verschiedener Hersteller mit textiler Einlage oder mit Stahleinlage zur Verfügung. Die Durchtrittssicherheit wurde jeweils mit den folgenden Stahlnägeln geprüft, die sich im Durchmesser und der Gestaltung der Spitze unterschieden:

- ▶ Normnagel DIN EN 20345, Ø 4,5mm, Spitze als Kegelstumpf
- ▶ Normnagel DIN EN 388, Ø 4,5 mm, Spitze als Kegel rund
- ▶ Stahlnagel, Ø 2,5mm, Spitze als Kegelstumpf
- ▶ Stahlnagel, Ø 2,5mm, Spitze als Pyramidenstumpf
- ▶ Stahlnagel, Ø 2,5mm, Spitze als Pyramide

Für die Prüfung wurde der Schaft vom Schuhunterteil getrennt. Anschließend wurde der gesamte Schuhunterbau als Prüfstück verwendet. Das Prüfstück wurde so auf der Grundplatte einer handelsüblichen Zug-Druck-Prüfmaschine platziert, dass der Nagel durch die

Laufsohle eindringen kann. Der Nagel wurde mit einer Geschwindigkeit von (10 ± 3) mm/min in den Unterbau gedrückt, bis die Spitze sich vollständig durchgedrückt hatte. Die hierzu erforderliche Höchstkraft wurde gemessen. Die Prüfung wurde mit jedem Nageltyp an vier verschiedenen Stellen der Sohle durchgeführt (Abb. 4).

Ergebnisse der IFA-Untersuchungen

Die Anforderung der Norm an die Höchstkraft von 1100 N bei Verwendung der beiden 4,5 mm dicken Normnägeln nach EN 20344 und EN 388 erfüllten alle untersuchten Schuhe. Wurden jedoch dünnere Nägel mit 2,5 mm Durchmesser verwendet, wie man sie z.B. häufig auf dem Bau antrifft, so erreichte lediglich ein Schuh mit textiler Einlegesohle den Anforderungswert von 1100 N. Alle anderen Ergebnisse lagen größtenteils 50% unterhalb des Grenzwertes von 1100 N. Einzelne Ergebnisse lagen sogar unter 350 N Höchstkraft, der niedrigste gemessene Wert lag bei 200 N.

Bei den Sohlen aus Stahl haben ebenfalls alle Schuhe die Prüfung nach Norm bestanden. Bei Verwendung des dünneren Nagels bestanden nur zwei Schuhe alle Prüfungen. Zwei Schuhe wiesen aber immerhin noch Kraftwerte von rd. 950 N auf. Der niedrigste Wert wurde bei einem Schuh mit 750 N bei einem Nagel mit 2,5 mm Durchmesser und pyramidenförmiger Spitze verzeichnet. Alle Schuhe erfüllten, unabhängig vom Material der durchtrittssicheren Einlage, die bestehenden Normanforderungen. Nägel mit einem geringeren Durchmesser als dem des Normprüfnagels kön-

nen insbesondere textile Einlagen aber schon bei deutlich niedrigeren Kräften durchdringen.

Rundversuche auf europäischer Ebene

Auch auf europäischer Ebene wurde auf Initiative des CEN/TC 161 ein Rundversuch zur Bestimmung der Durchtrittssicherheit von textilen Einlegesohlen mit dünnen Nägeln durchgeführt. Hierzu kamen 7 verschiedene Einlegesohlen aus Textil zum Einsatz. Die Durchdringung erfolgte mit einem Nagel Ø 3 mm, Pyramide spitz. Von den sieben verschiedenen Sohlen erfüllte lediglich eine Sohle die Anforderung an die Durchtrittssicherheit von 1100 N, eine weitere erreichte immerhin Werte von bis zu 900 N, die übrigen erzielten Werte lagen zwischen 600 N und 750 N.

Untersuchungen an durchtrittssicheren Einlagen aus Stahl haben gezeigt, dass diese auch bei Verwendung eines dünneren Prüfnagels (Ø 3 mm, Pyramide spitz) noch Werte oberhalb von 950 N erreichen. Somit können diese Sohlen noch als ausreichend durchtrittssicher bezeichnet werden.

Entwicklung bei Normung und Zertifizierung

Bereits 2012 wurde in dem zuständigen europäischen Normungsgremium eine Projektgruppe eingerichtet, um ein neues Prüfverfahren und ggf. neue Anforderungen zu definieren (neuer Nagel, Nagelspitze etc.). Es wurden begleitend bereits Rundversuche auf europäischer Ebene durchgeführt. Deren Ergebnisse bestätigten die IFA-Ergebnisse.

Rot	Normnagel EN20344; Ø 4,5 mm; Kegel, flach
Grün	Normnagel EN388; Ø 4,5 mm; Kegel, rund
Gelb	Stahlnagel (angefertigt); Ø 2,5 mm; Kegel, flach
Schwarz	Stahlnagel (angefertigt); Ø 2,5 mm; Pyramide, flach
Blau	Stahlnagel (gekauft); Ø 2,5 mm; Pyramide, spitz

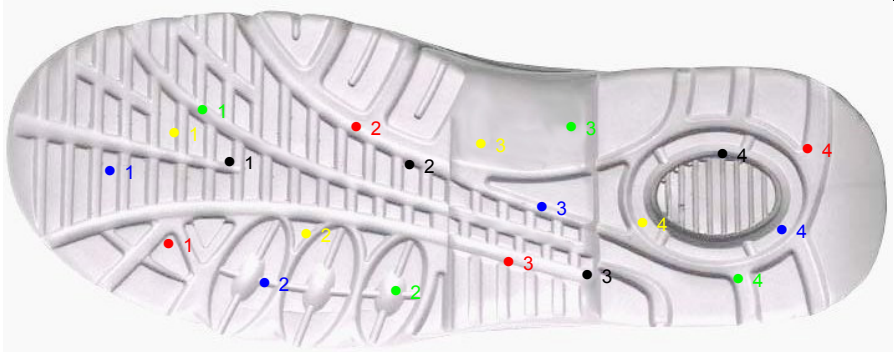


Abb. 4: Messstellen

Im europäischen Erfahrungsaustausch der Prüfstellen wurde in der Vertikalgruppe 10 „Fußschutz“ eine „Recommendation for Use“ (RFU 10.188b) verabschiedet, wonach der Hersteller in seiner Herstellerinformation auf das bestehende Restrisiko von durchtrittssicheren Einlagen eingehen muss. Spätestens ab dem 1. Juli 2015 sollen Benannte Stellen fordern, dass die Hersteller folgende Punkte (Formulierungsvorschlag) in die Benutzerinformation aufnehmen: „Der Widerstand gegen Durchdringung dieses Schuhwerks wurde im Labor unter Benutzung eines stumpfen Prüfnaagels von 4,5 mm Durchmesser und einer Kraft von 1100 N ermittelt. Höhere Kräfte oder dünnere Nägel können das Risiko der Durchdringung erhöhen. In solchen Fällen sind alternative präventive Maßnahmen in Betracht zu ziehen.“

Zwei allgemeine Arten von durchtrittshemmenden Einlagen sind derzeit in PSA Schuhwerk verfügbar. Dies sind metallische und nichtmetallische Materialien. Beide erfüllen die Mindestanforderungen an den Widerstand gegen Durchdringung der Normen, die am Schuh gekennzeichnet sind, aber jede hat unterschiedliche zusätzliche Vorteile oder Nachteile einschließlich der folgenden: Metall: Wird weniger durch die Form des spitzen Gegenstandes/Gefahr (z.B. Durchmesser, Geometrie, Schärfe) beeinträchtigt. Auf Grund der Einschränkungen in der Schuhfertigung wird nicht die gesamte Lauffläche der Schuhe abgedeckt.

Nichtmetall: Kann leichter, flexibler sein und deckt eine größere Fläche im Vergleich zu Metall ab, aber der Widerstand gegen Durchdringung wird mehr von der Form des spitzen Gegenstandes/Gefahr (z.B. Durchmesser, Geometrie, Schärfe) beeinflusst.

Für weitere Informationen über die Art der durchtrittshemmenden Einlage in Ihren Schuhen kontaktieren Sie bitte den Hersteller oder Lieferanten wie in dieser Benutzerinformation angegeben.“

Im Jahr 2014 wurde aus Deutschland ein formeller Einwand („Formal objection“) zur EN ISO 20344:2011 in Bezug auf

die Durchtrittssicherheit bei nichtmetallischen Einlagen eingereicht.

Im Zuge dieser „Formal objection“ wurde eine Reihe von Revisionen zu den ebenfalls betroffenen Normen beantragt und in das Arbeitsprogramm des CEN/TC 161 aufgenommen. Dies sind:

- ▶ EN 1256:2010
- ▶ EN 15090:2012
- ▶ EN ISO 20344:2011
- ▶ EN ISO 20345:2011
- ▶ EN ISO 20236:2014
- ▶ EN ISO 20347:2012
- ▶ EN ISO 17249:2013

Aufgrund der Versuchsergebnisse des IFA sowie der Ergebnisse der erfolgten Rundversuche auf europäischer Ebene hat sich das deutsche Expertengremium gründlich mit dem Sachverhalt befasst und beraten. Der Standpunkt des deutschen Spiegelgremiums (NA 075-04-01 AA) für die Weiterentwicklung der Normen hinsichtlich „Durchtrittssicherheit“ liegt nun vor. Er orientiert sich auch an dem nach dem Stand der Technik im Einklang mit der Ergonomie überhaupt grundsätzlich leistbaren und umsetzbaren Möglichkeiten. Wie in anderen Bereichen von PSA soll es zukünftig unterschiedliche Leistungsstufen geben. Die Auswahl soll entsprechend der Einsatzbedingungen im Zuge der Gefährdungsbeurteilung festgelegt werden. Hinsichtlich der Nagelspitze wurden die für das Material ungünstigeren Spitzenausbildungen definiert. Der deutsche Vorschlag lautet:

„In den anstehenden Normrevisionen soll ausschließlich die Prüfung für nichtmetallische Einlagen überarbeitet werden. Folgende Eckpunkte werden vorgeschlagen:

Einführung von 2 Levels (Leistungsstufen);

- ▶ Level 1: wie bisher (4,5 mm Nagel mit Kegelspitze für Metall und Nichtmetall bei 1100 N);
- ▶ Level 2: dünnerer Nagel (2,8 mm Nagel mit Kegelspitze für Metall und Pyramidenspitze bei Nichtmetall jeweils bei 1100 N)“.

Ferner wird angeregt, dass in der revidierten DIN-Fassung der jeweiligen Normen von der bisherigen Benennung „Durchtrittssicherheit“ eine Umbenennung in „Widerstand gegen Durchdringung“ erfolgt. Dies würde auch sinngemäß der Übersetzung des Begriffes der englischen Version entsprechen, dort heißt es „Penetration Resistant“.

Empfehlung zur Auswahl

Bei normkonformem und intaktem Fußschutz sind Durchstiche dünnerer Nägel bisher nur durch die nichtmetallischen Einlagen zu verzeichnen. Bei der bestimmungsgemäßen Benutzung von Fußschutz mit metallischer Einlage sind bis dato keine Durchstiche durch die Einlage dokumentiert.

Das aufgezeigte Problem kann momentan folglich über die Auswahl des für den jeweiligen Einsatzbereich geeigneten Elementes hinreichend erfolgen.

Somit kann im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung sowie der Auswahl des geeigneten Fußschutzes der Unternehmer Fußschutz auswählen, der über eine metallische Einlage verfügt. Dass metallische Einlagen hinreichenden Schutz bei Nägeln von 2,8 mm bieten, belegen auch die Untersuchungen.

Dies bedeutet faktisch, dass in Tätigkeitsbereichen, in denen mit dem Durchstich von Nägeln etc. mit einem geringeren Durchmesser als dem des Prüfnaagels gerechnet werden muss, eine metallische Einlage einen hinreichenden Schutz im geschützten Sohlenbereich bietet. Es sollte somit ein Fußschutz mit metallischer Einlage ausgewählt werden. Die letztendliche Auswahl des für den Tätigkeitsbereich geeigneten Fußschutzes ist nach Arbeitsschutzgesetz originäre Unternehmernaufgabe.

In diesem Zusammenhang sollte auch darauf hingewiesen werden, dass sowohl Schuhhersteller und Handel als auch Sachgebiete der Unfallversicherung ergebnisorientiert und qualitätsgesichert die Unternehmer und Anwender beraten. ■