

## IGF-Forschungsprojekt 17868 N

# Safer High Heels

*Für die Unternehmen mode- und saisonabhängiger Branchen wie der Schuhindustrie ist es überlebenswichtig, stets die neuesten Trends umzusetzen. Schuhboden und Absatz sind dabei besonders aussagekräftige Gestaltungselemente. Doch natürlich muss bei modischen Damenschuhen, vor allem bei Modellen mit hohem Absatz, auch die Sicherheit der Trägerinnen gewährleistet sein. Tatsächlich wird bei jeder Kollektionserstellung ein Teil der Entwürfe verworfen, weil sie technisch nicht umsetzbar sind.*

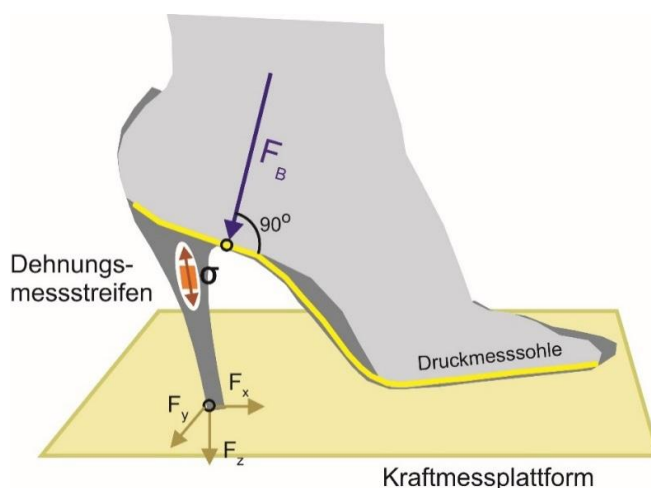
### Ziel des Projekts

Ziel des hier vorgestellten Forschungsprojektes des PFI, das über die industrielle Gemeinschaftsforschung IGF gefördert und mit dem Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen gGmbH (FILK) als zweite Forschungsstelle durchgeführt wurde, war die Verbesserung der technischen Umsetzbarkeit von modischen Absatzkonstruktionen bei Damenschuhen. Aus diesem Grund wurden Brandsohle, Absatz und Absatzbefestigung analysiert. Gespräche mit Damenschuhherstellern machten deutlich, dass vor allem sehr hohe und schlanke Absätze, wie sie Bild 1 zeigt, Probleme bereiten. Es ist davon auszugehen, dass eine praktikable Lösung zur Befestigung dieser Absätze prinzipiell auf alle anderen Absätze übertragbar ist.



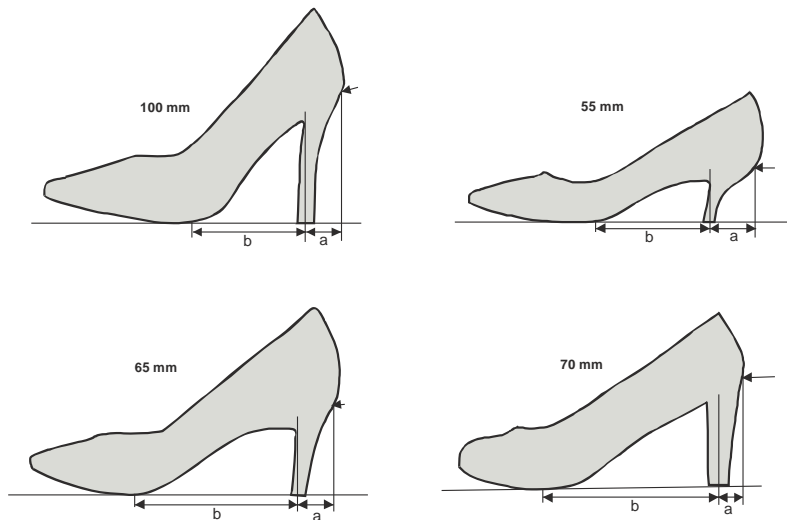
**Problemabsatz**

Die an unterschiedlichen Absatztypen wirkenden Kräfte und Momente wurden durch verschiedene Messsysteme ermittelt (Bild 2). Eine Sensorsohle im Schuh maß die plantare Druckverteilung. An der Absatzaußenseite, auf der Absatzfersenlinie und auf dem freigelegten Gelenkstück der Brandsohle wurden Dehnungsmessstreifen (DMS) platziert. Die Testpersonen liefen außerdem über eine Kraftmessplattform.



**Bild 2: Eingesetzte Messsysteme**

Die Tests wurden mit versierten Absatzträgerinnen durchgeführt. Bild 3 beschreibt die verwendeten Testschuhe.



**Bild 3: Testschuhe im Profil**

**a** – Abstand zwischen mittlerem Auftrittspunkt des Absatzflecks und Messpunkt der Absatzhöhe projiziert auf die Auftrittsebene

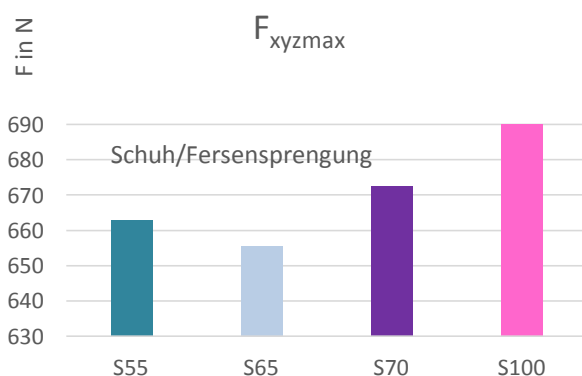
**b** – Abstand zwischen mittlerem Auftrittspunkt des Absatzflecks und dem Ballenauftrittspunkt

Die Schuhe werden im Weiteren wie folgt bezeichnet:

- S55 – Schuh mit 55 mm Fersensprengung
- S65 – Schuh mit 65 mm Fersensprengung
- S70 – Schuh mit 70 mm Fersensprengung
- S100 – Schuh mit 100 mm Fersensprengung

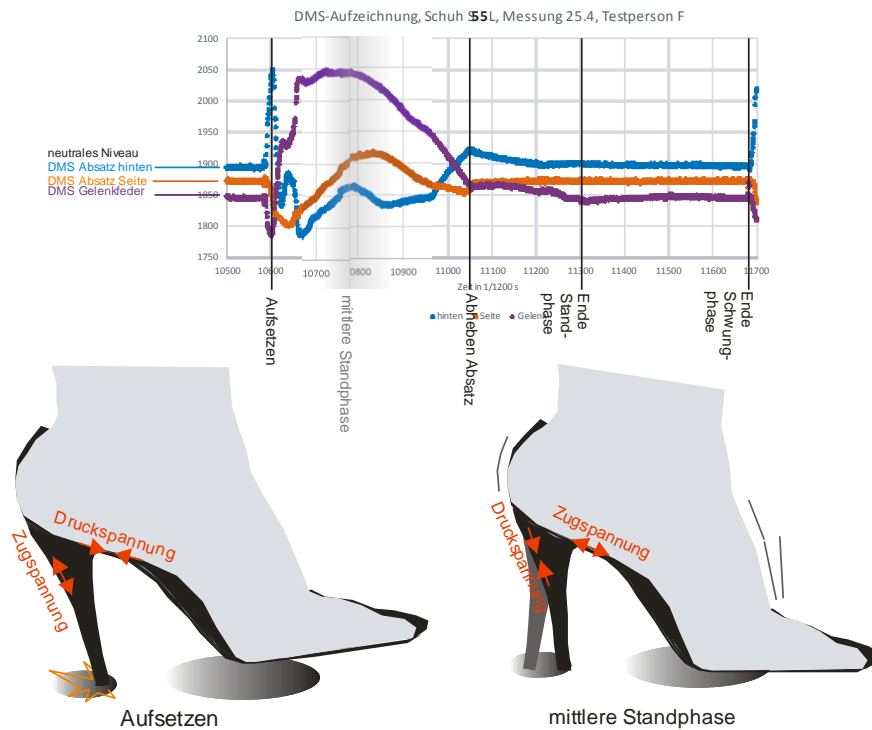
## Ergebnisse

Auf die Absätze wirken Kräfte senkrecht zur Auftrittsebene, deren Maximalbeträge bis zu 15% größer als die Körpergewichtskraft sein können. Die Höhe dieser maximalen Kraftbeträge ist von der Absatzkonstruktion abhängig. Höhere Absätze bedingen höhere maximale Kraftbeträge (Bild 4), allerdings wird diese Abhängigkeit von weiteren Faktoren überlagert, wie Form und Stellung der Absätze.



**Bild 4: Vergleich der Beträge der resultierenden Kraft  $F_{xyzmax}$  der vier Absatzvarianten**

Wie in Bild 5 zu erkennen ist, stimmen die Zeitpunkte des Auftretens der maximalen Zug- und Druckspannungen an den DMS am Absatz und auf der Gelenkfeder nicht mit den Zeitpunkten des Auftretens der Maximalkraft  $F_{zmax}$  an der Kraftmessplattform überein. Daraus folgt: die Kraftbeträge, die extreme Spannungen an Absatz und Gelenk verursachen, sind kleiner als  $F_{zmax}$ .



**Bild 5: Charakteristische Merkmale der Spannungskurven**

Die durch die Dehnungsmessstreifen ermittelten Spannungsverläufe an Absatzrückseite und Gelenk offenbaren sowohl Ähnlichkeiten als auch Unterschiede zwischen den Absatzvarianten. Besonders S70 zeigte Auffälligkeiten, die auf die besondere Absatzform und -stellung zurückzuführen sind.

Die von den seitlich an den Absätzen angebrachten DMS aufgezeichneten Spannungsverläufe spiegeln den starken individuellen Einfluss der Testpersonen beim Suchen des temporären Gleichgewichts auf der kleinen Absatzfläche wider.

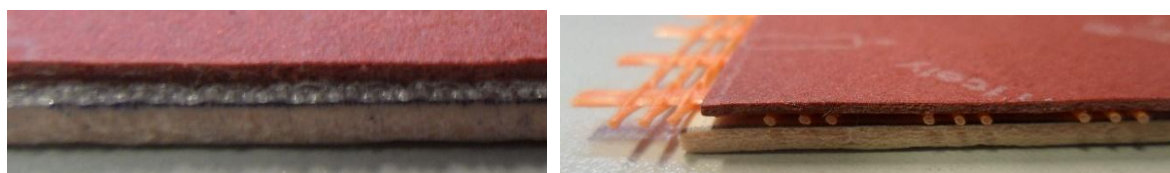
## Entwicklung von Brandsohlenmaterial

Im Rahmen des Projekts hatte das FILK in Freiberg die Aufgabe, die Eigenschaften der Brandsohlen so zu verbessern, dass eine zuverlässigere Fixierung von Absätzen mit Innennagelungsverfahren erreicht wird. In einem ersten Ansatz wurden thermoplastische Elastomere als Brandsohlenmaterialien getestet. Sie erwiesen sich allerdings für das bei der Brandsohlenherstellung angewandte Kaltverformen als ungeeignet.

Ein zweiter Lösungsansatz war die Entwicklung von Brandsohlenlaminaten, und zwar in einem dreilagigen Verbundaufbau: Basisschicht, textile Verstärkung und Deckschicht. Für die Basis- und Deckschicht wurde auf kommerziell verfügbare Brandsohlenmaterialien auf Zellstoffbasis zurückgegriffen. Als Verstärkungstextilien kamen Schmalbandgewebe aus Mono- und Multifilamentgarnen aus Glas- und Polyesterfasern sowie bidirektionale Gelege unterschiedlicher Struktur aus den gleichen Faserstoffen zum Einsatz.

Die geprüften Verbundmaterialien erreichten Werte, die im Vergleich zu den Referenzmaterialien ohne textile Verstärkung eine signifikante Verbesserung der Nageldurchzugsfestigkeit (und das bereits ohne Gelenkteil) erreichten. Auch mit preisgünstigen Schmalbandgeweben aus Polyesterfasern konnte die Nageldurchzugsfestigkeit auf das 2,5-Fache erhöht werden. Vorteilhaft ist die Orientierung des Textils „Kettrichtung quer zur Stanzrichtung“, weil sie im Vergleich zur Orientierung „Kettrichtung längs zur Stanzrichtung“ eine 18 bis 26 %ige höhere Nageldurchzugskraft bewirkt. Zwei Brandsohlenlaminare sind im Bild 6 zu sehen.

Für die abschließenden Trageversuche wurden Brandsohlenlaminare zur Verfügung gestellt, die nur im Bereich der Brandsohlenferse verstärkt wurden. Dadurch wird die angestrebte Verbesserung der Absatzbefestigung sehr kostengünstig erreicht.



a)

b)

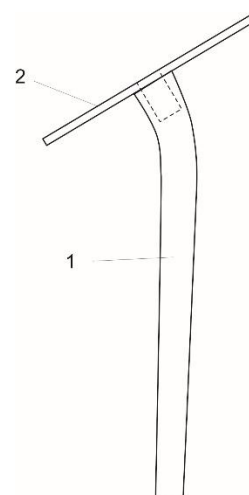
**Bild 6: Beispiele für Brandsohlenlaminare**

a) *Duralite Gerster Gewebe 04-204-44, Texon 480*

b) *Duralite Caparol Panzergewebe einlagig, eingetragen, Texon 480*

### Entwicklung einer neuen Absatzbefestigung

Das PFI suchte vor allem nach einer neuen Absatzbefestigung für die problematischste Absatzform, wie sie Bild 1 zeigt. Für die Versuche wurde ein Metallstift verwendet, der durch eine Schraubverbindung an der Brandsohle, genauer am Gelenkstück, befestigt wurde (Bild 7).



**Bild 7: Variante der Absatzbefestigung**

**1 – Absatzstift, 2 – Absatzfixierung an Brandsohle**

Die Festigkeit dieser Schraubverbindung wurde mit Hilfe der vom PFI entwickelten Prüfung der dynamischen Absatzfestigkeit untersucht (Bild 8).



**Bild 8: Verfahren zur dynamischen Prüfung der Absatzfestigkeit**

## Trageversuche

Für die Trageversuche wurden zwei Lösungsvarianten ausgewählt. Ein Paar Damenschuhe wurde mit Brandsohlen aus dem Laminat gefertigt, welches die besten Ergebnisse bei der Nageldurchzugsprüfung erreichte. Für dieses Paar wurde das Innennagelungsverfahren zur Absatzbefestigung eines klassischen Blockabsatzes verwendet (Schuh mit weißem Blockabsatz in Bild 9). Bei einem weiteren Paar wurde der entwickelte Absatzstift verwendet (vorderer Schuh in Bild 9).



**Bild 9: Testschuhe mit den neuen Absatzbefestigungsvarianten**

Beide Schuhvarianten wurden von einer Testperson getragen und hinsichtlich des Tragegefühls beim Gehen und der Standsicherheit als gut bewertet. Dies ist vor allem für den Testschuh mit Absatzstift wichtig, da hier die Testperson nur auf einer sehr kleinen Fläche steht. Diese Version stellt damit eine Lösung für besonders schwierige Absatzformen dar.

Das IGF-Vorhaben 17868 N der Forschungsvereinigung Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens e.V. – PFI, Marie-Curie-Str. 19, 66953 Pirmasens wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert, wofür wir uns an dieser Stelle herzlich bedanken möchten.



Die detaillierten Ergebnisse sind im Abschlussbericht des Forschungsprojektes dargestellt. Er kann angefordert werden bei: Dr. Monika Richter, [monika.richter@pfi-germany.de](mailto:monika.richter@pfi-germany.de).

