

1. Projekttitle:

Development and execution of physical and chemical simulation analysis of material and finished footwear for innovation and quality progress of new footwear products

Entwicklung und Anwendung von innovativen Simulationen für die Durchführung von physikalischen und chemischen Untersuchungen von Schuhen und Schuhmaterialien für die Qualitätsverbesserung von neuentwickelten Schuhen

2. Wissenschaftlich technische Beschreibung:

Das Forschungsprojekt zielt auf zwei Probleme, die für die kleine und mittelständige Unternehmen (KMU) der Schuhindustrie sehr wichtig sind.

Einerseits müssen sowohl bei aktuell verwendeten Materialien als auch bei den heutigen technologischen Prozessen in der Schuhindustrie spezifische Kompromisse bei den unterschiedlichen technischen Eigenschaften eingegangen werden, die in teilweise gegensätzlicher Abhängigkeit stehen. So ist es z.B. schwierig, bei Schuhsohlen eine hervorragende Rutsicherheit bei gleichzeitig geringem Abrieb zu erzielen. Dieses Projekt soll den KMU Leitfäden anbieten, mit denen die Notwendigkeit von Qualitätskompromissen reduziert oder eliminiert werden kann, die oft zu Unzufriedenheit bei den Endkunden führt.

Das zweite Problem das im Rahmen des Projekts angegangen werden soll betrifft die Anwesenheit von schädlichen bzw. verbotenen Substanzen in den Materialien für die Schuhherstellung, die dazu führen können, dass das Endprodukt Schuh gesundheitsgefährlich ist, was für die betroffenen KMU ein schwerer Ballast für die Wettbewerbsfähigkeit auf dem Markt darstellt. Für die KMU stellt dies bedingt durch die beschränkten Ressourcen an Personal, Infrastruktur aber auch Kenntnissen ein viel größeres Problem dar als für die Großunternehmen.

Insbesondere ein europäisches Arbeitspapier des Normungsausschusses für Schuhe (CEN TC 309 WG 2), das die mögliche Anwesenheit von bestimmten Schadstoffen (Arsen, Cadmium, Chrom, Kobalt, Blei, Amine, Dispersionsfarbstoffe, Formaldehyd und viele mehr) in den unterschiedlichen Schuhmaterialien wie Gummi, TPU, Verbundmaterialien, Polyurethanen, Klebstoffen, Metall mit Hautkontakt usw. beschreibt stellt die KMU vor großen Herausforderungen. Während große Unternehmen gegenüber ihren Lieferanten aggressive Positionen vertreten können und diese zu Untersuchungen der Materialien auf die problematischen Substanzen zwingen können, besitzen die KMU in den Verhandlungen eine schwache Machtposition. Dies bedeutet, dass die KMU ein bessere Kenntnisse benötigen um zu entscheiden auf welche Substanzen sie besonders im Auge behalten müssen, welche Methoden zur Identifizierung von schädlichen Substanzen verfügbar sind und vor allen dingen wie diese Erkenntnisse bei ihren Produktentwicklungsprozessen eingesetzt werden können.

Im Allgemeinen betreiben spezielle Großunternehmen intensive Forschungen, um die Qualität ihrer Produkte zu verbessern, Innovationen für Ihre Produkte zu erzielen oder auch um die notwendigen Qualitätskompromisse zu minimieren. Die Ergebnisse dieser Entwicklungen werden aber meist für sich behalten und sind nur für die speziellen Unternehmen verfügbar und damit nicht öffentlich bekannt. Da die KMU meist nicht über solche Budgets für Forschung und Entwicklung verfügen sind sie in einer sehr schwachen Position gegenüber den Großunternehmen. Daher ist ein gemeinsames Forschungsprojekt notwendig, um Kenntnisse über aktuelle Forschungen zu erhalten und ihren Wettbewerbsvorteil gegenüber Großunternehmen zu stärken.

3. Forschungsziel, Lösungsweg und Ergebnisse

3.1 Forschungsziel und Lösungsweg

Die Verbraucher stellen immer höhere Anforderungen, die die Produkte erfüllen müssen. Berücksichtigt man die aktuelle Situation so müssen die Verbraucher zur Zeit Abstriche hinsichtlich ihren Anforderungen und Vorlieben bei verschiedenen Eigenschaften von Schuhen eingehen. Die Ergebnisse des Projekts sollen den KMU technologische Fortschritte und Leitlinien für die Entwicklungen liefern, mit denen Schuhe oder Schuhkomponenten (falls das KMU ein Hersteller von Schuhkomponenten wie Laufsohlen, Obermaterialien usw. ist) zu entwickeln, die gleichzeitig mindestens zwei gegensätzliche Eigenschaften auf einem hohen Niveau gewährleisten können. Dies führt zu einer Wertsteigerung der Produkte in den Köpfen der Verbraucher und steigert die Wettbewerbsfähigkeit.

Durch den Zugang zu Wissen, Methoden und technische Infrastrukturen sowie durch Schulungen und Informationsveranstaltungen hinsichtlich gefährlicher Substanzen und deren Identifikation und Nachweis aber auch Vermeidung wird es den KMU ermöglicht, ihre Verhandlungsposition gegenüber Kunden und Lieferanten zu stärken und ihre Wettbewerbsfähigkeit und sowohl im Vergleich zu Großunternehmen als auch zu billigen Schuhen aus Fernost zu verbessern.

3.2 Erzielte Ergebnisse:

Insgesamt wurden im Projekt vier unterschiedliche Arbeitspakete bearbeitet.

ARBEITSPAKET 1: UNTERSUCHUNG VON AKTUELLEN SCHUHEN, SCHUHMATERIALIEN UND KOMPONENTEN ZUR IDENTIFIKATION DER GRÖßTEN DISKREPANZEN HINSICHTLICH NOTWENDIGEN KOMPROMISSEN AN DIE QUALITÄTSEIGENSCHAFTEN

ARBEITSPAKET 2: ENTWICKLUNG UND UNTERSUCHUNGEN AN STUFENWEISE VERBESSERTEN SCHUHMATERIALIEN, KOMPONENTEN UND SCHUHMODELLEN PRODUKT PROTOTYPEN

ARBEITSPAKET 3: METHODENENTWICKLUNG ZUM TEST AUF VERBOTENE GESUNDHEITSGEFÄHRLICHE STOFFE

ARBEITSPAKET 4: DURCHFÜHRUNG VON SCHULUNGSAKTIVITÄTEN FÜR KMU IM BEREICH VERBOTENE SCHADSTOFFE

Im Arbeitspaket 1 wurden zwei Versionen des Fragebogens (Questionnaire) für KMU, einer für Schuhhersteller einer für Produzenten von Komponenten erstellt und an verschiedene KMU in den teilnehmenden Ländern versandt. Nach Erhalt der ausgefüllten Fragebogen wurden die Ergebnisse analysiert und die wichtigsten Punkte ausgewählt und in einen Forschungsleitfaden für das Projekt integriert. Als Schwerpunkt im Arbeitspaket 1 stellte sich aufgrund der erhaltenen Fragebögen aus Slowenien die Verbesserung von PUR Laufsohlen für Spezialschuhe heraus. Insbesondere die Verbesserung der Rutschsicherheit bei tiefen Temperaturen sollte verbessert werden. Gleichzeitig sollten die weiteren Gebrauchseigenschaften wie Abrieb, Dauerbiegeverhalten Öl- und Benzinbeständigkeit sowie den elektrischen Eigenschaften (mit Eignung zur Herstellung von antistatischen Schuhen) in guten, aber zumindest akzeptablen Werte beibehalten werden. Hierauf wurde dann der Großteil der Untersuchungen im Arbeitspaket 2 fokussiert.

Weiterhin wurde als zweite Zielaufgabe eine Verbesserung bei Oberledern eine Verbesserung der Wasserabweisung bei Beibehaltung der Atmungsaktivität angestrebt.

Im Arbeitspaket 2 wurden Laufsohlen aus verschiedenen Mischungen auf folgende Eigenschaften untersucht:

Eigenschaften / Parameter	Prüfmethode
Rutsicherheit	
Standard Umgebungsbedingungen	
μ, Keramikfliese + NaLS flach	EN ISO 13287:2007
μ, Keramikfliese + NaLS Ferse	EN ISO 13287:2007
μ, Stahl + Glycerin flach	EN ISO 13287:2007
μ, Stahl + Glycerin	EN ISO 13287:2007
Konditioniert bei – 20 °C	
μ, Keramikfliese + NaLS flach	EN ISO 13287:2007
μ, Keramikfliese + NaLS Ferse	EN ISO 13287:2007
μ, Stahl + Glycerin flach	EN ISO 13287:2007
μ, Stahl + Glycerin	EN ISO 13287:2007
Dichte	
Dichte in g/cm ³	
Abriebwiderstand	
Volumenverlust in mm ³	EN ISO 20344:2007; 8.3
Dauerbiegeverhalten	
Risserweiterung in mm	EN ISO 20344:2007; 8.4
Öl und Benzinbeständigkeit	
Volumenzunahme in %	EN ISO 20344:2007; 8.6
Elektrischer Durchgangswiderstand trocken	
Durchgangswiderstand in Ω	EN ISO 20344:2007; 5.10
Reißkraft	
Weiterreißwiderstand in kN/m ²	EN ISO 20344:2007; 8.2

Von den untersuchten Mischungen konnte eine Mischung hergestellt werden, bei denen die Laufsohlen dann in den gewünschten Eigenschaften alle Anforderungen erfüllen.

AIF 20EN

Cornet Project ,SHOE PROGRESS'

Eigenschaften / Parameter	Prüfmethode	Anforderungen	Erhaltene Ergebnisse
Rutsicherheit		EN ISO 20345:2007 Annex A	
Standard Umgebungsbedingungen		SRA	
μ, Keramikfliese + NaLS flach	EN ISO 13287:2007	≥ 0,32	0,35
μ, Keramikfliese + NaLS Ferse	EN ISO 13287:2007	≥ 0,28	0,30
		SRB	
μ, Stahl + Glycerin flach	EN ISO 13287:2007	≥ 0,18	0,18
μ, Stahl + Glycerin	EN ISO 13287:2007	≥ 0,13	0,14
Konditioniert bei – 20 °C		Industrieanforderung	
μ, Keramikfliese + NaLS flach	EN ISO 13287:2007	≥ 0,25	0,35
μ, Keramikfliese + NaLS Ferse	EN ISO 13287:2007	≥ 0,22	0,25
μ, Stahl + Glycerin flach	EN ISO 13287:2007	≥ 0,14	0,17
μ, Stahl + Glycerin	EN ISO 13287:2007	≥ 0,10	0,12
Dichte			
Dichte in g/cm ³		-	0,62
Abriebwiderstand		EN ISO 20345:2007; 5.8.3	
Volumenverlust in mm ³	EN ISO 20344:2007; 8.3	≤ 250 für Dichte ≤ 0,9 g/cm ³ ≤ 150 für Dichte > 0,9 g/cm ³	155
Dauerbiegeverhalten		EN ISO 20345:2007; 5.8.4	
Risserweiterung in mm	EN ISO 20344:2007; 8.4	≤ 4	0,4
Öl und Benzinbeständigkeit		EN ISO 20345:2007; 5.8.7	
Volumenzunahme in %	EN ISO 20344:2007; 8.6	≤ 12	3,2
Elektrischer Durchgangswiderstand trocken		Antistatische Schuhe nach EN ISO 20345, 6.2.2.2	
Durchgangswiderstand in Ω	EN ISO 20344:2007; 5.10	100 kΩ - 1000 MΩ	720 kΩ
Reißkraft		EN ISO 20345; 5.8.2	
Weiterreißwiderstand in kN/m ²	EN ISO 20344:2007; 8.2	≤ 5 für Dichte ≤ 0,9 g/cm ³ ≤ 8 für Dichte > 0,9 g/cm ³	5,8

Bei Laufsohlen mit dieser Mischung konnten die erhaltenen Werte der Rutsicherheit insbesondere bei tiefen Temperaturen noch etwas verbessert werden. Auch das Dauerbiegeverhalten der Laufsohlen wurde deutlich verbessert. Lediglich beim Abriebverhalten wurde eine Verringerung der Qualität erzielt, das erhaltene Abriebverhalten liegt jedoch noch im zufriedenstellenden Bereich, so dass das Ziel des Arbeitspakets 2 hinsichtlich der Verbesserung von Schuhkomponenten im Laufsohlenbereich erreicht wurde.

AIF 20EN

Cornet Project ‚SHOE PROGRESS‘

Im Bereich der Obermaterialien konnten nur erste orientierende Versuche durchgeführt werden.

Hier zeigte sich, dass durch Einsatz einer speziellen Emulsion aus umweltfreundlichen Ölen die auf Oberleder aufgebracht wurden die Wasserabweisung verbessert wurde wobei die Wasserdampfdurchlässigkeit des Leders erhalten blieb. Es zeigte sich auch in ersten Versuchen, dass das Flexometerverhalten durch die eingesetzte Emulsion etwas verbessert wurde. Hier konnten erste ansprechende Ergebnisse erzielt werden, es sind jedoch noch weitergehende Untersuchungen notwendig.

Im Rahmen des Arbeitspakets 3 wurden die Erkenntnisse zu den Schadstoffen in Schuhen zusammengetragen und aufgearbeitet wobei sowohl das aktuellste Dokument des TC 309 (Dokument CEN/TC 309 WG2 N 200b: Technical Report Entwurf ISO TR16178) aber auch andere Erfahrungen wie aktuelle Versionen des SG Prüfkriterienkatalogs sowie Empfehlungen von Schadstoffkommissionen berücksichtigt wurden.

Die Ergebnisse wurden in ein Handbuch für Schadstoffe in Schuhen und Schuhmaterialien zusammengefasst.

Während der Projektlaufzeit wurden zwei Untersuchungen zu aktuellen Schadstoffproblemen in der Schuhindustrie durchgeführt.

Einerseits tauchten Fragestellungen hinsichtlich des Schadstoffs Dimethylfumarat auf, der im März 2009 durch EU Entscheidung behandelt wurde.

Hier wurde das Dimethylfumarat oft in Schuhen und Lederwaren gefunden die zusammen mit einem Säckchen mit Silicagel verpackt waren. In diesen Säckchen wurden dann teilweise auch recht hohe Gehalte von Dimethylfumarat bis zu 10000 mg/kg gefunden. Es wurde von verschiedenen Stellen angemerkt, ob es nicht möglich ist, dass sich beim Transport das Dimethylfumarat aus den Ledern die eventuell mit Dimethylfumarat behandelt wurden in die Atmosphäre verbreitet und dann vom Silicagel absorbiert wird. Andere hielten es für wahrscheinlich, dass das Silicagel mit Dimethylfumarat versetzt wurde und dieses teilweise auf die Leder übergeht. Im Rahmen des Projekts wurden hierzu Untersuchungen durchgeführt, wobei Absorptionsversuche von Dimethylfumarat mit Silicagelpäckchen durchgeführt wurden. Hierzu wurden Silicagelpäckchen ohne Gehalt an Dimethylfumarat kontaktfrei sowohl über festem Dimethylfumarat als auch über einer Lösung von Dimethylfumarat in Aceton gelagert. Hierbei wurde festgestellt, dass die Silicagelpäckchen Dimethylfumarat absorbieren, die Gehalte an Silicagel liegen je nach Verwendetem Silicagel auch im Bereich bis 10000 mg/kg es gibt jedoch auch Silicagelpäckchen, die keine nachweisbaren Gehalte an Dimethylfumarat absorbieren. Die Absorptionen bei Lagerung über reinem Dimethylfumarat lagen beim gleichen Silicagel deutlich höher als bei der Lagerung über einer Lösung von Dimethylfumarat. Daraus konnte geschlossen werden, dass die beanstandeten Silicagelpäckchen mit hohen Gehalten an Dimethylfumarat mit diesem versetzt wurden.

Bei Beanstandungen von Schuhen mit Gehalten an Dimethylfumarat mit hohen Gehalten im Silicagel (> 5000 mg/kg) konnten auch im Obermaterial sowie recht hohe Gehalte (> 200 mg/kg) nachgewiesen werden. Bei beanstandeten Paketen mit geringen Gehalten von Dimethylfumarat (< 5 mg/kg) im Oberleder und im Silical waren teilweise die Gehalte im Oberleder größer als im Silicagel. Hier konnten keine eindeutigen Rückschlüsse geschlossen werden.

Weiterhin wurden Untersuchungen durchgeführt, bei denen Schuhe mit Materialien mit Gehalten an Dimethylfumarat von 10-50 mg/kg mit unbelasteten Schuhen zusammengepackt wurden. Nach einem normalen Postversand konnte in den vorher unbelasteten Schuhen Gehalte von 0,2- 1,0 mg Dimethylfumarat festgestellt werden. Dadurch wurde gezeigt, dass das Dimethylfumarat von Belasteten Materialien auf unbelastete übertragen werden kann.

Insgesamt lassen die Befunde in der Projektlaufzeit darauf schließen, dass neben vielen unbelasteten Silicagelpäckchen in Einzelfällen sowohl Silicagelpäckchen mit eher geringen Gehalten an Dimethylfumarat (< 50 mg/kg) als auch Silicagelpäckchen mit sehr hohen Gehalten an

AiF 20EN

Cornet Project ‚SHOE PROGRESS‘

Dimethylfumarat (> 1000 mg/kg) eingesetzt wurden. Auch wurden vereinzelt Materialproben von Leder und Synthetikmaterialien manchmal sogar im unverarbeiteten Zustand gefunden, die hohe Gehalte an Dimethylfumarat (> 10 mg/kg) aufweisen. Hier können diese Gehalte möglicherweise auf eine Behandlung der Materialien mit Dimethylfumarat zurückzuführen sein. Beim Großteil der beanstandeten Materialproben lag der Gehalt an Dimethylfumarat jedoch im Bereich von 0,1 – 1 mg/kg was vermutlich auf Übertragung von Dimethylfumarat von Silicagelpäckchen oder auch höher belasteten Materialien zurückzuführen ist.

Eine weitere Problemstellung wurde durch starke Geruchsbelastung von synthetischen Obermaterialien verursacht. Insbesondere bei der Verarbeitung der Materialien bei der Schuhherstellung im Arbeitsschritt der Hitzeaktivierung der Schaftteile traten sehr intensive Geruchsentwicklungen auf. Dies wurde durch hohe Gehalte an dem organischen Lösemittel Dimethylformamid verursacht. Dieses organische Lösemittel wird noch sehr häufig bei der Herstellung von PUR beschichteten Textilien und auch Leder benutzt. Nach Recherche bei den Herstellern wurde festgestellt, dass es auch ein Verfahren gibt, bei dem kein Dimethylformamid verwendet wird. Auch ist es möglich bei Verwendung von Dimethylformamid nach der Herstellung durch ausreichende Wasch und Reinigungsprozesse den Gehalt an Dimethylformamid so weit zu reduzieren, dass es zu keinen Beanstandungen kommt. Solche Materialien weisen dann Gehalte von Dimethylformamid von weniger als 0,1 % auf. Es gelingt jedoch durch Wasch und Reinigungsprozesse synthetische Obermaterialien mit PUR Beschichtung zu erhalten, deren Gehalte an DMF auch noch deutlich tiefer bei unter 10 mg/kg liegt.

Im Arbeitspaket 4 wurden in Slowenien die Ergebnisse der Arbeitspakete 1 und 2 im Jahr 2010 den KMUS vorgestellt. Auch eine slowenische Version des Handbuchs wurde den interessierten KMU'S vorgestellt und steht beim slowenischen Projektteilnehmer IRCUO für interessierte KMUS zur Verfügung.

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts wurden den interessierten KMUS vorgestellt. Das Handbuch in deutscher Sprache ist beim PFI ebenfalls verfügbar.

Das IGF-Vorhaben 20 EN ‚SHOE PROGRESS‘ der Forschungsvereinigung Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens e. V., Marie-Curie-Str. 19, 66953 Pirmasens, wurde durch die EU im Rahmen des Collective Research Programms sowie über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und – entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert, wofür an dieser Stelle gedankt wird.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens e.V.
Marie Curie Str. 19
D-66953 Pirmasens
Tel.: 06331 24900
Fax: 06331 249062
E-Mail: info@pfi-germany.de