



# Abschlussbericht

## Schwerpunktprojekt 2010: PSA, Durchtrittssicherheit von Sicherheitsschuhen



Dezernat 35.3  
Fachzentrum für Produktsicherheit und Gefahrstoffe  
Hessische Geräteuntersuchungsstelle  
Freudenstein, Jörg  
Tel.: 0561/2000-564

Stand: 15.12.2010

## 1 Einleitung und Problemstellung

Bereits im Jahr 2009 wurden Sicherheitsschuhe durch die Hessische Geräteuntersuchungsstelle hinsichtlich der Durchtrittsicherheit überprüft. Aufgrund der dabei festgestellten Mängel sowie der doch immer wieder vorkommenden Stichverletzungen an Füßen, trotz Tragen von Sicherheitsschuhen der Kategorie S3, wurde die Fortsetzung des Schwerpunktprojektes durch die hessische Marktüberwachung beschlossen.

Hierzu wurden 20 verschiedene Sicherheitsschuhe der Kategorie S3 normativ überprüft. Zusätzlich wurden die Schuhe einer weiterführenden Prüfung unterzogen, insbesondere orientierten sich hierbei die Prüfungen an den realen Einsatzbedingungen.

Schutzschuhe mit Metalleinlage und Schuhe mit Nichtmetalleinlage wurden gegenübergestellt und beurteilt. Im Gegensatz zu Metalleinlagen, bei denen der Durchtrittschutz durch ein in der Sohle vergossenes Stahlblech realisiert wird, bestehen Nichtmetalleinlagen z.B. aus thermoplastischen Polyamid-Laminat, die sehr flexibel sind und einen textilen Charakter aufweisen (Abbildung 1). Häufig werden diese Nichtmetalleinlagen auch als Kevlarsohlen bezeichnet.

Die Unfallstatistik der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung zeigte in den Jahren 2000 bis 2005 bei den meldepflichtigen Arbeitsunfällen (Fußverletzungen) einen rückläufigen Trend; entgegen dieser Entwicklung sind jedoch gleichzeitig die Stichverletzungen am Fuß gestiegen [1]. Ursache hierfür könnten u.a die neu entwickelten Nichtmetalleinlagen sein.

Der verwendete Begriff „durchtrittsicher“ bzw. „Durchtrittsicherheit“ scheint daher nicht die Anforderungen zu beinhalten, die ein Anwender /Verbraucher hierunter vermutet.

Gemäß DIN EN ISO 20344 [2] gilt ein Sicherheitsschuh dann als durchtrittsicher, wenn für das Durchdringen der Sohle mit einem 4,5mm dicken Prüfdorn eine Kraft von 1100N aufgebracht werden muss. Hierbei wird der „Prüfnagel“ mit einer Geschwindigkeit von 10mm/min an vier unterschiedlichen Sohlenpunkten durch den Schuhunterbau gedrückt.

1100N entsprechen dabei einer Masse von ca. 110kg bzw. einer auftretenden Kraft einer 90kg schweren Person beim Gehen [1]. Sowohl die Prüfmasse, die Durchdringungsgeschwindigkeit und der Prüfdorndurchmesser bilden offensichtlich hier nicht die realen Bedingungen ab.



Abbildung 1: Nagel in Nichtmetalleinlage

## 2 Rechtsgrundlage

Zur Beurteilung der Verkehrsfähigkeit der Produkte wurden nachfolgende Dokumente zu Grunde gelegt:

- Richtlinie 89/686/EWG des Rates vom 21. Dezember 1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für persönliche Schutzausrüstungen
- Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz - GPSG)
- Achte Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (Verordnung über das Inverkehrbringen von persönlichen Schutzausrüstungen) (8. GPSGV)
- DIN EN ISO 20345: 2007-12 Persönliche Schutzausrüstung-Sicherheitsschuhe
- DIN EN ISO 20344: 2007-11 Persönliche Schutzausrüstung-Prüfverfahren für Schuhe

### 3 Untersuchung

Inklusive verschiedener Vorversuche wurden an 25 Paar Sicherheitsschuhen der Kategorie S3 über 250 Messungen durchgeführt und die Ergebnisse ausgewertet. Die Untersuchung erfolgte dabei in zwei Stufen.

#### 3.1 Prüfung der Sicherheitsschuhe nach §8 Abs. 7 GPSG

Die Sicherheitsschuhe der Kategorie S3 wurden zunächst einer sicherheitstechnischen Teilprüfung gemäß DIN EN ISO 20344 unterzogen. Geprüft wurden:

- Kennzeichnung & beizulegende Informationen
- Konstruktion und Größe der durchtrittssicheren Einlage
- Ermittlung der Durchtrittskraft

Die zur Prüfung vorgelegten Proben wurden, durch die für die hessische Marktaufsicht zuständigen Behörden, die Regierungspräsidien, aus dem Handel entnommen. Dabei erfolgte die Beprobung der Sicherheitsschuhe sowohl in Baumärkten als auch in Fachgeschäften.

Die Prüfung erfolgte durch die akkreditierte Hessische Geräteuntersuchungsstelle in Kassel. Über jeden Schuh liegt ein ausführlicher Prüfbericht vor.

#### 3.2 Ermittlung der Durchtrittskräfte bei Einwirkung von dünneren Nägeln

In einer weiteren Untersuchung wurden die Durchtrittskräfte unter Verwendung von dünneren Prüfnägeln ermittelt. Hierzu wurde an definierten Sohlenpunkten mit drei unterschiedlichen Nageldurchmessern (2,8mm; 3,1mm; 4,5mm) bei einer Durchdrückgeschwindigkeit von 10mm/min die Maximalkraft ermittelt. Der Prüfaufbau entspricht bis auf den Prüfnagel den Anforderungen der Prüfnorm DIN EN ISO 20344.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Ergebnisse der normenkonformen Prüfung

Von 20 untersuchten Sicherheitsschuhen wiesen 12 Schuhe Mängel auf. Dies entspricht einer Mängelquote von 60%. Betrachtet man jedoch die Mängel genauer, so stellt man fest, dass hiervon der Größte Anteil formaler Mängel waren, d.h. häufig war die Kennzeichnung bzw. die Gebrauchsanweisung nicht ausreichend vorhanden.

Lediglich 5% der untersuchten Schuhe wiesen sicherheitstechnische Mängel auf.

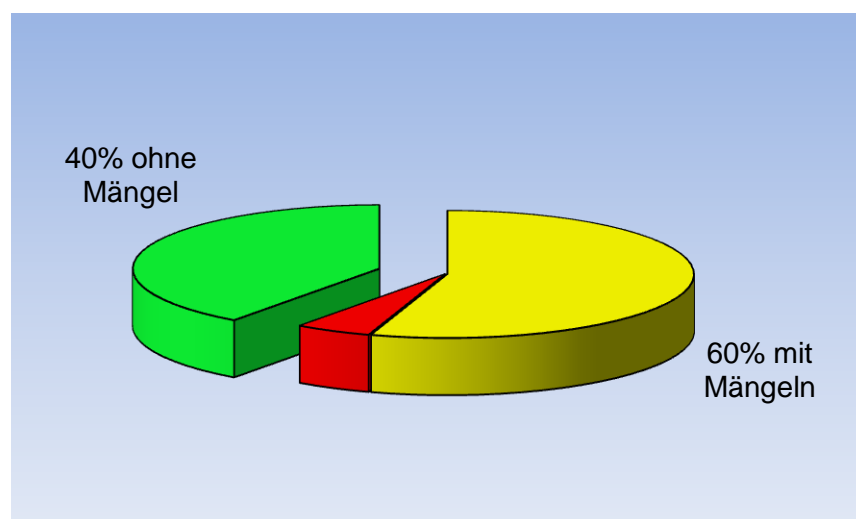


Diagramm 1: Mängelquote der untersuchten Sicherheitsschuhe

Bei der Ermittlung der Durchtrittskräfte erfüllten bis auf eine Probe alle Schuhe die Anforderungen der Norm. Die erreichten Durchtrittskräfte sind im Diagramm 2 dargestellt. Hierbei haben die Proben 1-9 eine in der Schuhsohle vergossene Metalleinlage, die Proben 10-20 verfügen über eine Nichtmetalleinlage auf der Innenseite des Schuhs.

Bei der normenkonformen Prüfung der Schuhe mit Nichtmetalleinlagen lagen die ermittelten Kräfte tendenziell höher als bei Schuhen mit Stahleinlage. Lediglich ein Schuh erreichte den Norm-Sollwert von 1100N nicht [3].

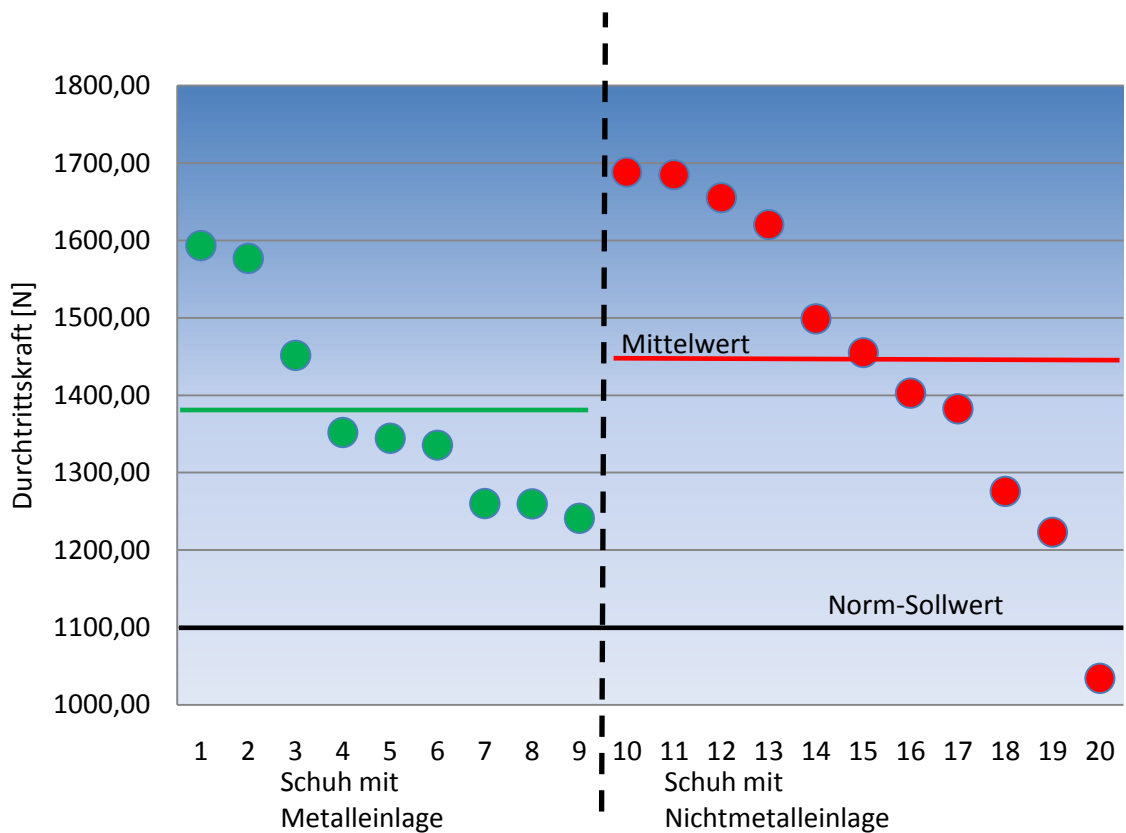


Diagramm 2: Durchtrittskräfte bei normkonformer Prüfung. Die Schuhproben 1 bis 9 haben eine Metalleinlage, die Proben 10-20 verfügen über einen Durchtrittschutz aus Nichtmetall.

## 4.2 Ergebnisse bei Einwirkung von dünneren Nägeln

Bei allen vorliegenden Schuhen wurde die Durchtrittskraft bei Einwirkung eines dünneren Prüfnagels (2,8mm) ermittelt.

Das Ergebnis ist sehr erstaunlich. Bei den Schuhen mit Nichtmetalleinlage verringert sich der Durchtrittschutz bei Verwendung des dünneren Prüfnagels gegenüber der normenkonformen Prüfung um über 65% des ursprünglichen Wertes. Das heißt, lagen die ermittelten Kräfte der Schutzschuhe mit Nichtmetalleinlagen ursprünglich im Mittel bei 1500N, so verringert sich die Schutzfunktion des Schuhes bei einem dünneren Nagel auf eine Kraft von rund 700N. Dies bedeutet, dass für eine Person mit einem Gewicht von ca. 55kg beim Gehen bereits **keine ausreichende Schutzwirkung** mehr besteht. Alle ermittelten Werte der geprüften Schuhe mit Nichtmetalleinlage liegen deutlich unter der geforderten Durchtrittskraft von 1100N.

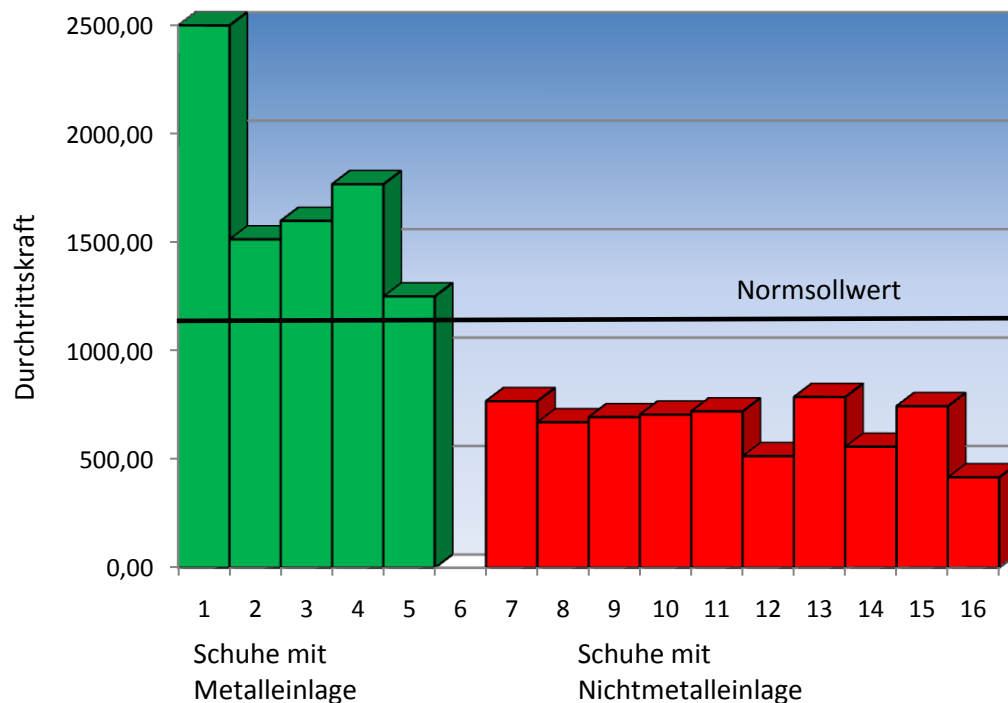


Diagramm 3: Durchtrittskräfte mit 2,8mm Prüfnagel

Der gleiche Versuch wurde mit Schuhen mit Metalleinlage wiederholt. Man erkennt deutlich, dass trotz Verwendung eines dünnen Nagels die gleiche Schutzfunktion wie bei der normenkonformen Prüfung vorhanden ist. Die ermittelten Durchtrittskräfte liegen alle deutlich über denen bei Einsatz einer Nichtmetalleinlage (Diagramm 3).

Bei einer weiteren Untersuchung wurde ermittelt, in wie weit der Nageldurchmesser Einfluss auf die verwendete Schuheinlage hat.

Für Schuhe mit Nichtmetalleinlagen zeigen die Ergebnisse deutlich, dass je dünner der Prüfnagel ist, die Schutzfunktion der Einlage geringer wird. Selbst dünne Nadeln können dann theoretisch das Gewebe der Nichtmetalleinlage durchstoßen. Das Diagramm 4 zeigt die erforderliche Durchtrittskraft bei unterschiedlicher Prüfnageldicke.

Bei Schuhen mit Metalleinlage zeigt sich im Gegensatz hierzu, dass auch bei dünnen Prüfnägeln eine hohe Kraft zum Durchstoßen der Einlage erforderlich wird und es zu keinem Nachlassen der Schutzfunktion kommt. Bei sehr dünnen Nägeln ist auch bei hohen Kräften kein Durchstoßen mehr möglich, da es vorher bereits zum Abknicken des Nagels kommt.

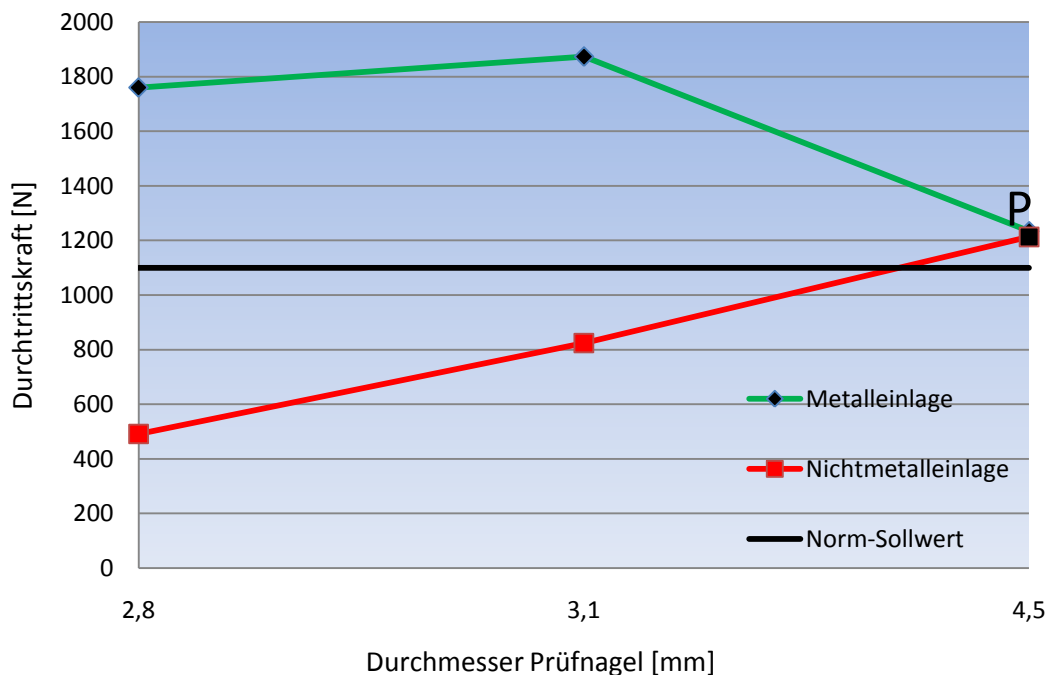


Diagramm 4: Durchtrittskraft in Abhängigkeit von Prüfnageldurchmesser. Am Prüfpunkt **P** wurde an beiden Sohlen bei normenkonformer Prüfung eine gleichgroße Durchtrittskraft ermittelt.



## 5 Zusammenfassung und Fazit

Bei der normenkonformen Prüfung bestanden über 50% der untersuchten Schuhe nicht die normativen Anforderungen. Hauptmängel waren fehlende oder falsche Kennzeichnung der Schuhe, häufig war die Angabe des Herstellers, der Schuhtyp oder die Angabe der Prüfnorm nicht vorhanden. 5% der Schuhe wiesen sicherheitstechnische Mängel auf, ein Schuh erreichte nicht die geforderte Durchtrittskraft, weitere zwei Paare zeigten hinsichtlich der konstruktiven Ausführung der Sohle kleinere Mängel. Betrachtet man die Gesamtheit der untersuchten Schuhe, so erscheint das Ergebnis der Normprüfung zunächst positiv.

Anders sieht es jedoch hingegen in der Realität aus. Gerade bei dünnen Nägeln zeigen die Schuhe mit den neueren Nichtmetalleinlagen merkliche Schwächen.

Deutlich war hierbei zu erkennen, dass die Durchtrittskräfte bei der Verwendung von Nichtmetalleinlagen mit Verringerung des Nageldurchmessers deutlich nachlassen. So ist z.B. bei einem 2,8mm dicken Stahl Nagel bei einer 55kg schweren Person bereits mit einem Durchstoßen der Sohle zu rechnen. Von einer Durchtrittsicherheit kann hier in keiner Weise die Rede sein.

Die Schuhe mit Metalleinlage hingegen zeigen deutlich eine konstantere Schutzwirkung. In Anbetracht, dass beide Bauformen für den Verwender als durchtrittsicher beworben werden, ist zu empfehlen, die normativen Prüfungen so zu korrigieren, so dass hiermit eine tatsächliche Sicherheit aller Schuhe nachgewiesen werden kann.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Durchtrittsicherheit bei der Einwirkung von dünneren Gegenständen bei Schuhen mit Metalleinlage deutlich höher ist. Unabhängig von dem eingesetzten Material bieten zwar beide Varianten einen mehr oder weniger guten Durchtrittschutz. Durchtrittsicher sind -trotz bestandener Baumusterprüfung- jedoch nicht alle Schuhe. Im Zweifelsfall sollte man daher, solange die bestehenden Prüfverfahren die tatsächliche Schutzfunktion nicht nachweisen können, wieder auf die bewährten Sicherheitsschuhe mit Stahleinlage zurückgreifen.

- [1] sicher ist sicher –Arbeitsschutz aktuell 7-8, 2008
- [2] DIN EN ISO 20344, November 2007:  
Persönliche Schutzausrüstung - Prüfverfahren für Schuhe  
Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin
- [3] DIN EN ISO 20345, Dezember 2007:  
Persönliche Schutzausrüstung - Sicherheitsschuhe  
Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin